

**Limnologische Einschätzung des
Fühlinger Sees in Köln
aufgrund von Tauchgängen und
physikalisch-chemischen Untersuchungen im Jahr
2020
durch den VASA Köln e.V.**

Köln, den 22.02.2020

Autor: Ina Kimmerle, Werner Hommer

VASA Köln e.V. Verband für aquatische Systemanalysen Köln e. V.

Geschäftsstelle: Stefanstr. 8a, 51145 Köln

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1. EINLEITUNG | 3 |
| 2. AUSGANGSLAGE | 4 |
| 3. UNTERSUCHUNGSMETHODE UND UNTERSUCHUNGSGEBIETE 2020..... | 5 |
| 4. ERGEBNISSE DER TAUCHKARTIERUNGEN IM JAHR 2020 | 8 |
| 4.1 Makrophytenverbreitung | 8 |
| 4.2. Die Tiefenverbreitung der Makrophyten | 15 |
| 4.3. Physikalisch-chemische Untersuchung..... | 16 |
| 4.4. Sonstige Beobachtungen..... | 23 |
| 5. ZUSAMMENFASSUNG | 24 |
| 6. FAZIT UND AUSBLICK | 25 |
| 7. LITERATUR | 26 |

1. Einleitung

Das Gebiet um den Fühlinger See besteht aus einer Vielzahl von miteinander verbundenen Seen. Durch den VASA e.V. werden jährlich verschiedene Teilseen auf die ökologischen Verhältnisse untersucht und eine Einschätzung der gewässerökologischen Entwicklung im Vergleich zu den letzten Jahren gegeben. Veränderungen im Pflanzenbestand und der Populationsdichten können wertvolle Hinweise auf eine potenzielle Gewässerveränderung geben.

2020 wurden im Rahmen der Tauchkartierungen die Wasserpflanzenbestände sowie die physikalisch-chemischen Parameter in den Teilseen 4, 5 und 6 sowie in Abschnitten auf beiden Seiten der Regattastrecke (Regatta Start Ostufer, Regatta Ziel Ost- und Westufer, Regatta Auslauf) kartiert.



Abb. 1: Die Teilseen des Fühlinger Sees (blau), Parkplätze (rot) und Strandbad (See 5, grüne Fläche)

2. Ausgangslage

Der Fühlinger See, im Norden Kölns, als Naherholungsgebiet ist einer Vielzahl von anthropogenen Nutzungen wie Rudern (Regattabahn), Schwimmen, Tauchen, Angeln und Grillen unterzogen. Darüber hinaus ist das Gebiet Austragungsort einiger regelmäßig wiederkehrender Open-Air-Veranstaltungen wie bspw. des Summer Jam.

Der See entstand in der heutigen Form nach 1967 durch die Rekultivierung mehrerer Kiesgruben. Als solche besitzt der See keine oberirdischen Zuflüsse und wird nur über das Grundwasser gespeist. Dadurch und durch die unmittelbare Nähe zum Rhein ist die Wasserspiegellage im See stark von den Schwankungen des Wasserspiegels im Rhein abhängig. Diese Schwankungen können natürlicherweise bis zu zwei Metern groß sein und drücken im Hochwasserfall des Rheins erhöhte Schwebstoffanteile in den Fühlinger See.

Der Sommer in diesem Jahr zeichnete sich durch eine lange Periode mit z. T. extrem hohen Temperaturen aus. Häufige Abschnitte mit stärkerer Bewölkung, einschließlich Regen und Gewittern entfielen weitestgehend. Diese Bedingungen zeigten sich in den Teilseen durch im Mittelwert stark erhöhte Temperaturen, was das Leben im Fühlinger See beeinflusst haben kann.

3. Untersuchungsmethode und Untersuchungsgebiete 2020

Im Jahr 2020 wurden im Rahmen der Tauchkartierungen Uferabschnitte der Regattastrecke sowie die Teilseen 4, 5 und 6 des Fühlinger Sees auf das Vorkommen und die Verbreitung von Wasserpflanzen sowie auf die Nährstoffverhältnisse und physikalisch-chemische Parameter hin untersucht. Zudem wurde das Vorkommen von Fischen und Wirbellosen beobachtet und dokumentiert. Die Untersuchung an See 1 musste wetterbedingt leider entfallen.

Bei den Kartierungen wurden die zu untersuchenden Gebiete abschnittsweise von Tauchgruppen kartiert und die vorhandenen Arten am jeweiligen Standort in ihrer Häufigkeit nach der fünfteiligen Skala von KOHLER (1978) geschätzt. Die Arten, ihr jeweiliger Standort und ihre geschätzte Häufigkeit wurden während des Tauchgangs auf Unterwasserschreibtafeln notiert und nach dem Tauchgang im Raster eines Protokollformulars dokumentiert.

Die Kartierung der Armelechteralge stellt eine Besonderheit in der Methodik dar. Im Unterschied zu anderen Makrophyten sind Armelechteralgen im Allgemeinen nur bei starker Vergrößerung sicher zu unterscheiden und zu bestimmen. Während eines Tauchgangs ist dies nicht durchführbar. Eine nachträgliche genaue Bestimmung lässt hingegen nicht zu, dass eine Lokalisierung zusammen mit der Schätzung der Häufigkeit vorgenommen wird. Daher werden hier alle Armelechterarten gemeinsam betrachtet.

Eine Tauchgruppe bestimmte die Sichttiefe in den untersuchten Abschnitten und nahm Wasserproben zur Bestimmung der Wasserqualitätsparameter aus unterschiedlichen Tiefen (s. Tab. 1 und Kap. 4.3).

Für die Wasserproben wurden jeweils 6 Proben aus Tiefen von der Oberfläche bis zu einer Tiefe von 0,5 m über Grund entnommen. Dadurch ergaben sich Untersuchungen bis in eine Tiefe von max. ca. 18 m jeweils im Rasterabstand von 2,5 m.

Die Entnahme erfolgte mittels wärmeisolierten Glasflaschen mit zwei gegenüberliegenden Schraubverschlüssen. Die Flaschen wurden an der Oberfläche geflutet, um tiefere Proben nicht mit Luftsauerstoff zu verfälschen. In der beabsichtigten Tiefe wurden dann beide Verschlüsse geöffnet, durch eine mehrmalige horizontale Schwenkbewegung der Flascheninhalt ausgetauscht und die Flasche wieder verschlossen. Die Probennahme erfolgte von oben nach unten. Die untersuchten Parameter wurden mit visuellen, olfaktorischen, elektronischen, refraktometrischen, photometrischen und titrimetrischen Verfahren direkt Vor-Ort bestimmt (Tab. 1). Die Bestimmung mittels photometrischen und titrimetrischen Methoden erfolgte mit Testsätzen von Macherey-Nagel.

Zusätzlich wurde an allen Probenahmestellen die Sichttiefe mit Hilfe einer Secchischeibe bestimmt. Dabei wurde eine weiße Scheibe an einem Maßband so weit in die Tiefe abgelassen,

in der sie gerade noch sichtbar war. Diese Tiefe wurde am Maßband abgelesen und dokumentiert.

Darüber hinaus wurde an allen Probenahmestellen die Dicke der Schlammschicht mittels einer modifizierten Lawinensonde bestimmt. Dabei wurde eine Gummischeibe (ca. 10 x 10 cm) auf die Sonde aufgesteckt und fungierte während des Einstechens in den Schlamm als Schleppzeiger. Es wurde jeweils nur ein einzelner Wert aufgenommen.

Tab. 1: Liste der gemessenen Parameter und Messverfahren

| Parameter | Einheit | Messverfahren |
|------------------------|---------|---|
| Sichttiefe | m | Secchischeibe |
| Schlammdicke | m | Punktuelle Messung mittels modifizierter Lawinensonde |
| Gewässertiefe | m | Punktuelle Messung mittels Tauchcomputer (0,5 m ü. Gr.) |
| Aussehen der Probe | - | Visuell |
| Geruch der Probe | - | Olfaktorisch |
| Wasser-Temperatur | °C | Elektronisch |
| O ₂ -Gehalt | mg/l | Elektronisch |
| | % | |
| Leitfähigkeit | µS/cm | Elektronisch |
| pH-Wert | - | Elektronisch |
| Dichte | g/ml | Refraktometrisch |
| Ammonium-Gehalt | mg/l | Photometrisch |
| Nitrit-Gehalt | mg/l | Photometrisch |
| Nitrat-Gehalt | mg/l | Photometrisch |
| Eisen-Gehalt | mg/l | Photometrisch |
| Phosphor-Gehalt | mg/l | Photometrisch |
| Sulfid-Gehalt | mg/l | Photometrisch |
| Gesamthärte | °dH | Titrimetrisch |
| Carbonathärte | °dH | Titrimetrisch |

Die Untersuchungstermine können Abb. 2 entnommen werden.

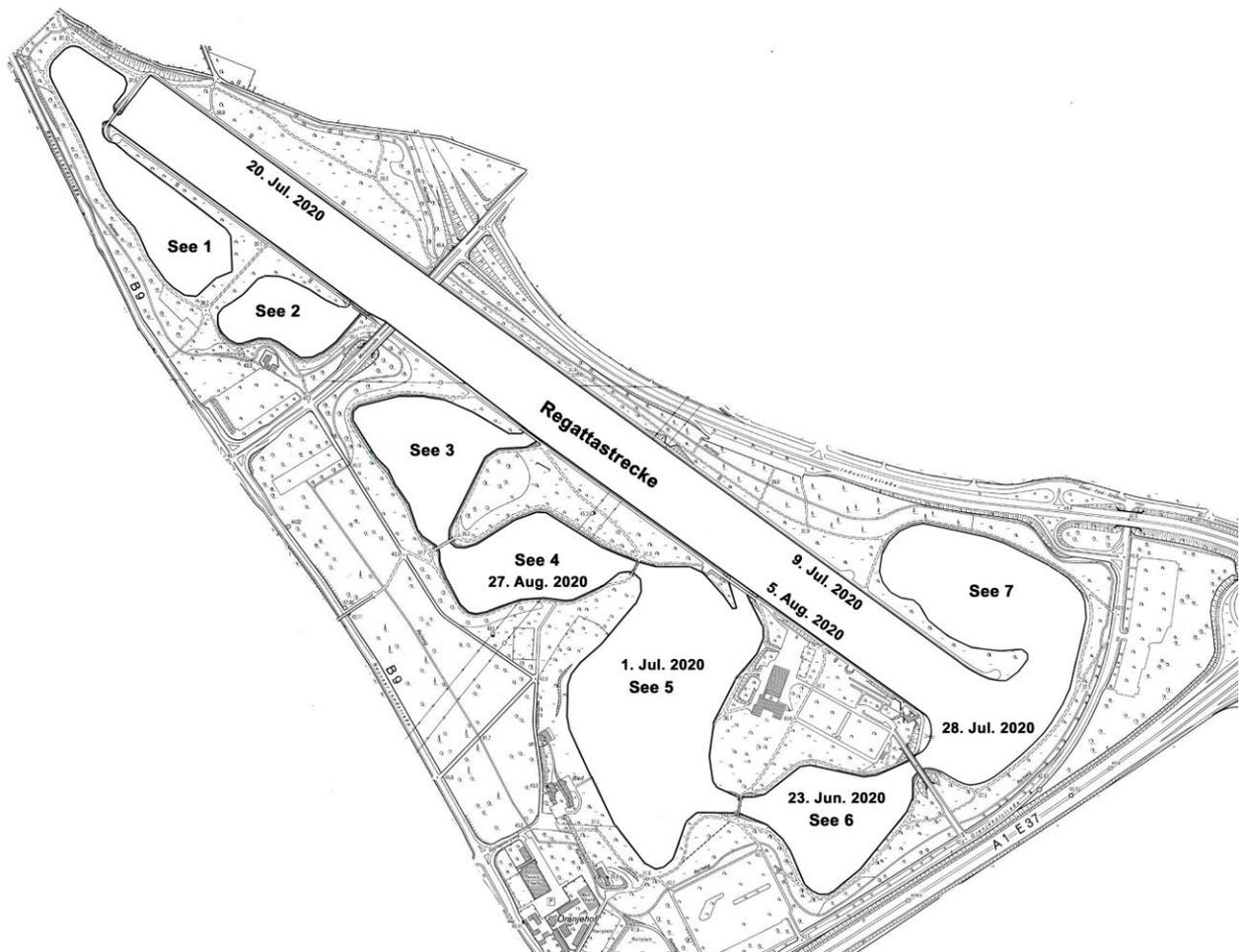


Abb. 2: Untersuchungsgebiete und -termine

4. Ergebnisse der Tauchkartierungen im Jahr 2020

4.1 Makrophytenverbreitung

Im Jahr 2020 wurden die **Armleuchteralge** in der Regattabahn aber auch in Teilen aller untersuchten Seen in dicht bis massenhaft vorkommende Bestände gefunden. Das Vorkommen der Art erstreckt sich, wie auch in den vergangenen Jahren, über alle kartierten Tiefen (ca. 8 m). Die heimische Art, welche in der Regel in sauberen, nährstoffarmen, kalkhaltigen Gewässern vorkommt, tritt, wie im letzten Jahr bereits festgestellt, im gesamten Uferbereich der Seenkette auf. Die Bestandsdichten und Häufigkeiten entwickeln sich gleichbleibend.

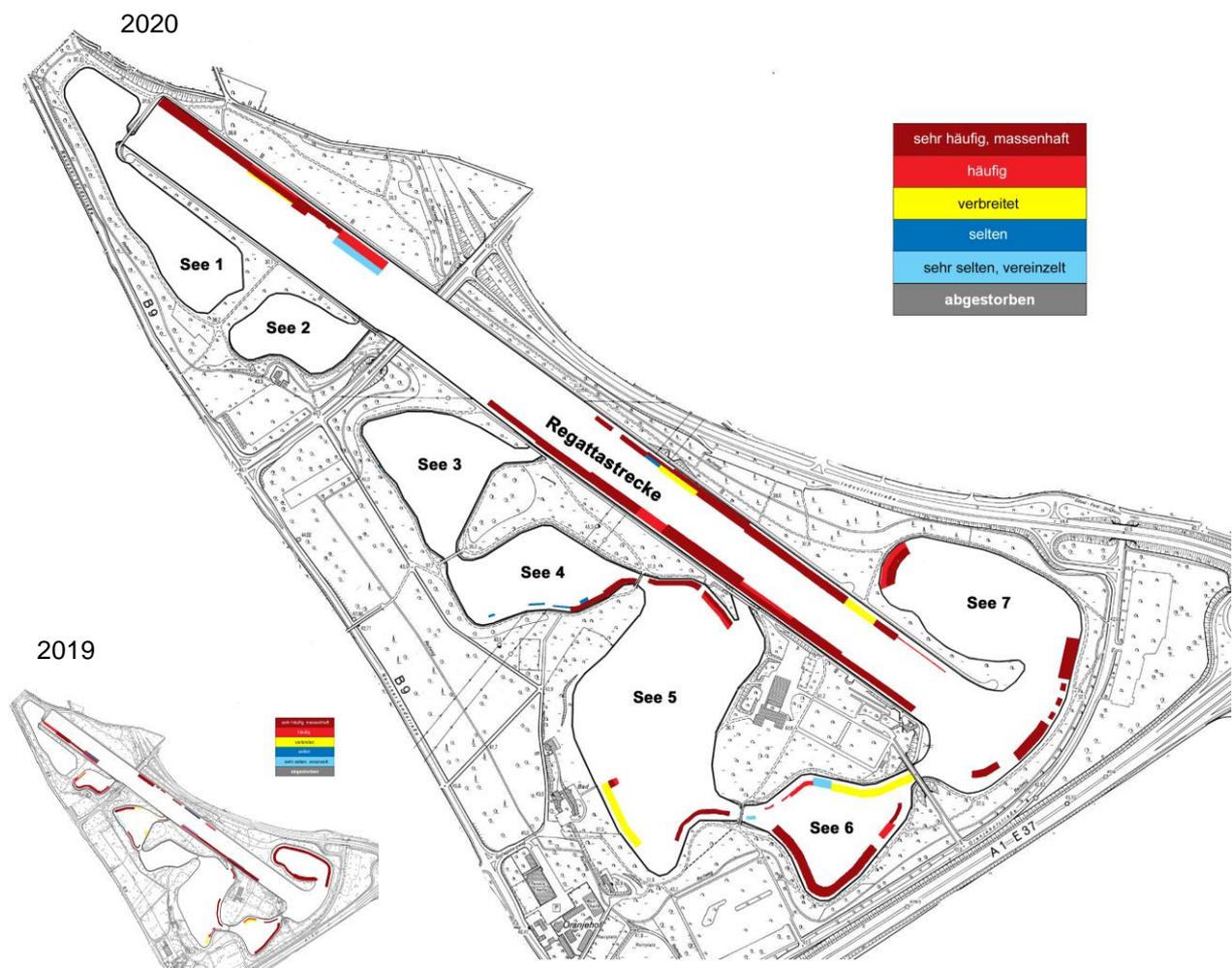


Abb. 3: Verbreitung der Armleuchteralgen in den Untersuchungsgebieten

Seit 2018 sind geringere Bestände des Neophyten **Nadelkraut** (*Crassula helmsii*) in den untersuchten Teilseen gefunden worden. Diese Art steht auf der Schwarzen Liste der invasiven Arten und ein nachhaltiger Rückgang wäre als positiv zu bewerten. Hierbei gilt es den Trend der nächsten Jahre zu beobachten, um von einem erfolgreichen Bestandsrückgang sprechen zu können.

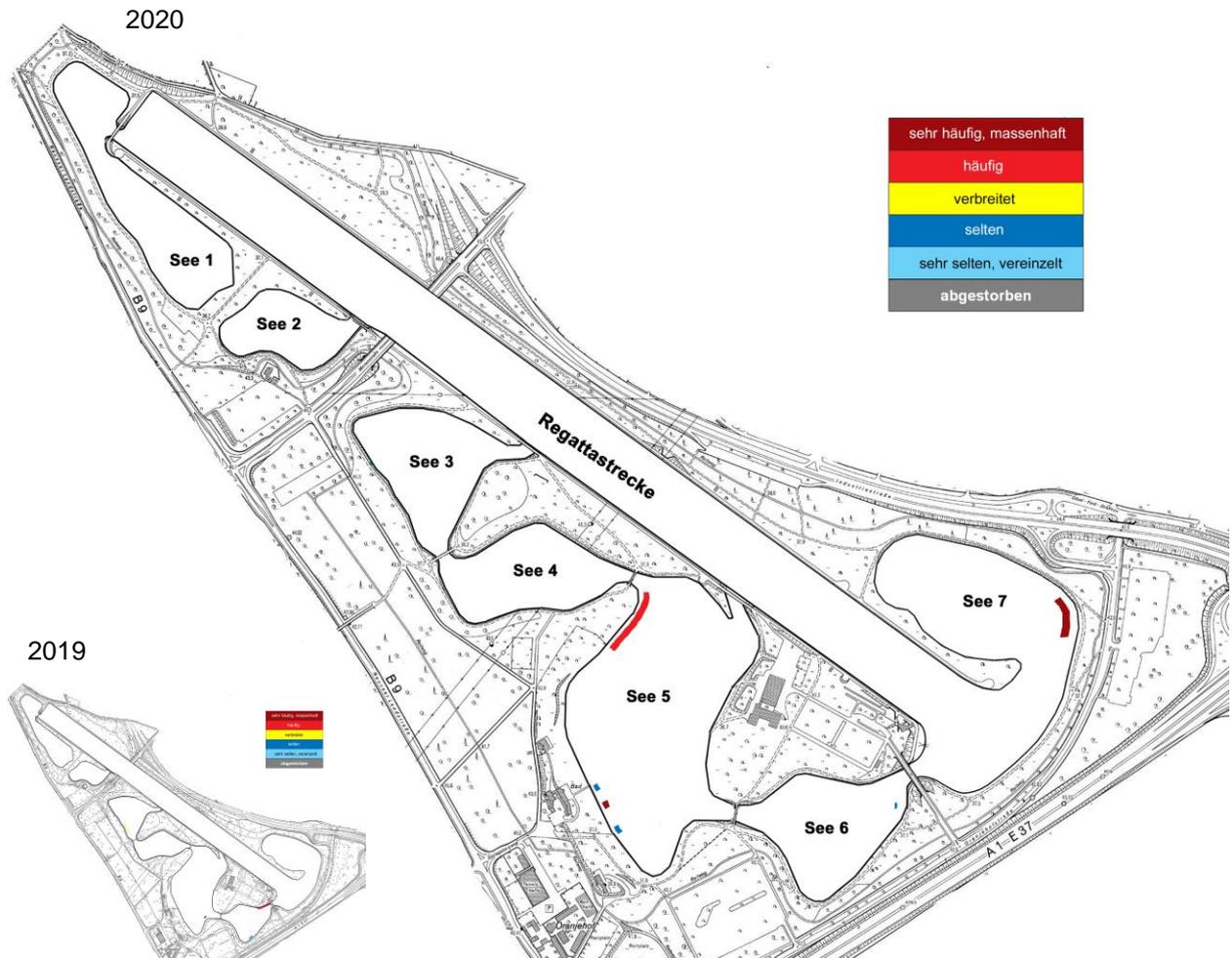


Abb. 4: Verbreitung des Nadelkrauts in den Untersuchungsgebieten

Das **Raue Hornblatt** (*Ceratophyllum demersum*) wurde in ähnlichen Dichten wie im letzten Jahr gefunden. Das Raue Hornblatt ist in nährstoffreichen stehenden oder langsam fließenden Gewässern in ganz Deutschland verbreitet und wächst auf humosen Schlammböden, welche im Fühlinger See in den letzten Jahren immer mächtiger wurden.

Im Auslauf der Regattastrecke kommt die Pflanze in höheren Dichten („häufig“) vor. In den Teilseen kommt die Pflanze nur vereinzelt vor.

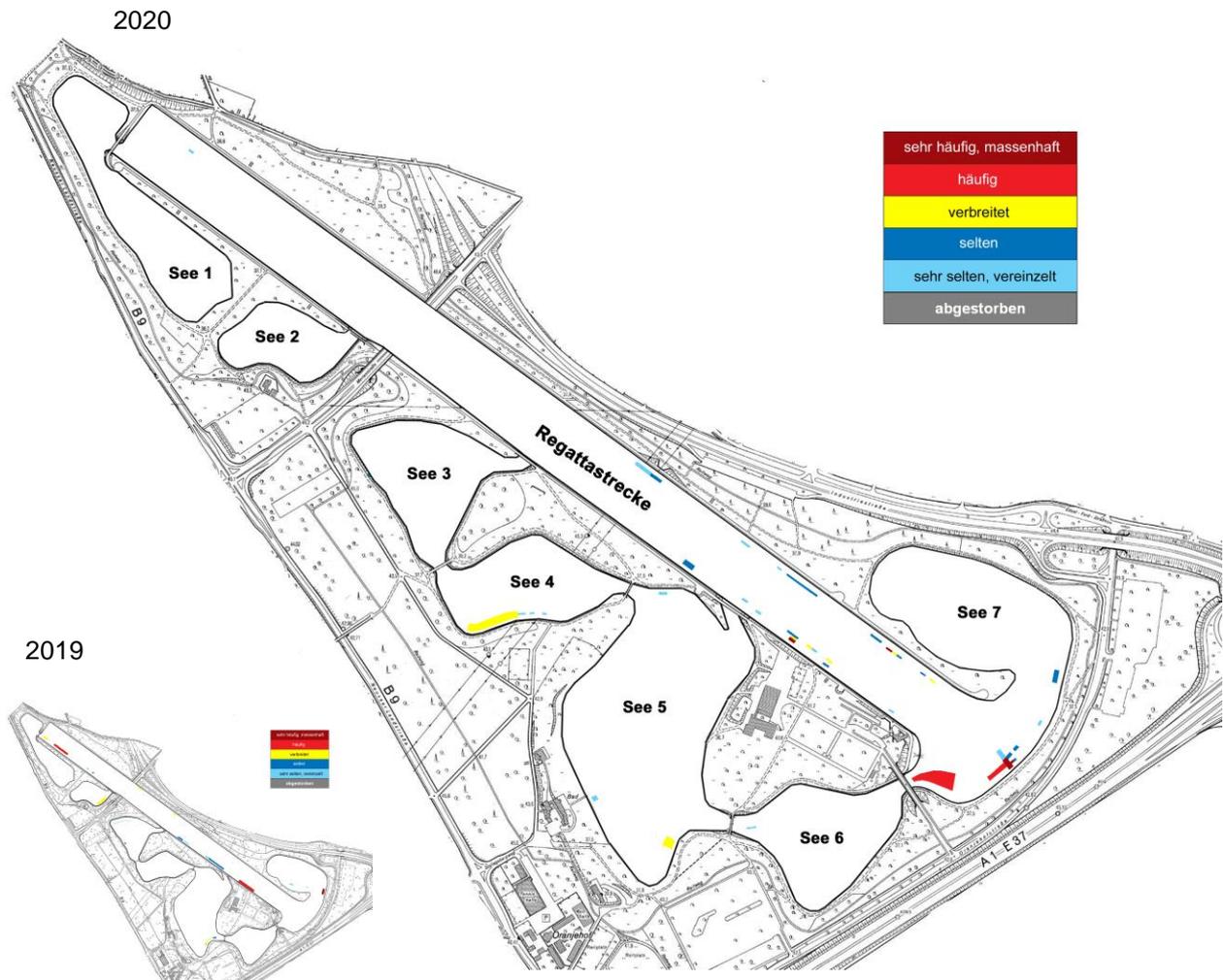


Abb. 5: Verbreitung des Rauhen Hornblatts in den Untersuchungsgebieten

Das eutraphente **Kammlaichkraut** (*Potamogeton pectinatus*) wurde seit 2018 in vergleichbaren, seltenen bis vereinzelt Dichten und Häufigkeiten gefunden (Abb. 6). Nur im See 6 treten auch Massenbestände auf. Es ist sowohl in oligo- als auch in eutrophen langsam fließenden oder stehenden Gewässern zu finden und wächst auf Schlamm Böden.

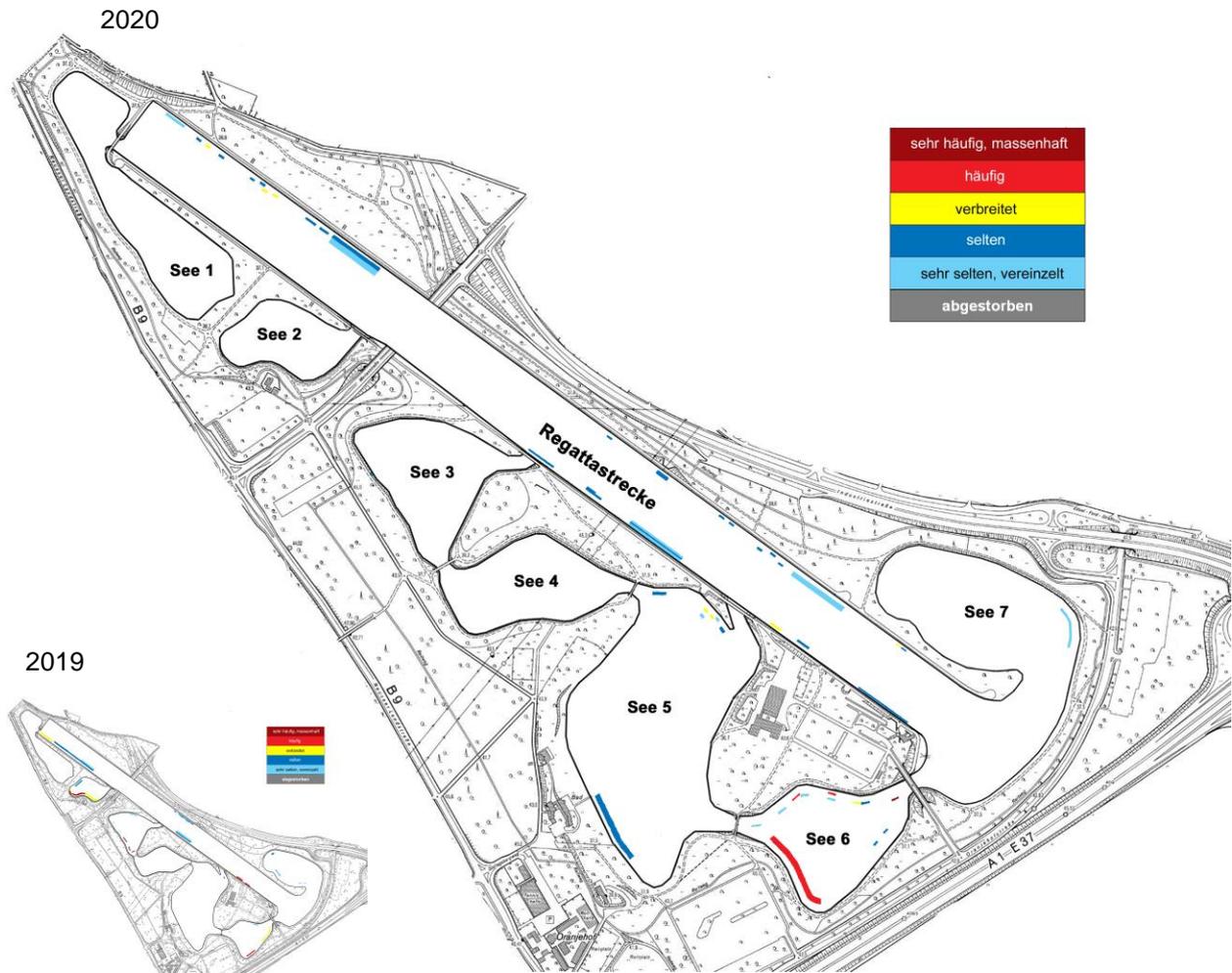


Abb. 6: Verbreitung des Kammlaichkrautes in den Untersuchungsgebieten

Das **Durchwachsene Laichkraut** (*Potamogeton perfoliatus*) wurde in ähnlichen Dichten und Häufigkeiten gefunden, wie in den letzten Jahren. Die Art wurde wie im letzten Jahr nur in See 5, im Vergleich zum letzten Jahr in diesem Jahr jedoch am Westufer, im Bereich des Schwimmbades, vereinzelt in größeren Beständen („verbreitet“) kartiert (Abb. 7). Die Art kommt in stehenden und langsam fließenden, nährstoffreichen Gewässern mit humosem Schlamm Boden vor. Bei starker Eutrophierung verschwindet die Pflanze.

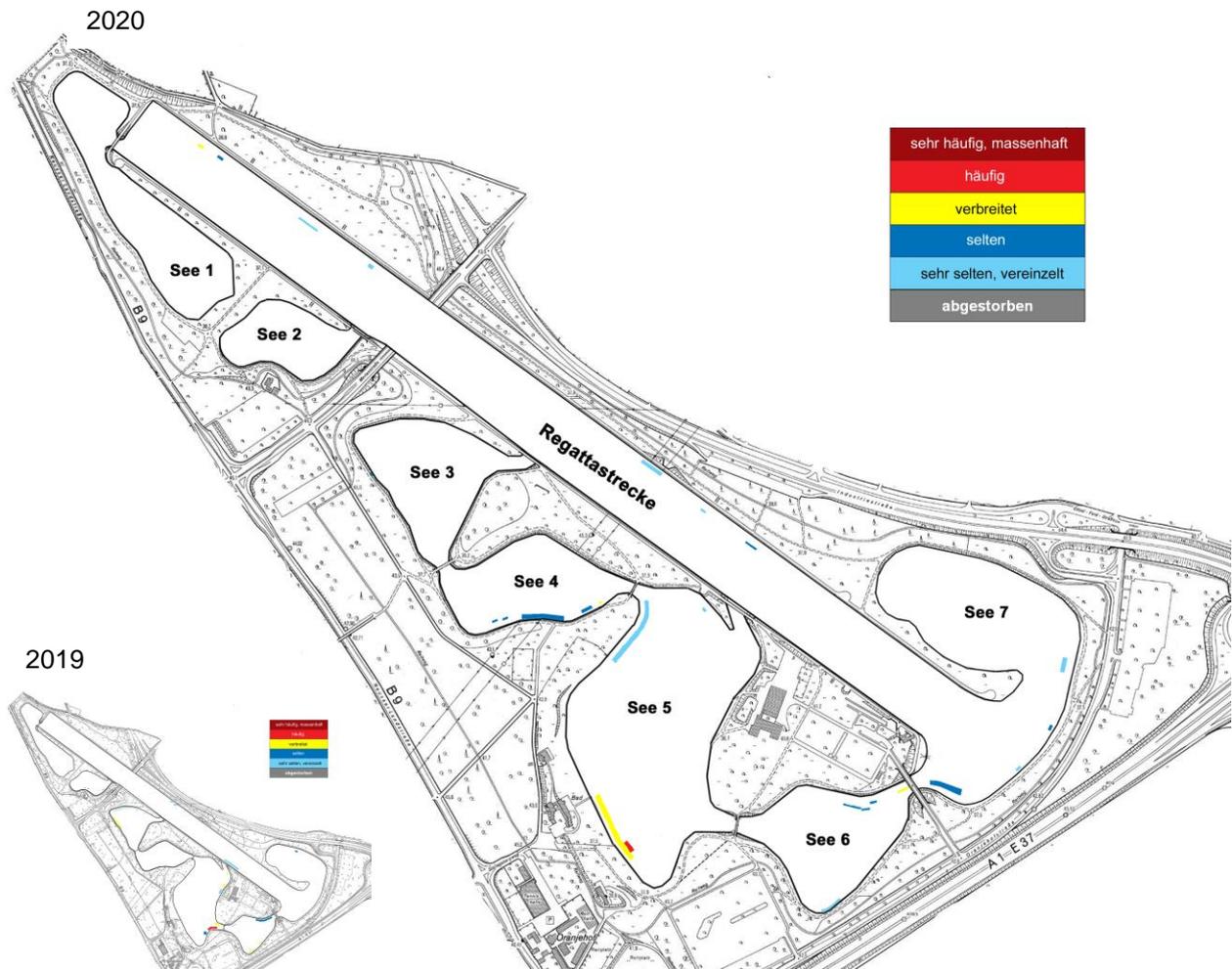


Abb. 7: Verbreitung des Durchwachsenen Laichkrautes in den Untersuchungsgebieten

Das **Glänzende Laichkraut** (*Potamogeton lucens*) wurde ebenfalls in ähnlichen Dichten und Häufigkeiten gefunden wie 2019. Massenbestände sind hauptsächlich am Südufer des See 5 sowie im Auslauf der Regattabahn zu finden. Die Pflanze wächst ähnlich wie das Durchwachsene Laichkraut in nährstoffreichen Gewässern.

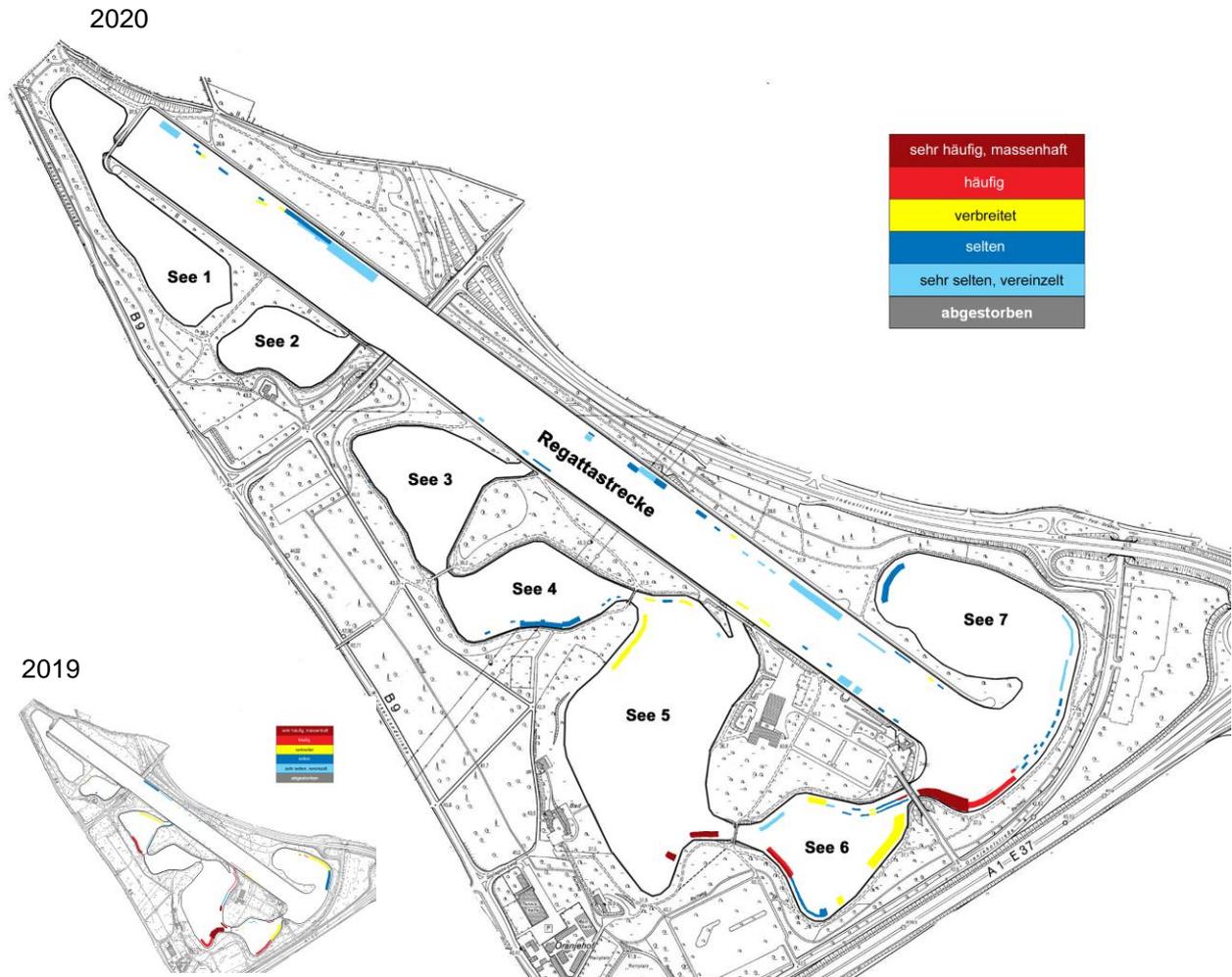


Abb. 8: Verbreitung des Glänzenden Laichkrautes in den Untersuchungsgebieten

Weitere gefundene Pflanzenarten waren das Krause Laichkraut (*Potamogeton crispus*), das Zwerglaichkraut (*Potamogeton pusillus* als Einzelfund), die Kanadische Wasserpest (*Elodea canadensis* als Einzelfund), die Nuttalls Wasserpest (*Elodea nuttallii*), das Tausendblatt (*Myriophyllum sp.*), der Wasserschlauch (*Utricularia sp.*), der Indische Wasserfreund (*Hygrophila polysperma*) und das Schilfrohr (*Phragmites australis*) als emerse Wasserpflanze der Uferbereich. Insgesamt wurde in den meisten untersuchten Teilseen eine tendenziell gute Pflanzenvielfalt mit einer vergleichbaren Tendenz zum Vorjahr festgestellt.

Die Vorkommen von insgesamt 29 höheren Pflanzenarten und sechs verschiedenen Armeleuchteralgen-Arten konnten bis zum Jahr 2020 für den Fühlinger See dokumentiert werden (Tab. 2).

Tab. 2: Bisher im Fühlinger See nachgewiesene Makrophyten

| Wissenschaftlicher Name | Deutscher Name | |
|---|--|--------------------------------------|
| <i>Ceratophyllum demersum</i> | Rauhes Hornblatt | |
| <i>Crassula helmsii</i> | Nadelkraut | |
| <i>Elodea nuttallii</i> | Wasserpest Nuttalls Wasserpest, ca. 90% | |
| <i>Elodea canadensis</i> | | Kanadische Wasserpest, ca. 10% |
| <i>Lagarosiphon major</i> (Ridl.) Moss | | Wechselblatt-Wasserpest (Einzelfund) |
| <i>Hygrophila polysperma</i> | Indischer Wasserfreund | |
| <i>Sagittaria</i> sp. | Pfeilkraut | |
| <i>Callitriche</i> sp. | Wasserstern | |
| <i>Zannichellia palustris</i> | Teichfaden | |
| <i>Myriophyllum spicatum</i> | Ähriges Tausendblatt | |
| <i>Potamogeton pectinatus</i> | Fadenförmige Laichkräuter Kamm-Laichkraut, ca. 90% | |
| <i>Potamogeton berchtoldii</i> | | Kleines Laichkraut, ca. 5% |
| <i>Potamogeton pusillus</i> | | Zwerg-Laichkraut, ca. 5% |
| <i>Potamogeton crispus</i> | Krauses Laichkraut | |
| <i>Potamogeton lucens</i> | Glänzendes Laichkraut | |
| <i>Potamogeton perfoliatus</i> | Durchwachsenes Laichkraut | |
| <i>Potamogeton x nitens</i> WEBER | Schimmerndes Laichkraut | |
| <i>Ranunculus circinatus</i> | Spreizender Hahnenfuß | |
| <i>Ranunculus trichophyllus</i> | Haarblättriger Hahnenfuß | |
| <i>Lysimachia nummularia</i> | Pfennig-Gilbweiderich | |
| <i>Utricularia</i> sp. | Wasserschlauch | |
| <i>Nitellopsis obtusa</i> | Armleuchteralgen Stern-Armleuchteralge | |
| <i>Nitella opaca</i> | | Dunkle Glanzleuchteralge |
| <i>Nitella mucronata</i> | | Stachelspitzige Glanzleuchteralge |
| <i>Chara contraria</i> | | Gegensätzliche Armleuchteralge |
| <i>Chara vulgaris</i> | | Gemeine Armleuchteralge |
| <i>Nitella flexilis</i> | | Biegsame Armleuchteralge |
| | Pflanzen der Uferzone | |
| <i>Phragmites australis</i> | Schilfrohr | |
| <i>Nuphar lutea</i> , Syn. <i>Nuphar luteum</i> | Gelbe Teichrose | |

4.2. Die Tiefenverbreitung der Makrophyten

In vielen nährstoffbelasteten Seen ist der durch Planktonalgen verursachte Lichtmangel der limitierende Faktor für die Tiefenverbreitung submerser Makrophyten. Fehlen andere, den Lichteinfall hemmende Faktoren wie Huminsäuren, aufgewühltes Feinsediment oder die Beschattung durch Bäume, können die festgestellten Maximaltiefen Rückschlüsse auf den Belastungszustand des Gewässers geben (s. Tab. 3).

Tab. 3: Beziehung zwischen Trophie und Makrophyten-Tiefengrenzen
(nach Hoesch & Buhle 1996 in Pott & Remy 2000)

| | oligotroph | mesotroph | eutroph | polytroph | hypertroph |
|------------------|-------------------|------------------|----------------|------------------|-------------------|
| mittl. Tiefe (m) | > 9,0 | >3,6 | >0,6 | <0,6 | 0,0 |
| max. Tiefe (m) | >12,0 | >5,3 | >1,3 | <1,3 | 0,0 |

Die Vorkommen von Makrophyten reichten im Jahr 2020 gemäß der Tauchkartierung meist bis in ca. 5 m Tiefe, der Armelechteralgen bis in ca. 8 m Tiefe.

Damit sind alle untersuchten Teilseen des Fühlinger Sees in eine Trophiestufe einzuordnen, die als mesotroph bezeichnet werden kann. Kleinere Unterschiede zwischen aber auch innerhalb der Teilseen sind erkennbar.

Dies hat sich in den letzten Jahren nicht nachteilig verändert, sodass der See insgesamt als stabil eingestuft werden kann.

In allen Untersuchungsabschnitten wurden ab einer Tiefe von ca. 3 m zum Teil eine deutliche Schlammschicht auf der Sohle und organische Auflagen auf den Wasserpflanzen gefunden, welche für eine hohe Nährstoffumsetzung im System, auch bedingt durch exogene Einträge sprechen. Mineralische (weiße) Überzüge auf Pflanzen deuten auf eine biogene Entkalkung hin, welche üblicherweise in Seen und Teichen im Sommer auftritt. Dabei entziehen Wasserpflanzen den benötigten Kohlenstoff zur Photosynthese dem Calciumkarbonat, wenn das gelöste CO₂ im Wasser aufgebraucht ist und es fällt Kalk aus, wobei der pH-Wert ansteigt.

Durch das sehr harte Wasser im Fühlinger See, teilweise mit einer Carbonathärte von > 20 dH, ist dieser Prozess im See an Armelechteralgen und auch an anderen Makrophyten wie bereits in den letzten Jahren zu beobachten.

4.3. Physikalisch-chemische Untersuchung

Im östlichen **Startbereich der Regattastrecke** wurde eine Sichttiefe mit 5,2 m bei einer Wassertiefe von 10 m festgestellt. Licht kann somit „nur knapp“ bis in die tieferen Wasserschichten durchdringen. Die lichtdurchflutete Schicht und damit die Produktionsschicht von Sauerstoff und Biomasse reichen jedoch bis zu einer Tiefe von 7,5 m (Maximum des Sauerstoffgehaltes mit ca. 14 mg/l). Die Sauerstoffsättigung liegt jedoch bei ca. 150%, sodass davon auszugehen ist, dass ein Teil des gelösten Sauerstoffs ausgast.

Die Produktion von Biomasse, festzustellen an den sehr hohen Sauerstoff- und geringen Nährstoffgehalten im See, scheint im See allgemein sehr effizient, da remineralisierte Nährstoffe unmittelbar wieder in Biomasse umgewandelt werden und somit nicht messbar sind.

Tab. 4: Physikalisch-chemische Messungen im Fühlinger See, Regatta Start Ostufer am 20.07.2020

| Untersuchungsdatum: 20.07.2020 | | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------|
| Gewässerabschnitt | Fühlinger See, Regatta Start Ostufer | Luft-Temperatur (°C) | 22,4 |
| Ort der Probenahme | Zw. Laterne 49 und 250 m | Wolken | Schleierwolken |
| Sichttiefe (m) | 5,2 | Niederschläge | Keine |
| Uhrzeit | 19:40 | Wind | Schwach |
| Sedimentdicke (m) | 1,5 - 2 | Windrichtung | - |

| Wassertiefe | | 0,1 | 2,5 | 5 | 7,5 | 10 | 10 |
|------------------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | 0,5 > Grund |
| | Einheit | m | m | m | m | m | m |
| Aussehen der Probe | - | klar | klar | klar | klar | klar | klar |
| Geruch der Probe | - | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig |
| Wasser-Temperatur | °C | 21,4 | 21,1 | 21,1 | 20,6 | - | 18,9 |
| O ₂ -Gehalt | mg/l | 12,53 | 12,42 | 12,72 | 13,91 | - | 13,80 |
| | % | 139,0 | 140,0 | 142,1 | 153,9 | - | 149,7 |
| Leitfähigkeit | µS/cm | 620 | 703 | 712 | 729 | - | 760 |
| pH-Wert | - | 8,70 | 8,66 | 8,57 | 8,45 | - | 8,10 |
| Dichte | g/ml | 1,001 | 1,001 | 1,000 | 1,000 | - | 1,000 |
| Ammonium-Gehalt | mg/l | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | - | 0,2 |
| Nitrit-Gehalt | mg/l | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,02 | - | <0,02 |
| Nitrat-Gehalt | mg/l | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | - | <4,0 |
| Eisen-Gehalt | mg/l | <0,04 | <0,04 | <0,04 | <0,04 | - | <0,04 |
| Phosphat-Gehalt | mg/l | <0,6 | <0,6 | <0,6 | <0,6 | - | <0,6 |
| Sulfid-Gehalt | mg/l | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | - | <0,05 |
| Gesamthärte | °dH | 16,0 | 15,0 | 14,0 | 15,0 | - | 15,0 |
| Carbonathärte | °dH | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 10,0 | - | 11,0 |

Im **Zielbereich des Ostufers der Regattastrecke** wurde eine Sichttiefe von 7,9 m bei einer Wassertiefe von ca. 11 m festgestellt. Licht kann somit bis in die tieferen Wasserschichten durchdringen. Anhand der Sauerstoff- und Temperaturwerte liegt die Sprungschicht höchstwahrscheinlich bei 7,5 m. Dennoch sind bis auf die Gewässersohle hohe Sauerstoffgehalte bis zu 15,6 mg/l zu finden, welche vermutlich durch hohe Bestände von Makrophyten erzeugt werden (vgl. Kap. 4.1). Das spricht für eine gute Tiefenbelüftung, der aeroben Stoffabbau ermöglicht. Hohe Ammonium- und hohe Phosphatgehalte über der Sohle deuten auf diese abbauenden, respiratorischen Prozesse hin, was einer normalen mikrobiologischen Nährstoffumsetzung im Gewässer entspricht.

Die Sauerstoffsättigung liegt jedoch zwischen 110 - 170%, sodass davon auszugehen ist, dass ein Teil des gelösten Sauerstoffs ausgast.

Tab. 5: Physikalisch-chemische Messungen im Fühlinger See, Regatta Ziel Ostufer am 09.07.2020

| Untersuchungsdatum: 09.07.2020 | | | |
|---------------------------------------|--|----------------------|------|
| Gewässerabschnitt | Fühlinger See, Regatta Ziel Ostufer | Luft-Temperatur (°C) | 21,8 |
| Ort der Probenahme | Bei 1800 m | Wolken | - |
| Sichttiefe (m) | 7,9 | Niederschläge | - |
| Uhrzeit | 20:15 | Wind | - |
| Sedimentdicke (m) | 1,3 | Windrichtung | - |

| Wassertiefe | | 0,1 | 2,5 | 5 | 7,5 | 10 | 11 |
|------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|
| | | | | | | | 0,5 > Grund |
| | Einheit | m | m | m | m | m | m |
| Aussehen der Probe | - | klar | klar | klar | klar | klar | klar |
| Geruch der Probe | - | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig |
| Wasser-Temperatur | °C | 18,7 | 18,7 | 17,8 | 16,1 | 15,4 | 14,3 |
| O ₂ -Gehalt | mg/l | 10,42 | 12,72 | 14,24 | 17,75 | 16,30 | 15,60 |
| | % | 110,9 | 111,0 | 155,4 | 178,0 | 173,6 | 171,0 |
| Leitfähigkeit | µS/cm | 742 | 674 | 726 | 803 | 800 | 879 |
| pH-Wert | - | 8,40 | 8,32 | 8,01 | 7,64 | 7,68 | 7,39 |
| Dichte | g/ml | 1,001 | 1,002 | 1,002 | 1,002 | 1,003 | 1,003 |
| Ammonium-Gehalt | mg/l | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 1,2 |
| Nitrit-Gehalt | mg/l | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,07 | 0,05 | 0,02 |
| Nitrat-Gehalt | mg/l | < 4,0 | < 4,0 | < 4,0 | < 4,0 | < 4,0 | < 4,0 |
| Eisen-Gehalt | mg/l | <0,04 | <0,04 | <0,04 | <0,04 | <0,04 | <0,04 |
| Phosphat-Gehalt | mg/l | < 0,6 | < 0,6 | < 0,6 | < 0,6 | < 0,6 | 1,5 |
| Sulfid-Gehalt | mg/l | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Gesamthärte | °dH | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 18,0 | 19,0 | 21,0 |
| Carbonathärte | °dH | 12,0 | 11,0 | 13,0 | 15,0 | 15,0 | 18,0 |

Im **Zielbereich des Westufers der Regattastrecke** wurde eine Sichttiefe von 6,3 m bei einer bei einer Wassertiefe von ca. 8 m festgestellt. Licht kann somit bis in die tieferen Wasserschichten durchdringen. Anhand der Sauerstoff- und Temperaturwerte ist zu sehen, dass es zum Zeitpunkt der Kartierung keine Sprungschicht gab, da die Sauerstoffproduktion bis zur Gewässersohle auf ca. 15 mg/l ansteigt. Die hohen Sauerstoffkonzentrationen werden vermutlich durch hohe Bestände von Makrophyten erzeugt (vgl. Kap. 4.1). Das spricht für eine gute Tiefenbelüftung und aeroben Stoffabbau. Sinkende Sauerstoff- und hohe Phosphatgehalte sind, wie am Westufer, für eine funktionierende mikrobielle Stoffumsetzung ein Indiz.

Die Sauerstoffsättigung liegt jedoch zwischen 140 - 170%, sodass davon auszugehen ist, dass ein Teil des gelösten Sauerstoffs ausgast.

Tab. 6: Physikalisch-chemische Messungen im Fühlinger See, Regatta Ziel Westufer am 05.08.2020

| Untersuchungsdatum: 05.08.2020 | | | |
|---------------------------------------|---|----------------------|-----------|
| Gewässer | Fühlinger See, Regatta Ziel Westufer | Luft-Temperatur (°C) | 29,9 |
| Ort der Probenahme | Bei 1800 m | Wolken | wolkenlos |
| Sichttiefe (m) | 6,3 | Niederschläge | keine |
| Uhrzeit | 19:45 | Wind | windstill |
| Sedimentdicke (m) | 0,65 | Windrichtung | |

| Wassertiefe | | 0,1 | 2,5 | 5 | 7,5 | 10 | 8 |
|------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|
| | | | | | | | 0,5 > Grund |
| | Einheit | m | m | m | m | M | m |
| Aussehen der Probe | - | klar | klar | klar | klar | Klar | leicht trüb |
| Geruch der Probe | - | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig | Unauffällig | unauffällig |
| Wasser-Temperatur | °C | 23,3 | 22,9 | 22,7 | - | - | 21,7 |
| O ₂ -Gehalt | mg/l | 12,51 | 12,79 | 12,60 | - | - | 15,32 |
| | % | 146,4 | 148,4 | 136,3 | - | - | 173,7 |
| Leitfähigkeit | µS/cm | 678 | 691 | 692 | - | - | 772 |
| pH-Wert | - | 8,36 | 8,33 | 8,31 | - | - | 7,70 |
| Dichte | g/ml | 1,000 | 1,000 | 1,000 | - | - | 1,001 |
| Ammonium-Gehalt | mg/l | <0,1 | <0,1 | <0,1 | - | - | <0,1 |
| Nitrit-Gehalt | mg/l | <0,02 | <0,02 | <0,02 | - | - | 0,03 |
| Nitrat-Gehalt | mg/l | <4,0 | <4,0 | <4,0 | - | - | <4,0 |
| Eisen-Gehalt | mg/l | <0,04 | <0,04 | <0,04 | - | - | <0,04 |
| Phosphat-Gehalt | mg/l | 0,8 | 0,8 | 0,7 | - | - | 1,3 |
| Sulfid-Gehalt | mg/l | <0,05 | <0,05 | <0,05 | - | - | <0,05 |
| Gesamthärte | °dH | 15,0 | 18,0 | 17,0 | - | - | 19,0 |
| Carbonathärte | °dH | 10,0 | 10,0 | 11,0 | - | - | 12,0 |

Am **Auslauf der Regattastrecke** wurde eine Sichttiefe von 6,9 m bei einer Wassertiefe von ca. 12 m bestimmt. Die lichtdurchflutete Schicht und damit die Produktionsschicht von Sauerstoff und Biomasse reicht bis auf die Gewässersohle (Maximum des Sauerstoffgehaltes mit 24,4 mg/l). Die Sauerstoffsättigung liegt jedoch zwischen 150 – 250 %, sodass davon auszugehen ist, dass ein Teil des gelösten Sauerstoffs ausgast. Die gute Sauerstoffversorgung sowie steigende Phosphat- und Ammoniumgehalte mit zunehmender Tiefe deuten hier auf abbauende, respiratorische Prozesse hin.

Die leicht erhöhten Eisenwerte über der Gewässersohle können sowohl durch den Grundwasserzustrom bedingt sein, als auch durch Freisetzung aus dem Sediment in die Wassersäule gelangen.

Tab. 7: Physikalisch-chemische Messungen im Fühlinger See, Regatta Auslauf am 28.07.2020

| Untersuchungsdatum: 28.07.2020 | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|---------|
| Gewässer | Fühlinger See, Regatta Auslauf | Luft-Temperatur (°C) | 24,8 |
| Ort der Probenahme | | Wolken | bewölkt |
| Sichttiefe (m) | 6,9 | Niederschläge | keine |
| Uhrzeit | 19:30 | Wind | 3 BF |
| Sedimentdicke (m) | 0,26 | Windrichtung | West |

| Wassertiefe | | 0,1 | 2,5 | 5 | 7,5 | 10 | 12,4 |
|------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|
| | | | | | | | 0,5 > Grund |
| | Einheit | m | m | m | m | m | m |
| Aussehen der Probe | - | klar | klar | klar | klar | klar | klar |
| Geruch der Probe | - | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig |
| Wasser-Temperatur | °C | 21,1 | 21,4 | 21,4 | 21,0 | 17,6 | 17,3 |
| O ₂ -Gehalt | mg/l | 13,40 | 13,46 | 13,46 | 15,55 | 24,40 | 24,40 |
| | % | 154,0 | 152,2 | 152,5 | 174,6 | 253,0 | 253,0 |
| Leitfähigkeit | µS/cm | 701 | 697 | 698 | 703 | 929 | 953 |
| pH-Wert | - | 8,39 | 8,34 | 8,34 | 8,31 | 7,13 | 7,20 |
| Dichte | g/ml | 1,001 | 1,001 | 1,001 | 1,002 | 1,002 | 1,002 |
| Ammonium-Gehalt | mg/l | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,4 | 0,4 |
| Nitrit-Gehalt | mg/l | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,20 | 0,24 |
| Nitrat-Gehalt | mg/l | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | 4,1 | 4,2 |
| Eisen-Gehalt | mg/l | <0,04 | <0,04 | <0,04 | 0,07 | 0,11 | 0,10 |
| Phosphat-Gehalt | mg/l | <0,06 | <0,06 | <0,06 | <0,06 | 3,3 | 5,1 |
| Sulfid-Gehalt | mg/l | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Gesamthärte | °dH | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 13,0 | 24,0 | 30,0 |
| Carbonathärte | °dH | 11,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 18,0 | 18,0 |

Die erhöhte Nitritkonzentration sollte beobachtet werden, da sie für eine nicht vollständig ablaufende Nitrifikation sprechen könnte. Normalerweise wird Ammoniak über die Zwischenstufe Nitrit unmittelbar in Nitrat umgewandelt und somit ist Nitrit im System eigentlich nicht messbar. Aus biologischer Sicht ist das sinnvoll, da Nitrit ein Zellgift ist. Eine Populationsstörung der Nitrit-

abbauenden Bakterien könnte somit dramatische Folgen für ein Ökosystem haben. Bei hohen Nährstoffeinträgen oder hohem Anteil abgestorbenen organischen Materials kann es natürlicherweise zu solch einem Anstieg kommen, welcher jedoch meist nur kurzzeitig ist.

Im **See 4** wurde eine Sichttiefe mit 3,6 m bei einer Wassertiefe von 11,5 m festgestellt. Licht kann somit nicht bis in die tieferen Wasserschichten durchdringen. Die lichtdurchflutete Schicht und damit die Produktionsschicht von Sauerstoff und Biomasse reicht daher nur bis zu einer Tiefe von 5 m (Maximum des Sauerstoffgehaltes mit 10,8 mg/l).

Die Produktion von Biomasse, festzustellen an den sehr hohen Sauerstoff- und geringen Nährstoffgehalten im See, scheint im See allgemein sehr effizient, da remineralisierte Nährstoffe unmittelbar wieder in Biomasse umgewandelt werden und somit nicht messbar sind.

Tab. 8: Physikalisch-chemische Messungen im Fühlinger See, See 4 am 27.08.2020

| Untersuchungsdatum: 27.08.2020 | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------|---------|
| Gewässerabschnitt | Fühlinger See, See 4 | Luft-Temperatur (°C) | 22,4 |
| Ort der Probenahme | | Wolken | Schleie |
| Sichttiefe (m) | 3,6 | Niederschläge | keine |
| Uhrzeit | 20:00 | Wind | mäßig |
| Sedimentdicke (m) | 0,25 | Windrichtung | Süd |

| Wassertiefe | | 0,1 | 2,5 | 5 | 7,5 | 10 | 11,5 |
|------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|
| | | | | | | | 0,5 > Grund |
| | Einheit | m | m | m | m | m | m |
| Aussehen der Probe | - | klar | klar | klar | klar | klar | klar |
| Geruch der Probe | - | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig |
| Wasser-Temperatur | °C | 21,6 | 21,9 | 21,5 | 20,3 | - | 19,0 |
| O ₂ -Gehalt | mg/l | 10,50 | 10,06 | 10,84 | 9,35 | - | 7,40 |
| | % | 119,4 | 115,4 | 123,2 | 103,6 | - | 80,1 |
| Leitfähigkeit | µS/cm | 705 | 689 | 705 | 709 | - | 741 |
| pH-Wert | - | 8,72 | 8,77 | 8,36 | 8,10 | - | 7,99 |
| Dichte | g/ml | 1,001 | 1,001 | 1,001 | 1,001 | - | 1,001 |
| Ammonium-Gehalt | mg/l | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | - | 0,7 |
| Nitrit-Gehalt | mg/l | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | - | 0,06 |
| Nitrat-Gehalt | mg/l | <4,0 | <4,0 | <4,0 | <4,0 | - | <4,0 |
| Eisen-Gehalt | mg/l | <0,04 | <0,04 | <0,04 | <0,04 | - | <0,04 |
| Phosphat-Gehalt | mg/l | <0,06 | <0,06 | <0,06 | <0,06 | - | <0,06 |
| Sulfid-Gehalt | mg/l | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | - | <0,05 |
| Gesamthärte | °dH | 19,0 | 17,0 | 17,0 | 17,0 | - | 19,0 |
| Carbonathärte | °dH | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | - | 13,0 |

Im **See 5** wurde eine Sichttiefe von 9 m bei einer Wassertiefe von ca. 14 m bestimmt. Die lichtdurchflutete Schicht und damit die Produktionsschicht von Sauerstoff und Biomasse reicht bis zu einer Tiefe von 7,5 m (Maximum des Sauerstoffgehaltes mit 18 mg/l). Darunter sinkt der Sauerstoffgehalt bis auf 7 mg/l über der Gewässersohle. Die Sauerstoffsättigung liegt allerdings zwischen 120 - 184 %, sodass davon auszugehen ist, dass ein Teil des gelösten Sauerstoffs ausgast.

Die gute Sauerstoffversorgung sowie steigende Phosphat- und Nitratgehalte mit zunehmender Tiefe deuten hier auf abbauende, respiratorische Prozesse hin.

Tab. 9: Physikalisch-chemische Messungen im Fühlinger See, See 5 am 01.07.2020

| Untersuchungsdatum: 01.07.2020 | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------|---------|
| Gewässer | Fühlinger See, See 5 | Luft-Temperatur (°C) | 20 |
| Ort der Probenahme | | Wolken | bewölkt |
| Sichttiefe (m) | 9 | Niederschläge | Schauer |
| Uhrzeit | 20:00 | Wind | schwach |
| Sedimentdicke (m) | 0,6 | Windrichtung | West |

| Wassertiefe | | 0,1 | 2,5 | 5 | 7,5 | 10 | 14,1 |
|------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|
| | | | | | | | 0,5 > Grund |
| | Einheit | m | m | m | m | m | m |
| Aussehen der Probe | - | klar | klar | klar | klar | klar | leicht trüb |
| Geruch der Probe | - | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig | leicht muffig |
| Wasser-Temperatur | °C | 19,9 | 20,0 | 19,6 | 16,5 | 14,7 | 13,8 |
| O ₂ -Gehalt | mg/l | 10,72 | 10,71 | 12,80 | 18,00 | 13,43 | 7,09 |
| | % | 118,5 | 118,8 | 140,2 | 184,4 | 133,5 | 70,7 |
| Leitfähigkeit | µS/cm | 612 | 713 | 747 | 799 | 821 | 912 |
| pH-Wert | - | 8,13 | 8,30 | 8,20 | 8,60 | 7,92 | 7,53 |
| Dichte | g/ml | 1,001 | 1,001 | 1,001 | 1,002 | 1,002 | 1,002 |
| Ammonium-Gehalt | mg/l | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 1,0 |
| Nitrit-Gehalt | mg/l | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,08 | 0,06 |
| Nitrat-Gehalt | mg/l | <4,0 | <4,0 | 5,8 | 4,7 | 7 | 5 |
| Eisen-Gehalt | mg/l | <0,04 | <0,04 | <0,04 | <0,04 | <0,04 | <0,04 |
| Phosphat-Gehalt | mg/l | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 1,5 | 2,6 | 3,5 |
| Sulfid-Gehalt | mg/l | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Gesamthärte | °dH | 17,0 | 17,0 | 16,0 | 15,0 | 18,0 | 27,0 |
| Carbonathärte | °dH | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 13,0 | 14,0 | 17,0 |

Im **See 6** wurde im Bereich der Tiefenbelüftungsanlage (TiBeAn) eine Sichttiefe von 6,5 m bestimmt. Demnach reicht die lichtdurchflutete Schicht und damit die Produktionsschicht von Sauerstoff und Biomasse bis zu einer Tiefe von ca. 5 m (Maximum des Sauerstoffgehaltes mit 14,2 mg/l). Die Sauerstoffsättigung liegt jedoch zwischen 115 - 150 %, sodass davon auszugehen ist, dass ein Teil des gelösten Sauerstoffs ausgast. Unterhalb dieser Marke nehmen die Sauerstoffwerte bis auf 8,88 mg/l bei 13 m (> 0,5 über Grund) ab.

In Relation zur gemessenen Sichttiefe sowie der Schlammdicke (0,75 m) und dem hohen Nitrat- und Phosphat-Gehalt mit zunehmender Tiefe ist diese Situation, wie bereits im letzten Jahr, plausibel. Der Sauerstoffgehalt liegt über der Gewässersohle bei 8,88 mg/l, was für eine gute Tiefenbelüftung und Nährstoffrücklösung spricht. Steigende Phosphat- und Ammoniumgehalte mit zunehmender Tiefe deuten auch hier auf abbauende, respiratorische Prozesse hin.

Die hohen Nitritkonzentrationen könnten für einen beeinträchtigten Nitrifikationsprozess sprechen, was beobachtet werden sollte, da hohe Nitritkonzentrationen toxisch wirken können, weshalb anorganische Stickstoffverbindungen normalerweise bakteriell unmittelbar zu Nitrat umgewandelt werden. Dieser Wert wird mit max. 15,5 mg/l in See 6 deutlich überschritten. Bei hohen Nährstoffeinträgen oder hohem Anteil abgestorbenen organischen Materials kann es natürlicherweise zu solch einem Anstieg kommen, welcher jedoch meist nur kurzzeitig ist.

| Untersuchungsdatum: 23.06.2020 | | | |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|--------|
| Gewässer | Fühlinger See, See 6 | Luft-Temperatur (°C) | 23,1 |
| Ort der Probenahme | TiBeAn | Wolken | |
| Sichttiefe (m) | 6,5 | Niederschläge | |
| Uhrzeit | 20:00 | Wind | Mittel |
| Sedimentdicke (m) | 0,75 | Windrichtung | |

| Wassertiefe | | 0,1 | 2,5 | 5 | 7,5 | 10 | 13 |
|------------------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | 0,5 > Grund |
| | Einheit | m | m | m | m | m | m |
| Aussehen der Probe | - | klar | klar | klar | klar | klar | klar |
| Geruch der Probe | - | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig | unauffällig |
| Wasser-Temperatur | °C | 21,6 | 21,0 | 19,5 | 17,9 | 17,3 | 17,5 |
| O ₂ -Gehalt | mg/l | 12,68 | 13,00 | 14,20 | 12,55 | 11,15 | 8,88 |
| | % | 142,8 | 145,7 | 150,6 | 131,2 | 115,1 | 92,3 |
| Leitfähigkeit | µS/cm | 712 | 716 | 868 | 950 | 959 | 949 |
| pH-Wert | - | 8,36 | 8,27 | 7,56 | 7,63 | 7,47 | 7,37 |
| Dichte | g/ml | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,001 |
| Ammonium-Gehalt | mg/l | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,3 |
| Nitrit-Gehalt | mg/l | 0,03 | 0,03 | 0,06 | 0,13 | 0,13 | 0,18 |
| Nitrat-Gehalt | mg/l | 4,4 | 4,5 | 9,6 | 13,9 | 15,5 | 11,7 |
| Eisen-Gehalt | mg/l | <0,04 | <0,04 | <0,04 | 0,04 | <0,04 | <0,04 |
| Phosphat-Gehalt | mg/l | 1,5 | 3,7 | 4,4 | 6,8 | 7,3 | 7,8 |
| Sulfid-Gehalt | mg/l | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Gesamthärte | °dH | 17,0 | 18,0 | 24,0 | 24,0 | 26,0 | 27,0 |
| Carbonathärte | °dH | 11,0 | 10,0 | 14,0 | 15,0 | 19,0 | 18,0 |

Die sehr hohe Wasserhärte im gesamten Fühlinger See spricht für eine hohe Calcium- und Magnesiumkonzentration, welche im Rheineinzugsgebiet jedoch geogen bedingt (Kalk-, Gips- oder Dolomitschichten im Boden) durch natürliche Mineralisierung im Grundwasser sehr hoch ist. Der Fühlinger See wird größtenteils durch Grundwasser gespeist, welches abhängig vom Rheinpegel mehr oder weniger stark in den See gedrückt wird.

Bei den momentan hohen Wassertemperaturen im Sommer (> 22°C) und den hohen pH-Werten (> 7) sollte ebenfalls zur geringeren Sauerstofflöslichkeit im Wasser, der Gehalt an Ammonium beobachtet werden, da ab einer Konzentration von 0,3 mg/l Ammonium in das fischgiftige Ammoniak dissoziieren kann.

4.4. Sonstige Beobachtungen

In allen untersuchten Teilseen wurden Flussbarsche (*Perca fluviatilis*), Karpfen (*Cyprinus carpio*), Sonnenbarsche (Familie der Centrarchidae), Hechte (*Esox lucius*), Welse, Aale (*Anguilla anguilla*), Zander (*Sander lucioperca*, Syn.: *Stizostedion lucioperca*, *Lucioperca sandra*), Schleie (*Tinca tinca*), Rotauge (*Rutilus rutilus*) und die inzwischen etablierte Neozoe Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*) bei Kartierungen erfasst. Zusätzlich wurden in allen Teilseen zahlreiche Jungfische gesichtet, sodass von einer guten Populationsentwicklung ausgegangen werden kann.

Teichmuscheln (*Anodonta cygnea*), Körbchenmuscheln (Corbiculidae) und Dreikantmuscheln (*Dreissena polymorpha*) wurden in allen untersuchten Gebieten in geringer Häufigkeit gesichtet. Andere Tiere wie Rote Süßwassermilben waren in allen Teilseen häufig.

Darüber hinaus wurden in den Monaten Juli und August häufig Süßwassermedusen (*Craspedacusta sowerbyi*) gesehen.

In allen Untersuchungsgebieten wurde Müll gefunden. Dazu gehörten Plastik, Angelzubehör und Flaschen.

5. Zusammenfassung

VASA Köln e.V. beobachtet, dokumentiert und bewertet seit 2003 die Einflüsse der menschlichen Nutzung auf die Unterwasserflora und –fauna des Naherholungsgebietes „Fühlinger See“.

Außerdem untersucht VASA Köln e.V. das Wasser aus verschiedenen Tiefen u. a. auf die physikalisch-chemischen Parameter.

In allen untersuchten Teilseen und der Regattabahn wurde eine Vielfalt an Unterwasserpflanzen gefunden. Die Indikatorpflanzen für saubere, nährstoffärmere Gewässer wie die Armleuchteralge sind gegenüber letztem Jahr in der Dichte gleichbleibend hoch und die Indikatorpflanzen für stark oder sehr stark nährstoffbelastete Gewässer sind tendenziell eher gering.

Die chemisch-physikalischen Bestimmungen zeigten überwiegend normale bis gute Sauerstoffverhältnisse (Konzentration und Sättigung) zusammen mit niedrigen bis moderaten Nährstoffkonzentrationen auf.

In der Regattastrecke am Auslauf und in See 6 waren jedoch die Nitritwerte erhöht, was weiter beobachtet werden sollte (s. Kapitel 4.3).

6. Fazit und Ausblick

Auf der Basis der chemisch-physikalischen Bestimmungen zusammen mit den Ergebnissen der Pflanzenkartierungen und Tierbeobachtungen zeigen alle untersuchten Teilseen und die Regattastrecke ein ausgewogenes Bild, welches grundsätzlich auf einen stabilen Zustand des Fühlinger Sees hinweist. Das hohe Vorkommen von Indikatorarten für nährstoffarme Gewässer (bspw. Armelechteralgen) deutet darauf hin, dass der ökologische Zustand des Gesamtsees einschließlich der Teilseen gut ist.

Der See 6 zeigt in diesem Jahr, zum Messzeitpunkt, eine gute Sauerstofftiefenbelüftung, sodass über der Gewässersohle aerobe Bedingungen herrschen, die normale mikrobiologische Nährstoffumsetzung ermöglichen. Dieser wird durch die installierte TiBeAn erreicht. In den letzten Jahren zeigten sich jedoch auch immer wieder, dass auch anaerobe Bedingungen herrschen können und zu Phosphor- und Eisenrücklösung und Schwefelbildung sowie zu einer Zunahme der Mächtigkeit der Schlammdicke führen. Der See sollte daher weiter untersucht werden und die Funktion der TiBeAn somit kontrolliert werden.

Die Neuentdeckung aus 2014, die Schwarzmundgrundel, wurde für 2020 wieder bestätigt. Die Population hat sich inzwischen im See massenhaft ausgebreitet und kann inzwischen als etabliert gelten. Aufgrund ihrer euryöken Lebensweise, der hohen Konkurrenzfähigkeit sowie der fehlenden Fressfeinde sollte die weitere Entwicklung der Art sowie die Auswirkungen auf die heimische Fischpopulation daher weiter beobachtet werden. Bisher ist noch nicht zu beobachten, dass andere Fischbestände in ihrer Dichte und Häufigkeit zurückgehen.

Um die weitere Entwicklung – Stabilisierung bzw. Veränderung – einschätzen zu können, sollten die Beobachtungen mit Hilfe chemisch-physikalischer Untersuchungen in Kombination mit Kartierungen untergetauchter Wasserpflanzen und der Beobachtung von Klein- und Wirbeltieren weitergeführt werden.

7. Literatur

- HEERING, K. (1999): Die Untersuchung und Bewertung von Fischgewässern mit *visicolor*. Macherey-Nagel im Eigenverlag, Düren, 1999
- HÜTTER, L. (1988): Wasser und Wasseruntersuchung. Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt, 1988
- HUMBERG, B. (1993): Unterwasserführer Europäische Binnengewässer. Verlag Stephanie Naglschmid Stuttgart, 1994
- LAMPERT, W. et al. (1992): Limnoökologie. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1993
- LUDWIG, H. (1993): Tiere in Bach, Fluß, Tümpel, See. BLV Verlagsgesellschaft, München, 1993
- ROTHMALER, W. (1999): Exkursionsflora von Deutschland, Bd. 3: Gefäßpflanzen: Atlasband. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2000
- WEYER, K. et al. (2011): Fachbeiträge des LGUV Heft 119. Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armleuchteralgen und Moose) in Deutschland. Band 1: Bestimmungsschlüssel. Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Land Brandenburg, 2011
- WEYER, K. et al. (2011): Fachbeiträge des LGUV Heft 120. Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armleuchteralgen und Moose) in Deutschland. Band 2: Abbildungen. Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Land Brandenburg, 2011

Danksagung

Ein herzlicher Dank gebührt den Taucherinnen und Tauchern der VASA-Mitgliedsvereine für ihre Begeisterung und tatkräftige Unterstützung bei den Kartierungen. Ohne ihre Mitwirkung wären ehrenamtliche Projekte dieses Ausmaßes nicht möglich!

Ausdrücklicher Dank gilt auch dem Sportamt der Stadt Köln, das die Aktivitäten von VASA Köln e.V. am Fühlinger See genehmigt und wo immer möglich intensiv fördert.