

# Stadtparksee Norderstedt

**Gewässerökologisches  
Monitoringprogramm  
2020**



**Auftraggeber:**

**Stadt Norderstedt**

**Hamburg, Februar 2021**



**Konzepte - Lösungen - Sanierungen**

**KLS Gewässerschutz GmbH**

[www.kls-gewaesserschutz.de](http://www.kls-gewaesserschutz.de)

**Stadtparksee Norderstedt**  
**Gewässerökologisches Monitoringprogramm**  
**2020**

**Auftraggeber:** Stadt Norderstedt  
Amt für Stadtentwicklung, Umwelt und Verkehr  
Ansprechpartner: Herr Reher

**Auftrag:** gemäß Vertrag vom 19.04.2018

**Bericht-Nr.:** 20-028

**Bearbeiter:** Dr. Jürgen Spieker  
Johannes Krohn, M. Sc. Geoökologe

Hamburg, 17. Februar 2021

Dr. Jürgen Spieker

Johannes Krohn, M. Sc. Geoökologe

---

**Anschrift**  
KLS Gewässerschutz GmbH  
Neue Große Bergstr. 20  
22767 Hamburg

**Geschäftsführer**  
Dr. Jürgen Spieker, Dipl.-Biol.  
HRB 158698  
USt IdNr.: DE325821931

**Kommunikation**  
Tel: 040 / 38 61 44 60  
Fax: 040 / 380 66 82  
[info@kls-gewaesserschutz.de](mailto:info@kls-gewaesserschutz.de)

**Bankverbindung**  
Hamburger Sparkasse  
BIC: HASPDEHXXX  
IBAN: DE42 2005 0550 1268 1845 51

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Veranlassung für das gewässerökologische Monitoringprogramm .....	1
2 Entstehungsgeschichte und Morphologie des Sees .....	2
3 Fischereiliche Nutzung des Stadtparksees .....	4
4 Gewässerökologische Untersuchungen 2020 .....	5
4.1 Untersuchungsumfang .....	5
4.2 Untersuchungsergebnisse.....	5
4.2.1 Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt .....	5
4.2.2 pH-Wert.....	7
4.2.3 Leitfähigkeit .....	8
4.2.4 Gesamthärte und Säurekapazität .....	9
4.2.5 Phosphor .....	10
4.2.6 Stickstoff.....	11
4.2.7 Silizium .....	12
4.2.8 Sichttiefe .....	13
4.2.9 Phytoplankton und Chlorophyll-a.....	14
4.2.10 Zooplankton.....	16
5 Bewertung der Gewässersituation .....	18
5.1 Trophische Einstufung .....	18
5.2 Entwicklung der Gewässersituation in den Jahren 2006 bis 2020 .....	19
5.3 Einschätzung der Gewässersituation anhand der Unterwasserpflanzen und Gewässerfauna in den Jahren 2006 und 2020 .....	23
5.4 Bewertung der Auswirkungen der neuen Freizeitnutzungen des Stadtparksees auf den gewässerökologischen Zustand.....	25
6 Fazit und Empfehlungen.....	27
7 Literaturverzeichnis.....	29
8 Anhang.....	I
8.1 Tiefenkarte.....	I
8.2 Untersuchungsmethoden .....	II
8.3 Untersuchungsergebnisse Wasserkörper.....	III
8.4 Analyseergebnisse Phytoplankton .....	V
8.5 Analyseergebnisse Zooplankton .....	VII

## 1 Veranlassung für das gewässerökologische Monitoringprogramm

Im Jahr 2011 fand in der Stadt Norderstedt die zweite Landesgartenschau in Schleswig-Holstein statt. Das Gelände der Landesgartenschau im Stadtteil Harksheide gliederte sich thematisch in drei Erlebnislandschaften: Waldpark, Feldpark und Seepark. Auch nach dem Ende der Landesgartenschau blieben die Erlebnislandschaften als öffentlicher Stadtpark erhalten. Zentrales Element des Seeparks war und ist der Stadtparksee, der durch die Zusammenlegung von zwei Seen eines ehemaligen Kiesabbaus geschaffen wurde.

Für die Umgestaltung der Seen im Vorfeld der Landesgartenschau waren die Aufstellung und Änderung unterschiedlicher Genehmigungs- und Planwerke notwendig. Im August 2006 wurde das Planungsbüro KLS Gewässerschutz von der Stadt Norderstedt beauftragt, im Rahmen des Planverfahrens zur Landesgartenschau den Limnologischen Fachbeitrag für die beiden Seen zu erstellen. Im Limnologischen Fachbeitrag (KLS, 2007) wurden die Ergebnisse aus dem Untersuchungszeitraum 2006/2007 dargestellt und bewertet. Außerdem wurden Auswirkungsprognosen für die geplanten Maßnahmen und Nutzungen gegeben und Vorschläge zur Minimierung der Auswirkungen unterbreitet.

Im Limnologischen Fachbeitrag wurde festgestellt, dass sich beide Seen vor der Umgestaltung für die Landesgartenschau in einem sehr guten gewässerökologischen Zustand befanden. Dieser sehr gute gewässerökologische Zustand soll auch nach den Umgestaltungsmaßnahmen für die Landesgartenschau und mit den geplanten neuen Nutzungen erhalten bleiben. Da eine Überwachung des gewässerökologischen Zustandes nur anhand einer ausreichenden Datengrundlage möglich ist, wurde die Durchführung eines kontinuierlichen gewässerökologischen Monitoringprogramms empfohlen.

KLS Gewässerschutz wurde von der Stadt Norderstedt zunächst mit der Durchführung eines gewässerökologischen Monitoringprogramms im Stadtparksee Norderstedt in den Jahren 2008 bis 2012 beauftragt, anschließend mit der Fortsetzung des Monitorings in den Jahren 2013 - 2017. Nach dem Ende dieses zweiten Untersuchungszeitraumes wurde ein Folgeauftrag für die Fortsetzung des Monitoringprogramms um weitere fünf Jahre (2018 – 2022) erteilt. Die Untersuchungsergebnisse aus den Jahren 2008 – 2019 sind in Jahresberichten dokumentiert (KLS, 2008 - 2020). Im vorliegenden Bericht werden die Untersuchungsergebnisse aus dem Jahr 2020 dargestellt und bewertet.

## 2 Entstehungsgeschichte und Morphologie des Sees

Der Stadtparksee Norderstedt bestand ursprünglich aus zwei durch einen Damm getrennten Teilseen. Sowohl der Große See als auch der Kleine See entstanden durch die Entnahme von Sand. Der Abbau im Bereich des Großen Sees begann 1960 und endete Anfang der 1990er Jahre. Verarbeitet wurde der Sand in einem am Südwestufer gelegenen Kalksandsteinwerk, das bis zur zweiten Hälfte des Jahres 1988 betrieben wurde.

Im Bereich des Kleinen Sees begann die Sandentnahme im Jahr 1970 und endete im Jahr 1979. Bereits während der Sandentnahme wurden Teilflächen wieder verfüllt. Obwohl die Verfüllungen unter Wasser nur mit unbelastetem Boden erfolgen sollten, wurden auch größere Mengen Bauschutt und Baustellenabfälle abgelagert. Im Zeitraum von 1982 bis 1989 wurden unter der Aufsicht der Stadt Norderstedt auf den Flächen um den See herum Bodenaufschüttungen durchgeführt. Unter anderem erfolgte 1983 die Anlage des strandartigen Uferstreifens. 1988 wurde die nördlich des Sees gelegene Altablagerung mit Mutterboden abgedeckt und im folgenden Jahr eingesät. Der Lärmschutzwall entlang der Schleswig-Holstein-Straße wurde schließlich im Jahr 1998 gebaut.

In den Jahren 2008 und 2009 erfolgten dann die umfangreichen Umgestaltungsmaßnahmen für die Landesgartenschau 2011. Im Zeitraum vom Anfang Februar bis Ende April 2008 wurde in der ersten Bauphase mit der Umgestaltung der Ufer im Bereich des Großen Sees begonnen. Hierbei wurde in einigen Uferbereichen Sand abgebaggert und in anderen Uferbereichen zur Abflachung von zu steilen Uferböschungen und zur Schaffung von Flachwasserzonen aufgespült. Während der Vegetationsperiode von Mai bis September 2008 ruhten die Baggerarbeiten im See. Die zweite Bauphase, in der unter anderem der Damm zwischen den beiden Seen abgebaggert wurde, begann Mitte November 2008 und wurde Ende Januar 2009 beendet. Aufgrund veränderter Rahmenbedingungen in der Stadt Norderstedt wurde die Anlage des geplanten Naturbades zunächst gestoppt. Die zur Anlage des Naturbades notwendigen Baggerarbeiten und Aufspülungen wurden daher entgegen der ursprünglichen Planungen nicht in dieser zweiten Bauphase durchgeführt. Im Frühsommer 2009 wurden die Planungen zum Bau eines Naturbades im Stadtparksee Norderstedt wieder aufgenommen. Die zur Anlage des Naturbades notwendigen Sandaufspülungen erfolgten in der Zeit von Ende Oktober 2009 bis Anfang Dezember 2009. Anschließend wurde bis Ende Dezember 2009 mit der Profilierung des Strandabschnittes und der Schilfzone begonnen. Witterungsbedingt konnten diese Arbeiten erst im Frühjahr 2010 abgeschlossen werden.

Da es entgegen der ursprünglichen Planung damit eine dritte Bauphase mit Baggerarbeiten und Aufspülungen im See gab, wurde das Planungsbüro KLS Gewässerschutz von der Stadt Norderstedt beauftragt, eine Auswirkungsprognose für diese zusätzliche Bauphase zu erstellen (KLS, 2009a). In der Auswirkungsprognose wurden Maßnahmen zur Minimierung der Auswirkungen auf das Gewässerökosystem vorgeschlagen.

Im 1. Änderungsbeschluss zum Planfeststellungsbeschluss vom 25.07.2008 (Herstellung und Umgestaltung des Stadtparksees in Norderstedt) wurde gefordert, dass die Einhaltung der festgelegten Minimierungsmaßnahmen durch das Planungsbüro KLS Gewässerschutz zu überprüfen ist. Die Ergebnisse dieser ökologischen Baubegleitung wurden in einem kurzen Bericht dargestellt und bewertet (KLS, 2009b).

Die bereits in den ersten Planungen vorgesehene dann aber zunächst doch nicht realisierte Wasserskianlage wurde im Frühjahr 2011 errichtet und in Betrieb genommen.

Im Jahr 2014 wurde für den neu entstandenen Gesamtsee eine Tiefenvermessung vom Landesportfischerverband Schleswig-Holstein (Martin Purps) durchgeführt. Eine grafische Darstellung der Tiefenvermessung liegt hiervon vor (siehe Tiefenkarte im Anhang), eine Auswertung der Tiefenvermessung bezüglich der morphometrischen Daten erfolgte nur für die Ermittlung des Wasservolumens. In Tabelle 1 sind die vorliegenden bzw. aus vorhandenen Karten und Luftbildern abgeschätzten morphometrischen Daten des Stadtparksees Norderstedt zusammengestellt.

Tabelle 1: Morphometrische Daten des Stadtparksees Norderstedt.

Stadtparksee Norderstedt			
Größte Länge	ca. 680 m (Google Earth)	Mittlere Tiefe	ca. 4,4 m (berechnet)
Größte Breite	ca. 590 m (Google Earth)	Seeoberfläche	ca. 228.000 m <sup>2</sup> (Google Earth)
Größte Tiefe	ca. 10,5 m (Tiefenkarte)	Seevolumen	ca. 1,0 Mio. m <sup>3</sup> (Stadt Norderstedt)

### 3 Fischereiliche Nutzung des Stadtparksees

Empfehlungen zu einer zukünftigen fischereilichen Nutzung des Stadtparksees Norderstedt wurden im fischereibiologischen Fachbeitrag (limnobios, 2006) und im Hegeplan (limnobios, 2007) gegeben. Darüber hinaus wurden die Büros KLS Gewässerschutz und limnobios im Juli 2010 von der Stadt Norderstedt mit einer Stellungnahme zu einer Angelnutzung des Stadtparksees beauftragt (KLS, 2010). Um die zukünftige fischereiliche Nutzung des Stadtparksees abzustimmen und festzulegen, wurde auf Initiative der Stadt Norderstedt im August 2013 ein "Runder Tisch" veranstaltet. Teilnehmer waren Vertreter der Stadt Norderstedt, der Stadtpark Norderstedt GmbH und der Norderstedter Seengemeinschaft sowie als Sachverständige die Büros KLS und limnobios. Als weiterer Sachverständiger war Herr Purps, Fischereiberater des Landessportfischerverbandes Schleswig-Holstein eingeladen. Bei diesem Termin wurde entschieden, dass im Frühjahr 2014 eine bestandskundliche Befischung des Stadtparksees Norderstedt durch das Büro limnobios durchgeführt werden sollte. Auf Grundlage dieser aktuellen Untersuchungsergebnisse sollte dann der vorliegende Hegeplan aktualisiert werden. Beim "Runden Tisch" wurde außerdem vereinbart, dass von der Norderstedter Seengemeinschaft geplante Besatz- und Hegemaßnahmen mit dem Büro limnobios sowie Herrn Purps vom Landessportfischerverband Schleswig-Holstein abgestimmt werden sollen.

Die bestandskundliche Befischung wurde im Juni 2014 durchgeführt (limnobios, 2014), die Aktualisierung des Hegeplans durch den Angelverein (Norderstedter Seengemeinschaft) erfolgte im Januar 2016. Der Hegeplan wurde vom Angelverein auch an das Büro limnobios und an Herrn Purps vom Landessportfischerverband geschickt.

Im Januar 2019 hat sich der Gewässerwart der Norderstedter Seengemeinschaft, Herr Brandt, mit dem Büro limnobios sowie Herrn Purps vom Landessportfischerverband Schleswig-Holstein in Verbindung gesetzt, um über den Besatz der letzten Jahre zu informieren und zukünftige Besatzmaßnahmen abzustimmen. Die Seengemeinschaft meldete für 2018 keinen Besatz und in 2019 nur Forellen (100 kg im Frühjahr und 100 kg im Herbst), was dem Hegeziel laut Hr. Purps nicht entgegen steht. Im aktuellen Untersuchungsjahr Jahr 2020 wurden keine Fische besetzt.

Da eine Aktualisierung des Hegeplans zuletzt Anfang 2016 stattgefunden hat und alle drei bis fünf Jahre erfolgen sollte (limnobios, 2007), wurde 2020 eine Aktualisierung durch den Angelverein (Norderstedter Seengemeinschaft) für die nächsten fünf Jahre vorgenommen und mit Herrn Purps abgestimmt. Die nächste Aktualisierung des Hegeplans soll im Jahr 2026 erfolgen.

## 4 Gewässerökologische Untersuchungen 2020

### 4.1 Untersuchungsumfang

Im Jahr 2020 wurde der Stadtparksee Norderstedt am 17.03., 25.05., 23.07. und 02.09. gewässerökologisch untersucht. Die Untersuchungen wurden wie in den Vorjahren vom Steg der Wasserkianlage aus durchgeführt. An der Probestelle liegt die Wassertiefe je nach Wasserstand zwischen 8 und 9 m. An allen Untersuchungsterminen wurde die Sichttiefe bestimmt und Tiefenprofile der Wassertemperatur, des Sauerstoffgehaltes, des pH-Wertes, der Leitfähigkeit und des Chlorophyll-a-Gehaltes von der Wasseroberfläche bis zum Gewässergrund aufgenommen. Zusätzlich wurden jeweils Wasserproben aus der oberflächennahen Wasserschicht (epilimnische Mischprobe) und aus dem sedimentnahen Wasserkörper zur Bestimmung der Nährstoffgehalte sowie weiterer gewässerökologisch wichtiger Parameter entnommen. Neben den Wasserproben wurden auch noch Planktonproben (Phytoplankton und Zooplankton) genommen.

Die Ermittlung der hydrochemischen und –physikalischen, sowie biologischen Parameter erfolgte in Anlehnung an die Richtlinien der Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. Eine Übersicht der Methoden und Modifikationen befindet sich im Anhang.

### 4.2 Untersuchungsergebnisse

#### 4.2.1 Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt

Die Wassertemperatur beeinflusst maßgeblich die Prozesse, die im Wasserkörper ablaufen. Insbesondere die Stoffwechselaktivität der Organismen ist von der Temperatur abhängig. Höhere Wassertemperaturen bewirken unter anderem höhere Stoffwechselraten und ein schnelleres Wachstum von Bakterien, Algen, Wasserpflanzen sowie der Gewässerfauna. Allerdings steigt bei höheren Wassertemperaturen auch der Fraßdruck des Zooplanktons auf Bakterien und Schwebalgen (Phytoplankton). Im Wasserkörper von tiefen Gewässern kommt es während des Sommers zur Ausbildung einer Temperaturschichtung. Der Wasserkörper gliedert sich in dieser Zeit (etwa im Zeitraum von Mai bis September) in eine warme, durchmischte Oberflächenschicht (Epilimnion, Temperaturunterschied  $< 1\text{ °C/m}$ ), eine Übergangszone (Metalimnion, Temperaturunterschied  $> 1\text{ °C/m}$ ) und einen kalten, nicht durchmischten Tiefenwasserkörper (Hypolimnion, Temperaturunterschied  $< 1\text{ °C/m}$ ).

Der Sauerstoffhaushalt eines Gewässers wird durch ein komplexes Ineinandergreifen verschiedener Faktoren gesteuert. Den physikalischen Sauerstoffeinträgen über die Oberfläche und der biologischen Sauerstoffproduktion durch die Algen und Wasserpflanzen stehen sauerstoffverbrauchende Prozesse durch die Atmung der Organismen und durch verschiedene Oxidationsprozesse gegenüber. Der Sauerstoffgehalt ist stark von der Wassertemperatur abhängig: Je wärmer das Wasser ist, desto weniger Sauerstoff kann es aufnehmen. Im Tiefenwasser von Seen kann vor allem über dem Sediment aufgrund der Dominanz von sauerstoffzehrenden Abbauprozessen Sauerstoffmangel auftreten.

Die im Untersuchungszeitraum 2020 im Stadtparksee Norderstedt gemessenen Temperatur- und Sauerstoffprofile sind in der Abbildung 1 dargestellt. Am ersten Untersuchungstermin im März war der Wasserkörper noch voll durchmischt und es lag keine Temperaturschichtung vor. An den folgenden drei Untersuchungsterminen (Mai, Juli, September) lag eine Temperaturschichtung in einer Wassertiefe von 5 - 7 m vor. Das Oberflächenwasser war an allen Untersuchungsterminen mit Sauerstoff gesättigt. Im März war der Wasserkörper über die gesamte gemessene Wassertiefe (ca. 8 m) fast vollständig gesättigt. Im weiteren Verlauf des Untersuchungszeitraumes sank der Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser mit zunehmender Wassertiefe allerdings immer weiter ab. An den letzten beiden Untersuchungsterminen (Juli, September) war das sedimentnahe Tiefenwasser schließlich fast sauerstofffrei.

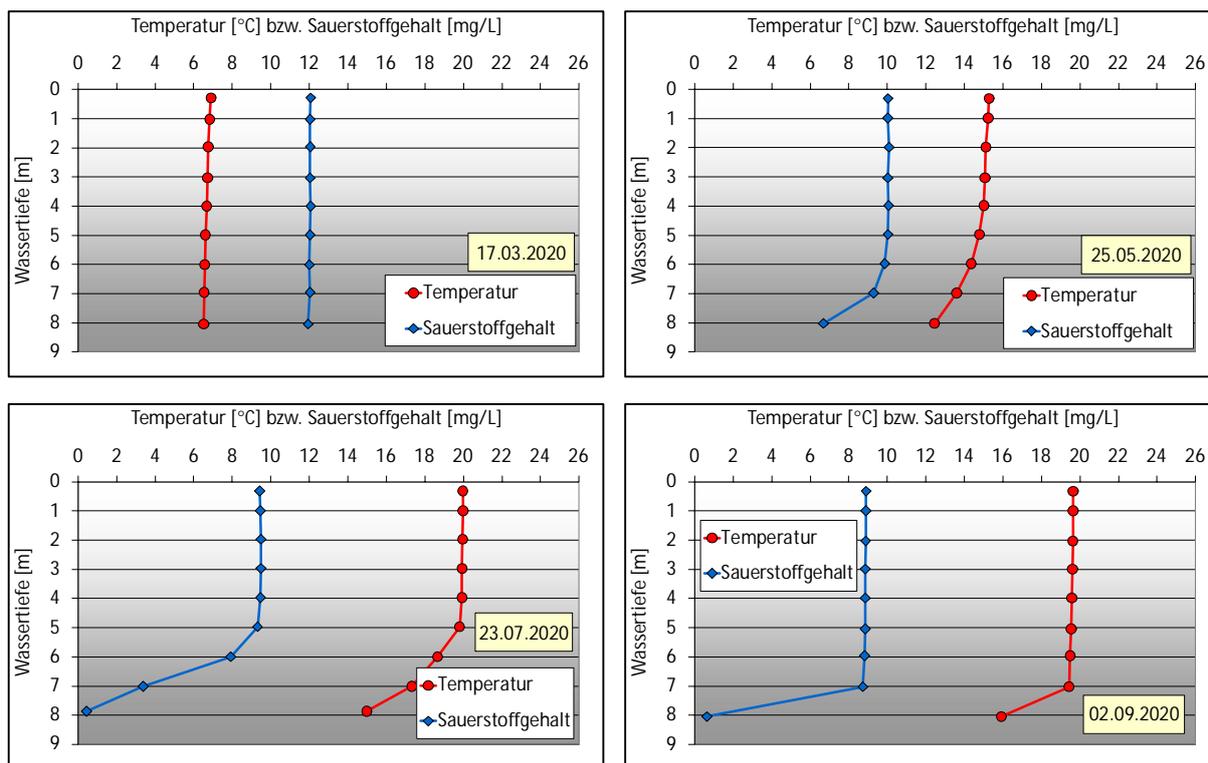


Abbildung 1: Temperatur- und Sauerstoff-Tiefenprofile im Stadtparksee Norderstedt an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020

### 4.2.2 pH-Wert

Bei pH-Werten von über pH 9 kann es zu Hautirritationen bei Badegästen sowie zu gewässerökologisch unerwünschten Phosphorfreisetzungen aus dem Sediment kommen. Höhere pH-Werte können bei einer intensiven Photosyntheseaktivität von Algen und Unterwasserpflanzen auftreten, da diese dem Wasser bei der Photosynthese CO<sub>2</sub> entziehen und teilweise Hydroxid-Ionen (OH<sup>-</sup>) ans Wasser abgeben. Wie stark der pH-Wert dabei ansteigt, ist wiederum von der Säurekapazität des Wassers abhängig.

Im Tiefenwasser von Seen führt die CO<sub>2</sub>-Anreicherung durch Mineralisationsprozesse zu einem Absinken des pH-Wertes.

Im Stadtparksee Norderstedt lag der pH-Wert im oberen Wasserkörper an allen Untersuchungsterminen mit Werten von pH 7,6 bis pH 8,6 insgesamt auf einem gewässerökologisch unbedenklichen Niveau (Abbildung 2). Über Grund war der pH-Wert mit Werten zwischen pH 7,6 und pH 7,8 ebenfalls unauffällig.

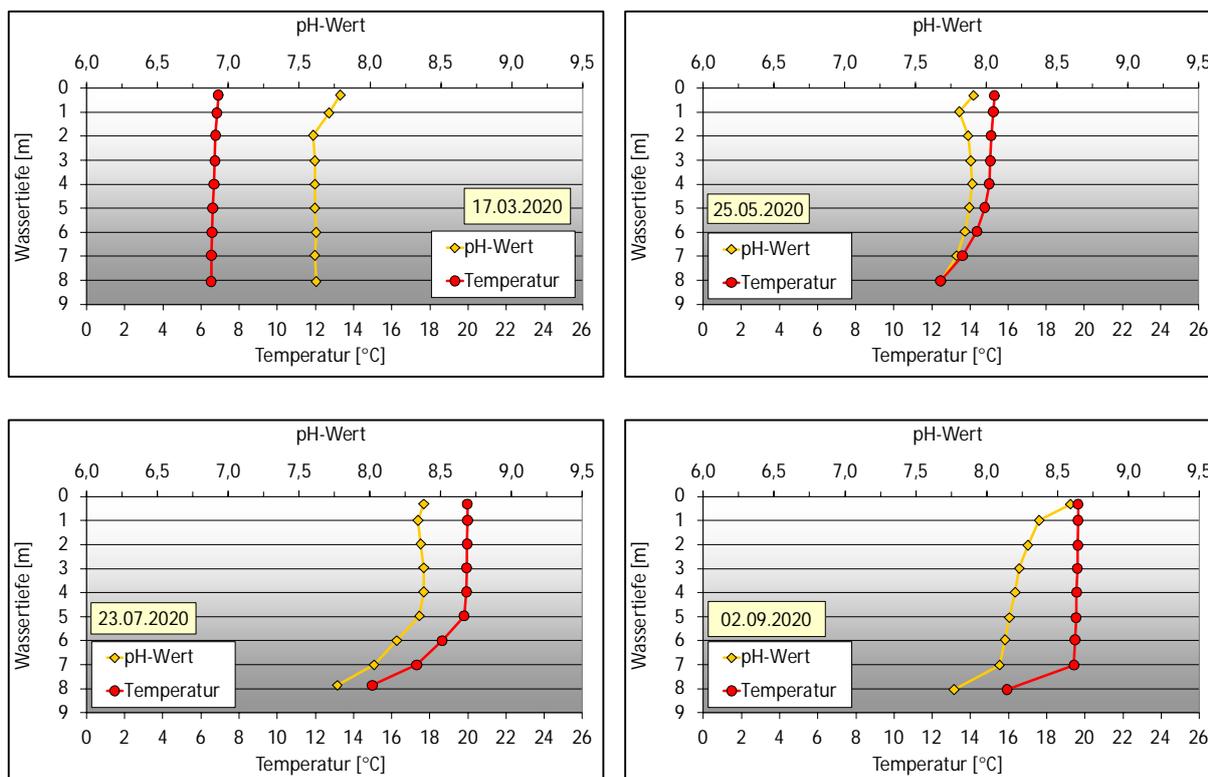


Abbildung 2: Tiefenprofile des pH-Wertes im Stadtparksee Norderstedt an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020

### 4.2.3 Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit ist ein Maß für den Gehalt des Wassers an gelösten Stoffen. Der Gehalt an gelösten Stoffen kann sich durch die Stoffwechselaktivitäten der Organismen (v.a. Algen, Wasserpflanzen), durch chemische Reaktionen sowie den Zufluss von Grund- oder Oberflächenwasser verändern.

Die Leitfähigkeit lag im Stadtparksee Norderstedt auch im Jahr 2020 auf einem insgesamt niedrigen Niveau (Abbildung 3). Im Oberflächenwasser blieb die Leitfähigkeit an allen Untersuchungsterminen mit Werten zwischen 183 und 196  $\mu\text{S}/\text{cm}$  nahezu konstant. Lediglich im sedimentnahen Tiefenwasser kam an den Untersuchungsterminen im Juli und September zu einem geringfügigen Anstieg der Leitfähigkeit bis auf maximal 226  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

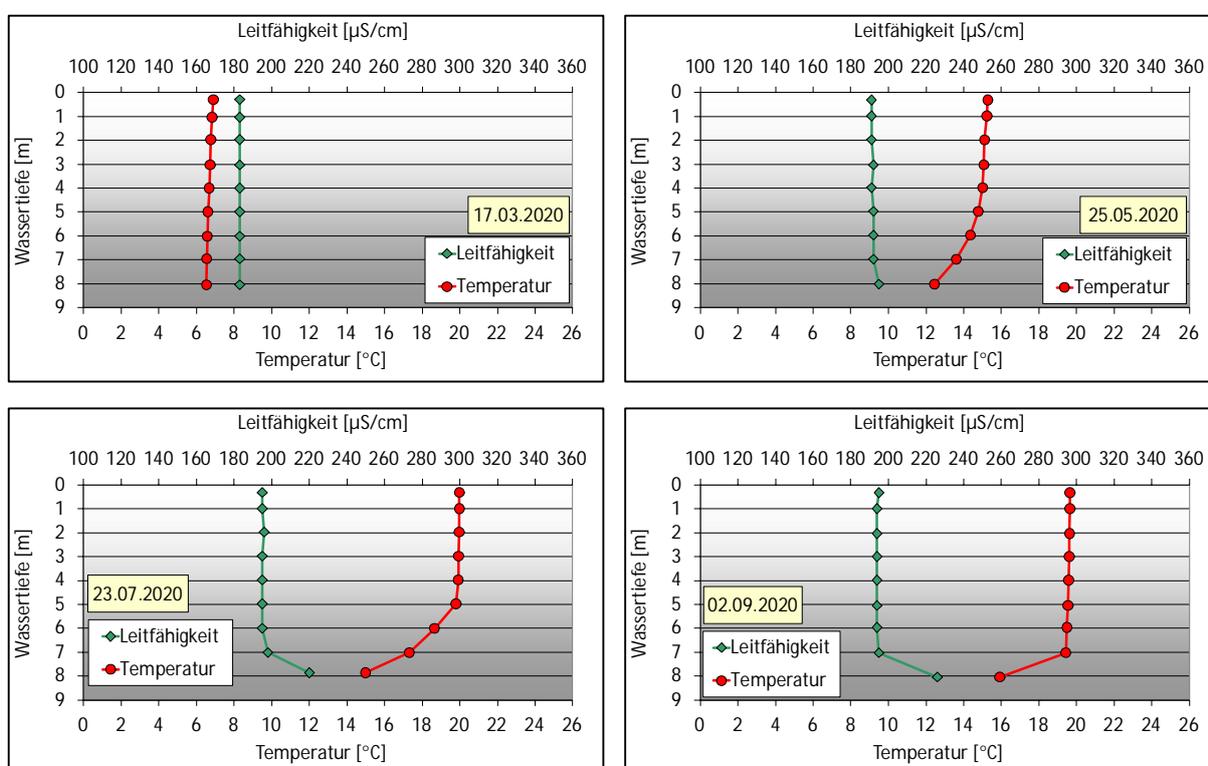


Abbildung 3: Tiefenprofile der Leitfähigkeit im Stadtparksee Norderstedt an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020

#### 4.2.4 Gesamthärte und Säurekapazität

Die Gesamthärte eines Wassers wird durch den Gehalt an Kalzium- und Magnesium-Verbindungen bestimmt. Die Messwerte der Gesamthärte werden in der Einheit mmol/L angegeben. Als "weich" gilt Wasser im Bereich < 1,5 mmol/L, als "mittelhart" im Bereich von 1,5 – 2,5 mmol/L und als "hart" im Bereich > 2,5 mmol/L.

Die Säurekapazität wird bestimmt durch den Gehalt an Karbonaten und Hydrogenkarbonaten und ist ein Maß für das Puffervermögen des Wassers gegenüber Säuren und Basen. Je höher die Säurekapazität eines Wassers ist, desto geringer sind die pH-Wert-Schwankungen, die bei einer stärkeren Entwicklung von Algen und Wasserpflanzen im Wasser auftreten können. Das Phytoplankton, aber auch andere Wasserpflanzen, entziehen dem Wasser Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Hydrogencarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), was dann zum Anstieg des pH-Wertes führen kann. Von einem guten Puffervermögen gegenüber pH-Wert-Schwankungen kann man ab einer Säurekapazität von etwa 2 mmol/L sprechen.

Die Gesamthärte lag an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020 im Oberflächen- und im Tiefenwasser bei 0,6 – 0,9 mmol/L (Abbildung 4). Das Wasser im Stadtparksee Norderstedt ist damit als "weich" einzustufen.

Die Säurekapazität lag an den Untersuchungsterminen 2020 im Oberflächen- und Tiefenwasser des Stadtparksees Norderstedt konstant bei 1,0 mmol/L. Die Pufferkapazität des Wassers gegenüber pH-Wert-Schwankungen ist damit im gesamten Wasserkörper des Stadtparksees als nur gering einzustufen.

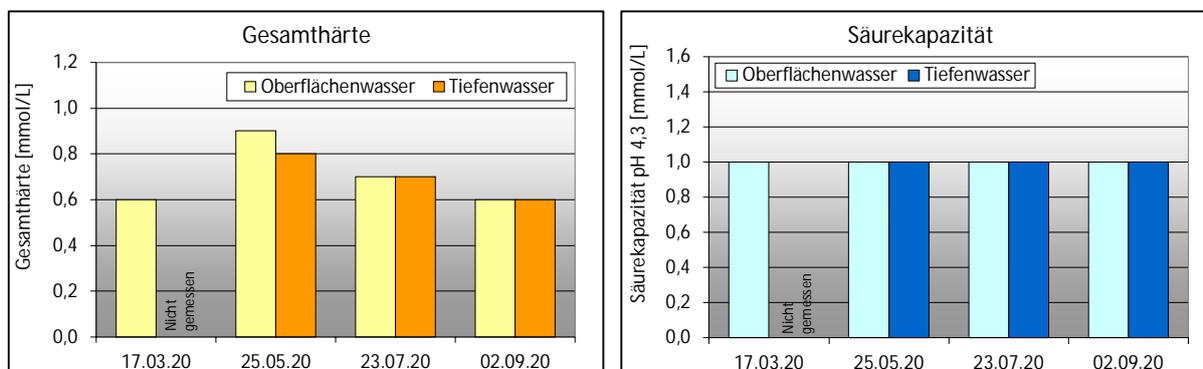


Abbildung 4: Gesamthärte und Säurekapazität im Oberflächen- und Tiefenwasser des Stadtparksees Norderstedt an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020

#### 4.2.5 Phosphor

Unter den Nährstoffparametern ist der Phosphor-Gehalt zur Beurteilung der Gewässersituation besonders wichtig. Phosphor ist im Allgemeinen der produktionslimitierende Nährstoff, d.h. je weniger Phosphor im Wasser vorhanden ist, desto geringer ist das Wachstum von Algen und Unterwasserpflanzen. Ein optimaler Gesamtphosphor-Gehalt für Badegewässer liegt bei maximal 0,030 mgP/L. Wird dieser Wert eingehalten, kann man davon ausgehen, dass es zu keinen unerwünschten Massenentwicklungen von Algen kommt.

Die Gehalte an Gesamtphosphor (Gesamt-P) und gelöstem reaktivem bzw. leicht Algen- und pflanzenverfügbaren Phosphor (SRP – Soluble Reactive Phosphorus) im Oberflächen- und Tiefenwasser im Untersuchungsjahr 2020 sind in der Abbildung 5 dargestellt.

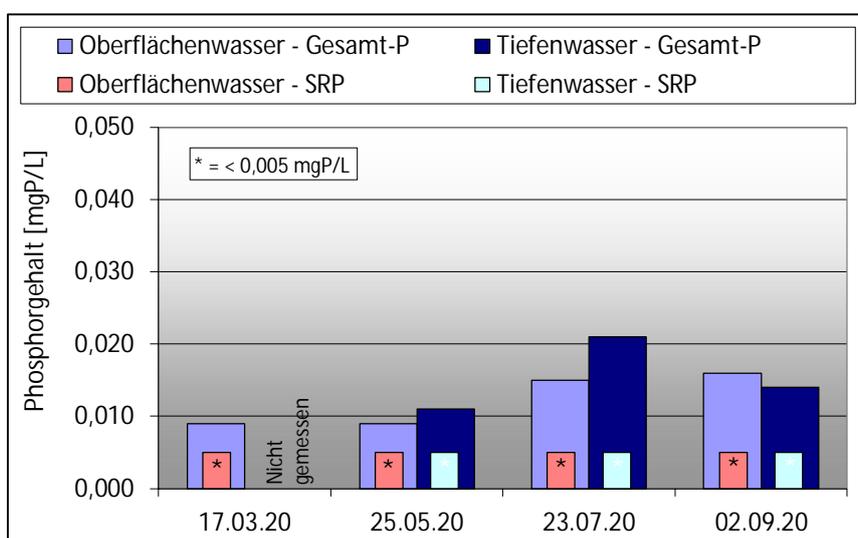


Abbildung 5: Phosphorgehalte im Oberflächen- und Tiefenwasser des Stadtparksees Norderstedt an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020 (SRP = soluble reactive phosphorus = gelöster reaktiver Phosphor)

Im Oberflächenwasser lag der Gesamtphosphor-Gehalt mit Werten von 0,009 mgP/L und maximal 0,016 mgP/L auf einem sehr niedrigen Niveau. Der SRP-Gehalt lag für alle Untersuchungstermine unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 mgP/L. Im sedimentnahen Tiefenwasser schwankte der Gesamtphosphor-Gehalt von Mai bis September zwischen 0,011 mgP/L und 0,021 mgP/L. Die erhöhten Gesamtphosphor-Gehalt im Tiefenwasser im Mai und Juli werden vor allem auf Phosphorfreisetzungen aus dem Sediment aufgrund des Sauerstoffmangels zurückzuführen sein. Insgesamt sind die leicht erhöhten Phosphorgehalte im Tiefenwasser aber als unkritisch zu bewerten. Die Untersuchungsergebnisse zeigen daher, dass es im Jahr 2020 im Stadtparksee Norderstedt zu keinen gewässerökologisch bedeutsamen Phosphorfreisetzungen aus dem Sediment gekommen ist.

4.2.6 Stickstoff

Neben Phosphor ist Stickstoff ein weiterer wichtiger Nährstoff, der produktionslimitierend wirken kann. In Gewässern liegt Stickstoff vor allem als Ammonium und Nitrat vor. Ammonium entsteht beim Abbau organischem Material und wird durch Bakterien über Nitrit zu Nitrat abgebaut (Nitrifikation). Voraussetzung für das vollständige Ablaufen der Nitrifikation ist das Vorhandensein von Sauerstoff. Bei Stickstoffmangel haben einige Blaualgenarten, die neben Ammonium und Nitrat auch Luftstickstoff aufnehmen und nutzen können, Entwicklungsvorteile gegenüber den anderen Algen.

Die im Untersuchungszeitraum 2020 gemessenen Stickstoffgehalte sind in der Abbildung 6 dargestellt. Der Gesamtstickstoff-Gehalt lag an allen Terminen im Oberflächen- und Tiefenwasser von März bis September mit maximal 0,5 mgN/L auf einem niedrigen Niveau. Der Nitrat-N-Gehalt lag sowohl im Oberflächen- als auch im Tiefenwasser an allen Untersuchungsterminen unter der Bestimmungsgrenze von 0,3 mgN/L. Der Ammonium-N-Gehalt war mit maximal 0,04 mgN/L im Oberfläche- und Tiefenwasser ebenfalls nur sehr gering.

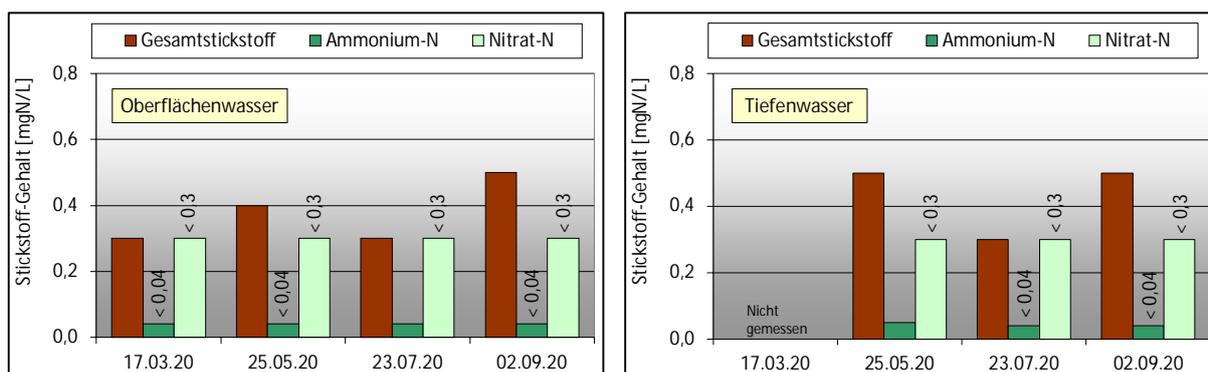


Abbildung 6: Gehalte an Gesamtstickstoff, Ammonium-N und Nitrat-N im Oberflächen- und Tiefenwasser des Stadtparksees Norderstedt an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020

Über das Verhältnis von N : P lässt sich ableiten, ob die Phytoplanktonentwicklung in einem Gewässer durch Stickstoff- oder Phosphorlimitation begrenzt wird. Wenn Phytoplankton weder N- noch P-limitiert wächst, ist es in der Regel durch ein stöchiometrisches N:P-Verhältnis von 16 : 1 charakterisiert. Ist einer der beiden Nährstoffe in deutlich geringerer Menge vorhanden als es diesem Verhältnis entspricht, so ist er mit großer Wahrscheinlichkeit für das Phytoplanktonwachstum limitierend. Im Oberflächenwasser des Stadtparksees Norderstedt lag das Verhältnis von N : P im Jahr 2020 im Bereich von 44 : 1 bis 98 : 1 und ist damit ein deutlicher Hinweis auf eine Phosphorlimitierung der Phytoplanktonentwicklung.

#### 4.2.7 Silizium

Silizium ist ein Nährstoff, der für die Gruppe der Kieselalgen zum Aufbau ihrer Schalen sehr wichtig ist. Im Wasser liegt Silizium vor allem als gelöstes Silikat vor. Bei hohen Gehalten an gelöstem Silizium haben im Allgemeinen Kieselalgen Konkurrenzvorteile, während mit abnehmenden Silizium-Gehalten der Anteil der Grün- und Blaualgen an der Gesamtbiomasse des Phytoplanktons zunimmt. Das molare Verhältnis Si : N : P = 17 : 16 : 1 stellt dabei ein Verhältnisoptimum dar.

Im Oberflächenwasser des Stadtparksees Norderstedt war der Gehalt an gelöstem Silizium an den Untersuchungsterminen 2020 mit Werten zwischen 0,02 und 0,06 mgSi/L nur sehr gering. Das Verhältnis von Silizium zu Phosphor lag somit nur bei 2 : 1 bis maximal 7 : 1. Unter diesen Bedingungen ist davon auszugehen, dass die Entwicklung von Kieselalgen durch Siliziummangel limitiert war. Im sedimentnahen Wasser kam es durch die Mineralisierung von sedimentierten Kieselalgenschalen im Juli und September zu einem Anstieg des Gehaltes an gelöstem Silizium auf maximal 0,08 mgSi/L.

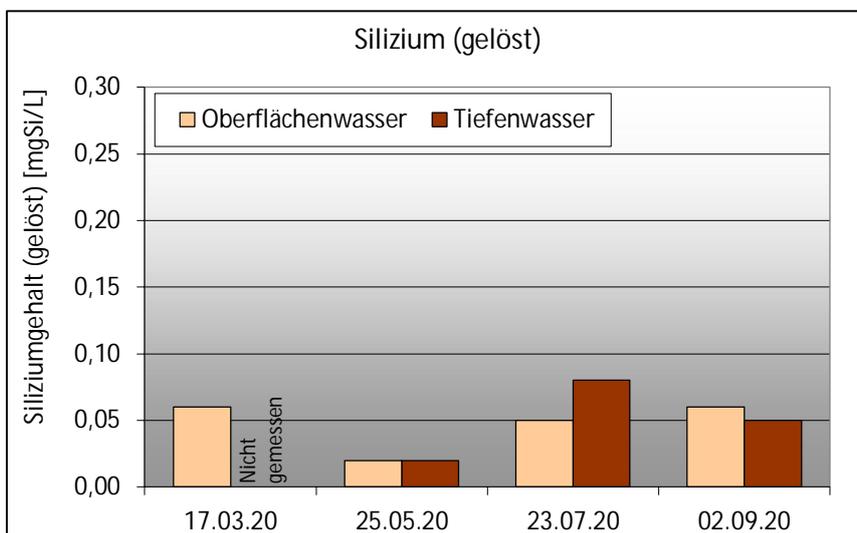


Abbildung 7: Gehalte an gelöstem Silizium im Oberflächen- und Tiefenwasser des Stadtparksees Norderstedt an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020

#### 4.2.8 Sichttiefe

Durch die Bestimmung der Sichttiefe kann man abschätzen, bis in welche Wassertiefe noch so viel Licht eindringt, dass Algen oder höhere Wasserpflanzen noch Photosynthese betreiben können. Diese Wasserschicht mit einem ausreichenden Lichtangebot bezeichnet man als euphotische Zone. Als Faustformel gilt: Sichttiefe x 2,5 = untere Grenze der euphotischen Zone. Darüber hinaus dient die Sichttiefe auch als Maß der Trophie (Produktion durch Algen und Pflanzen) in einem Gewässer. Eine hohe Sichttiefe deutet darauf hin, dass sich nur wenige Nährstoffe und dadurch bedingt auch nur wenig freischwebende Algen im Gewässer befinden. In Badegewässern ist die Sichttiefe außerdem von hoher Bedeutung für die Badesicherheit und sollte einen Mindestwert von 1 m möglichst nicht unterschreiten.

Die Sichttiefe schwankte an den Untersuchungsterminen 2020 im Stadtparksee Norderstedt zwischen minimal 5,9 m im Juli und maximal 8,1 m im Mai. Die euphotische Zone reichte an allen Terminen auch an der tiefsten Stelle des Sees bis zum Gewässergrund.

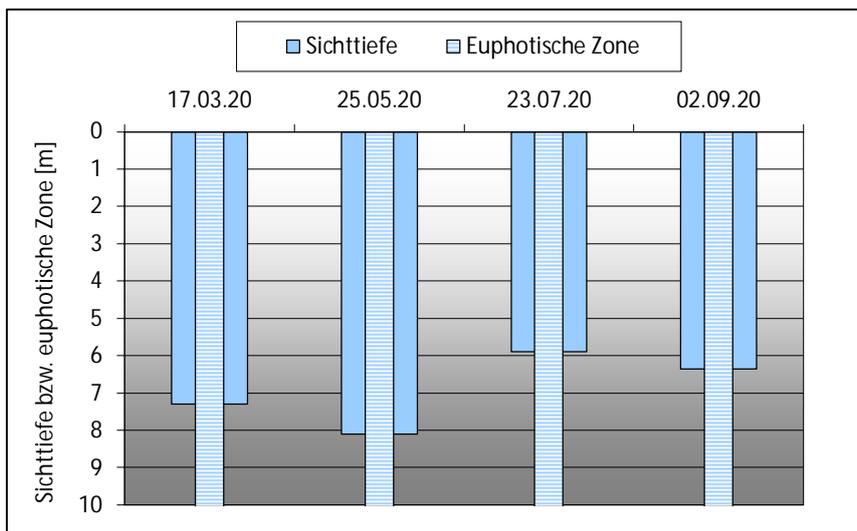


Abbildung 8: Sichttiefe und euphotische Zone im Stadtparksee Norderstedt an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020

4.2.9 Phytoplankton und Chlorophyll-a

Die Entwicklung des Phytoplanktons (frei im Wasser schwebende Kleinstalgen) spiegelt die Produktivität eines Gewässers wider. Je höher der Nährstoffgehalt im Gewässer, insbesondere Phosphor, desto stärker können sich die Algen entwickeln.

Eine zu starke Entwicklung des Phytoplanktons führt durch die Trübung des Wassers zu einer Reduzierung der Sichttiefe. In Badegewässern wird daher eine möglichst geringes Phytoplanktonbiovolumen angestrebt. Problematisch für die Badenutzung ist vor allem das Vorkommen von potentiell toxischen Blaualgen (Cyanobakterien). Erreichen diese Blaualgen ein hohes Biovolumen, müssen Warnhinweise für die Badegäste aufgestellt werden. Bei sehr starken Blaualgenblüten können auch Badeverbote verhängt werden.

Die Zusammensetzung und die Gesamtbiovolume des Phytoplanktons im Stadtparksee Norderstedt an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020 sind in der Abbildung 9 dargestellt. Eine detaillierte Artenliste befindet sich im Anhang.

Das Gesamtbiovolumen des Phytoplanktons lag an allen vier Untersuchungsterminen mit Werten zwischen 0,16 und 0,33 mm<sup>3</sup>/L auf einem sehr niedrigen Niveau. Die Phytoplanktonbiozönose war insgesamt sehr artenreich und bestand aus Vertretern zahlreicher Algengruppen. Blaualgen waren an allen Terminen vorhanden, aufgrund des sehr geringen Biovolumens von nur maximal 0,02 mm<sup>3</sup>/L war ihr Vorkommen für die Badenutzung aber als absolut unbedenklich zu bewerten.

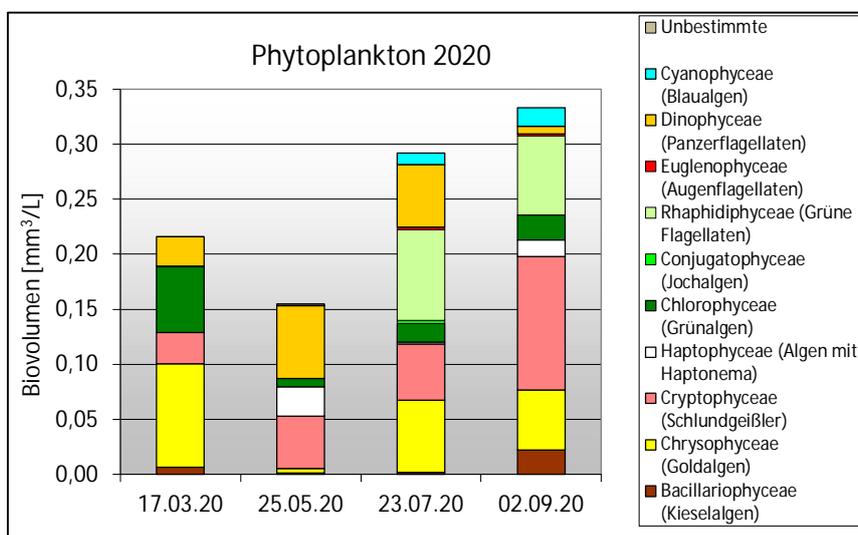


Abbildung 9: Zusammensetzung und Gesamtbiovolumen des Phytoplanktons im Stadtparksee Norderstedt an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020

Auch über eine photospektrometrische Bestimmung des Chlorophyll-a-Gehaltes (photosynthetisch aktives Pigment der Algen) kann die Intensität der Phytoplankton-Entwicklung erfasst werden.

Wird zusätzlich eine fluorometrische Tiefenprofil-Messung mit einer Chlorophyll-a-Sonde durchgeführt, so kann man erkennen, ob in bestimmten Wassertiefen eine Einschichtung von Algen vorhanden ist. Vor allem Algen, die sich mit Hilfe von Flagellen fortbewegen oder mit Hilfe von Gasvakuolen im Wasserkörper auf- und absteigen können, schichten sich in der für sie optimalen Wassertiefe ein. Entscheidend für die bevorzugte Wassertiefe ist vor allem das Lichtangebot: Einerseits ist die Lichteinstrahlung im Bereich der Wasseroberfläche für die meisten Algen zu stark (Lichthemmung der Photosynthese). Andererseits nimmt die Lichtintensität im Wasser mit zunehmender Wassertiefe durch Streuung und Absorption ab, so dass es unterhalb eines Bereiches mit optimalen Lichtbedingungen zu einer Lichtlimitierung der Photosynthese kommt.

Die Chlorophyll-a-Gehalte lagen an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020 in der epilimnischen Mischprobe (Oberflächenwasser) mit Werten zwischen < 2 und maximal 3,7 µg/L ebenfalls auf einem sehr niedrigen Niveau (siehe Abbildung 10). Die gemessenen Chlorophyll-a-Gehalte zeigen damit eine gute Übereinstimmung mit den ermittelten Biovolumina des Phytoplanktons.

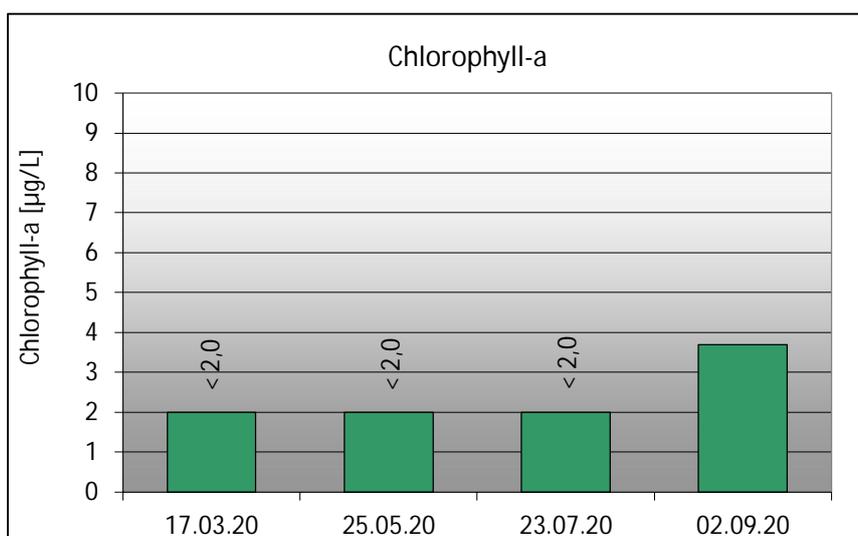


Abbildung 10: Chlorophyll-a-Gehalte in der epilimnischen Mischprobe (Oberflächenwasser) aus dem Stadtparksee Norderstedt an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020

Zusätzlich zur photospektrometrischen Bestimmung des Chlorophyll-a-Gehaltes in der Mischprobe aus dem oberen Wasserkörper wurden an allen Untersuchungsterminen auch Tiefenprofile des Chlorophyll-a-Gehaltes aufgenommen (fluorometrische Messung mit einer Chlorophyll-a-Sonde). Die ermittelten Tiefenprofile sind in der Abbildung 11 dargestellt. Die höchsten Chlorophyll-a-Gehalte wurden an allen Terminen aufgrund der hohen Sichttiefen erwartungsgemäß nicht im Bereich der Wasseroberfläche, sondern erst in tieferen Wasserschichten gemessen. Zu einer erkennbaren Einschichtung des Phytoplanktons im Tiefenwasser kam es im Mai, Juli und September.

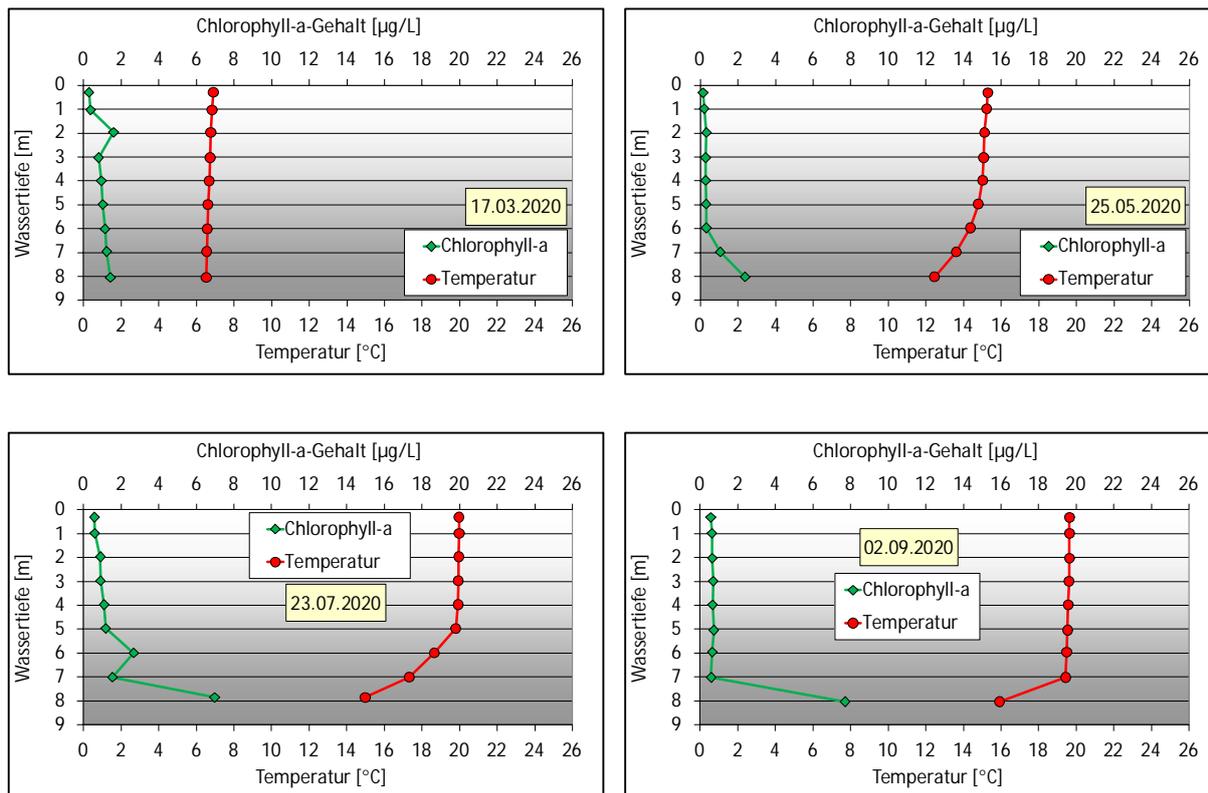


Abbildung 11: Tiefenprofile des Chlorophyll-a-Gehaltes im Stadtparksee Norderstedt an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020

#### 4.2.10 Zooplankton

Das Zooplankton (tierische Schweborganismen im Wasser) hat in einem Gewässerökosystem eine wichtige Funktion, da es sich hauptsächlich von Phytoplanktonalgen ernährt und somit großen Einfluss auf die Entwicklung des Phytoplanktons ausübt. Vor allem Cladoceren ("Wasserflöhe"; Blattfußkrebse) aus der Gattung *Daphnia* sind sehr effektive Filtrierer und können bei hohen Individuenzahlen die Phytoplanktonbiomasse erheblich reduzieren. Viele Zooplankter fressen darüber hinaus auch Bakterien und tragen somit zur schnellen Eliminierung von unerwünschten Keimen bei, die z.B. durch Wasservögel oder Badegäste ins Wasser eingetragen werden.

Die Zusammensetzung des Zooplanktons an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020 ist in der Abbildung 12 dargestellt. Eine detaillierte Artenliste befindet sich im Anhang.

Die Gesamt-Individuenzahl des Zooplanktons schwankte zwischen 50.000 und 474.000 Ind./m<sup>3</sup>. Insgesamt lagen die Gesamt-Individuenzahlen des Zooplanktons damit auf einem niedrigen bis-mittleren Niveau. Ursache für die überwiegend niedrigen Individuenzahlen des Zooplanktons ist das geringe Nahrungsangebot im nährstoffarmen und damit auch phytoplanktonarmen Wasserkörper des Stadtparksees Norderstedt.

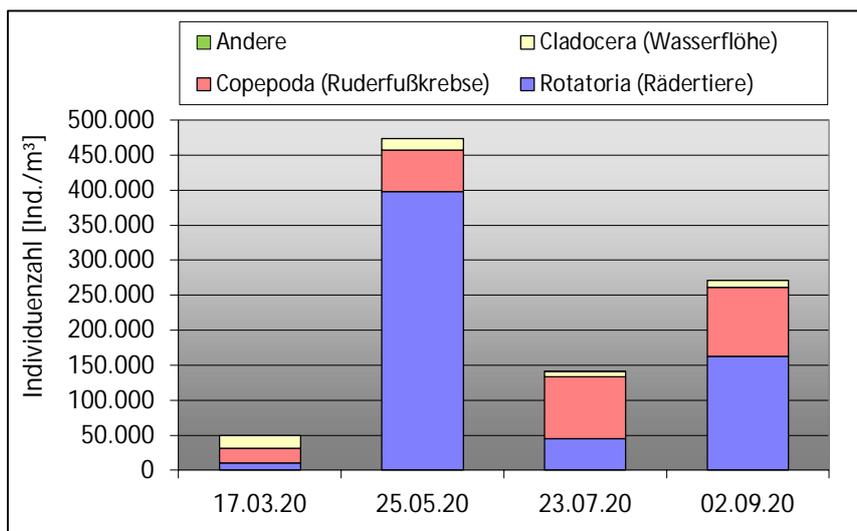


Abbildung 12: Individuenzahlen des Zooplanktons im Stadtparksee Norderstedt an den Untersuchungsterminen im Jahr 2020

An den Untersuchungsterminen im Mai und September dominierten zahlenmäßig die Rädertiere, wobei diese im Mai mit einem maximalen Anteil von 84% an der Gesamt-Individuenzahl vertreten waren. Insgesamt wurden 17 Arten an Rädertieren über alle Termine bestimmt. Die häufigsten Arten waren *Keratella cochlearis*, *Polyarthra sp.*, *Conochilus c.f. unicornis* und *Gastropus stylifer*.

Am dem Untersuchungstermin im Mai erreichten die Ruderfußkrebse den größten Anteil an der Gesamt-Individuenzahl. Die Ruderfußkrebse waren an allen Terminen vor allem mit Larven- und Jugendstadien (Nauplien und Copepodide) von cyclopoiden und calanoiden Copepoden vertreten. Adulte cyclopoide Copepoden waren mit den Gattungen *Cyclops* und *Thermocyclops* sowie im Juli auch mit der Art *Mesocyclops leuckarti* vertreten. Bei den calanoiden Copepoden wurde nur die Art *Eudiaptomus gracilis* gefunden. Wasserflöhe waren mit insgesamt 9 Arten vertreten und erreichten im März und Mai die höchsten Individuenzahlen. Dominierend war im März und Mai die Art *Daphnia c.f. galeata*.

## 5 Bewertung der Gewässersituation

### 5.1 Trophische Einstufung

Ein grundlegendes Kriterium bei der Zustandsbewertung eines stehenden Gewässers ist die Trophie. Die Trophie bezeichnet die Intensität der pflanzlichen Produktion in einem Gewässer. International üblich werden die Trophiestufen oligotroph, mesotroph und eutroph unterschieden. Oligotrophe Gewässer sind sehr nährstoffarm, wobei Phosphor der entscheidende Nährstoff ist. Über mesotrophe zu eutrophen Gewässern steigt der Phosphorgehalt des Wassers immer weiter an und ermöglicht eine immer stärkere Entwicklung des Phytoplanktons (im freien Wasser schwebende Algen). Durch die zunehmende Phytoplanktonentwicklung wird die durchschnittliche Sichttiefe immer geringer. In eutrophen Gewässern kann es darüber hinaus vor allem im Sommer zu Algenblüten kommen. Neben dem Eintrag von Nährstoffen (vor allem Phosphor) wird die Trophie aber auch von der Morphologie eines Gewässers beeinflusst. So führt ein Nährstoffeintrag in kleinen und flachen Gewässern schneller zu einer Erhöhung der Trophie (Eutrophierung) als in großen und tiefen Gewässern.

Die trophische Einstufung des Stadtparksees Norderstedt wurde nach einer im Jahr 2003 veröffentlichten LAWA-Richtlinie zur trophischen Bewertung von Baggerseen (LAWA, 2003) durchgeführt. Im Zuge der Umsetzung der im Jahr 2000 in Kraft getretenen EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG, 2000), nach der alle Gewässer einen "guten ökologischen Zustand" erreichen sollen, wurde auch die Trophieklassifikation überarbeitet (LAWA, 2014). Aus Gründen der Vergleichbarkeit und da das neue System lediglich eine Einstufung aber keine Bewertung anhand der Trophie vorsieht (diese erfolgt nach der Wasserrahmenrichtlinie für Seen vornehmlich anhand eines aufwändigen Phytoplankton-Bewertungsverfahrens), wird die Trophiebewertung für den Stadtparksee Norderstedt weiterhin nach dem alten System durchgeführt.

Gemäß der LAWA-Richtlinie zur trophischen Bewertung von Baggerseen (LAWA, 2003) wird als Referenzzustand (Leitbild – potentiell natürlicher Zustand) für einen tiefen, stabil geschichteten Baggersee wie den Stadtparksee Norderstedt grundsätzlich ein oligotropher Zustand angenommen. Bei Baggerseen ist im Gegensatz zu natürlich entstandenen Seen eine Ermittlung des Referenzzustandes anhand der Morphologie oder des potentiell natürlichen Nährstoffeintrages nicht möglich, da sich der potentiell natürliche Nährstoffeintrag bei Baggerseen mit unbekanntem Grundwasserzustrom nicht genau quantifizieren lässt und bei der Erarbeitung der LAWA-Baggersee-Richtlinie kein Zusammenhang zwischen der Morphologie und der Trophie von Baggerseen nachgewiesen werden konnte.

Zur Bewertung des Ist-Zustandes wurde anhand der Parameter Gesamtphosphor-Gehalt, Chlorophyll-a-Gehalt und Sichttiefe ein Gesamtindex berechnet (Formeln: s. LAWA, 2003). Mit Hilfe der Tabelle 2 kann der auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse aus dem Jahr 2020 berechnete Gesamtindex einem Trophiegrad zugeordnet werden.

Anhand der Daten aus dem Untersuchungszeitraum 2020 wurde für den Stadtparksee Norderstedt ein Gesamtindex von 1,4 berechnet. Der ermittelte Ist-Zustand kennzeichnet den Stadtparksee Norderstedt somit aktuell als oligotrophes Gewässer.

Tabelle 2: Zuordnung des Gesamtindex zur Trophiestufe (verändert aus: LAWA, 2003).

Gesamtindex	trophischer Zustand
£ 1,5	oligotroph (o)
> 1,5 – 2,5	mesotroph (m)
> 2,5 – 3,0	eutroph (e1)
> 3,0 – 3,5	eutroph (e2)

### 5.2 Entwicklung der Gewässersituation in den Jahren 2006 bis 2020

Neben den aktuellen Untersuchungsergebnissen aus dem Untersuchungsjahr 2020 liegen vom Stadtparksee Norderstedt auch noch gewässerökologische Daten aus den Jahren 2006 bis 2019 vor. Die langfristigen Entwicklungen der drei Parameter Gesamtphosphor-Gehalt, Chlorophyll-a-Gehalt und Sichttiefe in Oberflächenwasser, die zur Trophieeinstufung herangezogen werden, sind in Abbildung 13 und Abbildung 14 dargestellt.

In den Jahren 2006 bis 2012 zeigten sich bei allen drei Parametern jahreszeitbedingte Schwankungen, tendenzielle Veränderungen in Richtung einer grundsätzlichen Zu- oder Abnahme im Verlauf der Jahre waren dabei aber nicht zu erkennen. Ab dem Jahr 2013 zeigte sich dann jedoch eine deutliche Verbesserung der Wasserqualität. So lagen in den Jahren 2013 bis 2016 der Gesamtphosphor-Gehalt und der Chlorophyll-a-Gehalt nahezu durchgehend auf einem niedrigeren Niveau und die Sichttiefe auf einem höheren Niveau. In den Jahren 2017 bis 2019 war die Sichttiefe im Vergleich zu den Vorjahren wieder etwas geringer und der Gesamtphosphor-Gehalt wieder etwas höher. Der Chlorophyll-a-Gehalt zeigte keinen klaren Trend und blieb unverändert niedrig. Im aktuellen Untersuchungsjahr 2020 blieb der Gesamtphosphor- und Chlorophyll-a-Gehalt auf dem Niveau der letzten drei Vorjahre. Die Sichttiefe verbesserte sich allerdings wieder auf das Niveau von vor 2017. Die von 2017 bis 2019 vermutete tendenzielle Verschlechterung der Wasserqualität des Stadtparksees Norderstedt konnte im aktuellen Untersuchungsjahr 2020 somit nicht bestätigt werden. Die Wasserqualität ist insgesamt mit sehr gut zu bewerten.

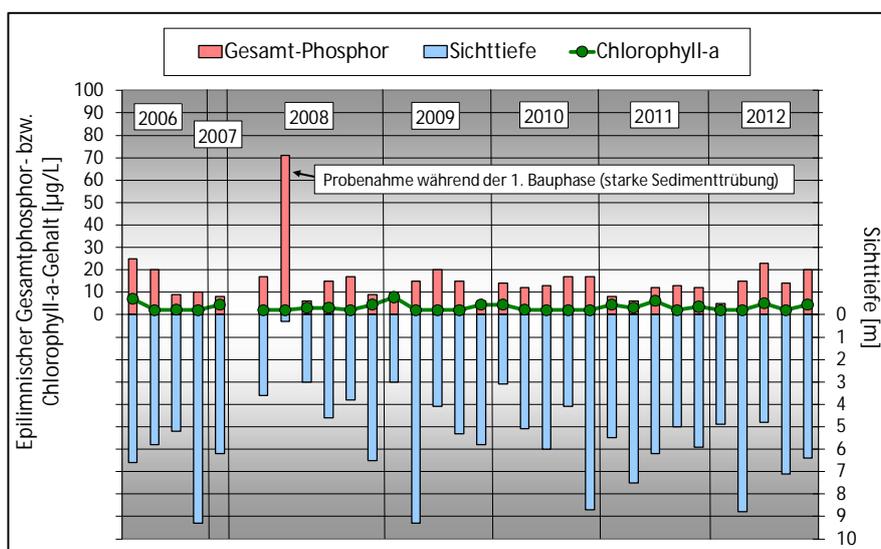


Abbildung 13: Entwicklung der Parameter Gesamtphosphor-Gehalt, Chlorophyll-a-Gehalt und Sichttiefe im Epilimnion des Stadtparksees Norderstedt im Zeitraum von 2006 bis 2012 (Daten bis 2008: Großer See)

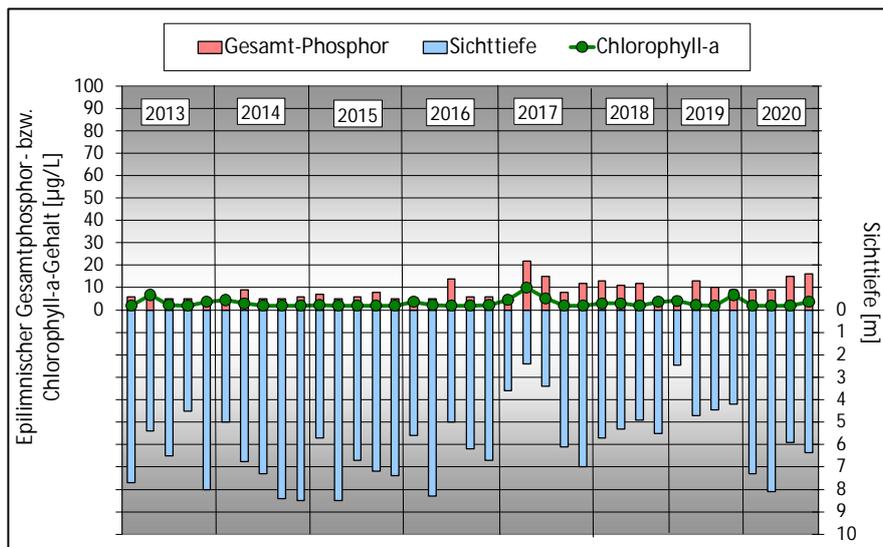


Abbildung 14: Entwicklung der Parameter Gesamtphosphor-Gehalt, Chlorophyll-a-Gehalt und Sichttiefe im Epilimnion des Stadtparksees Norderstedt im Zeitraum von 2013 bis 2020

Die langfristige Entwicklung der Leitfähigkeit in 0,3 m Wassertiefe von 2006 bis 2020 ist in Abbildung 15 dargestellt. Die Entwicklung der Leitfähigkeit kann Hinweise auf eine langfristige Veränderung des Wasseraustauschverhaltens zwischen dem Wasserkörper des Stadtparksees Norderstedt und dem Grundwasserkörper geben. Jährliche Veränderungen der Leitfähigkeit können zudem durch eine variierende Stoffwechselaktivität der Organismen (v.a. Algen, Wasserpflanzen) im Stadtparksee Norderstedt verursacht werden.

Die Leitfähigkeit zeigte von 2006 bis 2010 keinen klaren Trend. Von 2011 bis 2014 nahm die Leitfähigkeit tendenziell geringfügig ab, was mit einer leichten Verbesserung der Wasserqualität einherging. In den Jahren 2014 und 2015 hielt sich die Leitfähigkeit dann auf einem stabilen niedrigen Niveau. Von 2016 bis 2019 zeigte sich eine tendenzielle Erhöhung der Leitfähigkeit. Als Ursache wurde eine Verringerung des Grundwasserzustromes in den Stadtparksee Norderstedt aufgrund abgesunkener Grundwasserstände vermutet. Im aktuellen Untersuchungsjahr 2020 setzte sich dieser Trend allerdings nicht fort und es zeigte sich eine sprunghafte Verringerung der Leitfähigkeit auf das niedrige Niveau von 2014 und 2015. Es gibt für den Stadtparksee Norderstedt aktuell also keine Hinweise auf eine tendenzielle Veränderung der Leitfähigkeit.

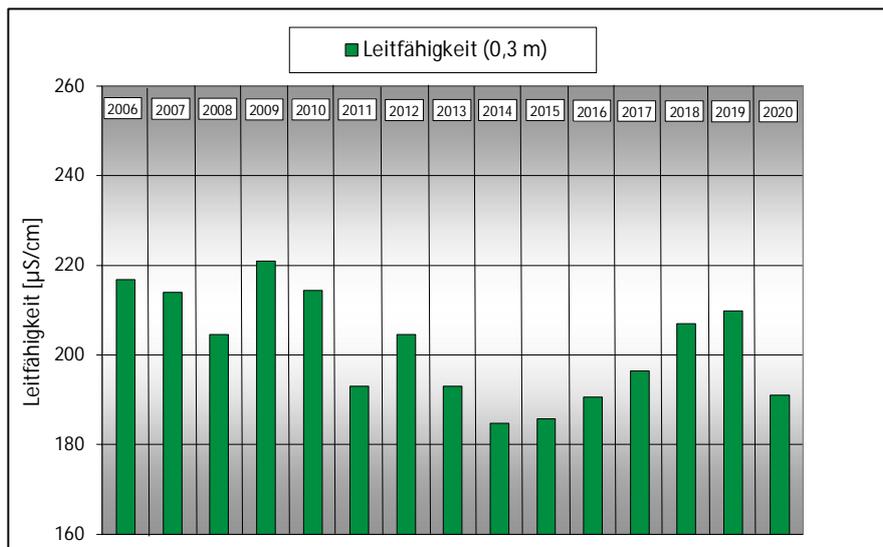


Abbildung 15: Entwicklung der Jahresmittelwerte der Leitfähigkeit im Stadtparksee Norderstedt in 0,3 m Wassertiefe im Zeitraum von 2006 bis 2020

Die langfristige Entwicklung des maximalen pH-Wertes von 2009 bis 2020 ist in Abbildung 16 dargestellt. Bei Vorhandensein einer Temperaturschichtung sind die Werte aus dem Epilimnion dargestellt. Von 2006 bis 2008 existieren keine zum Vergleich geeigneten Daten. Die Entwicklung des maximalen pH-Wertes kann Hinweise auf eine langfristige Veränderung der Produktivität (Photosynthese-Aktivität) von Phytoplankton und Wasserpflanzen geben, z.B. als Folge einer veränderten Nährstoffverfügbarkeit. Bei pH-Werten von  $\text{pH} > 9$  in der Kontaktzone Wasser/Sediment kann es im Stadtparksee Norderstedt zu unerwünschten Phosphorrücklösungen kommen.

Der maximale pH-Wert zeigte von 2009 bis 2018 keinen klaren Trend zur Zu- oder Abnahme. pH-Werte von  $\text{pH} > 9$  wurden in diesem Zeitraum keine gemessen. Jahreszeitbedingte Schwankungen des maximalen pH-Wertes (siehe Länge der Whisker in Abbildung 16) waren in allen Jahren in unterschiedlichem Ausmaß zu beobachten, was durch die geringe Säurekapazität des Stadtparksees Norderstedt begünstigt wird und stark wetter- sowie tageszeitabhängig ist. Im Jahr 2019 wurde der bisher höchste maximale pH-Wert mit  $\text{pH} 9,3$  und gleichzeitig der höchste Jahresmittelwert seit Beginn der Aufzeichnungen gemessen. Im aktuellen Untersuchungsjahr 2020 sank der Jahresmittelwert jedoch wieder auf das Niveau von vor 2019 und pH-Werte von  $\text{pH} > 9$  wurden keine gemessen.

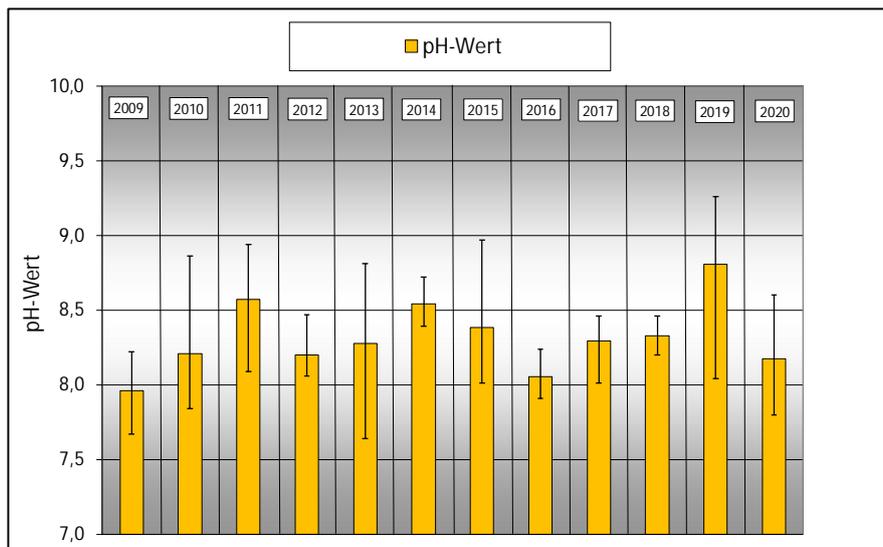


Abbildung 16: Entwicklung der Jahresmittelwerte der maximalen pH-Werte im Stadtparksee Norderstedt im Zeitraum von 2009 bis 2020. Von 2006 bis 2008 existieren keine zum Vergleich geeigneten Daten. Bei Vorhandensein einer Temperaturschichtung sind die Werte aus dem Epilimnion dargestellt. Die Whisker („Antennen“) zeigen die minimalen und maximalen Jahreswerte des pH-Wertes an

In der Abbildung 17 ist die trophische Einstufung des Stadtparksees Norderstedt in den Jahren 2006/2007 bis 2019 gemäß der LAWA-Richtlinie zur trophischen Bewertung von Baggerseen dargestellt. Aus der Abbildung ist zu erkennen, dass sich der Stadtparksee Norderstedt in den Jahren 2006/2007 bis 2013 im Übergangsbereich von einem oligotrophen zu einem mesotrophen Gewässer befand. Nach drei Jahren mit einem eindeutig oligotrophen Zustand (Index < 1,5) ergab die trophische Einstufung in den Jahren 2017 bis 2019 wieder einen oligotrophen bis schwach mesotrophen Zustand. Im aktuellen Untersuchungsjahr 2020 befand sich der Stadtparksee Norderstedt wieder in einem oligotrophen Zustand.

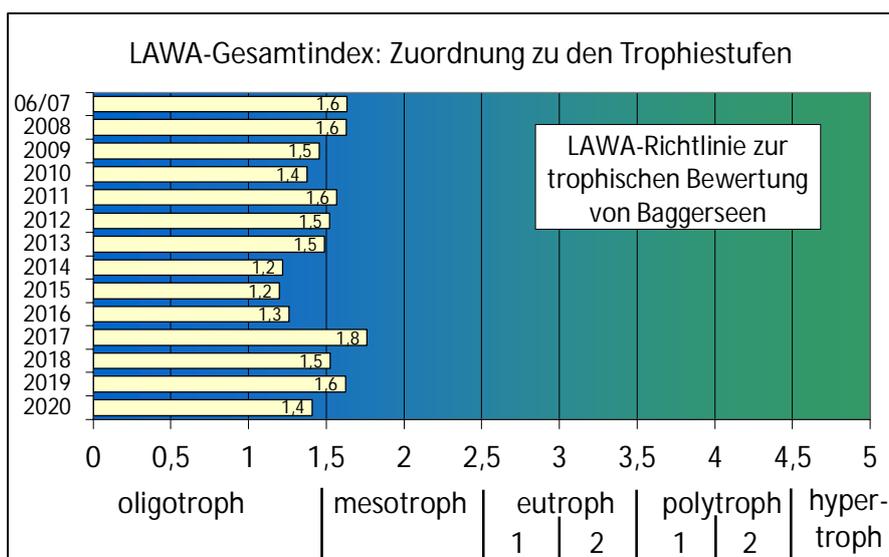


Abbildung 17: Trophische Einstufung des Stadtparksees Norderstedt in den Jahren 2006/2007 bis 2020 gemäß der LAWA-Richtlinie zur Bewertung von Baggerseen (2006/2007 und 2008: Großer See)

### 5.3 Einschätzung der Gewässersituation anhand der Unterwasserpflanzen und Gewässerfauna in den Jahren 2006 und 2020

Unterwasserpflanzen leisten einen entscheidenden Beitrag zur Erhaltung der guten Wasserqualität des Stadtparksees Norderstedt. Die Entwicklung und Zusammensetzung der Unterwasserpflanzen hängt von den wasserchemischen Parametern (u.a. der Nährstoffversorgung), der Lichtverfügbarkeit, der Beschaffenheit der Gewässersohle, der interspezifischen Konkurrenz zwischen Unterwasserpflanzen und dem (selektiven) Fraßdruck von Fischen und anderen benthisch grasenden Organismen ab. Im Verlauf der natürlichen Seenentwicklung oder auch durch menschliche Einflüsse können sich Intensität und Ausmaß der Einflussfaktoren ändern und somit eine veränderte Entwicklung und Zusammensetzung der Unterwasserpflanzen bewirken. Eine Veränderung der Unterwasserpflanzen kann wiederum eine Veränderung der Wasserchemie- und Biologie hervorrufen. Unterwasserpflanzen, dessen Wachstum besonders unter bestimmten Einflüssen begünstigt wird, dienen als Zeigerpflanzen für den jeweiligen Gewässerzustand. Die Feststellung einer Veränderung der Unterwasserpflanzen bzw. das Verschwinden oder Auftauchen von Zeigerpflanzen kann neben dem Monitoring der Wasserchemie und des Planktons somit Aufschlüsse über die gewässerökologische Entwicklung des Stadtparksees Norderstedt geben.

Im Jahr 2006 fand eine Übersichtskartierung der Unterwasserpflanzen in den damals noch zwei getrennten Gewässern statt (KLS, 2007). Während und nach der Fertigstellung des heutigen Stadtparksees wurde die Entwicklung der Unterwasserpflanzen jedoch nicht weiter untersucht. Im aktuellen Untersuchungsjahr 2020 fand nach 14 Jahren eine zweite Übersichtskartierung der Unterwasserpflanzen inkl. Aufnahme der Gewässerfauna im nun zusammengelegten Stadtparksee Norderstedt statt (KLS, 2020). Aufgrund unterschiedlicher Methodik können die Ergebnisse aus den Jahren 2006 und 2020 nur orientierend verglichen werden.

Bei den Großmuscheln waren im Jahr 2020 deutlich weniger Individuen anzutreffen. Der zufällig beobachtete Fischbestand setzte sich aus Flussbarschen, Hechten, Karpfen, Schleien, einer Quappe und sehr vielen Jungfischen zusammen.

Die Artenzusammensetzung an Unterwasserpflanzen zeigte im Jahr 2020 eine deutliche Veränderung zur Erfassung im Jahr 2006. Die im Jahr 2006 weitflächig beobachteten lebensraumtypischen Characeen-Wiesen (Armeleuchteralgen) waren merklich weniger ausgeprägt. Stattdessen hat sich die Krebschere (*Stratioides aloides*) und die kanadische Wasserpest (*Elodea canadensis*) im gesamten See ausgebreitet. Beide Arten waren im Jahr 2006 nur im kleinen See anzutreffen. Als neue Art kam das Nadelkraut (*Crassula helmsii*) in Flachwasserbereichen vor. Nadelkraut und kanadische Wasserpest sind invasive Neophyten und können potentiell negative Auswirkungen auf den Stadtparksee Norderstedt haben, indem sie lebensraumtypische bzw. einheimischen Unterwasserpflanzen verdrängen (BfN, 2013). Das Gefährdungspotential durch die kanadische Wasserpest wird im nährstoffarmen Stadtparksee Norderstedt aber als gering eingestuft, da für eine Massenentwicklung meso- bis eutrophe Verhältnisse vorliegen müssen. Für das in Deutschland vorkommende Nadelkraut ist die Gefährdungslage jedoch unklar. Da nicht festgestellt werden kann, seit wann sich das Nadelkraut im Stadtparksee Norderstedt befindet, kann das Ausbreitungsverhalten nicht abgeschätzt werden. Aus England wurden jedoch negative Erfahrungen durch Massenentwicklungen – u.a. Verdrängung einheimischer Unterwasserpflanzen – berichtet.

Gemäß Unterwasserpflanzenuntersuchung (KLS, 2020) wurde der Stadtparksee Norderstedt als Lebensraumtyp (LRT) 3140 „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit Grundrasen aus Armelechtermalgen“ des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) ausgewiesen. Auf Grundlage dieses definierten Referenzzustandes befindet sich der Stadtparksee Norderstedt im aktuellen Untersuchungsjahr 2020 in einem „guten“ Erhaltungszustand. Eine bessere Bewertung konnte aufgrund des mangelnden Vorkommens der lebensraumtypischen Armelechtermalgen nicht erreicht werden.

Die Trophie des Stadtparksees Norderstedt wurde anhand der vorgefundenen Unterwasserpflanzen für das aktuelle Untersuchungsjahr 2020 als mesotroph eingestuft, während bei der Trophieeinstufung gemäß LAWA-Richtlinie ein oligotropher Zustand festgestellt wurde (s. Kapitel 5.2). Die Defizite bei den Unterwasserpflanzen sind daher nicht auf die Wasserchemie oder das Plankton zurückzuführen, sondern wahrscheinlich durch zusätzliche Konkurrenz der (invasiven) Unterwasserpflanzenarten oder Fraßdruck/Wühlschäden durch Krebstiere und/oder benthivore Fische verursacht. Hauptverantwortlicher könnte der vermehrt gesichtete omnivore („allesfressende“) galizische Sumpfkrebs (*Astacus leptodactylus*) sein. In Abbildung 18 ist dieser dargestellt.



Abbildung 18: Galizischer Sumpfkrebs im Stadtparksee Norderstedt im aktuellen Untersuchungsjahr 2020.  
Quelle Foto: Hr. Tegge, KLS Gewässerschutz

#### 5.4 Bewertung der Auswirkungen der neuen Freizeitnutzungen des Stadtparksees auf den gewässerökologischen Zustand

Vor der Umgestaltung für die Landesgartenschau befand sich der See in einem sehr guten gewässerökologischen Zustand. Dieser sehr gute gewässerökologische Zustand soll auch mit den neuen Nutzungen als Stadtpark-, Wasserski- und Badesees erhalten bleiben.

Um die Auswirkungen der Umgestaltungsmaßnahmen und neuen Nutzungen auf den gewässerökologischen Zustand bewerten zu können, wird seit dem Jahr 2008 ein gewässerökologisches Monitoringprogramm durchgeführt. Als Grundlage für eine Bewertung wurden im Limnologischen Fachbeitrag (KLS, 2007) die Messwerte der trophiebestimmenden Parameter aus dem Untersuchungszeitraum 2006/2007, d.h. vor der Umgestaltung für die Landesgartenschau, zusammengestellt und Grenzwerte vorgegeben, deren Überschreitung als Anzeichen für eine Verschlechterung des gewässerökologischen Zustandes gewertet werden kann. In Tabelle 3 sind diese Daten und Grenzwerte zusammen mit den Daten aus den Jahren 2008 bis 2020 zusammengestellt.

Tabelle 3: Messwerte der trophiebestimmenden Parameter aus dem Untersuchungszeiträumen 2006/2007 und 2008-2020 sowie Grenzwerte, deren Über- bzw. Unterschreitung als Anzeichen für eine Verschlechterung des gewässerökologischen Zustandes gewertet werden kann.

	Gesamtphosphor-Gehalt [µgP/L]		Chlorophyll- a-Gehalt [µg/L]	Sichttiefe [m]	LAWA Trophie- Gesamtindex
	Frühjahr (Februar / März)	Sommer (Mittelwert Mai – Sept.)	Sommer (Mittelwert Mai – Sept.)	Sommer (Mittelwert Mai – Sept.)	
2006 / 2007*	8	18	3,7	5,9	1,6
2008*	17	12	3,1	4,48	1,6
2009	10	14	2,6	6,13	1,5
2010	14	15	2,0	5,98	1,4
2011	8	11	3,7	6,15	1,6
2012	5	18	3,4	6,78	1,5
2013	6	5	3,7	6,10	1,5
2014	5	6	2,3	7,70	1,2
2015	7	6	2,0	7,45	1,2
2016	5	8	2,1	6,55	1,3
2017	6	14	4,8	4,73	1,8
2018	13	9	2,9	5,23	1,5
2019	5	11	3,6	4,45	1,6
2020	9	13	2,6	6,78	1,4
Grenzwert	£ 15	£ 25	£ 6,0	³ 4,0	£ 2,0

\* = Untersuchungsergebnisse Großer See

Vergleicht man die im Rahmen des Monitoringprogramms 2020 erhobenen Daten mit den Untersuchungsergebnissen aus dem Untersuchungszeitraum 2006/2007, so zeigt sich, dass der Gesamtphosphorgehalt im Frühjahr etwa gleich und im Sommer etwas besser als im Vergleichszeitraum 2006/2007 war. Der Chlorophyll-a-Gehalt und die Sichttiefe waren ebenfalls etwas besser. Der LAWA Trophie-Gesamtindex, der anhand der genannten Parameter berechnet wird, war mit 1,4 geringfügig niedriger als im Vergleichszeitraum 2006/2007. Die im Limnologischen Fachbeitrag angegebenen Grenzwerte wurden wie in den Vorjahren auch im Untersuchungsjahr 2020 bei allen Parametern eingehalten.

Die aktuellen gewässerökologischen Untersuchungen aus dem Jahr 2020 zeigen damit, dass sich der Stadtparksee Norderstedt nach wie vor in einem sehr guten gewässerökologischen Zustand befindet. Die Umgestaltung des Sees und auch die neuen Nutzungen haben bisher zu keiner erkennbaren Verschlechterung der Wasserqualität geführt. Der beobachtete leichte Anstieg der Trophie in den Jahren 2017 bis 2019 konnte im aktuellen Untersuchungszeitraum nicht bestätigt werden. Ein Trend zur Verschlechterung der Wasserqualität ist demnach nicht zu erkennen.

Im Hinblick auf die Nutzung als Badesee ist die Wasserqualität im Stadtparksee Norderstedt nach wie vor als sehr gut einzustufen. Die im Jahr 2019 zeitweise gemessenen unerwünschten hohen pH-Werte von  $\text{pH} > 9$  wurden im aktuellen Untersuchungsjahr 2020 nicht gemessen. Die Sichttiefe war während der Badesaison mit mindestens 5,9 m durchgehend sehr hoch. Aufgrund der geringen Nährstoffgehalte bestand außerdem während der Badesaison zu keinem Zeitpunkt die Gefahr einer starken Blaualgenentwicklung und damit einer Einschränkung der Badenutzung.

## 6 Fazit und Empfehlungen

Das gewässerökologische Monitoring des aktuellen Untersuchungsjahres 2020 hat gezeigt, dass sich der Stadtparksee Norderstedt nach wie vor in einem sehr guten gewässerökologischen Zustand befindet. Die in den Jahren 2017 bis 2019 beobachtete geringfügige Verschlechterung der Wasserqualität setzte sich im aktuellen Untersuchungsjahr 2020 nicht fort. Es wurde im Gegenteil eine geringfügige Verbesserung der Wasserqualität beobachtet. Der gewässerökologisch sehr gute Zustand sowie die Freizeitnutzung waren daher auch 2020 nicht gefährdet.

Es ist grundsätzlich nicht auszuschließen, dass es durch die neuen Nutzungen im und am Stadtparksee zu langsamen und erst nach vielen Jahren erkennbaren Veränderungen im Gewässerökosystem kommt. Als zentrales Element im Stadtpark Norderstedt ist der See seit dem Jahr 2011 einem hohen Nutzungsdruck durch die sogenannte "Stille Erholung" ausgesetzt. Hinzu kommt der Betrieb der Wasserskianlage und des ARRIBA Strandbades. Vor allem die Badenutzung kann bei einer zu hohen Besucherzahl zu einer unerwünschten Verschlechterung der Wasserqualität führen. Im Limnologischen Fachbeitrag wurde als gewässerökologisch verträgliche Badegastzahl ein Richtwert von 180.000 Badegästen innerhalb eines Zeitraumes von 3 Jahren angesetzt.

Im Zuge der Übersichtskartierung der Unterwasserpflanzen im aktuellen Untersuchungsjahr 2020 (KLS, 2020) wurden für den Stadtparksee Norderstedt Defizite im Artenvorkommen und der Artenzusammensetzung festgestellt. Dies deutet auf eine Störung der Unterwasserpflanzen hin, die nicht von einer mangelnden Wasserqualität herrührt. Neben der Ausbreitung der Krebschere sowie des invasiven Nadelkrauts und der kanadischen Wasserpest, übt die große Anzahl des omnivoren („allesfressenden“) galizischen Sumpfkrebsen vermutlich einen starken (selektiven) Fraßdruck auf die Unterwasserpflanzen aus. Neben den Unterwasserpflanzen ist wahrscheinlich auch der Bestand an Großmuscheln und anderen benthischen Organismen negativ von der starken Ausbreitung des Krebses betroffen. Aufgrund der wichtigen Rolle der Unterwasserpflanzen im Stadtparksee Norderstedt für die Wasserqualität und den Unterwasserlebensraum, sollte versucht werden den Fraßdruck durch den galizischen Sumpfkrebsen zu minimieren, z.B. durch eine fischereiliche Populationskontrolle. Auch der Bestand an benthivoren Fischen sollte möglichst geringgehalten werden. Dafür bietet sich ein gemeinsamer Besprechungstermin mit dem Angelverein (Norderstedter Seengemeinschaft) sowie den fischereilichen Sachverständigen an.

Um zudem eine mögliche negative Entwicklung der Unterwasserpflanzen sowie des Krebs- und Muschelbestandes erfassen zu können, wird empfohlen in den nächsten Jahren eine regelmäßige Unterwasserpflanzenkartierung durchzuführen. Dabei sollte eine standardisierte Methodik angewendet werden, um die Kartierungen vergleichbar zu machen. Die Ergebnisse der Betauchungen könnten auch zur Erfolgskontrolle von durchgeführten fischereilichen Maßnahmen dienen.

Während der Probenahme 2020 wurde ein vermehrter Pflanzenaufwuchs auf dem Wellenbrecher-Element der Wasserskianlage beobachtet, obwohl dieses mit Schotter gefüllt ist. Ein vermehrter Nährstoffeintrag in den Stadtparksee Norderstedt ist dadurch aber nicht zu erwarten. In Abstimmung mit Hr. Voss von der Stadtpark Norderstedt GmbH wurde dem Betreiber der Wasserskianlage dennoch empfohlen, den Pflanzenaufwuchs durch jährlich mehrmaligen Rückschnitt zu bremsen um die Bildung einer Substratauflage zu verhindern.

Bei einigen Probenahmen 2020 konnte wie auch in den letzten Jahren eine starke Verschmutzung des Steges mit Entenkot beobachtet werden. Diese ist aus Sicht der Nutzer der Wasserkianlage sehr unerfreulich, da Sie barfuß über die verkoteten Stege laufen müssen. Da das Füttern von Enten außerdem einen unnatürlich hohen Bestand zur Folge hat und sich langfristig auch negativ auf das Gewässer auswirkt, wurden als Gegenmaßnahme bereits ein Fütterungsverbot erlassen und entsprechende Hinweisschilder aufgestellt. Die Einhaltung des Fütterungsverbotes sollte allerdings auch regelmäßig kontrolliert werden. Wenn sich an einem Stadtgewässer erst einmal ein "Entenfütterplatz" etabliert hat, ist es sehr schwer diese "Tradition" wieder zu beenden.

Um die außergewöhnlich gute Wasserqualität des Stadtparksees Norderstedt zu sichern, wird das gewässerökologische Monitoringprogramm auch in den nächsten Jahren fortgeführt. Die Untersuchungen ermöglichen es, eine Verschlechterung der Wasserqualität frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Die Daten aus dem Monitoringprogramm könnten darüber hinaus auch zur Information der Besucher und Nutzer des Stadtparksees genutzt werden (z.B. auf der Website des Stadtparks, Infotafel am See, Infobroschüre). Auch die Besonderheiten der naturschutzfachlich wertvollen unterseeischen Characeen-Wiesen und des Großmuschel-Bestandes könnten dabei über Unterwasserfotos und -videos erlebbar gemacht werden. Um die Characeen-Wiesen und der Muschelbestand langfristig zu erhalten, sollte deren Entwicklung in den nächsten Jahren jedoch überwacht und dokumentiert werden.

## 7 Literaturverzeichnis

- EG (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 22.12.2000.
- BfN (2013): Bundesamt für Naturschutz - Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertung für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen 2013. – Hrsg.: Stefan Nehring, Ingo Kowarik, Wolfgang Rabitsch und Franz Essl.
- KLS (2007): Limnologischer Fachbeitrag im Rahmen des Planverfahrens zur Landesgartenschau Norderstedt 2011. - Gutachten im Auftrag der Stadt Norderstedt - Amt für Stadtentwicklung, Umwelt und Verkehr. - Hrsg.: KLS - Planungsbüro für Gewässerschutz, Hamburg.
- KLS (2008 - 2019): Stadtparksee Norderstedt - Gewässerökologisches Monitoringprogramm (Jahresberichte 2008 – 2018). - Gutachten im Auftrag der Stadt Norderstedt. - Hrsg.: KLS - Planungsbüro für Gewässerschutz, Hamburg.
- KLS (2009a): Stadtparksee Norderstedt – Auswirkungsprognose für eine dritte Bauphase im Winter 2009. - Gutachten im Auftrag der Stadt Norderstedt. - Hrsg.: KLS - Planungsbüro für Gewässerschutz, Hamburg.
- KLS (2009b): Stadtparksee Norderstedt – Ökologische Baubegleitung der 3. Bauphase (Anlage des Naturbades). - Gutachten im Auftrag der Stadt Norderstedt. - Hrsg.: KLS - Planungsbüro für Gewässerschutz, Hamburg.
- KLS (2010): Stellungnahme zur geplanten Angelnutzung des Stadtparksees Norderstedt. – Auftraggeber: Stadt Norderstedt. - Hrsg.: KLS - Planungsbüro für Gewässerschutz, Hamburg / limnobios - Büro für Fisch- und Gewässerökologie, Köthel.
- KLS (2020): Monitoring Stadtparksee 2020 – Übersichtskartierung Makrophyten, Bestandserkundung Krebse und Muscheln. – Auftraggeber: Stadt Norderstedt. - Hrsg.: KLS - Planungsbüro für Gewässerschutz, Hamburg. In Zusammenarbeit mit Diplom Biologin Silke Oldorff.
- LAWA – (2003): Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von Baggerseen nach trophischen Kriterien. – Hrsg. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). – Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH.
- LAWA (2014): Trophieklassifikation von Seen – Richtlinie zur Ermittlung des Trophie-Index nach LAWA für natürliche Seen, Baggerseen, Talsperren und Speicherseen. – Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). - Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH.
- limnobios (2006): Planverfahren Landesgartenschau Norderstedt - Fischereibiologischer Fachbeitrag - Gutachten im Auftrag des Planungsbüros KLS Gewässerschutz. - Hrsg.: limnobios – Büro für Fisch- und Gewässerökologie, Köthel.
- limnobios (2007): Hegeplan für einen Kiessee im Rahmen des Planverfahrens zur Landesgartenschau Norderstedt 2011. - Gutachten im Auftrag der Stadt Norderstedt. - Hrsg.: limnobios - Büro für Fisch- und Gewässerökologie, Köthel.

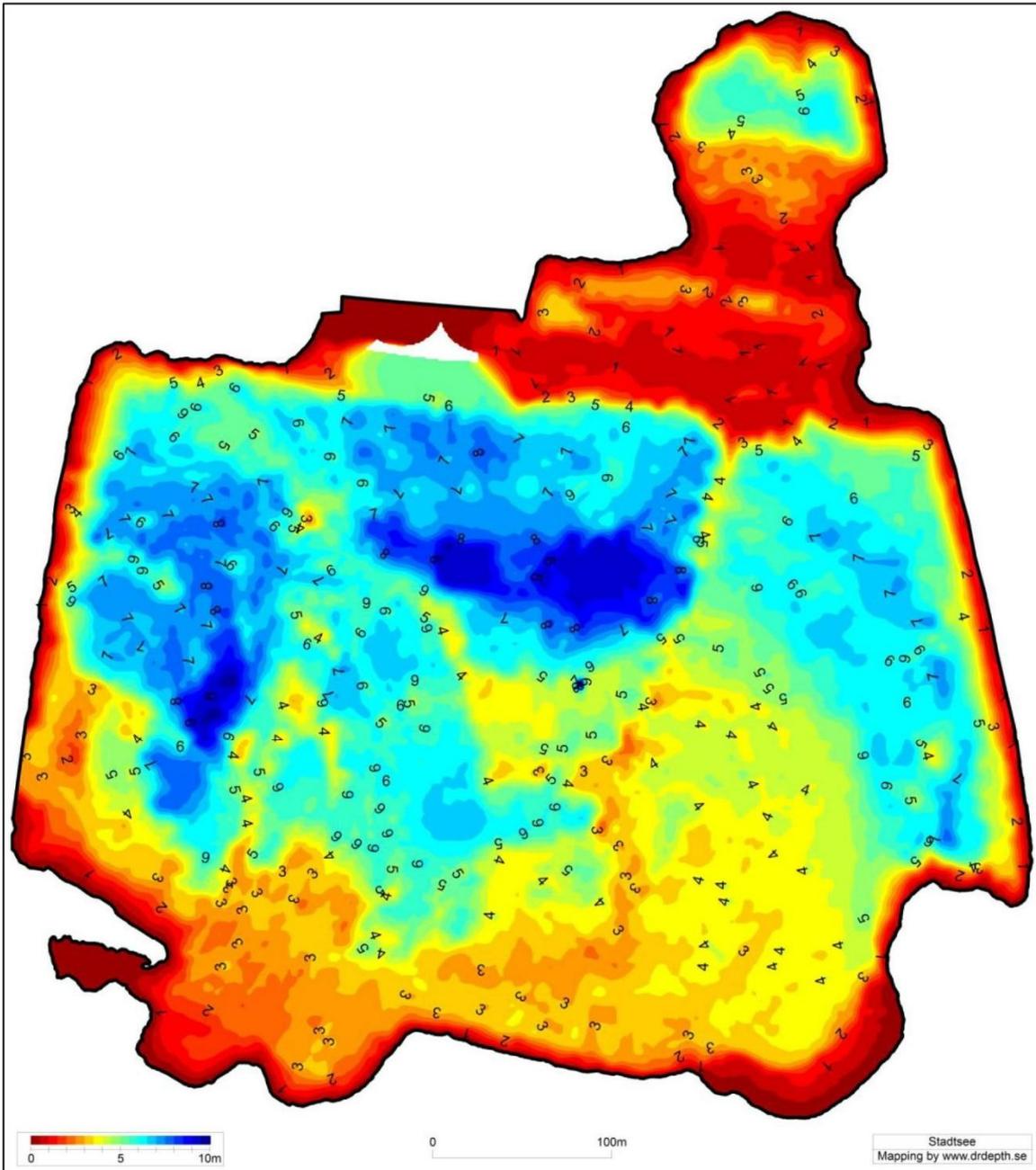
limnobios (2014): Stadtparksee Norderstedt – Fischbestand 2014 – Fischereibiologische Bewertung und Besatzempfehlung. Gutachten im Auftrag der Stadt Norderstedt, Amt Nachhaltiges Norderstedt. - Hrsg.: limnobios - Büro für Fisch- und Gewässerökologie, Köthel.

## 8 Anhang

### 8.1 Tiefenkarte

#### Tiefenkarte Stadtparksee Norderstedt

Stand: 2014, Vermessung durch den Landessportfischerverband Schleswig-Holstein (Martin Purps)



## 8.2 Untersuchungsmethoden

Parameter	DIN/DEV-Methode	Geräte/Modifikation der Methode
<b>Wasserkörper</b>		
Sichttiefe	DIN EN ISO 7027	Sichtscheibe nach SECCHI
Temperatur	DIN 38404-C 4	Hydrolab Multiparametersonde MS5
Sauerstoff	DIN EN 25814 (G 22)	Hydrolab MS5, LDO-Sensor Serie 5
pH-Wert	DIN 38404-C 5	Hydrolab MS5, pH-Sensor Serie 5
elektrische Leitfähigkeit	DIN 27888-C 8	Hydrolab MS5, Leitfähigkeitssensor Serie 5
Chlorophyll-a		Hydrolab MS5, Chlorophyll-a-Sensor (Turner)
Chlorophyll-a	DIN 38412-L16	
<b>Analytik mit Photometer Nanocolor® 400D (Macherey-Nagel):</b>		
Gesamt-Stickstoff	analog DIN 38405-D9	Nanocolor® - Test 0-64
Ammonium	analog DIN 38406-E5	Nanocolor® - Test 0-03
Nitrat	analog DIN 38405-D9	Nanocolor® - Test 0-64 / Nanocolor®- Test 1-63
Gesamt-Phosphor	analog DIN EN ISO 6878-D11	Nanocolor® - Test 0-76
SRP	analog DIN EN ISO 6878-D11	Nanocolor® - Test 0-76
Silizium (gelöst)	analog DIN EN ISO 16264-H57	Nanocolor® - Test 1-48
Gesamthärte	analog DIN 38 406-3 E3	Schnelltest MN Visocolor® HE - Test H 20 F
Säurekapazität (pH 4,3)	analog DIN 38 409-H7	Schnelltest MN Visocolor® HE - Test AL7
<b>Plankton</b>		
Zooplankton	Entnahme der Probe mit einem Planktonnetz (55 µm-Gaze) mit Aufsatzkegel; Netzzug soweit möglich über die gesamte Wassersäule; Konservierung in 4%-igem Formaldehyd; quantitative Bestimmung mit Stereolupe und Mikroskop Zusätzlich: Lebendprobe (Planktonnetz mit 55 µm-Gaze)	
Phytoplankton	Abfüllen von unfiltriertem Wasser in 200 ml Braunglasflaschen (mit 1 ml Lugolscher-Lösung zur Konservierung der Phytoplankter); quantitative Bestimmung des Phytoplanktons im umgekehrten Mikroskop nach UTERMÖHL (1958) Zusätzlich: Lebendprobe (Planktonnetz mit 55 µm-Gaze)	

8.3 Untersuchungsergebnisse Wasserkörper

Tiefenprofile am 17.03.2020						
Wassertiefe [m]	Temperatur [°C]	Sauerstoff- gehalt [mg/L]	Sauerstoff- gehalt [%]	pH-Wert	Leitfähigkeit [µS/cm]	Chlorophyll-a- Gehalt [µg/L]
0,3	6,9	12,1	97	7,8	183	0,3
1	6,8	12,0	97	7,7	183	0,4
2	6,8	12,1	97	7,6	183	1,6
3	6,7	12,0	97	7,6	183	0,8
4	6,7	12,1	97	7,6	183	1,0
5	6,6	12,0	96	7,6	183	1,0
6	6,6	12,0	96	7,6	183	1,2
7	6,6	12,0	96	7,6	183	1,2
8	6,5	11,9	95	7,6	183	1,4

Tiefenprofile am 25.05.2020						
Wassertiefe [m]	Temperatur [°C]	Sauerstoff- gehalt [mg/L]	Sauerstoff- gehalt [%]	pH-Wert	Leitfähigkeit [µS/cm]	Chlorophyll-a- Gehalt [µg/L]
0,3	15,3	10,0	98	7,9	191	0,2
1	15,2	10,0	98	7,8	191	0,2
2	15,1	10,1	98	7,9	191	0,3
3	15,1	10,0	98	7,9	192	0,3
4	15,0	10,1	98	7,9	191	0,3
5	14,8	10,0	97	7,9	192	0,3
6	14,4	9,9	95	7,9	192	0,3
7	13,6	9,3	88	7,8	192	1,1
8	12,5	6,7	61	7,7	195	2,4

Tiefenprofile am 23.07.2020						
Wassertiefe [m]	Temperatur [°C]	Sauerstoff- gehalt [mg/L]	Sauerstoff- gehalt [%]	pH-Wert	Leitfähigkeit [µS/cm]	Chlorophyll-a- Gehalt [µg/L]
0,3	20,0	9,4	102	8,4	195	0,6
1	20,0	9,5	102	8,3	195	0,6
2	20,0	9,5	102	8,4	196	0,9
3	19,9	9,5	102	8,4	195	0,9
4	19,9	9,5	102	8,4	195	1,1
5	19,8	9,3	100	8,4	195	1,2
6	18,7	7,9	83	8,2	195	2,7
7	17,3	3,4	35	8,0	198	1,5
8	15,0	0,4	4	7,8	220	7,0

Tiefenprofile am 02.09.2020						
Wassertiefe [m]	Temperatur [°C]	Sauerstoff- gehalt [mg/L]	Sauerstoff- gehalt [%]	pH-Wert	Leitfähigkeit [µS/cm]	Chlorophyll-a- Gehalt [µg/L]
0,3	19,6	8,9	99	8,6	195	0,6
1	19,6	8,9	99	8,4	194	0,6
2	19,6	8,9	99	8,3	194	0,7
3	19,6	8,9	98	8,2	194	0,7
4	19,6	8,9	98	8,2	194	0,7
5	19,5	8,9	98	8,2	194	0,7
6	19,5	8,8	98	8,1	194	0,7
7	19,4	8,7	97	8,1	195	0,6
8	15,9	0,6	7	7,8	226	7,7

Parameter	Einheit	Oberflächenwasser	Tiefenwasser
17.03.2020		0,3 / 2 / 4 / 6 m	8 m
Sichttiefe	m	7,30	-
Gesamt-Phosphor	mgP/L	0,009	-
SRP	mgP/L	< 0,005	-
Gesamt-Stickstoff	mgN/L	0,3	-
Ammonium-N	mgN/L	< 0,04	-
Nitrat-N	mgN/L	< 0,3	-
Silizium (gelöst)	mgSi/L	0,06	-
Chlorophyll-a	µg/L	< 2	-
Säurekapazität (pH 4,3)	mmol/L	1,0	-
Gesamthärte	mmol/L	0,6	-
25.05.2020		0,3 / 2 / 4 / 6 m	8 m
Sichttiefe	m	8,10	-
Gesamt-Phosphor	mgP/L	0,009	0,011
SRP	mgP/L	< 0,005	< 0,005
Gesamt-Stickstoff	mgN/L	0,4	0,5
Ammonium-N	mgN/L	< 0,04	0,05
Nitrat-N	mgN/L	< 0,3	< 0,3
Silizium (gelöst)	mgSi/L	0,02	0,02
Chlorophyll-a	µg/L	< 2	-
Säurekapazität (pH 4,3)	mmol/L	1,0	1,0
Gesamthärte	mmol/L	0,9	0,8
23.07.2020		0,3 / 2 / 4 m	8 m
Sichttiefe	m	5,90	-
Gesamt-Phosphor	mgP/L	0,015	0,021
SRP	mgP/L	< 0,005	< 0,005
Gesamt-Stickstoff	mgN/L	0,3	0,3
Ammonium-N	mgN/L	0,04	< 0,04
Nitrat-N	mgN/L	< 0,3	< 0,3
Silizium (gelöst)	mgSi/L	0,05	0,08
Chlorophyll-a	µg/L	< 2,0	-
Säurekapazität (pH 4,3)	mmol/L	1,0	1,0
Gesamthärte	mmol/L	0,7	0,7
02.09.2020		0,3 / 2 / 4 / 6 m	8 m
Sichttiefe	m	6,35	-
Gesamt-Phosphor	mgP/L	0,016	0,014
SRP	mgP/L	< 0,005	< 0,005
Gesamt-Stickstoff	mgN/L	0,5	0,5
Ammonium-N	mgN/L	< 0,04	< 0,04
Nitrat-N	mgN/L	< 0,3	< 0,3
Silizium (gelöst)	mgSi/L	0,06	0,05
Chlorophyll-a	µg/L	3,7	-
Säurekapazität (pH 4,3)	mmol/L	1,0	1,0
Gesamthärte	mmol/L	0,6	0,6

8.4 Analysenergebnisse Phytoplankton

Seite 1

Phytoplankton	Biovolumen [mm <sup>3</sup> /L]			
	17.03.2020	25.05.2020	23.07.2020	02.09.2020
Datum der Beprobung				
Art/Gattung				
<b>Cyanophyceae (Blualgen)</b>	0,0003	0,0004	0,011	0,017
Aphanothece minutissima	-	-	-	0,004
Chroococcus limneticus	-	-	-	0,004
Dolichospermum flos-aquae	-	-	-	0,001
Dolichospermum lemmermannii	0,0003	-	0,010	-
Dolichospermum viguieri	-	-	0,0002	-
Microcystis aeruginosa	-	-	-	0,003
Radiocystis geminata	-	-	-	0,005
Unbestimmte Hormogonale	-	-	+	-
Woronichinia naegeliana	-	0,0004	-	-
<b>Chrysophyceae (Goldalgen)</b>	0,094	0,004	0,066	0,055
Chrysamoeba radians	-	-	-	0,009
Chrysococcus rufescens	0,001	-	0,003	0,001
Dinobryon bavaricum	0,001	-	+	0,001
Dinobryon divergens	-	-	0,007	0,019
Kephyrion rubri-claustri	-	0,001	-	-
Kephyrion sp.	-	-	-	0,010
Mallomonas caudata	0,084	-	+	0,004
Mallomonas akrokomos	0,006	0,001	-	0,002
neue Chrysomonadales 5	-	-	-	-
Pseudopedinella erkensis	-	0,002	-	0,004
Synura sp.	-	-	+	+
Uroglena americana	-	-	0,057	0,005
<b>Bacillariophyceae (Kieselalgen)</b>	0,006	0,001	0,002	0,022
Aulacoseira granulata	-	-	+	-
Asterionella formosa	-	-	+	0,002
Zentrale Diatomeen 15 - 20 µm	-	+	-	-
Fragilaria sp. Einzelzelle	-	-	0,002	-
Zentrale Diatomeen 20 - 25 µm	0,003	-	-	-
Diatoma sp.	0,003	-	-	-
Zentrale Diatomeen <5 µm	0,001	-	-	-
Nitzschia sigmoide Form	-	-	-	+
Zentrale Diatomeen 5 - 10 µm	0,003	0,001	-	0,020
<b>Euglenophyceae (Augenflagellaten)</b>	0	0	0,002	0,002
Euglena oxyuris	-	-	-	+
Euglena viridis	-	-	0,002	-
Phacus longicauda	-	-	+	-
Trachelomonas nigra	-	-	-	0,002
<b>Dinophyceae (Panzerflagellaten)</b>	0,027	0,066	0,057	0,007
Ceratium hirundinella	-	0,066	+	0,006
Gymnodinium helveticum var. apiculatum	+	-	+	-
Gymnodinium lantzschii	-	-	+	-
Gymnodinium sp.	-	-	0,004	-
Peridiniopsis elpatiewski	-	-	0,036	0,001
Parvodium inconspicuum	0,021	-	-	-
Parvodium umbonatum	-	-	0,011	-
Peridinium cinctum	-	-	0,001	-
Sphaerodinium cinctum	-	-	0,005	-

Cryptophyceae (Schlundgeißler)	0,029	0,048	0,051	0,121
Cryptomonas sp. 10 - 15 µm	-	-	0,001	0,006
Cryptomonas sp. 15 - 20 µm	-	0,001	0,008	0,006
Cryptomonas sp. 20 - 25 µm	-	0,005	0,03	0,004
Cryptomonas sp. 25 - 30 µm	0,014	0,005	-	0,027
Cryptomonas sp. 30 - 35 µm	0,008	0,006	-	-
Cryptomonas sp. 35 - 40 µm	-	0,001	-	0,013
Cryptomonas sp. >40 µm	0,003	0,004	-	0,002
Rhodomonas lacustris var. lacustris	-	0,026	0,012	0,035
Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica	0,003	-	0,004	0,028
Chlorophyceae (Grünalgen)	0,060	0,008	0,017	0,022
Ankistrodesmus fusiformis	-	-	0,00004	-
Ankyra judayi	0,059	0,006	-	-
Chlamydomonas sp. 5 - 10 µm	-	-	0,007	0,014
Chlorella ellipsoidea	-	-	-	0,0005
Chlorella minutissima	-	0,0001	0,002	-
Dictyosphaerium pulchellum	-	-	+	0,0002
Elakatothrix gelatinosa	0,0002	0,0002	-	0,0002
Eutetramorus fottii große Zellen	0,0003	+	-	-
Eutetramorus fottii kleine Zellen	0,0003	-	-	-
Monoraphidium circinale	-	-	-	0,0002
Pandorina morum	+	-	-	-
Paulschulzia tenera	-	-	0,002	-
Pediastrum boryanum	-	+	-	-
Pediastrum duplex	-	-	-	0,0004
Pedinomonas minutissima	-	0,0001	-	0,001
Planctosphaeria gelatinosa	-	0,001	-	-
Quadrigula pfitzeri	-	-	0,0003	0,003
Scenedesmus serratus	-	-	0,006	-
Unbestimmte Chlorococcales 5 - 10 µm	-	-	-	0,003
Volvox aureus	-	+	-	-
Willea vilhelmi	-	-	-	0,0002
Conjugatophyceae (Jochalgen)	0,0002	0	0,003	0
Closterium acutum var. variabile	0,0002	-	-	-
Closterium sp.	-	-	-	+
Cosmarium depressum var. planctonicum	-	-	0,003	-
Cosmarium sp.	-	-	-	+
Xantophyceae (Gelbgrünalgen)	0	0	0	0
Haptophyceae (Algen mit Haptonema)	0	0,027	0,002	0,015
Chrysochromulina parva	-	0,027	0,002	0,015
Rhaphidiphyceae (Grüne Flagellaten)	0	0	0,082	0,072
Vacuolaria sp.	-	-	0,082	0,072
Unbestimmte	0	0,001	0	0
Unbestimmter Flagellat kugelige Zellen eine Ge	-	0,001	-	-
Unbestimmter Flagellat kugelige Zellen zwei Ge	-	0,001	-	-
Gesamtbiovolumen	0,216	0,155	0,292	0,333

8.5 Analysenergebnisse Zooplankton

Zooplankton	Individuen / m <sup>3</sup>			
Datum der Beprobung	17.03.20	25.05.20	23.07.20	02.09.20
Art/Gattung				
<b>Rotatoria (Rädertiere)</b>	<b>10.828</b>	<b>398.089</b>	<b>44.984</b>	<b>162.420</b>
Ascomorpha ecaudis	-	+	-	-
Asplanchna sp.	-	-	+	++
Collotheca sp.	-	-	-	+
Conochilus c.f. unicornis	-	+	+	+
Euchlanis c.f. dilatata	-	-	+	-
Filinia longiseta	+	-	-	-
Gastropus stylifer	+	+++	++	-
Hexarthra mira	-	-	-	+
Kellicottia bostoniensis	+	+	-	-
Kellicottia longispina	+	++	-	-
Keratella cochlearis	++	+++	+	+++
Keratella quadrata	+	-	-	-
Ploesoma sp.	-	-	+	-
Polyarthra sp.	++	+	+++	+++
Synchaeta sp.	+	-	-	-
Trichocerca c.f. similis	-	+	-	+
Trichocerca capucina	-	-	+	-
<b>Copepoda (Ruderfußkrebse)</b>	<b>20.382</b>	<b>59.236</b>	<b>88.774</b>	<b>98.328</b>
Nauplien	11.943	47.771	57.723	84.395
Cyclopoide Copepodide	++	++	+++	++
Cyclops sp.	-	++	-	-
Mesocyclops leuckarti	-	-	+	-
Thermocyclops sp.	-	++	++	++
Calanoide Copepodide	++	++	++	++
Eudiaptomus gracilis	++	++	++	++
<b>Cladocera (Wasserflöhe)</b>	<b>18.471</b>	<b>16.242</b>	<b>7.564</b>	<b>10.350</b>
Alona sp.	+	-	+	-
Bosmina coregoni	-	-	++	+
Bosmina longirostris	++	-	+	++
Ceriodaphnia pulchella	-	-	+	+
Daphnia c.f. galeata	+++	+++	+	++
Daphnia c.f. hyalina	-	-	++	+
Diaphanosoma brachyurum	-	+	++	+++
Leptodora kindti	-	+	+	-
Sida crystallina	-	-	+	-
<b>Andere</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>796</b>	<b>48</b>
Bivalvia indet. (Muschel-Larven)	-	-	796	-
Chaoborus sp. (Büschelmücken-Larven)	-	-	-	48
<b>Summe</b>	<b>49.682</b>	<b>473.567</b>	<b>142.118</b>	<b>271.147</b>
Anteil einer Art an der Gesamt-Individuenzahl der jeweiligen Gruppe (bei den Copepoda ohne Nauplien)				
+ = geringer Anteil    ++ = größerer Anteil    +++ = sehr großer Anteil				