Sanierungskonzept Stadtsee Stendal

Auftraggeber:

Hansestadt Stendal – Der Oberbürgermeister
Markt 1
39576 Hansestadt Stendal
Vertreten durch:
Das Bauamt, SG Tiefbau (60.2)
Moltkestraße 34 – 36
39576 Hansestadt Stendal

Auftragnehmer:

Ellmann / Schulze GbR
Ingenieurbüro für Landschaftsplanung
und Wasserwirtschaft
Hauptstraße 31
16845 Sieversdorf

In Zusammenarbeit mit:

AKUT Umweltschutz Ingenieure
Burkard und Partner
Wattstraße 10
13355 Berlin

und

Limnolabor Nowak GbR
Dr. Ariane Nowak
Hubertusstraße 9a
14552 Michendorf

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Aufgabenstellung 5

2. Datenrecherche 6

3. Morphologische Parameter 7

4. Beschreibung der Seehydrologie 8

4.1 Allgemeines 8

4.2 Grundwasser 8

4.3 Bauwerke 10

4.4 Sedimentanalysen 14

4.5 Hydrologische Angaben zur Uchte 15

4.6 Rechtliche Situation mit Bezug zur Gewässersituation 18

5. Limnochemische Untersuchungen 19

5.1 Allgemeines 19

5.2 Ergebnisse der Messungen an den Probenahmestellen 20

5.3 Ergebnisse der Labormessungen 24

5.4 Ergebnisse der biologischen Untersuchungen 29

5.5 Ergebnisse der Sauerstoffmessungen am schwimmenden Zirkulationssystem 32

5.6 Ergebnisse der Ortsbegehungen 34

5.7 Auswertung Qualitätsdaten Uchte 37

5.8 Diskussion 38

6. Sanierungskonzept 40

6.1 Allgemeines 40

6.2 Unverzüglich umzusetzende Maßnahmen 40

6.3 Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen 41

6.4 Mittelfristig umzusetzende Maßnahmen 42

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Lageplan

Anlage 2 Karte der Wassertiefen und Schlammmächtigkeiten

Anlage 3 Ergebnistabelle der Wasserstandstichtagsmessungen

Anlage 4 Ergebnisse der Sedimentanalysen

Anlage 5 Datenblätter W und Q der Uchtepegel Tornau und Stendal

Anlage 6 Vorliegende Genehmigungen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stadtsee Stendal: Echolotmesspunkte (blaue Linie) und Schlammsondierungen rote Punkte) 7

Abbildung 2: Stadtsee Stendal: Hydrogeologie 9

Abbildung 3: Wasserstandsverlauf am GW-Pegel Stendal Röxe-Süd von 12/21 bis 09/23 10

Abbildung 4: Stadtsee Stendal: Einlaufbauwerk (OW), Auslaufbauwerk (UW) 11

Abbildung 5: Stadtsee Stendal: Wasserstandsentwicklung am Auslaufbauwerk ober- und unterwasserseitig 12

Abbildung 6: Stadtsee Stendal: Wasserstandsentwicklung am Einlaufbauwerk ober- und unterwasserseitig 13

Abbildung 7: Stadtsee Stendal: Probennahmestellen für die Sedimentanalysen 14

Abbildung 8: Stadtsee Stendal: Bodenprobe vom Sohlensediment 15

Abbildung 9: Stadtsee Stendal: Durchflüsse der Uchte vom 2000. bis 2021 (monatliche Maximalwerte, Quelle: https://gld.lhw-sachsen-anhalt.de/) 17

Abbildung 10: Stadtsee Stendal: Durchflüsse der Uchte vom 01.03. bis 31.10.2023 18

Abbildung 11: Stadtsee Stendal: Lage der Probenahmestellen 20

Abbildung 12: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Messungen von Leitfähigkeit und pH-Wert im Jahresverlauf 2023; im Zufluss, in der Mitte und im Ablauf 22

Abbildung 13: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Messungen von Sauerstoffsättigung, Sauerstoffgehalt und Wassertemperatur im Jahresverlauf 2023; im Zufluss, in der Mitte und im Ablauf 23

Abbildung 14: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Messungen über die Wassertiefe von Sauerstoffgehalt, pH-Wert und Wassertemperatur in Seemitte, August bis Oktober 24

Abbildung 15: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Messungen von CSB und BSB_5 im Jahresverlauf 2023; im Zufluss, in der Mitte und im Ablauf 25

Abbildung 16: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Messungen von N_{anorgN}, NH_4-N, NO_2-N und NO_3-N im Jahresverlauf 2023; im Zufluss, in der Mitte und im Ablauf 26

Abbildung 17: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Messungen von P_{ges}, PO_4-P und Fe im Jahresverlauf 2023; im Zufluss, in der Mitte und im Ablauf 27

Abbildung 18: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Messungen von Chlorophyll a, Phaeophytin und Sichttiefe im Jahresverlauf 2023 in der Mitte 28

Abbildung 19: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Sauerstoffmessung im Bereich mittlere Zirkulationssystem (Daten vom AG) im August 2023 oben, Niederschlag im August 2023

in Wetterstation Demker (Daten wetteronline.de) Mitte und Tageshöchsttemperaturen im August 2023 in Wetterstation Demker (Daten wetteronline.de) unten 33
Abbildung 20: Stadtsee Stendal: Abwasserkanaleinleitstellen (ohne Maßstab), Quelle AG 34
Abbildung 21: Stadtsee Stendal: Regenwassereinlauf mit ausgeprägtem „Abwasserpilz" an der Einleitstelle 30, westlicher Teil des Südufers, 03.11.22 35
Abbildung 22: Stadtsee Stendal: Regenwassereinlauf mit ausgeprägtem „Abwasserpilz" an der Einleitstelle 30, westlicher Teil des Südufers und toten Fischen, 23.08.23 35
Abbildung 23: Stadtsee Stendal: Ablaufgraben mit ausgeprägten schmutzwasserbürtigen Verschmutzungen, 23.08.23 36
Abbildung 24: Stadtsee Stendal: Ablaufwehr mit ausgeprägten schmutzwasserbürtigen Verschmutzungen, 10.10.23 36
Abbildung 25: Phosphorgehalte in der Uchte, Messstelle Tornau, 2006 bis 2021 37
Abbildung 26: Ammoniak in Abhängigkeit von NH4-N, pH und Temperatur sowie die möglichen Schädigungen der aquatischen Fauna, (nach Warg 1987) 39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stadtsee Stendal: Hydrologische Hauptzahlen Uchte, Pegel Stendal 16
Tabelle 2: Überschläglich erforderliche Retentionsbodenfilterflächen für die bekannten Niederschlagswassereinleitstellen in den Stadtsee Stendal 18
Tabelle 3: Kenndaten Stadtsee Stendal für die Trophie-Berechnung 28
Tabelle 4: Trophie-Berechnung Stadtsee Stendal 2023 29
Tabelle 5: Dominierende Algentaxa im Stadtsee Stendal Seemitte 2023 mit Biovolumen (BV), Gesamtbiovolumen (GesBV), Anteilen in Prozent sowie Chlorophyll-a und Phaeopigment 31
Tabelle 5: Überschläglich erforderliche Retentionsbodenfilterflächen für die bekannten Niederschlagswassereinleitstellen in den Stadtsee Stendal 42

1. Aufgabenstellung

Der Stendaler Stadtsee befindet sich einschließlich des Zu- und Abflusses und der sich dort befindlichen Bauwerke im Eigentum der Stadt Stendal. Sämtliche Rechte und Pflichten am Gewässer obliegen somit der Stadt. Das Gewässer wird als etwa 10,5 ha großer Flachsee beschrieben, welcher in der Mitte der 30iger Jahre des letzten Jahrhunderts künstlich angelegt wurde.

Eingangs werden die vorhandenen Unterlagen recherchiert und ausgewertet. Es erfolgt eine Vermessung der Wassertiefen im Stadtsees sowie die Ermittlung der Schlammoberkante incl. einer Sedimentpeilung. Mit den gewonnenen Daten wird das vorhandene und durch ggf. Entschlammung mobilisierbare Gewässervolumen ermittelt.

Zur Ermittlung der Schadstoffbelastung des Sedimentschlammes werden Mischproben entnommen und den gültigen Analyserichtlinien untersucht. Das ist erforderlich, um mögliche Entsorgungskosten bei Schlammentnahme abschätzen zu können.

Die Zu- und Abflusssituation des Stadtsees wird analysiert. Dazu soll im Zulauf und im Ablauf jeweils der Durchfluss bestimmt und ausgewertet werden. Bei der Auswertung werden auch ein möglicher Grundwassereinfluss (Zu- oder Abfluss) und die mögliche Verdunstung im See mit betrachtet.

Weiterhin muss der aktuelle qualitative Zustand des Stadtsees erfasst werden. Es sind am Zulauf, am Ablauf, sowie in der Mitte des Stadtsees turnusmäßig Vor-Ort-Parameter und Sichttiefe zu messen sowie Wasserproben für die Analyse ausgewählter Parameter im Labor zu entnehmen. Zusätzlich werden an den Messstellen in der Stadtseemitte die dominierenden Phytoplankter bestimmt. Die einzelnen Messstellen werden mit dem Boot erreicht. Die Entnahme der Wasserproben erfolgt in einer Tiefe von 0,5 m.

2023 erfolgte die Probenahme von März bis Oktober monatlich. Die Untersuchungen des Wassers auf chemische und biologische Parameter sind messbare Hauptindikatoren für die Wasserqualität.

Die physikalisch bzw. physikalisch-chemischen Parameter Wassertemperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und gelöster Sauerstoff werden mittels einer Multiparametersonde vor Ort gemessen. Die Wassertemperatur hat maßbeglich Einfluss auf die biologischen und physikalisch-chemischen Prozesse im Gewässer. Der pH-Wert charakterisiert den Säure- oder Basengehalt einer wässrigen Lösung und die elektrische Leitfähigkeit den Gesamtmineralstoffgehalt. Die Menge des in Wasser gelösten Sauerstoffs steht in umgekehrtem Zusammenhang mit der Temperatur und der Salinität.

Hohe pH-Werte sowie Sauerstoffübersättigung im Sommer werden durch Photosynthese betreibende Primärproduzenten bewirkt, die dem Wasser Kohlendioxid entziehen und zugleich Sauerstoff produzieren. Für das Algenwachstum sind die Nährstoffe Phosphor (ortho-Phosphat) und Stickstoff (Nitrat, Ammonium) essentiell. Die vorgesehenen Nährstoffuntersuchungen dienen zur Bestimmung des Trophiestatus. Die ermittelten Werte lassen sich einer Güteklasse I bis IV (sehr geringe bis sehr hohe Belastung) auf der Basis der Güteklassifikation der Gewässer nach LAWA (1998) zuordnen.

Auch die Sichttiefe, gemessen mit einer Secchi-Scheibe, ist ein einfaches Indiz für die Eutrophierung. Je höher die Sichttiefe und somit je klarer das Wasser, desto niedriger ist das

Algenwachstum und der Nährstoffgehalt des Gewässers. Anhand der Kenngrößen Saisonmittelwerte von Chlorophyll a, Sichttiefe und Gesamtphosphor sowie Gesamtphosphor-Frühjahrs-Wert („Startsituation") wird für den Stadtsee der Trophie-Index nach LAWA (2014), Trophieklassifikation eines jeden Jahrgangs, errechnet.

Der chemische Sauerstoffbedarf CSB gibt die Menge an Sauerstoff an, die für die chemische Oxidation mit Kalium-Dichromat der im Wasser enthaltenen Stoffe benötigt wird. Der biochemische Sauerstoffbedarf BSB_5 ist die Sauerstoffmenge, die beim biologischen Abbau der organischen Substanz einer Probe in fünf Tagen verbraucht wird. Der CSB ist immer größer als der BSB_5; bei biologisch gut abbaubaren Stoffen liegt das Verhältnis CSB / BSB_5 bei 1,5 – 2.

Die Erfassung der dominierenden Phytoplankter (Bestimmung der Taxa, ihrer Zellzahlen und Biovolumina) gibt darüber Auskunft, in welchem Ausmaß die vorhandenen Nährstoffe im Stadtsee umgesetzt werden. Typisch für nährstoffreiche Kleingewässer sind im Stadtsee neben Blaualgen diverse Arten aus den Algengruppen Grünalgen, Kieselalgen, Schlundalgen sowie Panzerflagellaten zu erwarten.

Basierend auf den gewonnenen Ergebnissen wird ein Sanierungskonzept für den Stadtsee Stendal erstellt. Dabei werden Maßnahmen zur Entschlammung, Ufergestaltung, zur Regulierung des Wasserhaushaltes und ggf. erforderliche Maßnahmen zur nachhaltigen Verbesserung der Wasserqualität betrachtet. Mögliche Auswirkungen auf umliegende Grundstücke werden beachtet.

2. Datenrecherche

Zuerst sind die vorhandenen Daten mit Bezug zum Stadtsee beim Auftraggeber abgefragt worden. Dort konnten folgende Unterlagen für die Konzepterarbeitung übernommen werden:

- Vermessungsdaten vom Stadtsee und den anliegenden Anlagen
- wasserrechtliche Genehmigungen
- Bestand der Regenwassereinleitungen
- Daten zur fischereilichen Bewirtschaftung
- div. Unterlagen zur Wasseruntersuchungen, Wasseranalysen und Gutachten

Zudem wurden vom Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft hydrologische Daten zur Uchte übergeben. Zudem wurde Frau Hahn vom Flussbereich Osterburg zur Bedeutung des Stadtsees in Hochwassersituationen der Uchte befragt.

Einige Unterlagen und Erfahrungen sind von engagierten Stendalern übermittelt worden, die ein vitales Interesse an der Verbesserung der Wassergüte des Gewässers besitzen.

Alle Daten mit klimatischem Bezug sind dem Datenportal des Deutschen Wetterdienstes Station Demker entnommen.

Alle Quellen aller weiteren verwendeten Daten sind im Text gesondert verzeichnet.

3. Morphologische Parameter

Der Stendaler Stadtsee wurde am 11.07.2023 mit dem Boot befahren, um eine echolotbasierte Messung der Seetiefen auszuführen. Gemessen wurde die instabile Schlammoberfläche bei einem Seewasserstand von 30,69 m NHN.

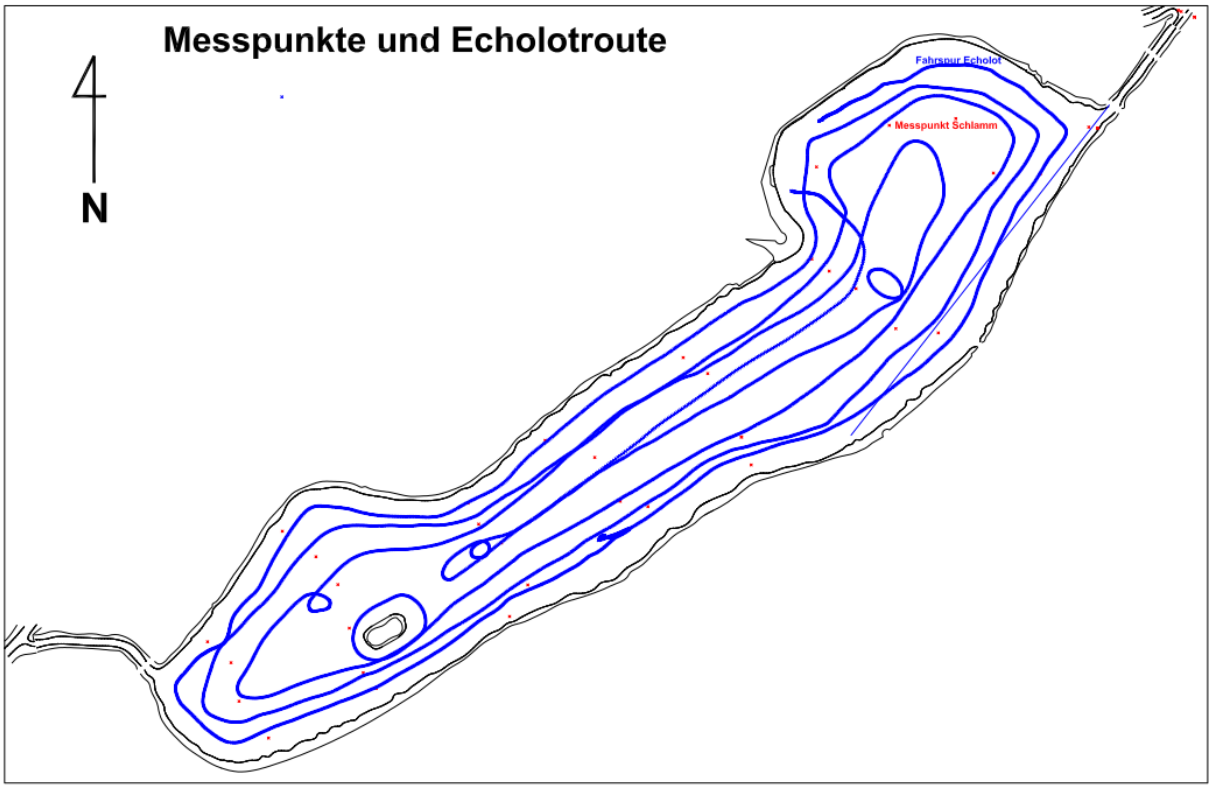

Abbildung 1: Stadtsee Stendal: Echolotmesspunkte (blaue Linie) und Schlammsondierungen rote Punkte)

Im Anschluss erfolgte die Sondierung der festen Seesohle (rote Punkte in Abb. 1) mit Hilfe einer Sondierstange.

Die größte Wassertiefe wurde im Bereich des Seeablaufes mit 1,86 m (Wasserspiegel bis Schlammoberkante) ermittelt. Die flacheren Seebereiche befinden sich erwartungsgemäß in der Nähe des theoretischen Uchtezuflusses (Anlage 2). Es wurde in Auswertung der Messdaten ein sehr ausnivellierter Seegrund festgestellt. Die am häufigsten gemessenen freien Wassertiefen (abgesehen von den Uferzonen) besaßen an diesem Tag Werte von 1,3 bis 1,5 m.

Die Schlammmächtigkeiten wurden nicht immer in der Nähe von Echolotmessungen ausgeführt, so dass die Mächtigkeit des Schlammhorizontes auf der Grundlage der Höheninterpolation benachbarter Echolotpunkte berechnet wurde. Somit können die gemessenen Schlammmächtigkeiten leicht von den Angaben in der Anlage 2 abweichen. Die mittlere Schlammmächtigkeit beträgt demnach 27 cm. Bei den Probennahmen für die Sedimentuntersuchungen konnten jedoch keine organischen Sedimente im Saugbohrer festgestellt werden. Somit ist anzunehmen, dass der Schlamm überwiegend in stark verflüssigter Form vorliegt. Die Verschneidung des Seemodells mit dem Schlammmodell ergab ein Schlammvolumen von ca.

2.000 m³. Aufgrund des hohen Wasseranteils kann von einer Volumenreduktion bei einer Schlammentwässerung von 600 bis 700 m³ ausgegangen werden.

Eine Hochrechnung des Schlammvolumens durch die Multiplikation der Schlammmächtigkeit mit der Seefläche ist nicht zulässig, da den jeweiligen Schlammmessungen unterschiedliche Flächen zugeordnet werden müssen.

4. Beschreibung der Seehydrologie

4.1 Allgemeines

Zur Bestimmung der allgemeinen hydrologischen Verhältnisse sind die verfügbaren Unterlagen der zu beschreibenden Wasserkörper gesichtet worden. Ein detaillierter Fundus von hydrologischen Daten der Uchte existiert im Datenportal des Gewässerkundlichen Landesdienstes Sachsen – Anhalt (https://gld.lhw-sachsen-anhalt.de/). Zur Einschätzung der speziellen hydrologischen Bedingungen des Stadtsees wurde das Gewässer im Untersuchungszeitraum zwölfmal angefahren und die vorhandenen Vorflutverhältnisse dokumentiert. Diese werden im Weiteren beschrieben. Wenn die Umstände es zuließen, wurden die Zu- und Abläufe aus bzw. in den Stadtsee mittels Messung oder andernfalls visuell ermittelt.

Der Stadtsee Stendal besitzt bei einem Wasserstand 30,70 m NHN ein Freiwasservolumen von rund 105.000 m³. Das Gewässer weist aus gewässerökologischer Sicht ein ungünstiges Flächen-Tiefen-Verhältnis auf. Eine Reihe von Randbedingungen werden aufgrund dieser Tatsache ungünstig beeinflusst (Temperaturverhalten, Tieraktivitäten, usw). Zudem werden durch die bekannten und genehmigten Regenwassereinleitungen temporär hohe Sediment- und Wasserinhaltsstofffrachten eingeleitet. In Summe können dies genehmigungsentsprechend beim Niedergehen des Bemessungsregens 745 l/s sein. Mit den angegebenen 6,26 ha angeschlossene undurchlässige Stadtfläche ergibt sich ein Zufluss von rund 22.500 m³ von März bis Anfang November 2023 aus der Regenwasserkanalisation in den See (360 mm Niederschlag im Zeitraum, Verdunstungsverluste werden vernachlässigt).

4.2 Grundwasser

Der Stadtsee selbst ist in den ersten Grundwasserleiter eingebettet. Dies wird u. a. durch ein Gutachten der IHU Geologie und Analytik Stendal zu Boden- und Grundwasseruntersuchungen in der Gartenanlage Stadtsee bestätigt. Der Wasserstand im See kommuniziert offensichtlich mit dem des oberflächennahen Grundwassers. Nach dem Hydrogeologischen Kartenwerk der DDR / Karte der Grundwassergefährdung ist der Grundwasserflurabstand im Seebereich < 2 m und der zugehörige Grundwasserleiter 20 – 40 m mächtig. Dies erklärt auch die relativ geringen Wasserstandsschwankungen im See bei größeren Niederschlagsereignissen trotz geschlossener Wehranlagen zur Uchte. Der nachstehende Hydroisohypsenplan aus dem Datenportal zeigt deutlich den Entwässerungseinfluss der Uchte im Stadtgebiet Stendal.

Aufgrund der in das Grundwasser eingebetteten Lage des Stadtsee erübrigen sich die Darstel-

lungen bzw. Bewertungen bezüglich der klimatischen Wasserbilanz. Das Niveau des Wasserspiegels wird im „Normalfall" vom Grundwasserstand bestimmt.

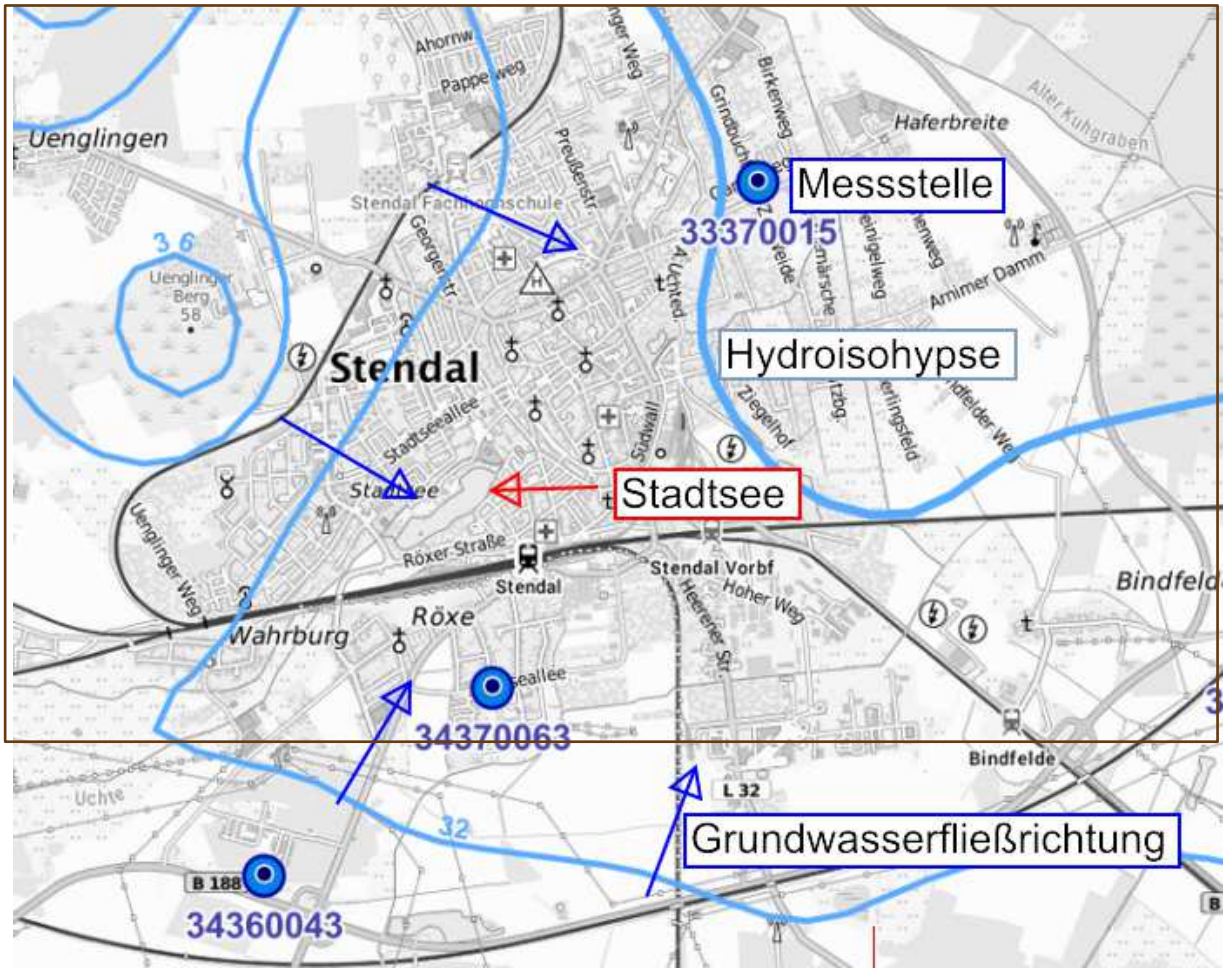

Abbildung 2: Stadtsee Stendal: Hydrogeologie

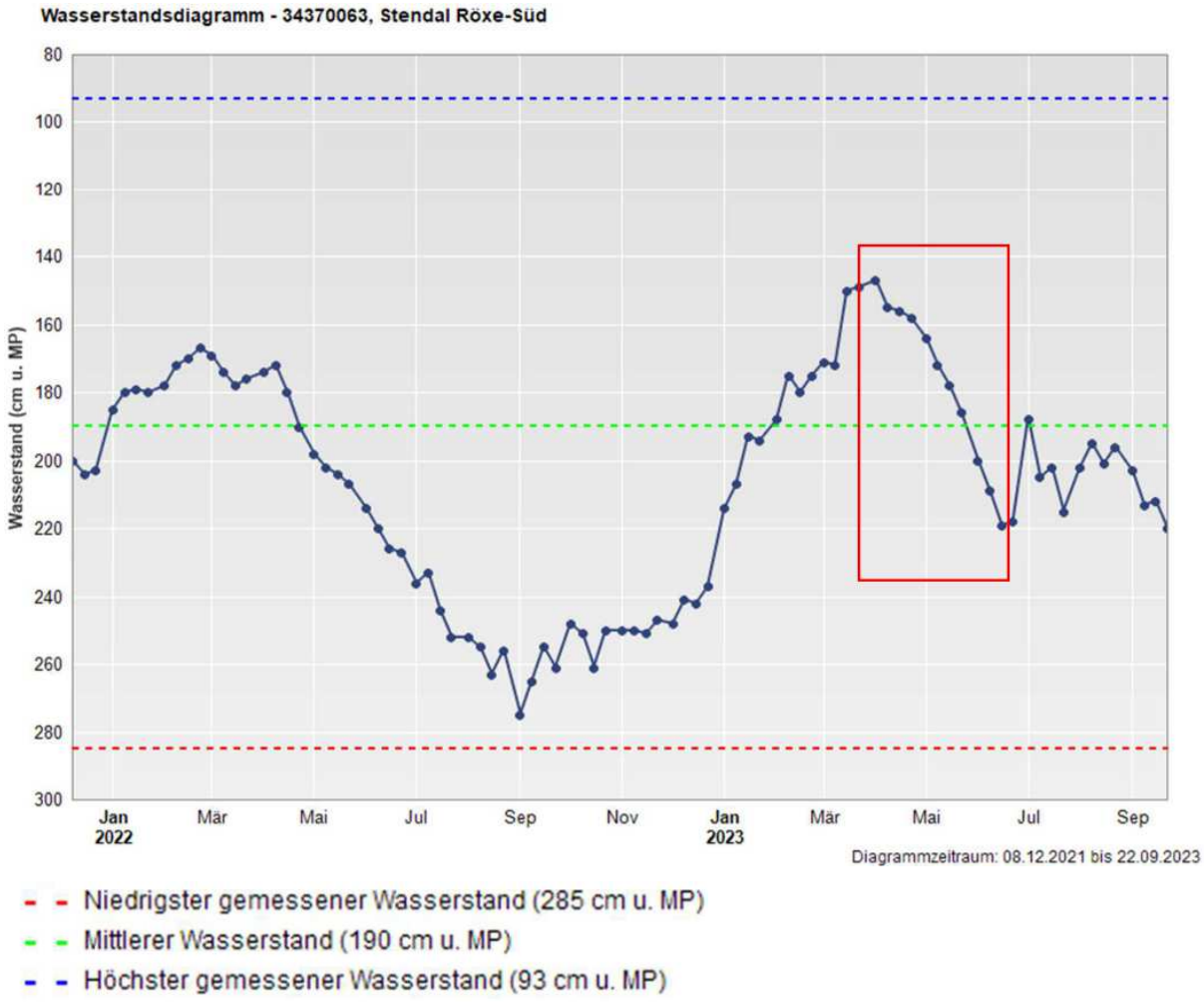

Abbildung 3: Wasserstandsverlauf am GW-Pegel Stendal Röxe-Süd von 12/21 bis 09/23

Aus dem Datenportal des LHW Sachsen-Anhalt wurden die Wasserstandsmessungen am Grundwasserpegel Stendal Röxe-Süd übernommen. Dieser Pegel befindet sich im Grundwasseranstrom entsprechend Abb. 2 des Kapitels. Vergleicht man den Wasserstandsverlauf an diesem Pegel im Untersuchungszeitraum von März bis Juni (roter Rahmen) mit den Ganglinien der Wasserstände am Einlaufbauwerk sind klare Abhängigkeiten erkennbar. Auch die folgenden Monate zeigen ähnliche Niveauverläufe. Somit wird die These der Abhängigkeit des Stadtseewasserstandes vom Grundwasserzustrom weiter gestützt.

4.3 Bauwerke

Der See ist sowohl ober- als unterwasserseitig an den Wasserkörper der Uchte angeschlossen. Massive Wehranlagen, jeweils mit Holzdoppelschützen ausgerüstet, erlauben eine theoretische Oberflächenwasserverbindung zwischen den beiden Wasserkörpern. Beide Wehre sind nur unterläufig bedienbar. Dieser Umstand führt zu einer problematischen Steuerbarkeit beider Anlagen, da im geöffneten Zustand eine dauerhafte Kontrolle der Wasserstände erforderlich ist. Ansonsten ist ein unkontrollierter Wasserstandsverfall an den Oberpegeln möglich. Das Wehr

im Südwesten des Sees (Zulaufwehr) könnte bei gleichzeitiger entsprechender Steuerung des Wehres im Nordostbereich (Ablaufwehr) Wasser in den Stadtsee leiten. Während des Beobachtungszeitraumes waren beide Wehre dauerhaft geschlossen. Kleinere Undichtigkeiten an beiden Wehranlagen führen beidseitig zu unerheblichen Wasserverlusten im See. Beide Bauwerke sind in etwa baugleich.

Abbildung 4: Stadtsee Stendal: Einlaufbauwerk (OW), Auslaufbauwerk (UW)

Am Auslaufbauwerk waren dauerhaft höhere Wasserstände seeseitig zu verzeichnen. Spaltverluste zwischen Fachbaum und Unterschütz führten zu einem scheinbar kontinuierlichen Wasserübertritt zur Uchte von ca. 2 – 10 l/s. Anfang November bestand mit 43 cm die maximale Wasserspiegeldifferenz am Bauwerk.

Die Wasserstandsverhältnisse am Einlaufbauwerk stellten sich von März bis Oktober anders dar. Die Abweichungen betrugen zwischen Ober- und Unterwasser nie mehr als 2 cm. Die potenzielle Vorflutrichtung wechselte im Beobachtungszeitraum mehrfach. Die Wasserstände zwischen dem Unterpegel Einlauf und dem Oberpegel Auslauf entsprechen einander zwangsläufig. Geringe Unterschiede sind aufgrund Windeinwirkung bzw. Messfehler möglich. Im März 2023 wurde am Einlauf ein nicht unerheblicher Wasseraustritt vom Stadtsee in die Uchte festgestellt. Die Abflussmessung ergab einen Durchfluss von 231 l/s vom Stadtsee in die Uchte. Diese Größenordnung konnte im Weiteren nicht mehr beobachtet werden. Es wurden eine Reihe von Unterlagen zum Stadtsee übergeben. Es wurde berichtet, dass das Schütz am Einlaufwehr eine Öffnung von 1,5 m x 6 cm besitzt. Durch diesen Spalt kann somit an diesem Standort ein Wasseraustausch stattfinden. Infolge der geringen Wasserspiegeldifferenzen zwischen Stadtsee und Uchte an den Beobachtungsterminen sind die erfassten Mengen aber unerheblich. Es ist zu vermuten, dass im Bereich des Einlaufes die Wasserstände von Uchte, Stadtsee und dem oberen Grundwasserleiter direkt auf gleichem Niveau kommunizieren und sich somit dauerhaft (außer bei Starkniederschlägen) hier einpegeln.

In den folgenden Grafiken sind neben den Wasserständen auch die wöchentlichen Niederschlagsmengen der Station Demker aufgeführt. Die Abhängigkeit des Seewasserstandes von Niederschlagsereignissen wird an den Stichtagsmessungen vom 02.07.2023 und 27.08.2023 besonders deutlich.

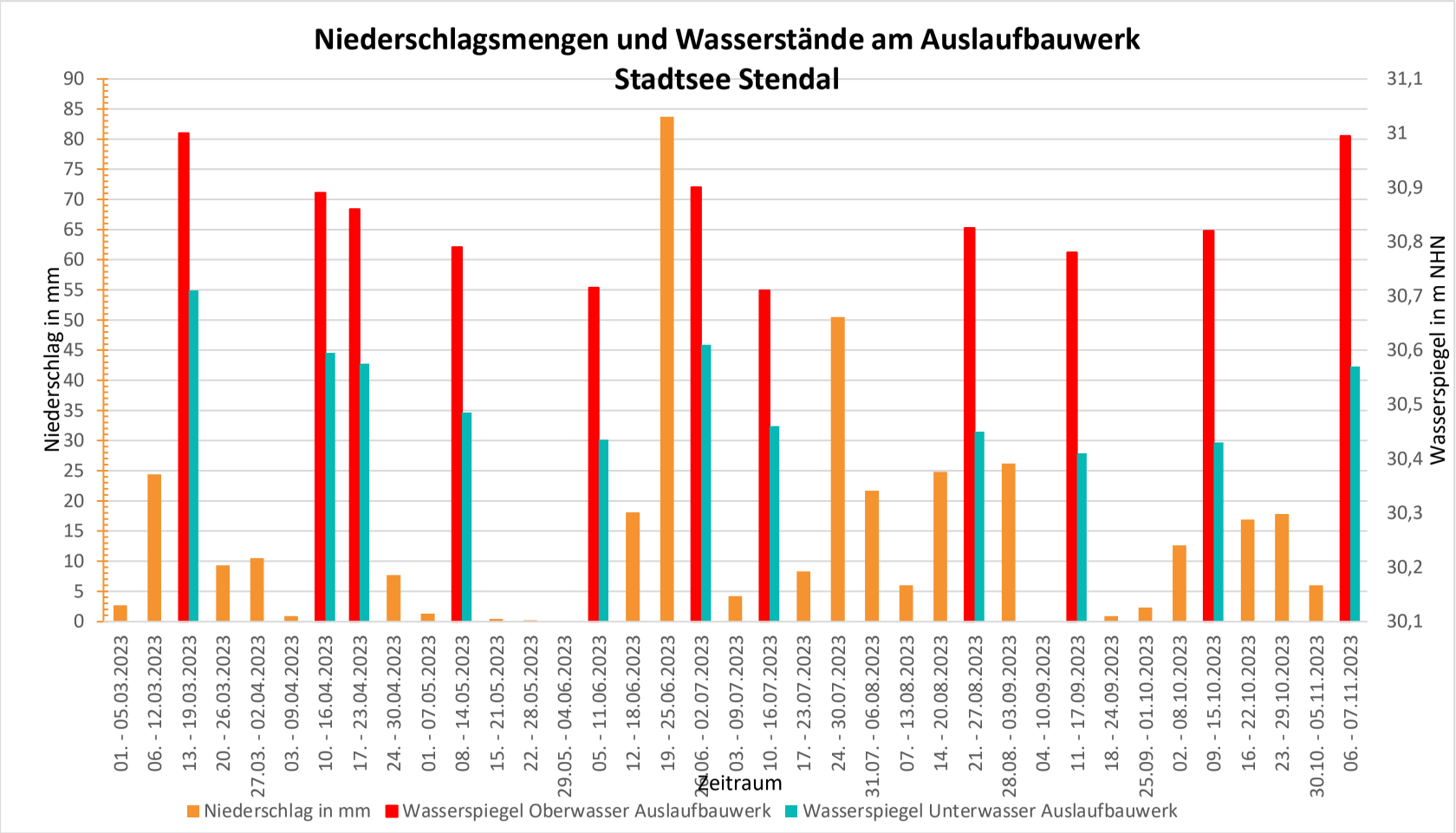

Abbildung 5: Stadtsee Stendal: Wasserstandsentwicklung am Auslaufbauwerk ober- und unterwasserseitig

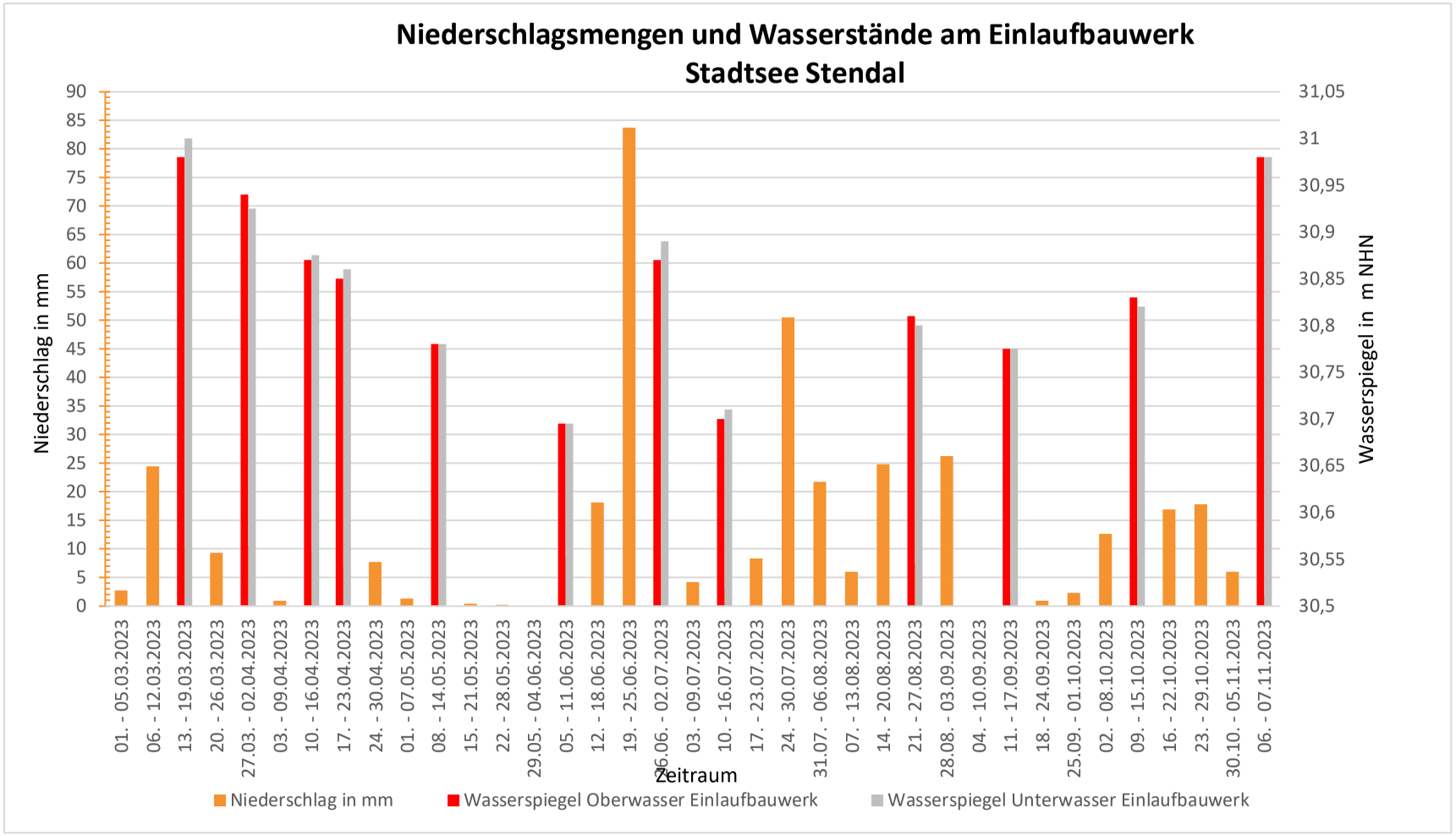

Abbildung 6: Stadtsee Stendal: Wasserstandsentwicklung am Einlaufbauwerk ober- und unterwasserseitig

4.4 Sedimentanalysen

Im Anschluss an die Tiefenlotungen erfolgten die Probennahmen von Sedimenten aus der Seesohle mittels Saugbohrer der Fa. Eikelkamp. Es wurden insgesamt drei Mischproben aus dem Gewässer im Bereich der in der nachstehenden Abbildung gekennzeichneten Flächen entnommen. Die Analysen wurden nach der aktuell gültigen Ersatzbaustoffverordnung (EbV) bzw. Bundesbodenschutzverordnung (BbsV) analysiert. Die Bodenroben wurden aus einer Schicht von 0 – bis 50 cm gezogen (Anlage 4).

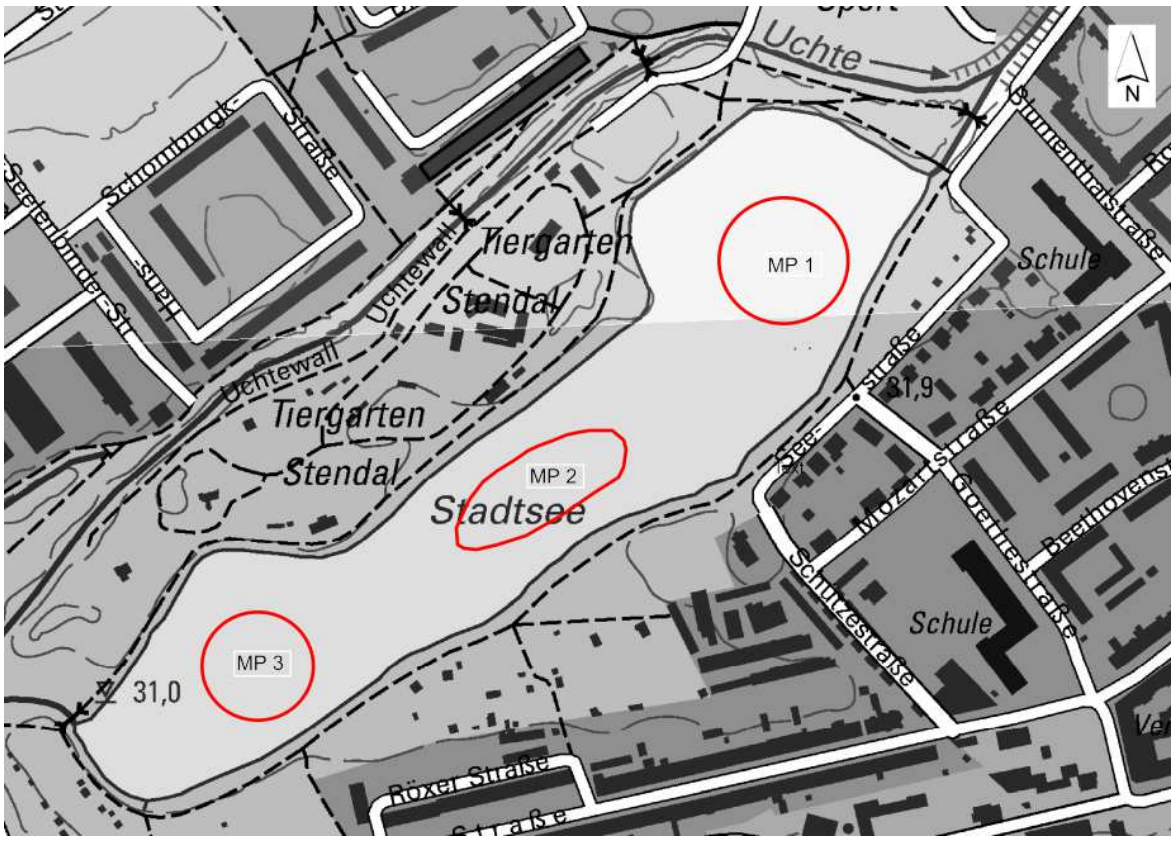

Abbildung 7: Stadtsee Stendal: Probennahmestellen für die Sedimentanalysen

Die Auswertung der Proben ergab eine Zuordnung der Sedimente entsprechend BG 0 der EbV. Einer Verwertung stehen demnach keine Gründe entgegen. Jedoch ist anzumerken, dass aufgrund einer fast flächendeckend fehlenden substanziellen Schlammauflage eine Bodenentnahme als Sanierungsmaßnahme keine Priorität zukommen kann.

Mit Hilfe der Substratverteilung (Siebanalyse) wurden kf-Werte von $1*10^{-4}$ bis $4*10^{-5}$ m/s ermittelt. Nach DIN 18130 Teil 1 wird der Boden als durchlässig bis stark durchlässig bezeichnet. Eine direkte Korrespondenz zwischen Oberflächen- und Grundwasser ist gegeben.

Abbildung 8: Stadtsee Stendal: Bodenprobe vom Sohlensediment

4.5 Hydrologische Angaben zur Uchte

Die Uchte ist im Stadtgebiet Stendal ein Gewässer I. Ordnung. Hinsichtlich der Gewässerunterhaltung, des Hochwasserschutzes und der Gewässerbewirtschaftung zeichnet sich der Landesbetrieb für Hochwasserschutz Sachsen-Anhalt, Flussbereich Osterburg, verantwortlich.

Nach Auskunft vom Flussbereich Osterburg spielen Aspekte des Hochwasserschutzes und der Wasserbewirtschaftung im Stadtseebereich keine Rolle für die Bewirtschaftung der Uchte im Stadtgebiet Stendal. Der Stadtsee ist kein Bestandteil in den Hochwasserschutzstrategien des LHW. Eine Nutzung als Retentionsraum ist nicht vorgesehen. Für den Hochwasserschutz der Stadt Stendal sind andere Strategien vorgesehen, die oberhalb der Stadtgrenze angesiedelt sind.

Tabelle 1: Stadtsee Stendal: Hydrologische Hauptzahlen Uchte, Pegel Stendal

		Abflussjahr (*) 2022			
		Jahr	Datum	Winter	Sommer
		1993/2022 (*) 30 Jahre			
NQ	m³/s	0,000	am 25.08.2016	0,039	0,000
MNQ	m³/s	0,061		0,196	0,062
MQ	m³/s	0,406		0,587	0,228
MHQ	m³/s	2,49		2,26	1,68
HQ	m³/s	6,17	am 28.01.1994 bei W= 158 cm	6,17	4,56
MNq	l/(s km²)	0,442		1,42	0,449
Mq	l/(s km²)	2,94		4,25	1,65
MHq	l/(s km²)	18,0		16,4	12,2

Die Abb. 8 weist die hydrologischen Hauptzahlen bezogen auf die Zeitreihe 1993 – 2022 der Uchte in Stendal unterhalb des Stadtsees aus. Demnach schwankten in den vergangenen 30 Jahren bei Niedrig- bis Mittelwasserabfluss zwischen 0 und 406 l/s. Die nachstehende Durchflussganglinie der Reihe 2000 bis 2021 zeigt, dass sich seit 2018 die Uchteabflüsse erheblich verringert haben. Nullabflüsse in den Sommermonaten sind keine Ausnahmesituationen mehr. Lediglich im Winterhalbjahr werden Abflussspitzen mit etwas mehr als 1 m³/s registriert.

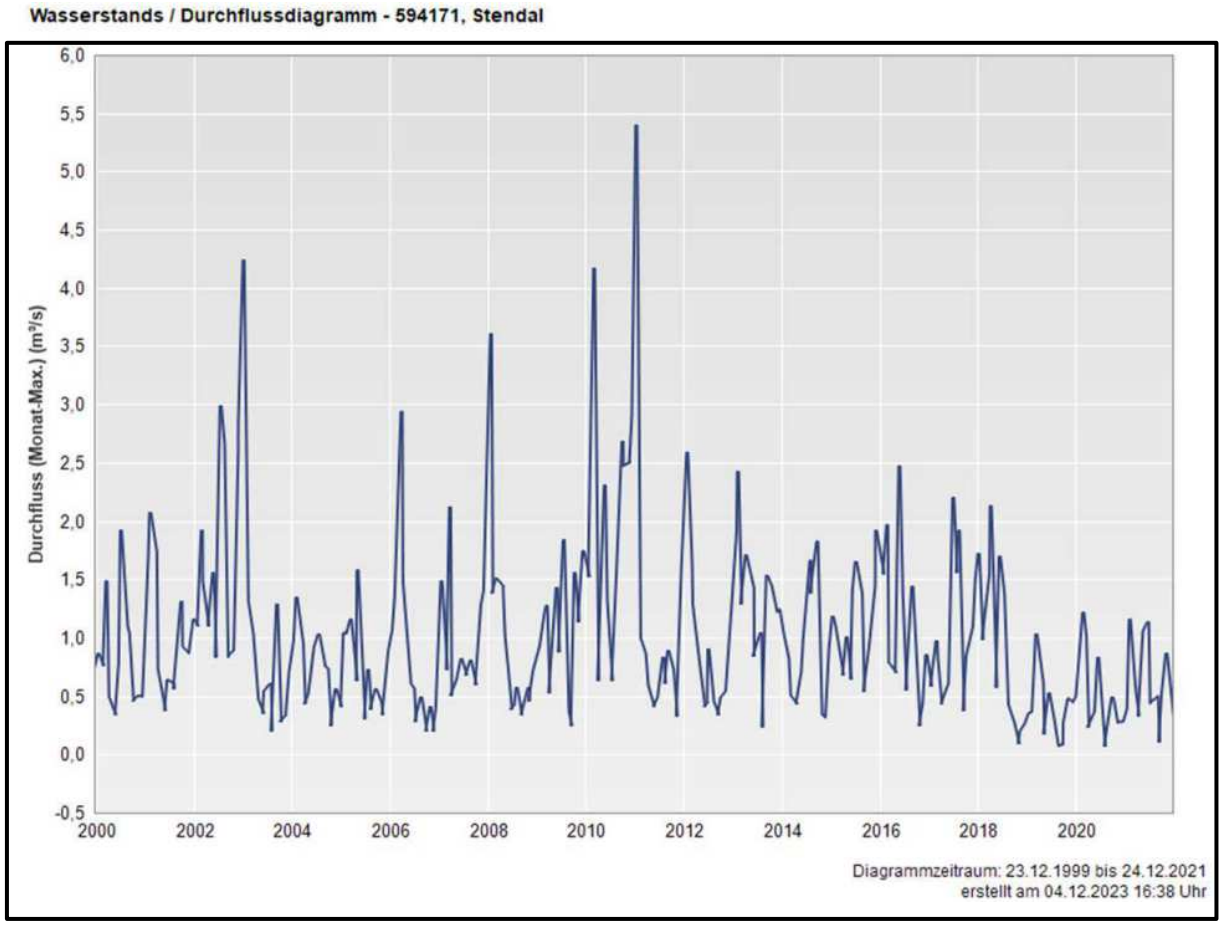

Abbildung 9: Stadtsee Stendal: Durchflüsse der Uchte vom 2000. bis 2021 (monatliche Maximalwerte, Quelle: https://gld.lhw-sachsen-anhalt.de/)

Die detailliertere Betrachtung der Abflüsse im Untersuchungszeitraum 2023 zeigt ähnliche Verhältnisse wie vor beschrieben. Über ca. 4 Monate lagen die Uchteabflüsse deutlich unter 100 l/s. Somit kann eine Überleitung von Uchtewasser in den Stadtsee für das Sommerhalbjahr nahezu ausgeschlossen werden, ohne die gewässerökologische Situation im Fließgewässer nicht noch weiter zu gefährden.

Die Betrachtung der folgenden Grafik unterstreicht die bereits getätigte Feststellung, dass der Uchteabfluss bei stärkeren Niederschlagsereignissen in Stendal stärker beeinflusst wird als beispielsweise der oberhalb befindliche Abfluss am Pegel Tornau. Obwohl das Einzugsgebiet der Uchte nur 42 km² größer ist am Pegel Stendal, sind die Abflussspitzen hier deutlich stärker ausgeprägt. Ein komplett anderes Bild ergibt sich dagegen in den Sommermonaten.

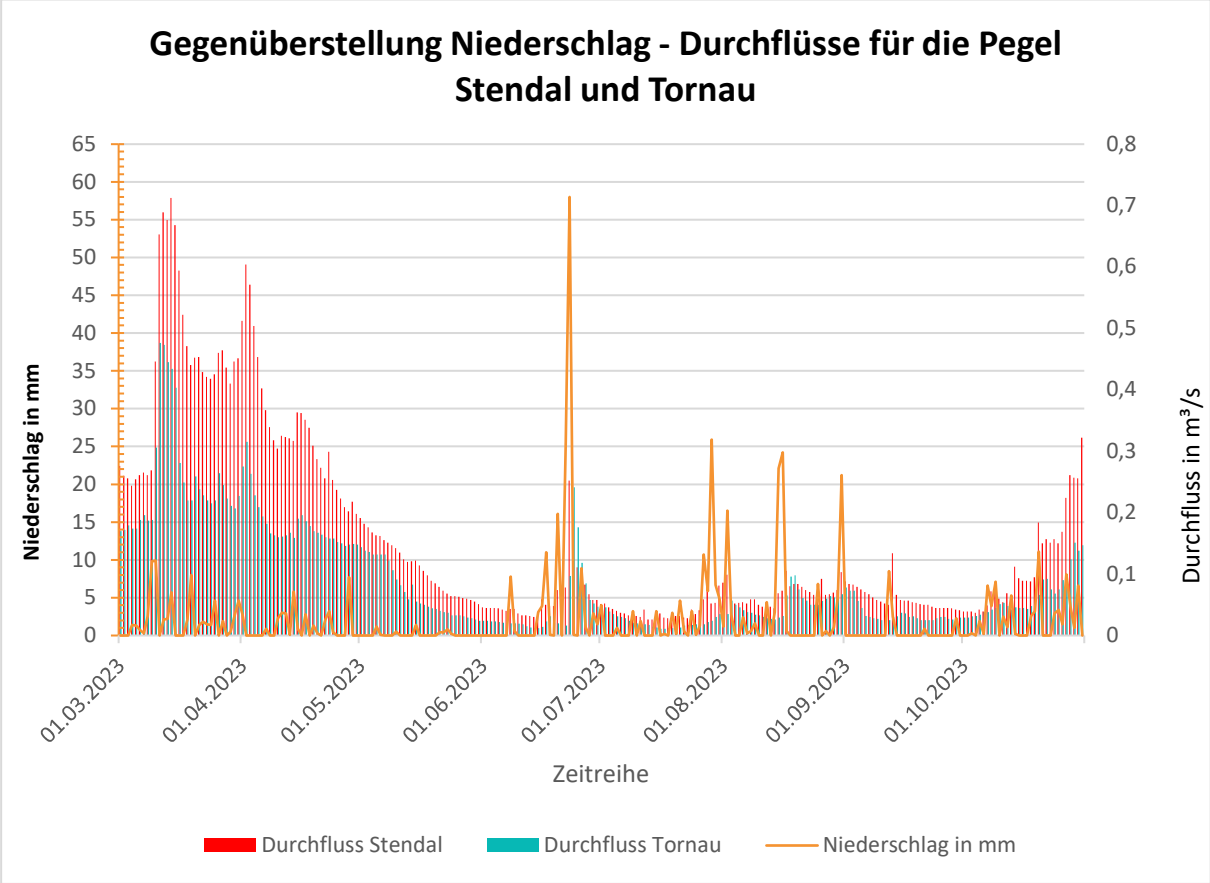

Abbildung 10: Stadtsee Stendal: Durchflüsse der Uchte vom 01.03. bis 31.10.2023

4.6 Rechtliche Situation mit Bezug zur Gewässersituation

In den Stadtsee münden nach Angaben der Unteren Wasserbehörde des Landkreises Stendal 4 Regenwassereinleitungen mit erheblichen genehmigten Mengeneinleitungen. Nachstehend sind diese Einleitungen aufgelistet.

Tabelle 2: Überschläglich erforderliche Retentionsbodenfilterflächen für die bekannten Niederschlagswassereinleitstellen in den Stadtsee Stendal

Aktenzeichen	Inhaber	N-Wert	O-Wert	max. Erlaubnisumfang [l/s]
70201-1-5-04.09	Stendal	5.831.126	692.666	82,96
70201-1-5-04.09	Stendal	5.831.324	692.991	182,87
70.02.01/1-034-00	Stendal	5.831.398	693.060	344
405.3.2-62630/102-0163-07	Stendal	5.831.555	693.149	18

Koordinaten im Lagestatus 489 (UTM Zone 32 ohne Prefix ETRS89)

Zudem existiert eine wasserrechtliche Erlaubnis für das Zulauf- und Ablaufwehr von und zur Uchte (Anlage 6). Hinsichtlich der Bewirtschaftung ist in dieser Genehmigung nur ein maximaler Stauwasserstand von 1,6 m über der Fachbaumsohle geregelt. Der Antrag auf Genehmigung

der beiden Bauwerke basierte auf dem Interesse der Stadtverwaltung, den Stadtsee mit Uchtewasser durchströmen zu lassen. Regelungen dazu finden sich in der Erlaubnis nicht.

Der Stadtsee ist hinsichtlich der fischereilichen Bewirtschaftung an den Stendaler Angelverein e.V. verpachtet, so dass dieser als Fischereiausübungsberechtigter gilt. Nach der übergebenen Fangstatistiken ist eine Angabe des tatsächlichen Fischbesatzes nach Arten und Mengen nicht präzise möglich. Bekanntermaßen kann die Fischfauna jedoch bei Überbesatz einen erheblichen Einfluss auf die Wasserqualität eines Standgewässers ausüben. Insbesondere bei Flachseen führt die dauerhafte Aufwirbelung des Seegrundes durch die problematische Nahrungssuche zu einer Remobilisierung von Nährstoffen. Auch wenn der Einfluss auf die Wassergüte des Stadtsees hier nicht quantifiziert werden kann, ist ein Baustein zur Verbesserung des Seezustandes eine gezielte Bewirtschaftung des Fischbestandes. Einen Überblick über den vorhandenen Fischbesatz erhält der Fischereipächter durch das Aufstellen eines Hegeplans im Sinne des FischG LSA. Aktuell existiert ein solcher Plan nach den übergebenen Angaben des Vereins nicht.

„Mit dem vom Verein übergebenen Angaben wurde eine Konsultation beim Institut für Binnenfischerei Potsdam Sacrow geführt. Folgende Sachverhalte wurden mitgeteilt: Beim Überfliegen der von Ihnen zur Verfügung gestellten Daten (Fänge Hegefischen & Fangmeldungen allg.) sind mir mit Ausnahme der bei den Hegefischen gemeldeten Döbel keine Besonderheiten aufgefallen. Der Döbel ist als eine typische Fischart fließender Gewässer anzusehen. Es ist unklar, ob die Döbel eventuell. durch eine Anbindung des Gewässers an ein Fließgewässer oder durch Besatz in das Gewässer gelangt sind. Auch ist eine Fehlbestimmung der Arten nicht auszuschließen.

Darüber hinaus können die Fangmeldungen ohne die Kenntnis der Besatzhistorie nur grobe Informationen liefern. Auf den ersten Blick würde ich, mit Ausnahme der Döbel, davon ausgehen, dass die Fischartengemeinschaft der eines flachen eutrophen (??? Ausstickung Sommer 2023?) Kleingewässers in etwa entspricht. Allerdings beruht diese Einschätzung lediglich auf den verfügbaren Fangmeldungen.

Eine Erstellung eines Hegeplans für das Gewässer würde weitere Informationen, als die von Ihnen zur Verfügung gestellten erfordern. Je nach Ausführung (Umfang) des Hegeplans ist eine Typisierung des Gewässers anhand von limnologischen, physikalisch-chemischen Parametern durchzuführen sowie die Entwicklung eines fischereilich fischfaunistischem Leitbildes und ggf. die Formulierung von Entwicklungszielen notwendig. Idealerweise erfolgt eine standardisierte Probebefischung des Fischbestandes."

5. Limnochemische Untersuchungen

5.1 Allgemeines

Die Beprobung erfolgte im Laufe der limnologischen Saison 2023 vom März bis Oktober. Es wurden an drei Stellen Messungen durchgeführt und Proben entnommen; im Zulaufbereich (Zufluss IHU - ZU), in der Seemitte (Mitte, IHU - Mitte) und im Ablaufbereich (Ablauf, IHU - Ab).

Nach dem Fischsterben im Stadtsee am 23.08.2023 wurden an sechs Stellen (PNS1 bis PNS6) Messungen durchgeführt und Proben entnommen. Die Probenahmestelle PNS4 wurde in den

folgenden Grafiken der Stelle „Mitte“ zugeordnet, PNS2 der Stelle „Ablauf“.

Die Probenahmestellen sind im Lageplan in Abbildung 11 und im Anhang dargestellt.

Die Zufluss- und die Ablaufprobenahmestellen befinden sich jeweils im Grabenbereich. Die Entnahme der Proben in Seemitte erfolgte in 0,5 m Tiefe.

Im Stadtsee sind mittlerweile drei schwimmende Zirkulationssysteme (aquamotec ®) installiert, die das Seewasser mittels Umwälzaggregat in eine räumlich begrenzte Vollzirkulation versetzen soll. Am 2023 eingesetzten mittleren Aggregat ist eine Sauerstoffmessung vorhanden. Die Sauerstoff-Daten dazu wurden vom AG bereitgestellt und hier mit ausgewertet (siehe Abbildung 19).

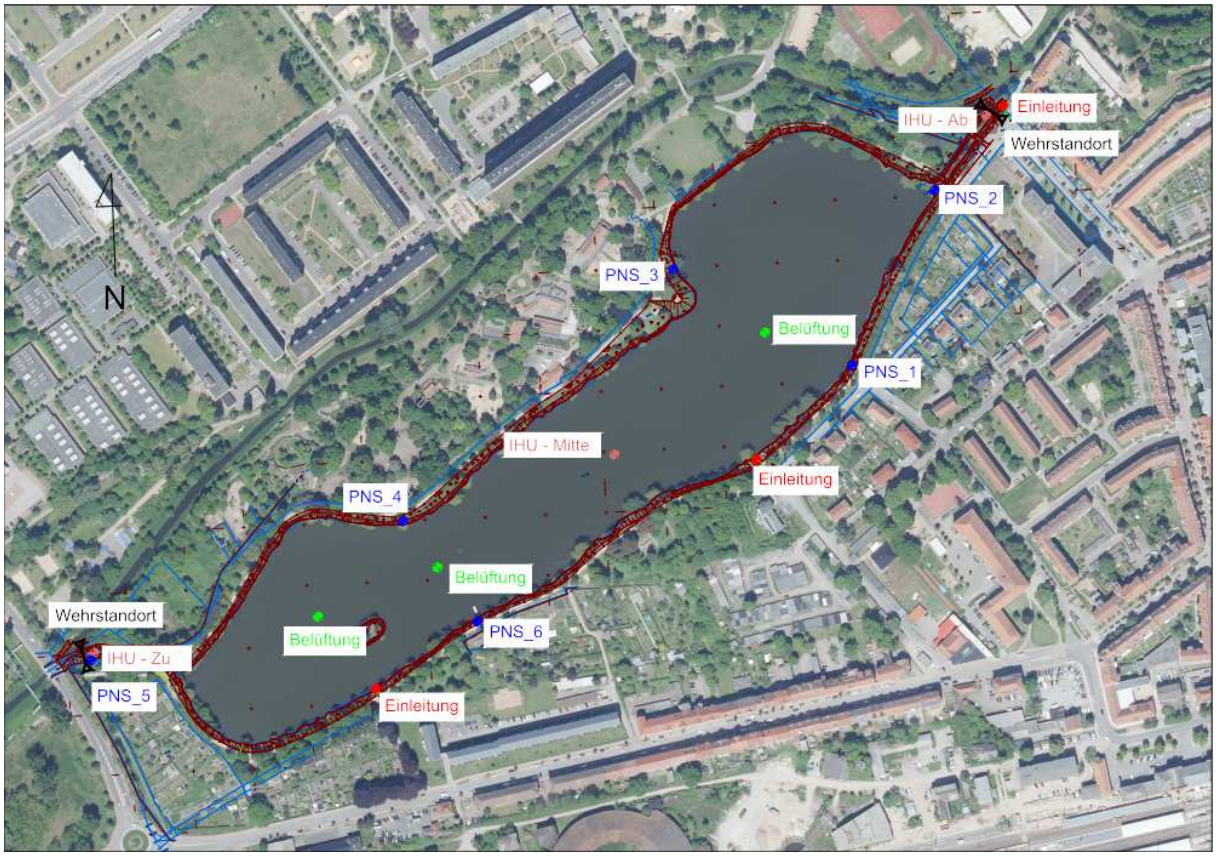

Abbildung 11: Stadtsee Stendal: Lage der Probenahmestellen

5.2 Ergebnisse der Messungen an den Probenahmestellen

In den folgenden Abbildung 12 und Abbildung 13 sind die Ergebnisse der Messungen an den drei Probenahmestellen im Jahresverlauf dargestellt.

Die Leitfähigkeit war in einem für urbane Seen nicht untypischen Bereich um 500 µS/cm bis 600 µS/cm.

Die pH-Werte im Zulauf befanden sich im stark basischen bis leicht basischen Bereich. In Seemitte war der pH-Wert basisch bis stark basisch um pH 9 bis 9,5. Die pH-Werte im Ablauf befanden sich im leicht basischen Bereich um pH 7,5 bis 7,9.

Ab August 2023 wurde in der Seemitte auch ein Tiefenprofil, der Parameter pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Temperatur aufgenommen (Abbildung 14).

Die pH-Werte zeigen ein ausgeprägtes Profil. Am 17.08.23 war der höchste pH-Wert mit 9,5 in 0,5 m Wassertiefe. Die Sauerstoffkonzentrationen zeigten ebenfalls ein ausgeprägtes Profil mit zunehmender Wassertiefe stark abnehmendem Verlauf. In Bodennähe war im August und September nur noch sehr wenig Sauerstoff vorhanden. Die Temperaturen nahmen nach unten hin dagegen nur geringfügig ab.

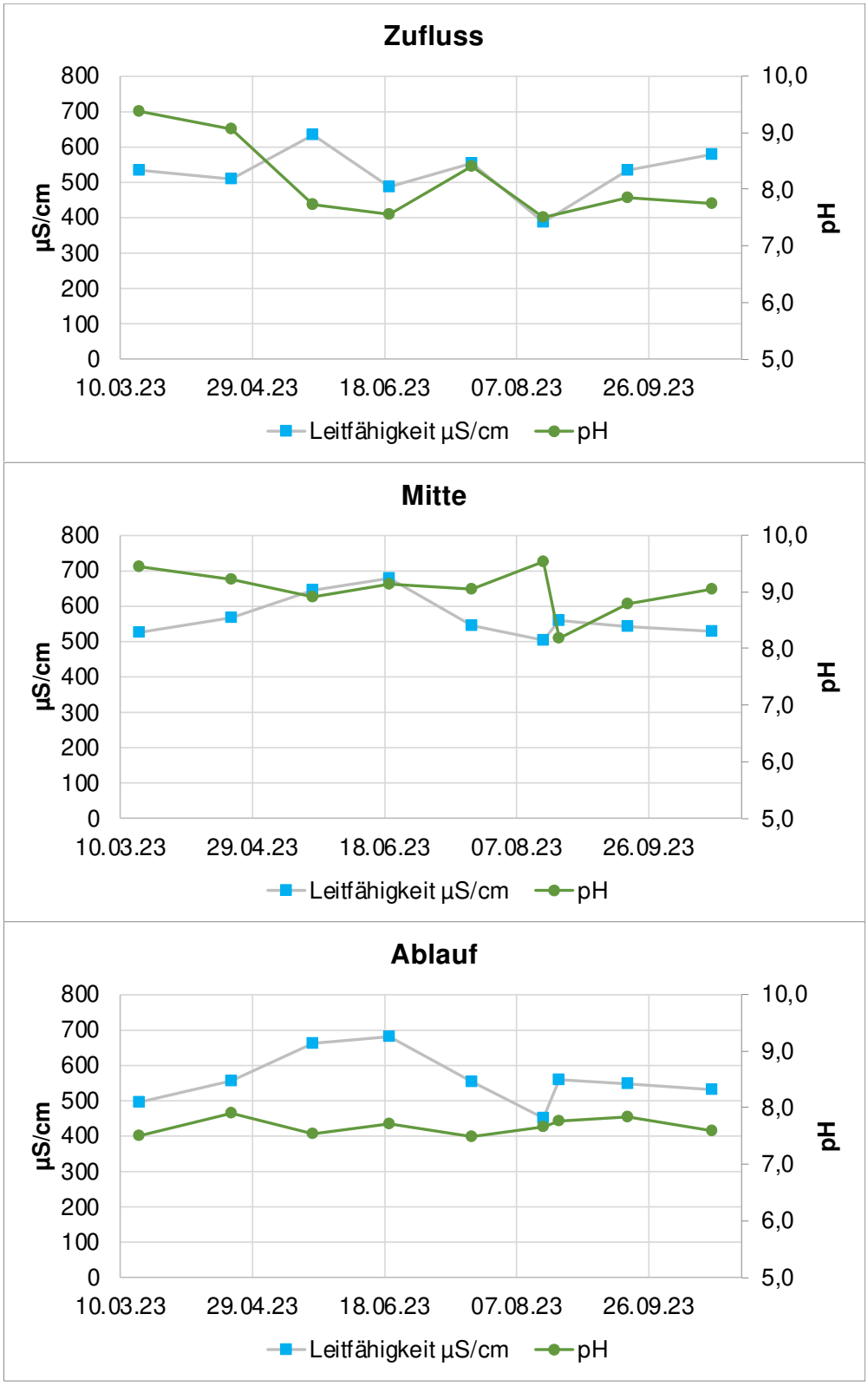

Abbildung 12: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Messungen von Leitfähigkeit und pH-Wert im Jahresverlauf 2023; im Zufluss, in der Mitte und im Ablauf

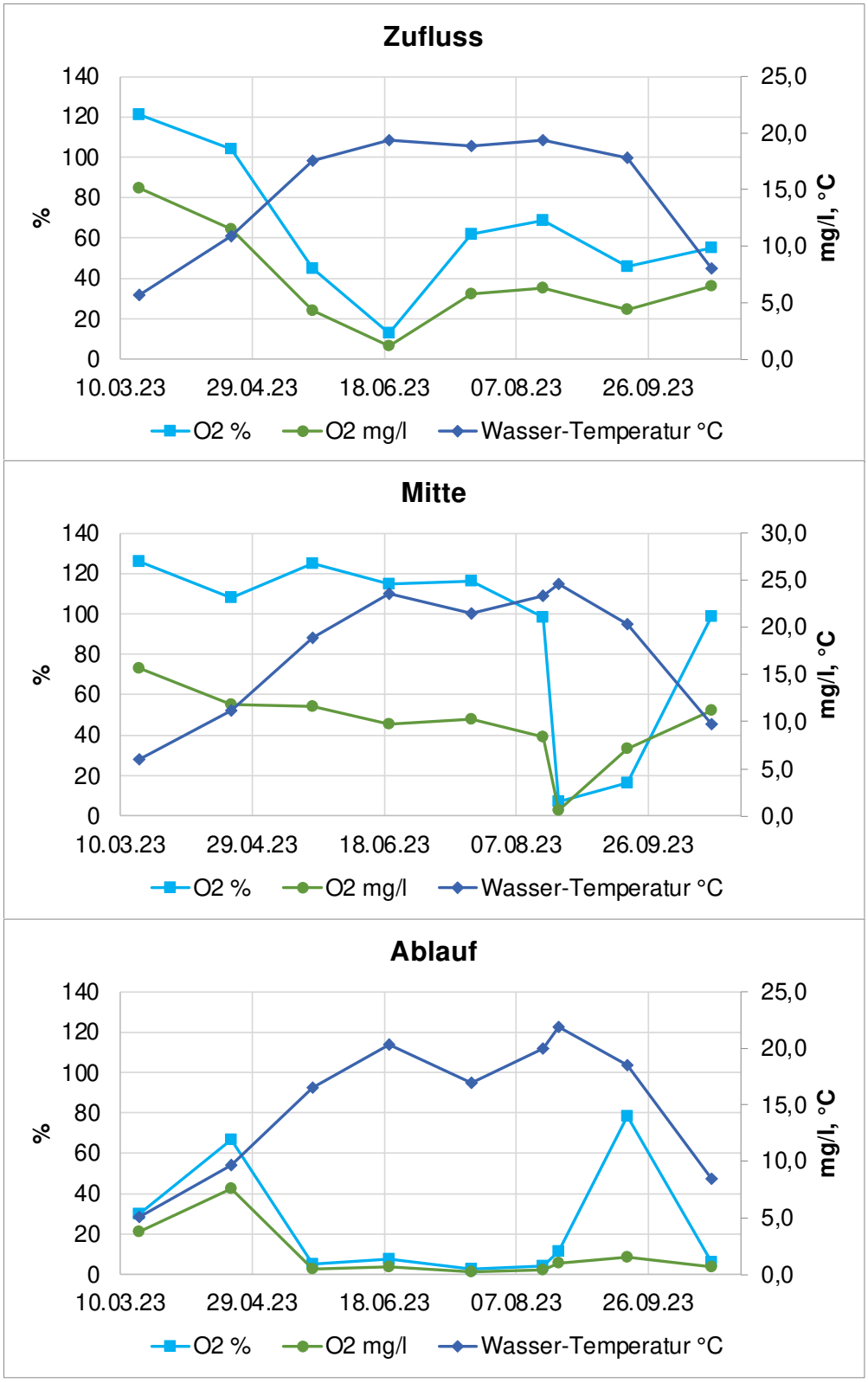

Abbildung 13: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Messungen von Sauerstoffsättigung, Sauerstoffgehalt und Wassertemperatur im Jahresverlauf 2023; im Zufluss, in der Mitte und im Ablauf

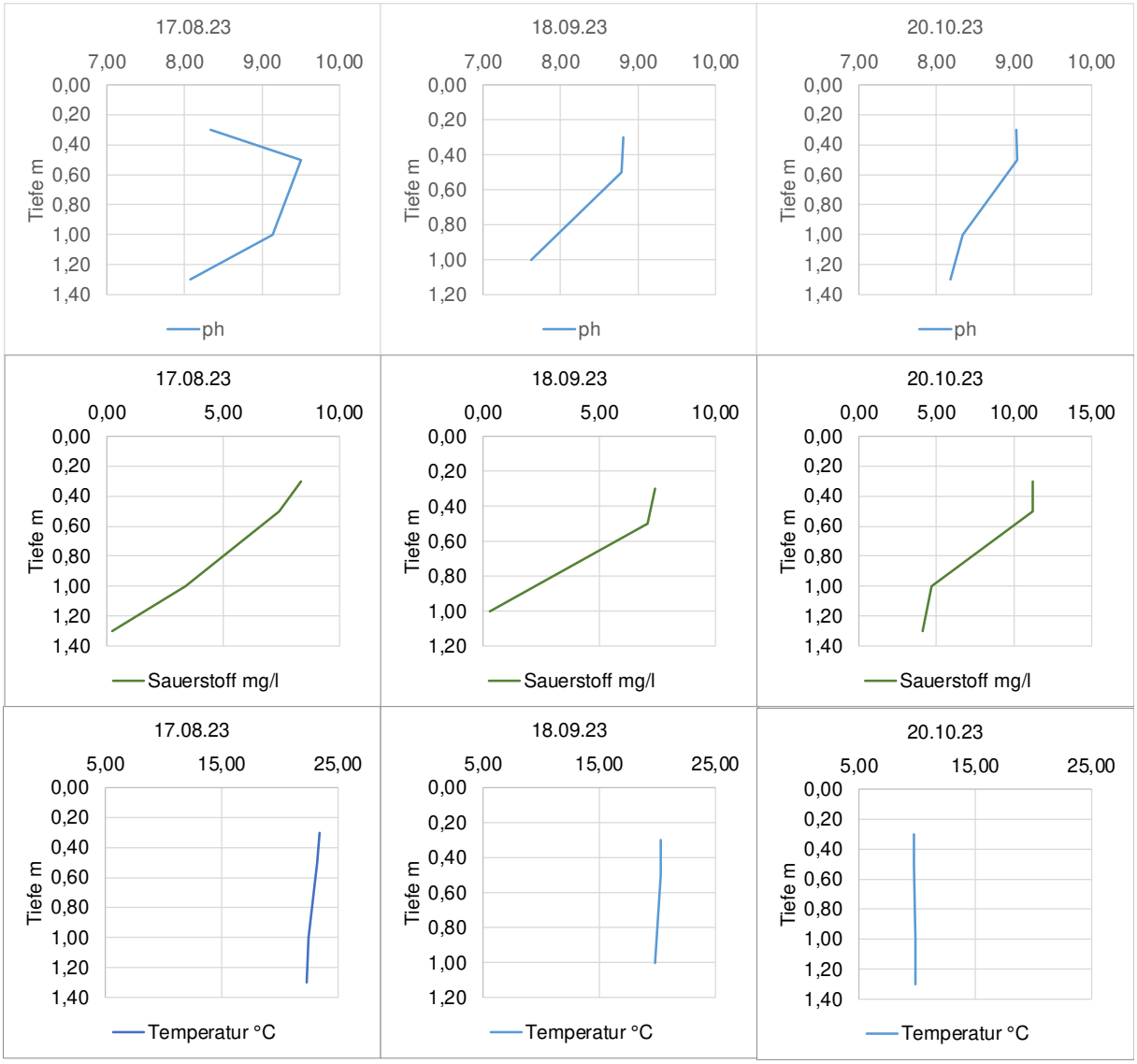

Abbildung 14: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Messungen über die Wassertiefe von Sauerstoffgehalt, pH-Wert und Wassertemperatur in Seemitte, August bis Oktober

5.3 Ergebnisse der Labormessungen

In den folgenden Abbildung 15 bis Abbildung 18 sind die Ergebnisse der Labormessungen an den drei Probenahmestellen im Jahresverlauf dargestellt.

Die Werte zeigen den typischen Verlauf für einen flachen, nicht geschichteten, stark eutrophierten See mit Spitzen in den Sommermonaten. Auffällig sind die vergleichsweise hohen Ammoniumwerte im Ablauf.

Die Chlorophyll a – Werte stiegen in Seemitte stark an in den Sommermonaten, insbesondere im August, was mit stark angestiegenen Wassertemperaturen parallel lief. Die Sichttiefe nahm entsprechend stark ab und lag im August bei nur noch 10 cm (Abbildung 18).

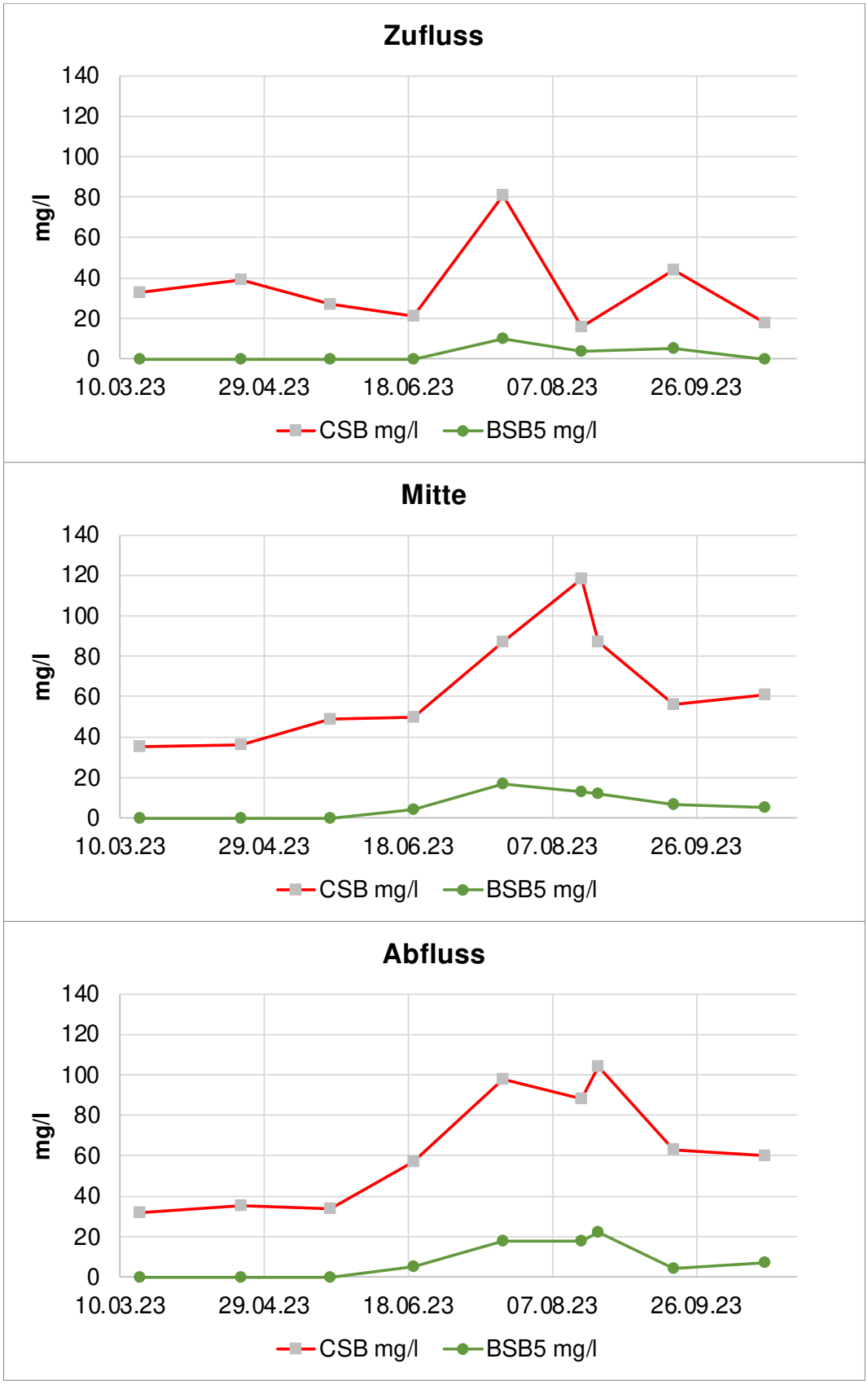

Abbildung 15: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Messungen von CSB und BSB_5 im Jahresverlauf 2023; im Zufluss, in der Mitte und im Ablauf

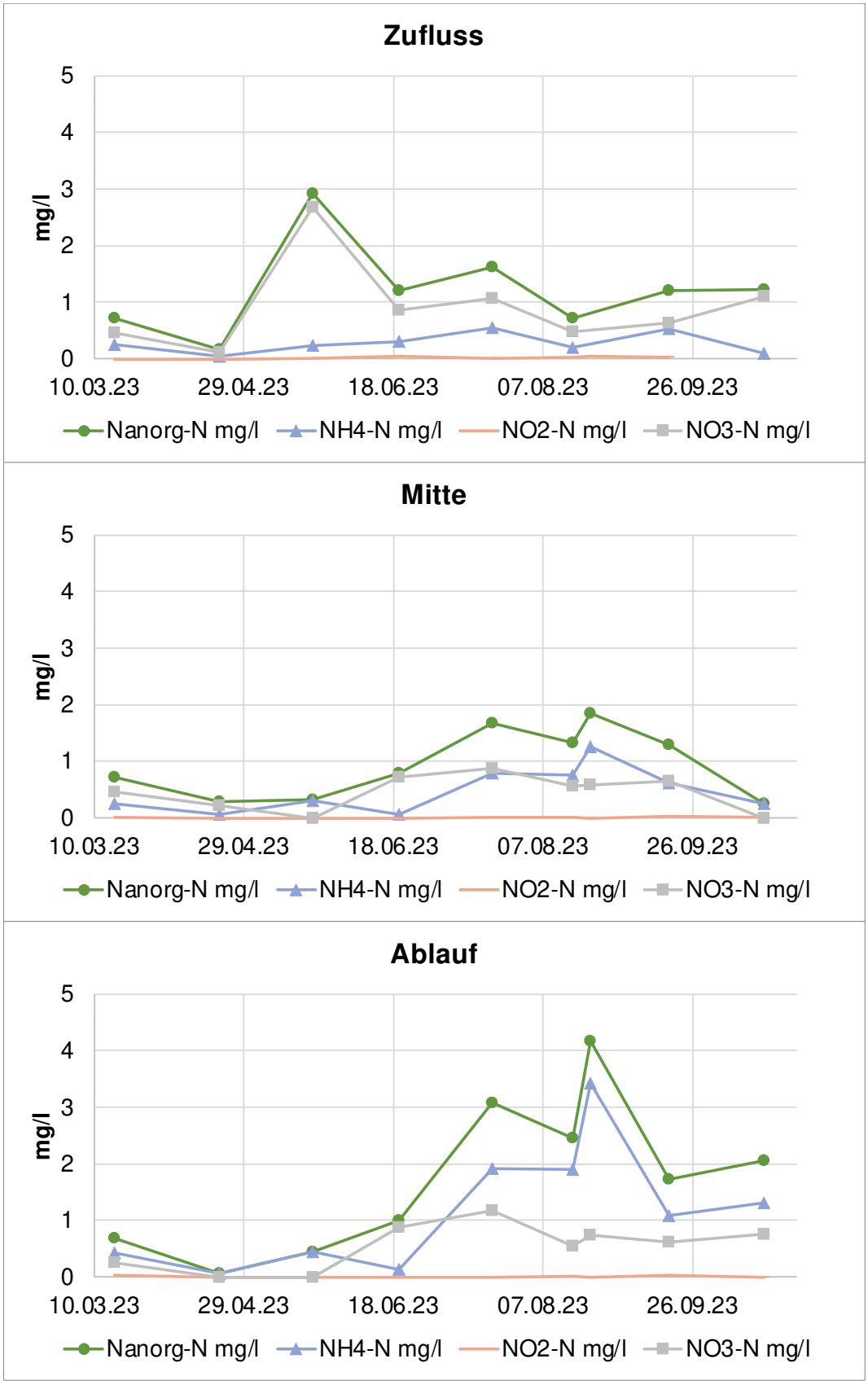

Abbildung 16: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Messungen von N_{anorgN}, NH_4-N, NO_2-N und NO_3-N im Jahresverlauf 2023; im Zufluss, in der Mitte und im Ablauf

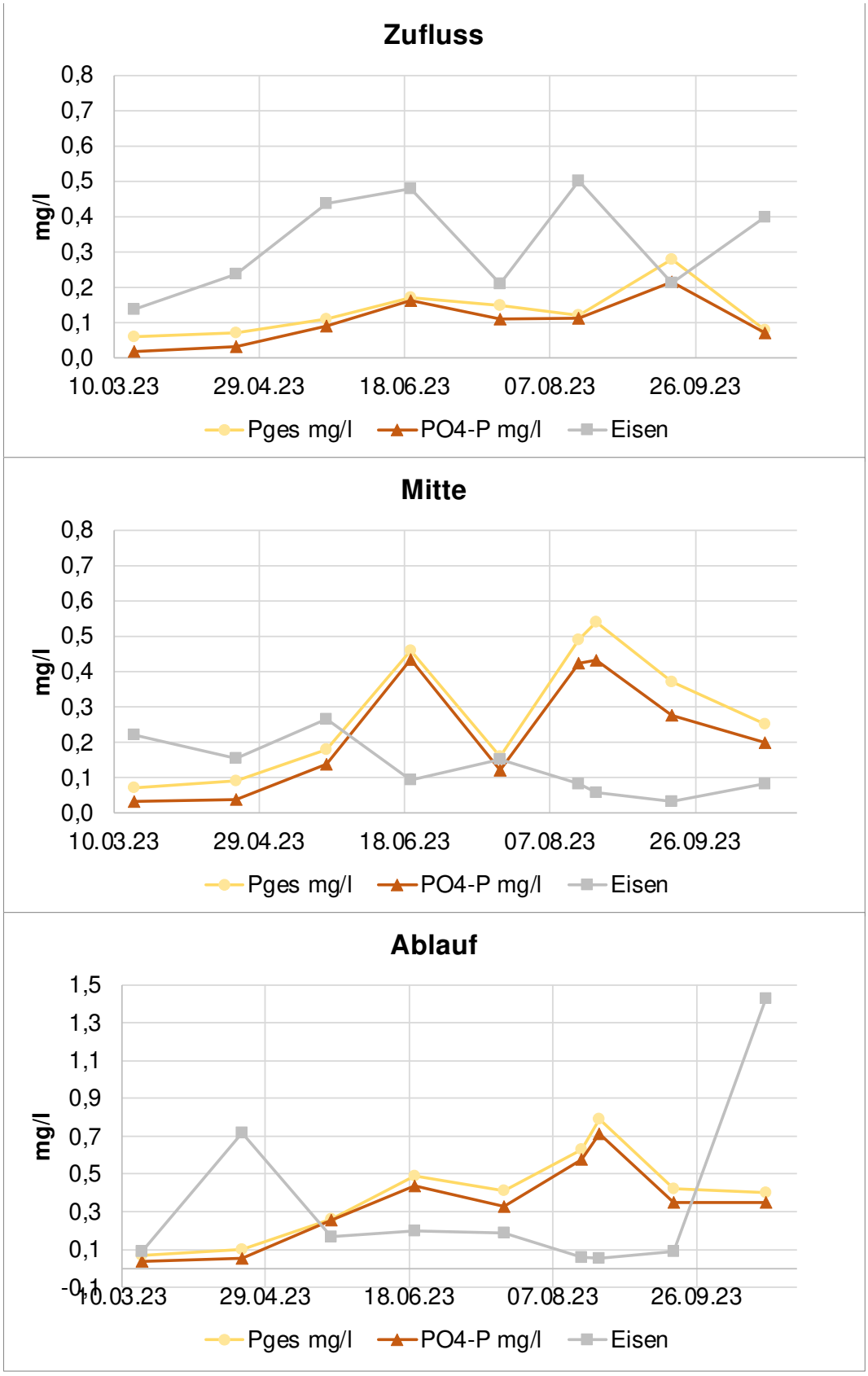

Abbildung 17: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Messungen von P_{ges}, PO_4-P und Fe im Jahresverlauf 2023; im Zufluss, in der Mitte und im Ablauf

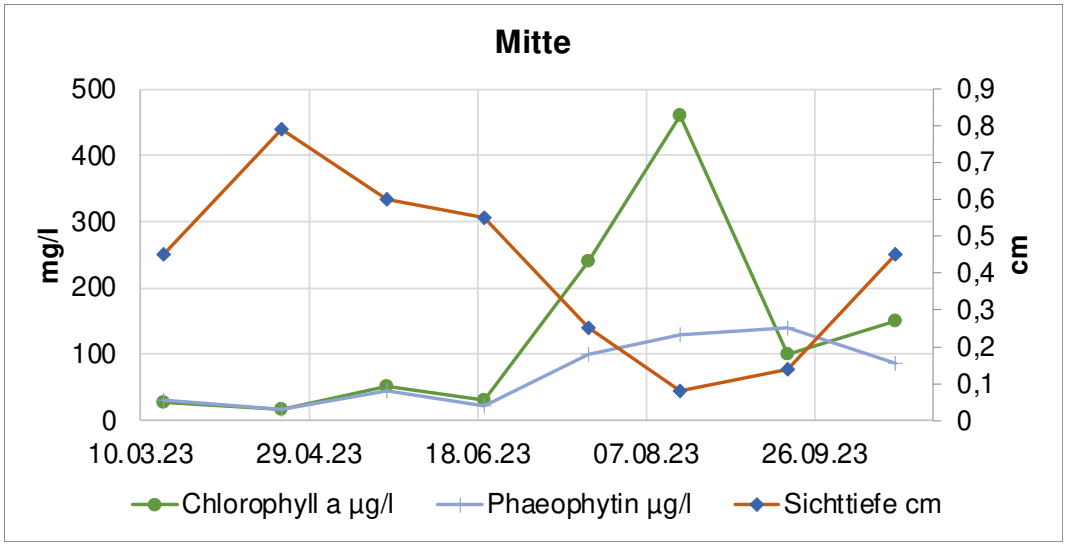

Abbildung 18: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Messungen von Chlorophyll a, Phaeophytin und Sichttiefe im Jahresverlauf 2023 in der Mitte

Die Daten wurden hinsichtlich der Trophie-Bewertung ausgewertet.

Die Trophie ist ein Parameter für die Intensität der pflanzlichen Primärproduktion durch Algen und höhere Wasserpflanzen und spiegelt somit das Nährstoffangebot eines Gewässers wider. Der Grad der Trophie, die Eutrophierung, dient zur Kennzeichnung des Gütezustandes der Seen. Indexberechnung und Ermittlung der Trophieklasse für den Stadtsee Stendal erfolgten nach der LAWA-Richtlinie Trophieklassifikation (2014).

Tabelle 3 enthält die berechnungsrelevanten Kenngrößen wie Ökoregion, See- und Schichtungstyp. Für die Berechnung wurden die trophiebeschreibenden Größen aus acht Beprobungsterminen von März bis Oktober 2023 einbezogen. Der Stadtsee Stendal wird aktuell in die Trophieklasse „hypertroph" eingestuft (Tabelle 3).

Tabelle 3: Kenndaten Stadtsee Stendal für die Trophie-Berechnung

Kenndaten	**Stadtsee Stendal**
Gewässerart	künstlich
Ökoregion	Norddeutsches Tiefland
Seefläche	9,3 ha
Schichtungstyp	ungeschichtet
Seegruppe	polymiktische Seen mit mittlerer Tiefe </= 3 m
Untersuchungsjahr	2023
Probenahmen	Anzahl 8 (März bis Oktober)

Tabelle 4: Trophie-Berechnung Stadtsee Stendal 2023

Trophieparameter	Einheit	Messwert/ Saisonmittel	Einzel-Index	Bewertung
Chlorophyll a	µg/l	150,00	4,85	
Sichttiefe	m	0,40	4,48	
Gesamtphosphor (Saison)	µg/l	285,71	4,82	
Gesamtphosphor (Frühjahr)	µg/l	90,00	3,85	
Gesamt-Trophie-Index				**4,60**
Trophiegrad				**hypertroph**

5.4 Ergebnisse der biologischen Untersuchungen

Bericht zum Phytoplankton im Stadtsee Stendal März bis Oktober 2023

Die Probenahmen für die biologischen und chemisch-physikalischen Untersuchungen erfolgen von März bis Oktober 2023 monatlich an den drei Messstellen Zufluss, Seemitte sowie Abfluss. Die Proben Seemitte wurden aus einer Wassertiefe von 0,5 m entnommen.

Auftragsgemäß wurden die dominierenden Phytoplankton-Taxa an der Messstelle Seemitte quantitativ erfasst.

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der Phytoplankton-Untersuchungen pro Monat an der Messstelle Seemitte zusammengestellt. Die Tabelle enthält die erfassten dominierenden Algentaxa mit ihren Biovolumina und deren Anteilen am Gesamtbiovolumen sowie den Chlorophyll-a-Gehalt als Summenparameter.

Der flache Stadtsee Stendal zeichnet sich durch eine hohe Nährstoffbelastung aus. Die hohen Chlorophyll-a-Werte und die geringen Sichttiefen zeigten, dass die Primärproduktion des Phytoplanktons (freischwimmende Algen) insbesondere im Sommer sehr hoch war. Ab Juli wurden Chlorophyll-a-Konzentrationen von 100 µg/l und höher gemessen; das Maximum mit 460 µg/l im August. Typisch für nährstoffreiche Kleingewässer war das Algenspektrum divers und die Zusammensetzung stark wechselnd. Während Grünalgen in allen Proben vorkamen, traten Kieselalgen typisch im Frühjahr und im Herbst auf. Blaualgen entwickelten sich ab Juni und dominierten fast als Monokultur im August.

Im Folgenden wird die monatliche Entwicklung des Phytoplanktons im Stadtsee Stendal näher beschrieben.

Im März 2023 wurde ein Gesamtbiovolumen der dominierenden Phytoplankton-Taxa von ca. 10 mm^3/l ermittelt. Die Chlorophyll-a-Konzentration war mit 27 µg/l bereits hoch. Typisch für das Frühjahrspeak der Kieselalgen dominierten kleine Centrales mit einem Anteil von 84 % am Gesamtbiovolumen. Außerdem hatten Dinoflagellaten einen Anteil von ca. 12 %. In der Probe kamen zudem die pennalen Kieselalgen Fragilaria ulna und Nitzschia sp. in geringer Dichte vor. Grünalgen waren gleichfalls vorhanden, insbesondere diverse Arten der Gattung Scenedesmus sowie beispielsweise Monoraphidium minimum und Pediastrum boryanum.

Im April 2023 betrug das Gesamtbiovolumen ca. 4 mm3/l. Auch wurde eine geringere Chlorophyll-a-Konzentration von 17 µg/l bestimmt, wahrscheinlich ein Verdünnungseffekt durch Niederschlagsereignisse. Anteilig dominierten wiederum kleine Centrales mit 60 % am Gesamtbiovolumen. Die Grünalge Monoraphidium minimum hatte einen Anteil von 20 % und die koloniebildene Grünalge Coelastrum microporum einen Anteil von ca. 11 %. Insgesamt war das Phytoplanktonspektrum größer als im Vormonat. Es kamen vor allem diverse kleine Grünalgen wie Chlorella sp., Dictyosphaerium tetrachotomum, Tetrastrum triangulare und Oocystis marsonii vor, deren vergleichsweise geringe Volumina nicht quantitativ erfasst wurden.

Im Mai wurde eine Chlorophyll-a-Konzentration von 52 µg/l ermittelt. Das Gesamtbiovolumen der dominierenden Phytoplankton-Taxa betrug ca. 15 mm3/l. Jeweils fast 40 % stellten große centrale Kieselalgen sowie die Grünalge Scenedesmus spp.. Außerdem kamen mixotrophe Schlundalgen der Gattung Cryptomonas mit einem Anteil von 7 % vermehrt vor. Die Algendiversität war hoch – das Algenspektrum vom April wurde insbesondere durch diverse Grünalgen wie Tetraedron minimum, Crucigeniella rectangularis, Tetrachlorella alternans und Eutetramorus sp. erweitert.

Im Juni war die Chlorophyll-a-Konzentration mit 31 µg/l etwas geringer als im Vormonat und das ermittelte Gesamtbiovolumen der dominierenden Phytoplankton-Taxa betrug ca. 11 mm3/l. Es traten Blaualgen auf. Die koloniebildende Blaualge Snowella lacustris dominierte und stellte einen Anteil am Gesamtbiovolumen von über 75 %. Außerdem kamen diverse Arten aus den Algenklassen Grünalgen, Jochalgen und Schlundalgen vor.

Im Juli war die Chlorophyll-a-Konzentration mit 240 µg/l sehr viel höher. Dementsprechend war ein hohes Algenbiovolumen zu erwarten. Die Phytoplanktonprobe war jedoch quantitativ nicht auswertbar, da sich aufgrund unzureichender Fixierung Zellen von vermutlich zarten Blaualgen (Auftreten wie im Folgemonat) zersetzt hatten; die Zellreste waren nicht bestimmbar und nicht zählbar. In der Probe erhalten geblieben waren die Blaualge Snowella lacustris, die spiralige Kieselalge Melosira spiralis sowie die Grünalgen Scenedesmus spp., Pediastrum boryanum und Pediastrum duplex mit einem Gesamtbiovolumen von ca. 3 mm^3/l.

Im August wurde mit 460 µg/l die höchste Chlorophyll-a-Konzentration ermittelt. Das Gesamtbiovolumen betrug ca. 29 mm^3/l. Die schraubig gewundene Blaualge Anabaena compacta kam mit einem Anteil von 92 % fast als Reinkultur vor. In eutrophierten Seen kommt es häufig zu einer Massenvermehrung dieser blaugrün gefärbten Bakterien. Daneben stellten mixotrophe Schlundalgen der Gattung Cryptomonas einen Anteil von 7 %.

Im September betrug die Chlorophyll-a-Konzentration 100 µg/l. Die Blaualge Anabaena compacta war verschwunden. Dafür traten die fadenförmigen Blaualgen Planktothrix argardhii und Limnothrix redekei auf, allerdings in geringer Dichte. Den Hauptanteil am Gesamtbiovolumen von ca. 15 mm^3/l stellten mit 81 % mixotrophe Schlundalgen der Gattung Cryptomonas. Außerdem kamen Kieselalgen und diverse Grünalgen vor.

Im Oktober stieg die Chlorophyll-a-Konzentration wieder an und betrug 150 µg/l. Die fadenförmige Blaualge Pseudanabaena limnetica kam hinzu, aber wie schon im Vormonat dominierten die Blaualgen nicht. Es wurde ein Gesamtbiovolumen von ca. 23 mm^3/l ermittelt. An diesem hatten die Grünalgen Scenedesmus spp. und die Schlundalgen Cryptomonas spp. jeweils einen Anteil von über 40 %. In den Herbstproben war das Phytoplankton auch wieder divers. Es kamen beispielsweise neben den dominierenden Taxa Grünalgen der Gattungen Monoraphidium

und Oocystis, verschiedene Arten der Kieselalgen-Gattung Nitzschia, Dinoflagellaten der Gattung Gymnodinium sowie der Jochalge Closterium vor.

Tabelle 5: Dominierende Algentaxa im Stadtsee Stendal Seemitte 2023 mit Biovolumen (BV), Gesamtbiovolumen (GesBV), Anteilen in Prozent sowie Chlorophyll-a und Phaeopigment

Datum	Probestelle	Taxon	Algenklasse	BV mm³/l	GesBV mm³/l	Anteil am GesBV %	Chl a µg/l	Phaeo-pigment µg/l
17.03.23	Stadtsee Mitte	Centrales	Kieselalgen	8,88		83,93		
17.03.23	Stadtsee Mitte	Monoraphidium minutum	Grünalgen	0,01		0,06		
17.03.23	Stadtsee Mitte	Scenedesmus spp.	Grünalgen	0,12		1,11		
17.03.23	Stadtsee Mitte	Trachelomonas hispida	Augenflagellaten	0,15		1,39		
17.03.23	Stadtsee Mitte	Gymnodinium sp.	Dinoflagellaten	1,11		10,49		
17.03.23	Stadtsee Mitte	Peridinium aciculiferum	Dinoflagellaten	0,22		2,06		
17.03.23	Stadtsee Mitte	Cryptomonas spp.	Schlundalgen	0,10	**10,58**	0,95	**27**	**31**
21.04.23	Stadtsee Mitte	Centrales	Kieselalgen	2,51		60,76		
21.04.23	Stadtsee Mitte	Coelastrum microporum	Grünalgen	0,45		10,89		
21.04.23	Stadtsee Mitte	Monoraphidium komarkovae	Grünalgen	0,02		0,52		
21.04.23	Stadtsee Mitte	Monoraphidium minutum	Grünalgen	0,82		19,89		
21.04.23	Stadtsee Mitte	Scenedesmus spp.	Grünalgen	0,20		4,86		
21.04.23	Stadtsee Mitte	Closterium limneticum	Jochalgen	0,09		2,25		
21.04.23	Stadtsee Mitte	Trachelomonas hispida	Augenflagellaten	0,03	**4,14**	0,83	**17**	**17**
22.05.23	Stadtsee Mitte	Centrales	Kieselalgen	5,70		38,57		
22.05.23	Stadtsee Mitte	Coelastrum microporum	Grünalgen	0,87		5,88		
22.05.23	Stadtsee Mitte	Pediastrum boryanum	Grünalgen	0,32		2,17		
22.05.23	Stadtsee Mitte	Scenedesmus spp.	Grünalgen	5,66		38,31		
22.05.23	Stadtsee Mitte	Closterium limneticum	Jochalgen	0,93		6,30		
22.05.23	Stadtsee Mitte	Trachelomonas hispida	Augenflagellaten	0,14		0,92		
22.05.23	Stadtsee Mitte	Cryptomonas spp.	Schlundalgen	1,16	**14,78**	7,85	**52**	**44**
20.06.23	Stadtsee Mitte	Aphanocapsa	Blaualgen	0,06		0,53		
20.06.23	Stadtsee Mitte	Snowella lacustris	Blaualgen	8,61		76,91		
20.06.23	Stadtsee Mitte	Pediastrum boryanum	Grünalgen	0,24		2,16		
20.06.23	Stadtsee Mitte	Pediastrum duplex	Grünalgen	0,06		0,50		
20.06.23	Stadtsee Mitte	Scenedesmus spp.	Grünalgen	1,83		16,31		
20.06.23	Stadtsee Mitte	Closterium acutum	Jochalgen	0,17		1,55		
20.06.23	Stadtsee Mitte	Cryptomonas spp.	Schlundalgen	0,23	**11,20**	2,04	**31**	**22**
17.08.23	Stadtsee Mitte	Anabaena compacta	Blaualgen	26,45		92,46		
17.08.23	Stadtsee Mitte	Trachelomonas hispida	Augenflagellaten	0,01		0,03		
17.08.23	Stadtsee Mitte	Pediastrum boryanum	Grünalgen	0,01		0,02		
17.08.23	Stadtsee Mitte	Scenedesmus spp.	Grünalgen	0,01		0,03		
17.08.23	Stadtsee Mitte	Closterium acutum	Jochalgen	0,04		0,13		
17.08.23	Stadtsee Mitte	Cryptomonas spp.	Schlundalgen	2,10	**28,60**	7,33	**460**	**130**
18.09.23	Stadtsee Mitte	Planktothrix argardhii	Blaualgen	0,01		0,09		
18.09.23	Stadtsee Mitte	Limnothrix redekei	Blaualgen	0,11		0,72		
18.09.23	Stadtsee Mitte	Centrales	Kieselalgen	0,97		6,37		
18.09.23	Stadtsee Mitte	Coelastrum microporum	Grünalgen	0,03		0,23		
18.09.23	Stadtsee Mitte	Chlorococcale	Grünalgen	0,89		5,85		
18.09.23	Stadtsee Mitte	Scenedesmus spp.	Grünalgen	0,64		4,21		
18.09.23	Stadtsee Mitte	Trachelomonas hispida	Augenflagellaten	0,35		2,32		
18.09.23	Stadtsee Mitte	Cryptomonas spp.	Schlundalgen	12,38	**15,28**	81,03	**100**	**140**
20.10.23	Stadtsee Mitte	Planktothrix argardhii	Blaualgen	0,63		2,67		
20.10.23	Stadtsee Mitte	Limnothrix redekei	Blaualgen	0,04		0,19		
20.10.23	Stadtsee Mitte	Pseudanabaena limnetica	Blaualgen	0,09		0,38		
20.10.23	Stadtsee Mitte	Centrales	Kieselalgen	3,41		14,57		
20.10.23	Stadtsee Mitte	Scenedesmus spp.	Grünalgen	9,57		40,87		
20.10.23	Stadtsee Mitte	Trachelomonas hispida	Augenflagellaten	0,29		1,25		
20.10.23	Stadtsee Mitte	Cryptomonas spp.	Schlundalgen	10,06	**23,42**	42,94	**150**	**86**

5.5 Ergebnisse der Sauerstoffmessungen am schwimmenden Zirkulationssystem

Die Daten der Sauerstoffsonde an der Zirkulationsanlage in Seemitte im August wurden ausgewertet (Abbildung 19). Die Sonde hing über der Gewässersohle zwischen 1,0 m und 1,5 m. Zur Wertung wurden Daten von der nächst gelegenen verfügbaren Wetterstation in Demker herangezogen (wetteronline.de). Mitte August kam es infolge stark steigender Lufttemperaturen zu einem signifikanten Anstieg der Wassertemperatur. Zu Beginn des Monats gab es noch einen ausgeprägten Tagesverlauf der Sauerstoffkonzentration mit Spitzen am Mittag und Minima in der Nacht. In der Mitte des Monats sank die Sauerstoffkonzentration während einer niederschlagsarmen Phase dauerhaft ab und lag tagelang bei 0 mg O_2/l. Diese Phase war auch geprägt von den maximalen Chlorophyll a -Konzentrationen und den minimalen Sichttiefen (Abbildung 18). Zum Ende des Monats zeigte sich dann wieder der vorher beobachtete Tagesgang.

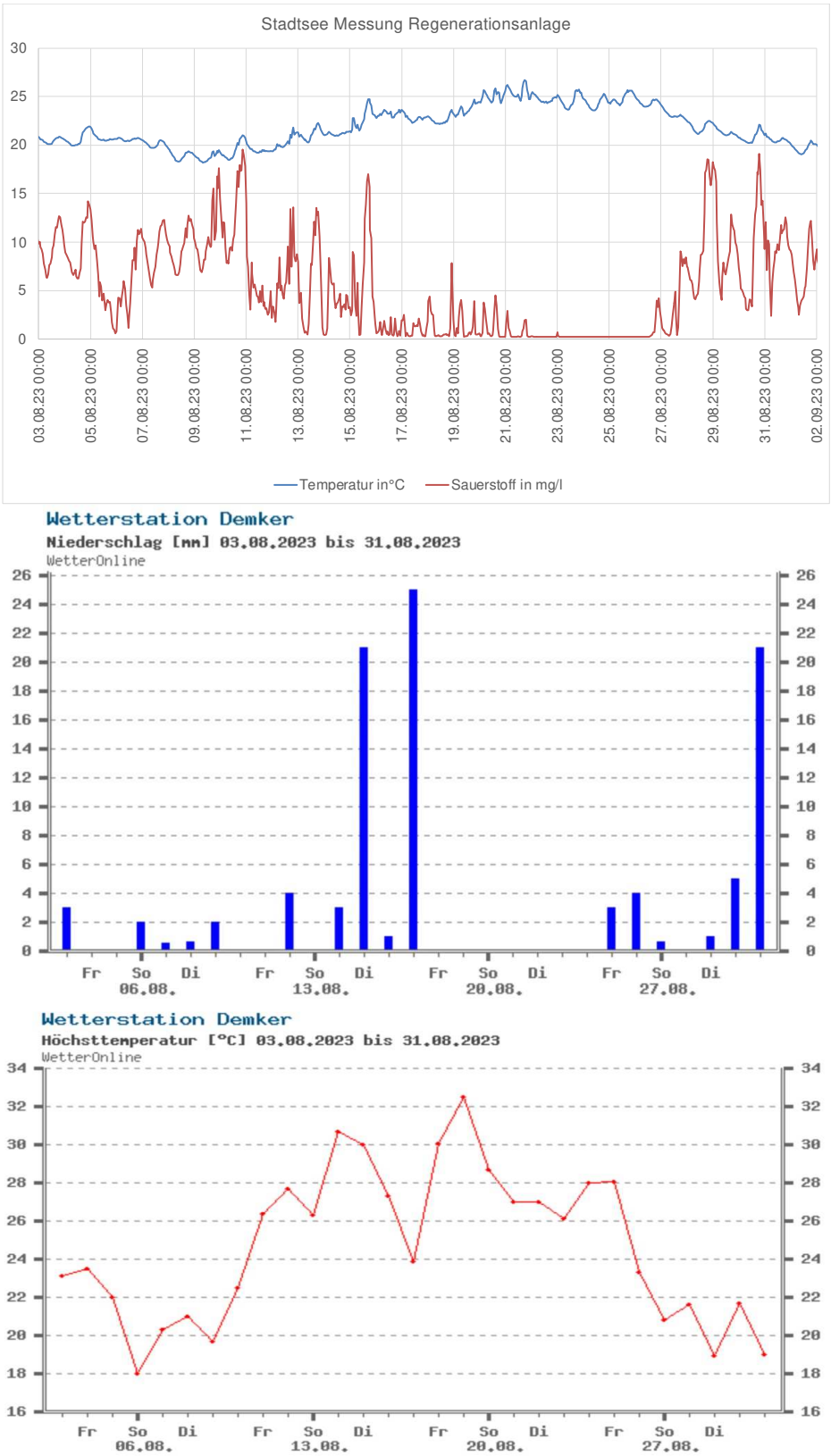

Abbildung 19: Stadtsee Stendal: Ergebnisse der Sauerstoffmessung im Bereich mittlere Zirkulationssystem (Daten vom AG) im August 2023 oben, Niederschlag im August 2023 in Wetterstation Demker (Daten wetteronline.de) Mitte und Tageshöchsttemperaturen im August 2023 in Wetterstation Demker (Daten wetteronline.de) unten

5.6 Ergebnisse der Ortsbegehungen

Im Rahmen von Ortsbegehungen wurde festgestellt, dass an einigen Stellen bestenfalls mechanisch vorgereinigtes Schmutzwasser kontinuierlich dem Stadtsee zu läuft (Abbildung 22 bis Abbildung 25).

Am 23.08.23 kam es zu einem massiven Fischsterben im Stadtsee mit einer großen Menge toter Fische. Es wurde berichtet, dass ca. sechs Tonnen tote Fische geborgen wurden (Volksstimme, 24.08.23).

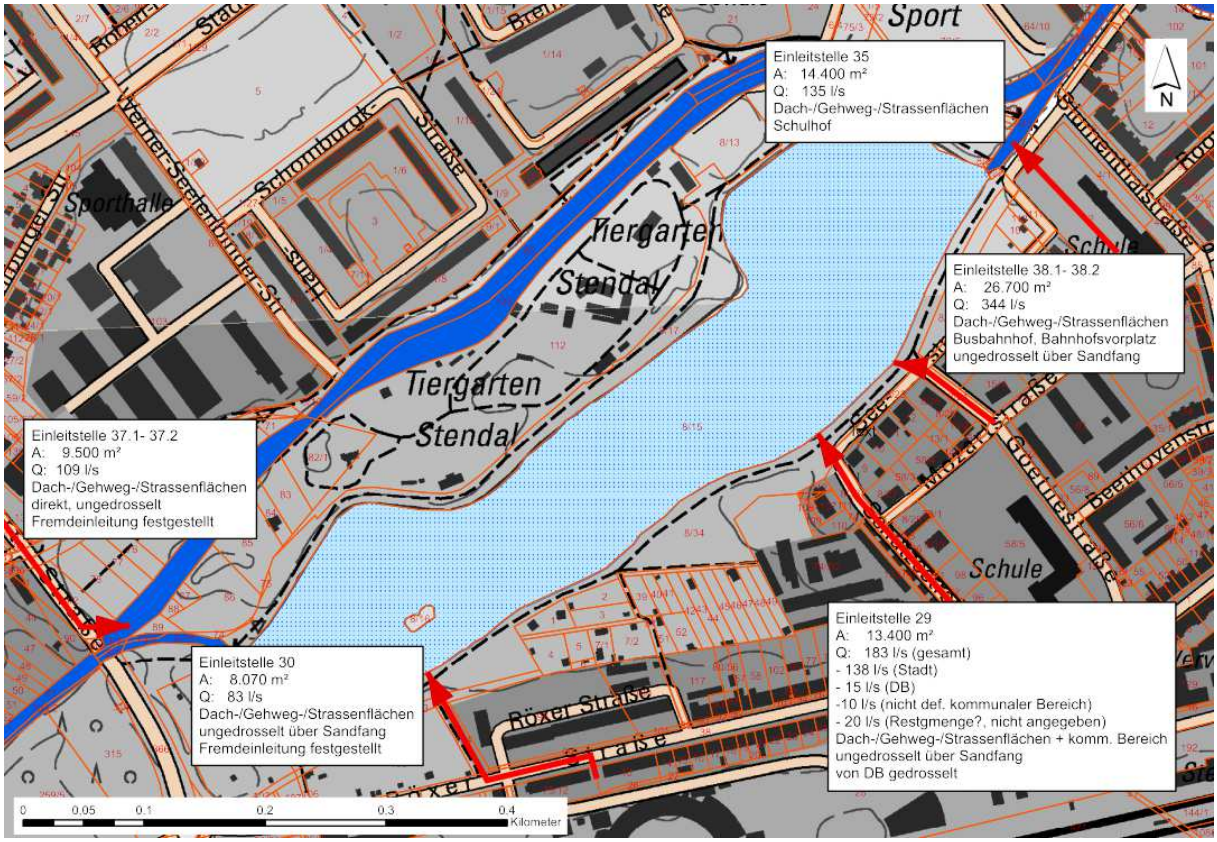

Abbildung 20: Stadtsee Stendal: Abwasserkanaleinleitstellen (ohne Maßstab), Quelle AG

Abbildung 21: Stadtsee Stendal: Regenwassereinlauf mit ausgeprägtem „Abwasserpilz" an der Einleitstelle 30, westlicher Teil des Südufers, 03.11.22

Abbildung 22: Stadtsee Stendal: Regenwassereinlauf mit ausgeprägtem „Abwasserpilz" an der Einleitstelle 30, westlicher Teil des Südufers und toten Fischen, 23.08.23

Abbildung 23: Stadtsee Stendal: Ablaufgraben mit ausgeprägten schmutzwasserbürtigen Verschmutzungen, 23.08.23

Abbildung 24: Stadtsee Stendal: Ablaufwehr mit ausgeprägten schmutzwasserbürtigen Verschmutzungen, 10.10.23

5.7 Auswertung Qualitätsdaten Uchte

Von der Uchte lagen von der Messstelle Tornau, welche sich oberhalb des Abzweigs zum Stadtsee Stendal befindet, historische Daten vor, allerdings etwas lückenhaft.

In der Regel waren die Gesamtphosphorgehalte in der Uchte so hoch, dass es bei Einleitung in den Stadtsee nicht zu einer Verbesserung der Trophie kommen würde. Damit es zu einer Verbesserung kommen kann, sollte der P_{ges}-Gehalt unter 0,08 mg P/l liegen. Das wurde fast nie erreicht, außer in einigen wenigen Wintermonaten (Abbildung 25).

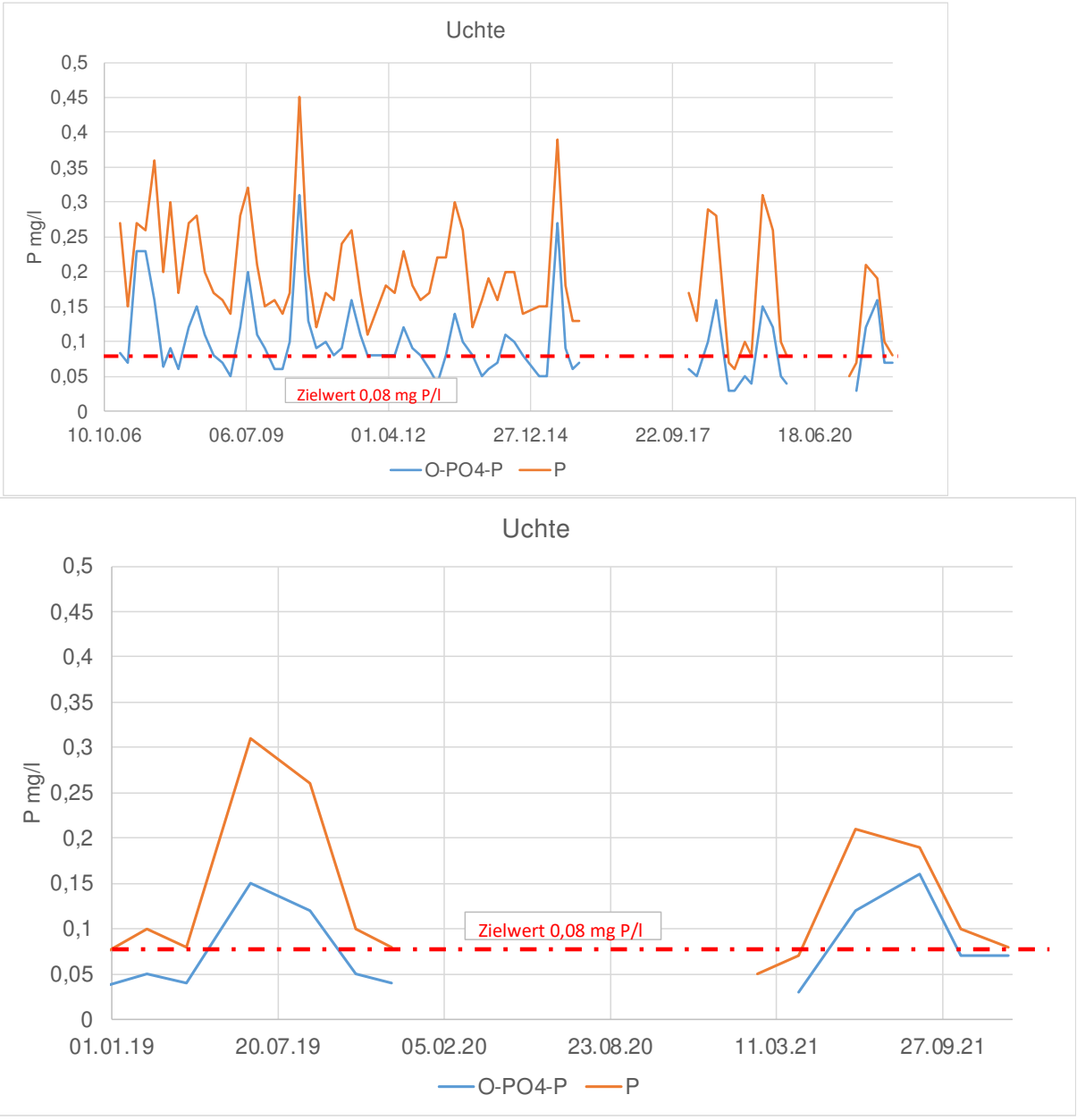

Abbildung 25: Phosphorgehalte in der Uchte, Messstelle Tornau, 2006 bis 2021

5.8 Diskussion

Der Stadtsee Stendal ist ein typischer, hypertropher, flacher, ungeschichteter See. Der See wird primär aus der Niederschlagswasserkanalisation der Stadt Stendal gespeist, zumindest zeitweise aus der Uchte. Höchstwahrscheinlich gibt es zudem einen Grundwasserzustrom. Niederschlagswasser selbst muss als verunreinigt betrachtet werden (Staub, Reifenabrieb, Laub, Baumausscheidungen, Hundefäkalien etc.) und wird Nährstoffe und Zehrstoffe in den Stadtsee eintragen. Zudem waren eindeutig Fehlanschlüsse erkennbar, über die bestenfalls mechanisch vorgereinigtes Schmutzwasser kontinuierlich in den See eingeleitet wird. Allein diese Fracht wird erwartungsgemäß (keine Messwerte verfügbar) schon ausreichen, den See nachhaltig mit Nährstoffeinträgen zu überlasten.

Weitere Nährstoffeintragspfade können Laub von den Uferbäumen und vor allem die Folgen des Fütterns der Wasservögel sein.

Der Stadtsee ist zudem stark mit Fischen besetzt, was zu Aufwirbelungen der Sedimente und Verteilung der Nährstoffe im See führen kann. Möglicherweise werden die Fische auch gezielt gefüttert, aktuell gibt es keinen Fischereihegeplan.

Die Uchte ist ganz überwiegend stark mit Nährstoffen belastet, so dass bei Einleitungen aus der Uchte über diesen Pfad ebenfalls Nährstoffe (vor allem Phosphor, zeitweise auch Stickstoffverbindungen) in den See eingetragen werden. In den Wintermonaten gab es Phasen mit geringer Nährstoffbelastung, die dazu genutzt werden könnten, das Seewasser auszutauschen.

Über die Qualität des Grundwasserzustroms ist aktuell nichts bekannt. Auch über diesen Pfad könnten größere Nährstofffrachten eingetragen werden.

In den Sommermonaten, insbesondere im warmen August, lag die Sichttiefe aufgrund des starken Algenwachstums bei nur noch 10 cm.

Am 23.08.23 kam es zu einem massiven Fischsterben im Stadtsee. Dafür kommen verschiedene Ursachen infrage.

Möglicherweise war der Sauerstoffgehalt im See zu weit abgesunken. Die kontinuierlich messende Sauerstoffsonde wies für die Tage um den 23.08.23 Sauerstoffgehalte um 0 mg O_2/l auf, allerdings gemessen über der Sohle des Gewässers (Abbildung 19). Von den Nachtstunden liegen keine weiteren Daten vor. Am Tag wurde an sechs Stellen im Stadtsee gemessen (PNS1 bis PNS6), die Sauerstoffgehalte waren gering, aber nur im Sohlbereich bei 0 mg O_2/l. Tagsüber findet Photosynthese statt, was zu Sauerstoffeintrag ins Wasser führt.

Eine weitere mögliche Ursache kann ein zu hoher Gehalt an Ammoniak (NH_3) im Seewasser sein. Der Ammoniakgehalt ist abhängig von der Ammoniumkonzentration (NH_4^+), dem pH-Wert und der Temperatur. Je basischer und je wärmer, umso mehr Ammonium wird in Ammoniak umgewandelt. Ammoniak ist in hohen Konzentrationen stark fischgiftig. Der Zusammenhang ist in Abbildung 26 dargestellt.

Bei der turnusmäßigen Messung im Stadtsee am 17.08.23 wurde in 0,5 m Tiefe ein pH-Wert von 9,54 gemessen, die NH_4-N-Konzentration lag bei 0,79 mg/l bei einer Wassertemperatur von 23,4 °C. Bei diesen Werten sind schon für empfindliche Fischarten wie Forellen und Jungfische Schädigungen bis zum Tod zu erwarten. Allerdings konnten die Fische nach oben und unten ausweichen, wo noch bessere Bedingungen herrschten (siehe Abbildung 14). Sauerstoff

war zu diesem Zeitpunkt mehr als ausreichend vorhanden. Vom 17.08.23 zum 23.08.23 stiegen Luft- und Wassertemperatur weiter signifikant an.

Aufgrund der Niederschläge vor dem Fischsterben lag der Seewasserspiegel bei ca. 30,80 m NHN im unteren Mittel im Beobachtungszeitraum 2023.

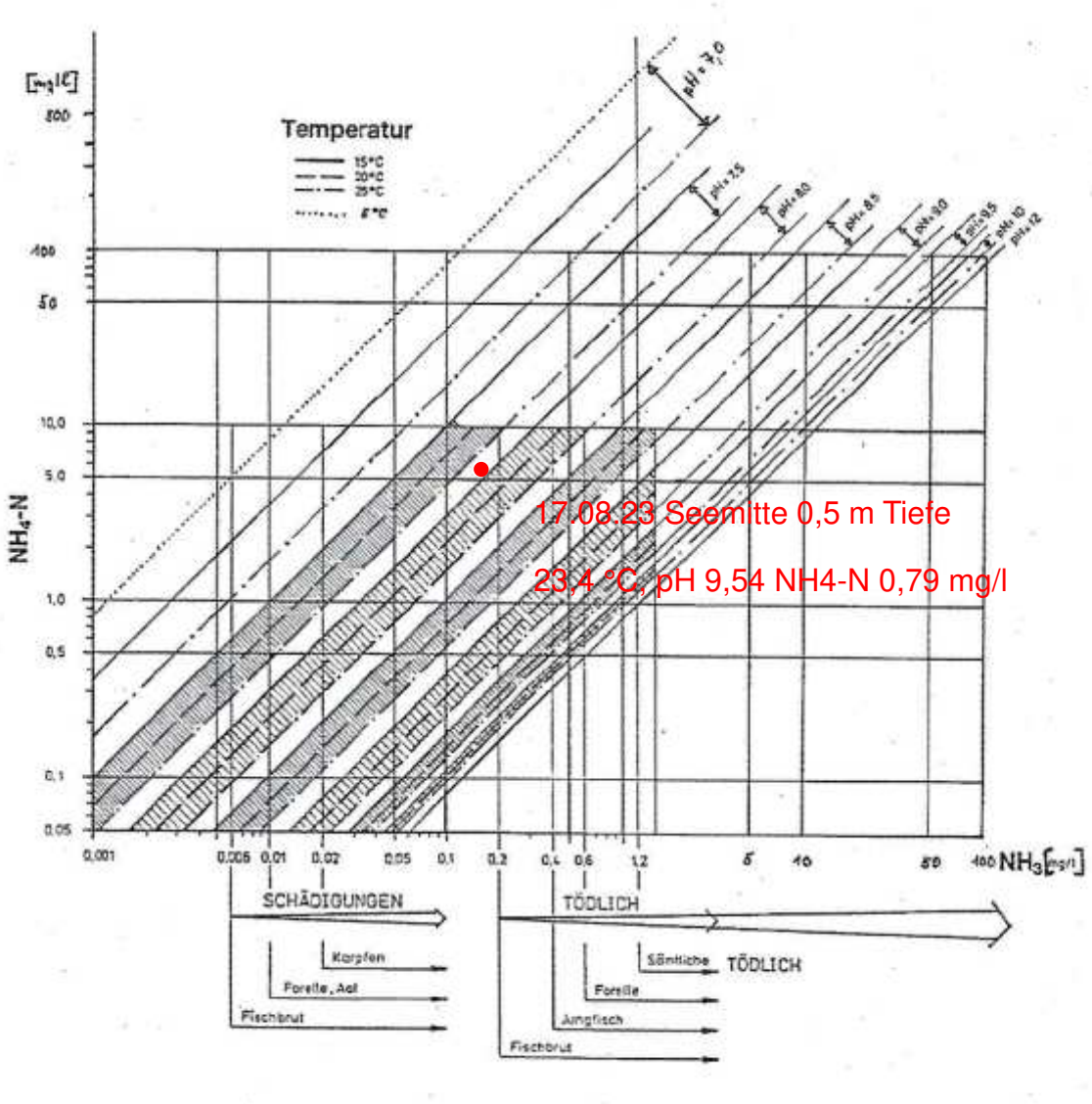

Abbildung 26: Ammoniak in Abhängigkeit von NH4-N, pH und Temperatur sowie die möglichen Schädigungen der aquatischen Fauna, (nach Warg 1987)

Möglicherweise war die Ursache für das Fischsterben ein erhöhter Ammoniakgehalt im See über die gesamte Tiefe, so dass ein Ausweichen für die Fische nicht mehr möglich war, fehlender Sauerstoff in den Nachtstunden, oder auch eine Kombination aus beiden über einen längeren Zeitraum einwirkenden Belastungen, verstärkt durch die hohen Wassertemperaturen.

Die Menge von sechs Tonnen toter Fische, die im Rahmen des Fischsterbens am 23.08.23 geborgen wurde deutet darauf hin, dass der Stadtsee mit seinen 9,3 ha Seefläche mit Fischen überbesetzt ist.

6. Sanierungskonzept

6.1 Allgemeines

Das Einzugsgebiet des Stadtsees Stendal ist urban geprägt.

Der Stadtsee Stendal ist aktuell hypertroph. Um den Seezustand zu verbessern ist es notwendig, den Zufluss an neuen Nährstoffen zum See stark zu reduzieren.

Die vorhandenen Nährstoffeintragspfade wurden in Abschnitt 5.8 diskutiert.

Für die Sanierung wird eine Reihe von Maßnahmen vorgeschlagen.

Die empfohlenen Maßnahmen können entsprechend ihrer Dringlichkeit und Relevanz in Klassen eingeteilt werden:

- unverzüglich umzusetzen
- kurzfristig umzusetzen
- mittelfristig umzusetzen

6.2 Unverzüglich umzusetzende Maßnahmen

Im Kanalnetz im Einzugsgebiet des Stadtsees gibt es mindestens bei zwei Kanälen Fehlanschlüsse. In einem weiteren Kanal, der in die Uchte im Bereich Abzweig Stadtseezulauf einleitet, wurden ebenfalls Fehlanschlüsse festgestellt. Bei starkem Zufluss aus dieser Einleitung findet mit Sicherheit eine Strömung in Richtung Seemitte statt.

Die **Fehlanschlüsse** im Kanalnetz im Einzugsgebiet des Stadtsees sollten umgehend ermittelt und **beseitigt** werden. Die Einleitung von (teilbehandeltem) Schmutzwasser führt zu ganz erheblichen Nährstoffeinträgen, die so schnell wie möglich beseitigt werden müssen.

Weiterhin wird empfohlen in den Wintermonaten eine Absenkung des Seewasserspiegel um 50 cm bis 70 cm vorzunehmen, um eventuelle unbekannte Einleitungen zu ermitteln. Diese Absenkung wird nur für einen Tag benötigt und der Wasserverlust kann im Winter durch Uchte und Grundwasser kurzfristig wieder aufgefüllt werden. Diese möglicherweise vorhandenen Zuleitungen könnten ebenfalls Fehlanschlüsse enthalten, die unverzüglich beseitigt werden müssten.

6.3 Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen

Der Wasserstand und der Durchfluss von Wasser aus der Uchte durch den Stadtsee sollten regulierbar sein.

Ein Ziel ist es dabei, dass in den Stadtsee eingeleitete Niederschlagswasser im See zu halten, Verdunstungsverluste im Sommer sind auszugleichen und so den Wasserstand zu stabilisieren. Voraussetzung für eine positive Beeinflussung der Seewasserqualität durch diese Maßnahme ist, dass Fehlanschlüsse beseitigt sind (siehe 6.2) und das Niederschlagswasser im erforderlichen Umfang gereinigt wird (siehe 6.4). Je niedriger die Wassertiefe und je geringer das Gesamtwasservolumen im See, um so instabiler wird die Seebiozönose sein.

Des Weiteren sollte die Möglichkeit bestehen, insbesondere in den Wintermonaten bei niedrigen Nährstoffkonzentrationen Wasser aus der Uchte über den Stadtsee zu leiten, um so einen Wasseraustausch im See und damit Nährstoffaustrag zu realisieren. Die Auswirkungen auf die Uchte müssen zuvor geklärt werden. Dazu ist ein Konzept oder Richtlinie zu erarbeiten, bei welchen Randbedingungen (Uchtedurchfluss, Uchtewasserinhaltsstoffe etc.) eine Wasserein- und Ausleitung ohne Beeinträchtigungen der betroffenen Wasserkörper realisierbar ist.

Notwendig dafür ist die Ertüchtigung bzw. Erneuerung der Holzschütze nebst anhängiger Bauteile und die Integration von Schiebern im Oberschütz (Anordnung von einem Schütz im Schütz), die eine oberläufige Wasserzu- und -ableitung an den Bauwerken erlauben. Dies wäre eine kostengünstige Variante.

Ein Fischereihegeplan sollte aufgestellt werden.

Der aktuelle Fischbesatz im Stadtsee erscheint zu hoch. Aktuell ist nichts bekannt über die Zusammensetzung der Fischpopulation. Für die Funktion der Biozönose des Stadtsees ist ein passender Fischbesatz mit unterschiedlichen Fischarten (Raubfische, Friedfische) von großer Bedeutung. Daher sollte zunächst der Fischbesatz bestimmt und dann ein Plan für die zukünftige Bewirtschaftung gemeinsam mit dem Anglerverband aufgestellt werden. Ziel muss es dabei auch sein, dass die Fische keinesfalls zusätzlich gefüttert werden, um Nährstoffeinträge in den See zu vermeiden.

Öffentlichkeitsarbeit

Im urbanen Bereich kommt es immer wieder zu starken Nährstoffeinträgen in die Seen, wenn Wasservögel durch die Parkbesucher gefüttert werden. Teilweise werden Tüten voll Brot verfüttert, was zu erheblichen direkten (über das Futter) und indirekten (über die Fäkalien der Vögel) Einträgen von Nährstoffen führt.

Mittels geeigneter Öffentlichkeitsarbeit sollten die Parkbesucher über die sich daraus ergebenden Probleme informiert werden. Bewährt hat sich dabei, die umliegenden Kindertagesstätten mit einzubeziehen.

6.4 Mittelfristig umzusetzende Maßnahmen

Um die Wirksamkeit der unverzüglich und kurzfristig umgesetzten Maßnahmen zu überprüfen, sollte im Anschluss ein **Monitoringprogramm** durchgeführt werden. Dieses soll auch dazu dienen, ggf. weitere erforderliche Maßnahmen zu identifizieren. Das könnten folgende sein:

Behandlung der in den Stadtsee eingeleiteten Niederschlagsabflüsse

Nach Beseitigung der Fehlanschlüsse sollten die Niederschlagseinleitungen in den Stadtsee beprobt werden. Mit einiger Wahrscheinlichkeit wird es bei einigen oder allen Einleitstellen notwendig sein, die Niederschlagsabflüsse gezielt zu reinigen, bevor diese in den Stadtsee eingeleitet werden. Primär wird es dabei um die Reduktion der Phosphoreinträge gehen.

Die am besten geeignete Technologie dafür sind Retentionsbodenfilter mit Eisenzusätzen. Für die Bemessung dieser Anlagen wird aktuelle ein DWA Merkblatt M 187 erarbeitet.

Überschläglich kann mit einer erforderlichen Retentionsbodenfilterfläche von 1% der angeschlossenen undurchlässigen Fläche gerechnet werden.

Für die bekannten Einleitstellen (siehe Abbildung 20) würden die in Tabelle 6 aufgeführten Retentionsbodenfilterflächen erforderlich sein. Gegebenenfalls könnten auch einzelnen Einleitstellen zusammengefasst werden. Bei ansonsten fehlenden geeigneten Flächen könnten die Retentionsbodenfilter zum Beispiel auch teilweise in den Stadtsee einragend gebaut werden.

Tabelle 6: Überschläglich erforderliche Retentionsbodenfilterflächen für die bekannten Niederschlagswassereinleitstellen in den Stadtsee Stendal

Einleitstelle	Angeschlossene Fläche in ha	erforderliche Retentionsbodenfilteroberfläche in m²	Priorität (abhängig vom eingeleiteten Niederschlagswasser)
35	1,44	144	hoch
38.1-38.2	2,67	267	sehr hoch
29	1,34	134	sehr hoch
30	0,8	80	hoch
37.1-37.2	0,95	95	hoch

Entnahme oder Behandlung von Bodenschlamm

Aktuell ist die Dicke der Schlammschicht im Stadtsee Stendal an den meisten Stellen eher gering (siehe Anlage 2). Auch aus diesen geringmächtigen Schlämmen kann es zu Nährstoffrücklösungen kommen, wenn sich die obere Schlammschicht in anaerobem Milieu befindet. Zudem muss damit gerechnet werden, dass die Schlammschicht über die Jahre anwachsen wird. Daher kann es zukünftig ggf. erforderlich werden, den Schlamm partiell (an Stellen mit stärkeren Schlammschichten) oder großflächig zu entnehmen. Aktuell wird dieser Maßnahme jedoch keine Priorität zugeordnet.

Alternativ dazu könnte erforderlichenfalls auch zum Beispiel durch Tiefenbelüftung ein ständiges aerobes Milieu über der Schlammschicht sichergestellt werden.

Je nachdem, wie sich die Wasserqualität im Stadtsee zukünftig entwickelt, sollten dann genauere Planungen durchgeführt werden, um die dann erforderlichen Maßnahmen zu identifizieren.

Bepflanzungen der Uferbereiche

Im Rahmen von Gesprächen zum Sachverhalt wurde auch die Thematik hinsichtlich der Bepflanzung der Uferbereiche mit Röhrichten oder ausgewählter Teichflächen mit einer Unterwasservegetation angesprochen. Hierzu ist anzumerken, dass diese Maßnahmen keine Option für einen Nährstoffentzug aus dem Seewasser darstellen. Der Bindung von Nährstoffen während der Wachstumsphase stehen die Rückführungen in der Absterbephase entgegen. Zudem ist das Etablieren von Makrophyten aufgrund der extrem schlechten Sichtverhältnisse ohnehin sehr problematisch.