LAND KÄRNTEN

# SCHUTZ- UND NUTZUNGSKONZEPT

# Wörthersee

## Bericht Nr. 2.1.4

## Direkte und indirekte Beeinträchtigung des Makrophytenbestandes durch Fischfraß und Beweidung

**Endversion**

**März 2024**

Abteilung 8 – Umwelt, Naturschutz und Klimaschutzkoordination

LAND KÄRNTEN

# Impressum:

**Herausgeber:**
Amt der Kärntner Landesregierung
Abteilung 12 – Wasserwirtschaft
Unterabteilung Wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungswasserwirtschaft
Flatschacher Straße 70, 9021 Klagenfurt am Wörthersee

**Projektbearbeitung:**
Mag. Markus Reichmann, Mag[a]. Ulrike Prochinig, Mag. Edgar Lorenz, Mag[a]. Maria Friedl
Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 8 - Umwelt, Naturschutz und Klimaschutzkoordination

# Inhalt


1 Direkte und indirekte Beeinträchtigung des Makrophytenbestandes ..... 4
1.1 Allgemeines ..... 4
1.1.1 Veranlassung und Zielsetzung ..... 4
1.2 Versuchssetup ..... 4
1.2.1 Standort ..... 4
1.2.2 Versuchsflächen ..... 4
1.2.3 Zeitlicher Verlauf des Projektes und Entwicklungspflege ..... 6
1.3 Ergebnisse ..... 7
1.3.1 Initialbepflanzung und Bestandsentwicklung ..... 7
1.3.2 Entwicklung des Pflanzenmengenindex ..... 13
1.3.3 Graphische Darstellung der aktuellen Bedeckung der geschützten Flächen ..... 15
1.3.4 Artenzusammensetzung ..... 17
1.3.5 Temperaturmessungen ..... 17
1.3.6 Entwicklung des Bewuchses außerhalb der Versuchsflächen ..... 17
1.4 Zusammenfassung Diskussion ..... 19
1.5 Anhang Fotodokumentation ..... 22
1.5.1 Drohnenorthofotos ..... 22
1.6 Literatur ..... 24

# 1 Direkte und indirekte Beeinträchtigung des Makrophytenbestandes

## 1.1 Allgemeines

### 1.1.1 Veranlassung und Zielsetzung

Am Wörthersee wurden für das Qualitätselement Makrophyten der mäßige ökologische Zustand ermittelt. Um den Einfluss der Fischpopulation auf die Wasserpflanzenbestände beurteilen zu können, wurde am Wörthersee im Bereich der Kapuzinerinsel eine Veruchsflächenanordnung etabliert, die einerseits den Einfluss der Fische und andererseits den Einfluss des Wellenschlags auf die Wasserpflanzen sichtbar machen soll.

## 1.2 Versuchssetup

### 1.2.1 Standort

Als Standort für den Versuchsaufbau wurde der Bereich im Osten der Kapuzinerinsel auf Höhe der Pörtschacher Halbinsel gewählt. Hier wurde im Jahr 2019 ein Schilfschutzzaun errichtet, der die Wellenenergie vom der Insel vorgelagerten Schilfgürtel fernhalten soll. Der Standort zeichnet sich weiters durch ein sehr flach auslaufendes Ufer mit homogenen Seekreidesediment aus. Die Wassertiefe im Bereich der Versuchsanordnung beträgt bei Normalwasserstand 150 bis 160 cm.

Abbildung 1: Standort Kapuzinerinsel (roter Kreis); Ursprungsort Besatzpflanzen (roter Punkt)

### 1.2.2 Versuchsflächen

Für die Versuchsanordnung wurden 5 unterschiedliche Versuchsflächen definiert. Zum einen ungeschützte Flächen mit einem völlig unbeeinflussten Seesediment, einer Fläche mit Initialbepflanzung und einer Fläche auf der das Sediment umgegraben wurde. Zum anderen geschützte Flächen mit einer Gittermatte, die direkt am Boden aufliegt und zwei Käfigen mit unterschiedlichen Höhen. Die Flächen haben jeweils eine Seitenlänge von rund 2 Metern.

Um den Einfluss des Wellenschlags beurteilen zu können wurde inner- und ausserhalb des Schilfschutzzaunes die gleiche Versuchsanordnung etabliert.

Auf den geschützten Flächen wurde jeweils die Hälfte initialbepflanzt, ein Viertel umgegraben und ein Viertel blieb unbearbeitet. Die Anordnung der Versuchsflächen ist nachstehender Abbildung (Abbildung 2) zu entnehmen.

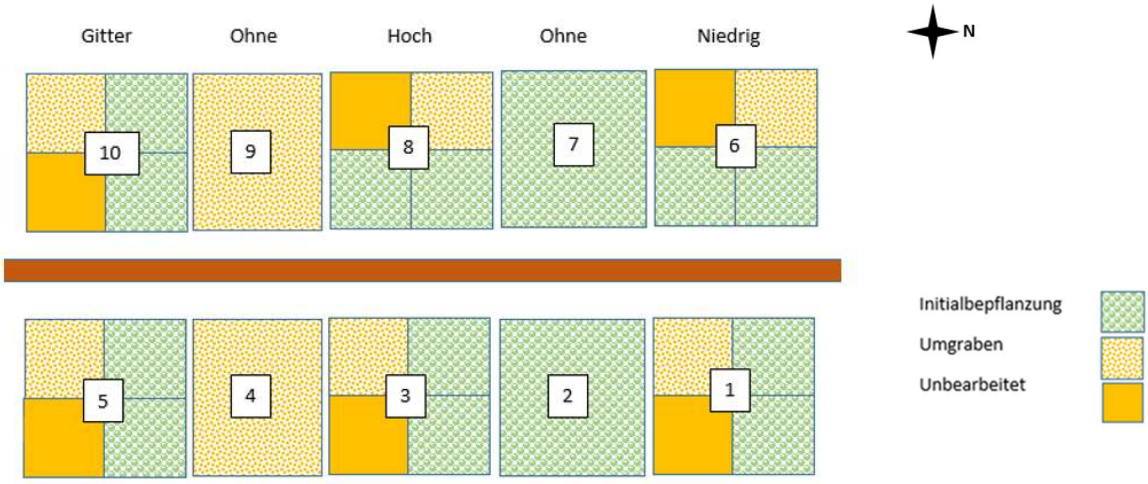



Abbildung 2: Anordnung der Versuchsflächen (brauner Balken … Schilfschutzzaun)

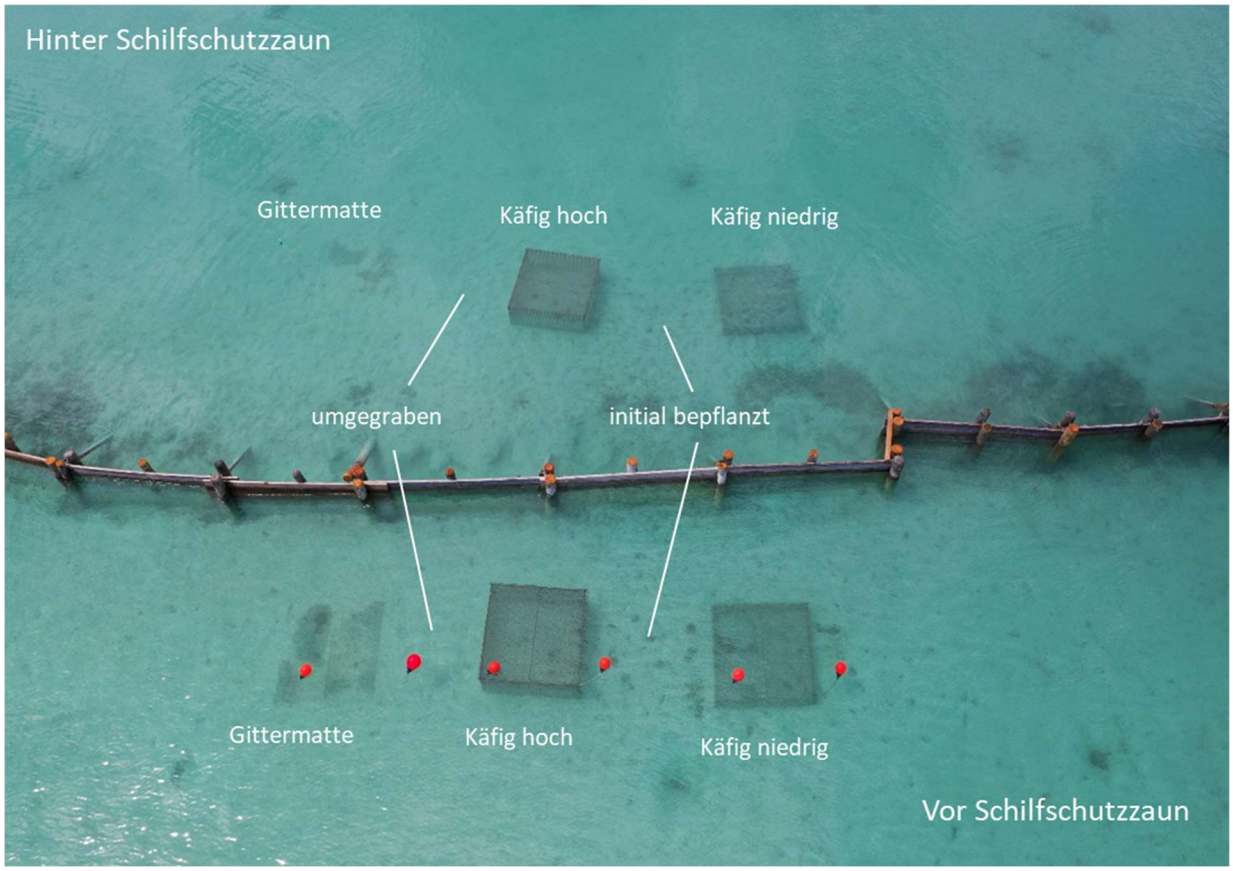



Abbildung 3: Anordnung der Versuchsflächen (Drohnenaufnahme)

Zweck des Umgrabens war es, tiefere Sedimentschichten in denen sich evtl. keimfähige Dauerstadien befinden nach oben bringen. Es zeigte sich nämlich, dass an mehreren „gestörten“ Stellen (ehemaliger Standort der Seebühne, Zufahrt zum Bootshaus in der Ostbucht) ein stärkeres Makrophytenwachstum beobachtet wurde. Die Initialbepflanzung außerhalb der Matte und der Käfige dient als Referenz zu den geschützten Versuchsarealen. Die Gittermatte dient als reiner Wühlschutz und bietet keinen Schutz gegen Beweidung. Der niedrige Käfig (Seitenhöhe 0,5 m) ist der Standardversuchsaufbau um die Fläche vor direkter (Beweidung) und indirekter (Wühlen) Schädigung zu schützen. Der hohe Käfig (Seitenhöhe 1 m) dient zur Kontrolle für das Höhenwachstum und evtl. zur Abschätzung des Vogelfraßes.

### 1.2.3 Zeitlicher Verlauf des Projektes und Entwicklungspflege

Das Ausbringen der vier Käfige und der Matten erfolgte von 28.06.2022 bis 29.06.2022. Am 30.06.2022 erfolgten die Initialbeflanzungen in den vier Käfige und auf der Matte hinter dem Schilfschutzzaun. Am 04.07.2022 erfolgten die Initialbeflanzungen auf der zweiten Matte und auf den Freiflächen sowie das Umgraben der Freiflächen und der Flächen in den Käfigen und unter den Matten.

Am 20.07.2022 erfolgte die Sicherung der Versuchsflächen bei der Kaputzinerinsel außerhalb des Schutzzaunes mit je sechs gelben und roten Hartplastikbojen (Abbildung 4) und die Markierung der Käfige innerhalb des Schilfschutzzaunes mit je einer gelben Boje. Das am Boden liegende Gitter ausserhalb des Schutzzaunes (Fläche 5) wurde, wahrscheinlich durch an den Bojen festmachende Boote um ca. 1,5 m verschoben, was zum „abrasieren“ einiger initial besetzten Pflanzen führte.

Bei allen Kontrollen erfolgte eine gründliche, mechanische Reinigung der Käfigabdeckungen und Seitenteile mit groben Bürsten, sodass ein ausreichender Lichteinfall in die Käfige gegeben ist. Die am Sediment aufliegenden Gittermatten sind teilweise mit Sediment überdeckt. Hier erfolgten keine Reinigung und auch keine Sedimententfernung.

Abbildung 4: Sicherung mit Bojen

Die nächste Kontrolle und die erste Entwicklungspflege erfolgten am 22.08.2022 bei guter Sichtigkeit. Die Käfige wurden mit groben Handbürsten von Sediment, Aufwuchsalgen und *Dreissena polymorpha* gereinigt.

Die dritte Kontrolle und eine neuerliche Entwicklungspflege erfolgten am 21.09.2022. Es herrschte erneut gute Sichtigkeit. Erstmals wurde auch eine Drohnenbefliegung durchgeführt und in die offenen Käfige gefilmt.

Am 15.11.2022 wurden an den hohen Käfigen inner- und außerhalb des Schilfschutzzaunes, jeweils inner- und außerhalb der Käfige Temperaturlogger (Tinytag Aquatic 2) angebracht, die im Intervall von 30 Minuten die Temperatur aufzeichnen.

Nach dem Winter, am 20.04.2023 erfolgte die vierte Kontrolle der Fraßschutzkäfige. Es wurden weder ein Versatz infolge Eisschubes noch Deformationen oder andere Schäden festgestellt. Die Käfige waren nahezu blickdicht mit Aufwuchsalgen bewachsen und mit Kalkablagerungen bedeckt. Ein Bewuchs mit Muscheln konnte nicht festgestellt werden.

Am 08.05.2023 erfolgte die fünfte Kontrolle der Fraßschutzkäfige. Die Käfige waren erneut mit Aufwuchsalgen bewachsen und mit Kalkablagerungen bedeckt. Ein beginnender Bewuchs mit Muscheln konnte festgestellt werden. Es erfolgte erneut eine mechanische Reinigung.

Am 22.05.2023 erfolgte die sechste Kontrolle der Fraßschutzkäfige. Ein Bewuchs mit Muscheln konnte erneut festgestellt werden. Die Temperaturlogger waren noch an Ort und Stelle und wurden nicht ausgelesen.

Am 15.06. erfolgte die siebente Kontrolle der Fraßschutzkäfige. Die Käfige waren mäßig mit Aufwuchsalgen bewachsen und mit Kalkablagerungen bedeckt. Auffällig war, dass der hohe Käfig außerhalb des Schilfschutzzaunes deutlich weniger bewachsen war. Ein Bewuchs mit Muscheln konnte nur in geringem Ausmaß festgestellt werden. Die Sichtigkeit war auch diesmal extrem schlecht, die Sichtweite betrug kaum 20 cm. Auf Drohnenaufnahmen wurde deshalb verzichtet. Die Kontrolle erfolgte durch Betauchung, wobei die Deckel der Käfige nicht entfernt wurden

Die achte Kontrolle erfolgte am 07.07.2023. Die Käfige waren vor allem an den Seiten stark mit Aufwuchsalgen bewachsen und mit Kalkablagerungen bedeckt. Auffällig war, dass der hohe Käfig außerhalb des Schilfschutzzaunes neuerlich deutlich weniger bewachsen war. Ein Bewuchs mit Muscheln konnte in mittlerem Ausmaß festgestellt werden. Die Sichtigkeit war auch nach wie vor nicht optimal, jedoch deutlich besser als im Juni, sodass Drohnenaufnahmen durchgeführt wurden. Die Kontrolle erfolgte zusätzlich durch Betauchung, wobei die Deckel der Käfige entfernt wurden.

Um erkennen zu können, ob die Pflanzen prinzipiell die Abdeckung des Käfigs durchwachsen können, oder ob Scherkräfte der Halme mit dem Gitter diese abreiben, oder ob über die Abdeckung hinauswachsende Pflanzenteile von Fischen und/oder Wasservögeln beweidet werden, wurde in der nördlichen Hälfte dieses Käfigs ein weiterer Käfig mit den Maßen 1 m x 2 m x 0,5 m (B x L x H) aufgesetzt. Dieser soll eine Beweidung auswachsender Pflanzenteile verhindern.

Am 26.07.2023 erfolgte die neunte Kontrolle der Fraßschutzkäfige. Die Käfige waren vor allem an den Seiten stark mit Aufwuchsalgen bewachsen und mit Kalkablagerungen bedeckt. Ein Bewuchs mit Muscheln konnte in größerem Ausmaß festgestellt werden. Die Sichtigkeit war auch diesmal nicht optimal. Drohnenaufnahmen wurden nicht durchgeführt. Die Kontrolle erfolgte durch Betauchung vor der Reinigungsaktion, wobei die Deckel der Käfige entfernt wurden.

Am 11.08.2023 erfolgte eine weitere Kontrolle. Infolge des Hochwassers und der sehr schlechten Sicht wurden jedoch nur die Käfige gereinigt. Eine Bestandskontrolle erfolgte nicht.

Die nächste Bestandskontrolle erfolgte am 31.08.2023. Die Käfige wurden geöffnet und es erfolgte eine Fotodokumentation. Aufgrund der schlechten Sichtigkeit wurde auf eine Drohnenbefliegung verzichtet.

Am 25.09.2023 und am 18.10. 2023 erfolgte jeweils nur eine Bestandspflege.

Am 07.11.2023 erfolgte eine neuerliche Bestandspflege und eine Drohnenbefliegung. Die Käfige wurden nicht geöffnet. Die Logger, die auf der Käfigaußenseite angebracht waren wurden entfernt und ausgelesen. Die Logger in den Käfigen blieben exponiert.

Das Projekt läuft derzeit noch. Die nächste Kontrolle ist für März/April 2024 geplant.

## 1.3 Ergebnisse

### 1.3.1 Initialbepflanzung und Bestandsentwicklung

Die Initialbepflanzung fand nur mit Pflanzen aus dem Wörthersee statt. Ursprungsort der Setzlinge war die Bucht auf der Nordseite der Blumeninsel (siehe Abbildung 1). Es wurde versucht, die Bepflanzung auf allen Flächen möglichst homogen durchzuführen. Bei der Bepflanzung mit *Najas intermedia* wurden jedoch keine Einzelpflanzen getrennt. Die Wuchshöhe der Pflanzen zum Zeitpunkt der Bepflanzung betrug bei *M. spicatum* 10 bis 20 cm, bei *P. x cooperi* 15 bis 30 cm und bei *N. intermedia* 5 bis 7 cm. Die Anzahl der Pflanzen, die auf den jeweiligen Flächen aufgebracht wurden ist nachstehender Tabelle (Im ersten Erhebungsjahr fand die Dokumentation der Bestandsentwicklung, wenn möglich, anhand der Zählung von Einzelpflanzen in tabellarischer Form statt (erste Zahl … Gezählte Einzelpflanzen; Klammerzahl … Wuchshöhe von –bis in Zentimetern, dritter Wert … Zu- bzw. Abnahme in Einzelpflanzen gegenüber der vorangegangenen Kontrolle oder geschätzte Zu- bzw. Abnahme):

Tabelle 1) zu entnehmen.

Im ersten Erhebungsjahr fand die Dokumentation der Bestandsentwicklung, wenn möglich, anhand der Zählung von Einzelpflanzen in tabellarischer Form statt (erste Zahl … Gezählte Einzelpflanzen; Klammerzahl … Wuchshöhe von –bis in Zentimetern, dritter Wert … Zu- bzw. Abnahme in Einzelpflanzen gegenüber der vorangegangenen Kontrolle oder geschätzte Zu- bzw. Abnahme):

Tabelle 1: Initialbepflanzung nach 04.07.2022

| Versuchsfläche | *P. x cooperi* | *M. spicatum* | | *Najas intermedia* |
|---|---|---|---|---|
| 1 Käfig niedrig | 4 | 4 | | ? |
| 2 Initial ohne | 4 | 3 | | ? |
| 3 Käfig hoch | 3 | 3 | | ? |
| 4 umgegraben | | | | |
| 5 Gitter | 4 | 3 | | ? |
| 6 Käfig niedrig | 3 | 3 | | ? |
| 7 Initial ohne | 3 | 3 + 1 Bestand | | ? |
| 8 Käfig hoch | 3 | 6 | | ? |
| 9 umgegraben | | | | |
| 10 Gitter | 5 | 4 | | 2 |

Tabelle 2: Bestand am 20.07.2022

| Versuchsfläche | P. x cooperi | M. spicatum | C. demersum | Najas intermedia |
|---|---|---|---|---|
| 1 Käfig niedrig | -4 | 1 (10-15) -3 | 1 (10) +1 | |
| 2 Initial ohne | 8 (5-30) +4 | 1 (30) -2 | | |
| 3 Käfig hoch | 4 (10-30) +1 | 2 (20) -1 | | |
| 4 umgegraben | | | | |
| 5 Gitter | | | | Musste neu ausgerichtet werden |
| 6 Käfig niedrig | 3 (20) +/-0 | 3 (20-30) +/-0 | 1 (5) +1 | |
| 7 Initial ohne | 4 (5-20) +1 | 1 (20) -3 | 1 (5) +1 | |
| 8 Käfig hoch | 3 (15-20) +/-0 | 4 (15-20) -2 | | |
| 9 umgegraben | | | | |
| 10 Gitter | 5 (10-20) +/-0 | 4 (5-20) +/-0 | 1 (5) +1 | 1 (5) -1 |

Tabelle 3: Bestand am 22.08.2022

| Versuchsfläche | P. x cooperi | M. spicatum | C. demersum | Najas intermedia |
|---|---|---|---|---|
| 1 Käfig niedrig | 24 (5-20) +24 | 3 (10-20) +2 | 1 (10) +/-0 | +/-0 |
| 2 Initial ohne | 11 (5-10) +3 | 4 (10) +3 | +/-0 | +/-0 |
| 3 Käfig hoch | 14 (5-20) +10 | 4 (5-15) +2 | +/-0 | +/-0 |
| 4 umgegraben | | | | |
| 5 Gitter | 15 (5-10) | 11 (5-10) | 1 | |
| 6 Käfig niedrig | 1m² dicht (-30) +++ | 0,3m² dicht ++ | 0 () -1 | 6 (20-30) +6 |
| 7 Initial ohne | 4 (5-20) +/-0 | 9 (5-20) +8 | 7 (5-20) +7 | 2 (10) +2 |
| 8 Käfig hoch | 46 (5-20) +43 | 5 (5-10) +1 | 1 (5) +/-0 | 2 (20) +2 |
| 9 umgegraben | | | | |
| 10 Gitter | 9 (5-20) +4 | 4 (5-20) +/-0 | 4 (5-20) +3 | 0 () -1 |

Tabelle 4: Bestand am 21.09.2022

| Versuchsfläche | P. x cooperi | M. spicatum | C. demersum | N. intermedia | Stuckenia |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 Käfig niedrig | 13 (5-20) -11 | 4 (20) +1 | 0 -1 | 0 +/-0 | |
| 2 Initial ohne | 5 (5-10) -6 | 2 (10) -2 | 0 +/-0 | 0 +/-0 | |
| 3 Käfig hoch | 20 (5-20) +6 | 4 (5-15) +/-0 | 0 +/-0 | 0 +/-0 | |
| 4 umgegraben | | | | | |
| 5 Gitter | 6 (5-10) -9 | 4 (5-10) -7 | 0 -1 | 0 +/-0 | |
| 6 Käfig niedrig | Flächend. (-30) rd. 100 Pflz. | 5 -15 | 0 () +/+0 | 2 Patches +++ | 5 +5 |
| 7 Initial ohne | 2 (5-20) -2 | 2 (5-20) -7 | 0 -7 | 1 (10) -1 | |
| 8 Käfig hoch | 77 (5-20) +21 | 3 -2 | 0 -1 | 5 Patches +++ | |
| 9 umgegraben | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 Gitter | 8 (5-20) -1 | 4 (5-20) +/-0 | 1 (5-20) -3 | 0 () +/-0 | |

Für das zweite Erhebungsjahr sind hier die Aufzeichnungen der Feldprotokolle zusammengefasst. Die mengenmäßige Erfassung erfolgte mittels Pflanzenmengenindex nach KOHLER 1978 (aus PALL, 2015).

Bei der ersten Kontrolle nach dem Winter am 20.04.2023 konnte in den Käfigen selbst keinerlei Makrophytenwachstum festgestellt werden. Auch im Umfeld der Käfige (und im Schutzzaunschatten) konnten keine lebenden Wasserpflanzen ausgemacht werden.

Am 08.05.2023 war die Sichtigkeit schlecht, trotzdem konnte in den niedrigen Käfigen, rund um die Käfige und auf den Matten ein Aufkommen von (zumindest) *Potamogeton* x *cooperi* beobachtet werden. Im weiteren Umfeld der Käfige konnten keine lebenden Wasserpflanzen ausgemacht werden. Im Schatten des Schilfschutzzaunes beginnt *Myriophyllum spicatum* langsam aufzukommen.

Am 22.05.2023 war die Sichtigkeit nach wie vor schlecht, trotzdem konnte in den beiden Käfigen hinter dem Schilfschutzzaun ein schon relativ dichtes Aufkommen von *Potamogeton* x *cooperi* beobachtet werden. Im hohen Käfig beschränkte sich das Wachstum eher auf die Ränder und Ecken. Im niedrigen Käfig war das Wachstum nahezu flächendeckend, wobei die Wuchshöhe der Pflanzen an den Rändern auch hier besser zu sein schien. Die Dichte im Bereich, in dem die Initialbepflanzung stattgefunden hat war höher als in den anderen Flächen innerhalb des Käfigs. In beiden Käfigen wurde eine maximale Wuchshöhe von ca. 80 cm erreicht. Rund um die Käfige war das Aufkommen eher rückläufig. Auf den Matten und den Versuchsflächen zwischen den Käfigen konnte innerhalb des Schilfschutzzaunes kein Makrophytenaufkommen beobachtet werden. Im Schatten des Schilfschutzzaunes auf der Innenseite begann *Myriophyllum spicatum* langsam aufzukommen. Außerhalb des Zaunes konnten in den Käfigen nur sehr vereinzelt Potamogetonpflanzen angetroffen werden. Die Wuchshöhe war deutlich geringer als innerhalb des Schutzzaunes. Allerdings konnten außerhalb des Schutzzaunes auch einige Potamogetonpatches außerhalb der Käfige beobachtet werden.

Am 15.06.2023 konnte im niedrigen Käfig innerhalb des Schilfschutzzaunes (6) vor allem im Bereich der Ränder *Potamogeton* x *cooperi* mit einem PMI (Pflanzenmengenindex nach KOHLER 1978; aus PALL, 2015) von 4 bis 5 festgestellt werden. Ein Patch wurde auch außerhalb des Käfigs in der nordwestlichen Ecke gefunden. Der Bewuchs erreichte die Abdeckung des Käfigs, war also rund 40 cm hoch. Der hohe Käfig innerhalb des Schilfschutzzaunes war nicht so dicht bewachsen wie der niedrige. Der Bewuchs mit *Potamogeton* x *cooperi* konzentrierte sich deutlicher auf die Ränder und vor allem die Ecken des Käfigs. Die Wuchshöhe erreichte auch hier in manchen Bereichen die obere Abdeckung des Käfigs und betrug somit maximal 80 cm. An den drei anderen Versuchsflächen innerhalb des Schilfschutzzaunes (Gittermatte 10; Umgegraben 9 und Initialbepflanzung 7) konnte kein Aufkommen von Makrophyten beobachtet werden. Auffällig war die deutlich höhere Sedimentauflage am Gitter innerhalb des Schilfschutzzaunes im Vergleich zum Gitter außerhalb. In den Versuchsflächen ausserhalb des Schilfschutzzaunes wurden zumeist keine wachsenden Makrophyten angetroffen. Teilweise wurden vergammelte Pflanzenreste detektiert. Lediglich auf der Gittermatte fanden sich in der nördlichen Hälfte der Matte vereinzelte Individuen von *Potamogeton* x *cooperi*. Die Wuchshöhe betrug jedoch nur rd. 5 cm und die Pflanzen zeigten Fraßspuren.

Am 07.07.2023 zeigte sich im niedrigen Käfig (6) innerhalb des Schilfschutzzaunes vor allem in der östlichen Hälfte des Käfigs ein dichter Bewuchs mit *Potamogeton* x *cooperi*. Der Pflanzenmengenindex (PMI) wurde mit 5 eingestuft. Selbst ein Jahr nach dem Initialbesatz war zu erkennen, dass die Hälfte, in welcher der Besatz stattgefunden hat deutlich dichter bewachsen ist. Schon im September des Vorjahres konnte in diesem Bereich der Hauptteil des Bewuchses festgestellt werden. Die Wuchshöhe (WH) hat deutlich zugenommen und erreicht über weite Teile die obere Abdeckung des Käfigs (~40 cm). Pflanzen, welche das Abdeckgitter durchwuchsen konnten nicht gefunden werden. Im Zuge der Betauchung konnte neben *Potamogeton* x *cooperi* auch *Potamogeton pusillus* (PMI 2; WH 25 cm) und *Najas intermedia* (PMI 2; WH 5 cm) angetroffen werden.

Der hohe Käfig innerhalb des Schilfschutzzaunes (8) war bis auf wenige Lücken vollflächig mit *Potamogeton* x *cooperi* bewachsen. Der Bewuchs wurde mit einem PMI von 4 bis 5 eingestuft. Vor allem im Bereich der Initialbepflanzung erreichten die Pflanzen den oberen Käfigrand (rd. 80 cm). Viele Pflanzen schienen zu liegen. Die durchschnittliche Wuchshöhe betrug 30 cm. Eine einzelne Pflanze wuchs durch das Abdeckgitter und wies am oberen Ende eine sehr glatte Bruchstelle auf, die evtl. auf Beweidung durch Vögel hindeutet. Neben Potamogeton wurden auch zwei Patches von *Najas intermedia* angetroffen, jeweils mit einem Durchmesser von rd. 15 cm. Das am Sediment aufliegende Gitter innerhalb des Schilfschutzzaunes zeigte schon im Vorjahr eine ständig zunehmende Sedimentbedeckung, die deutlich stärker war, als am Gitter außerhalb des Schilfschutzzaunes. Im heurigen Jahr konnte hier noch kein Makrophytenbewuchs festgestellt werden auch letztes Jahr stagnierte die Entwicklung rund um wenige Einzelpflanzen. Wie auf

der Tauchaufnahme zu erkennen ist, war das Gitter kaum noch wahrnehmbar. Im September des Vorjahres lag das Gitter zumindest teilweise noch frei. Die Sedimentation innerhalb des Schilfschutzzaunes sollte nicht höher sein. Allerdings findet hier infolge der geringeren Wellenwirkung auch kaum eine Umlagerung statt. Im hohen Käfig außerhalb des Schilfschutzzaunes war der Bedeckungsgrad selbst im Bereich der Initialbepflanzung deutlich geringer. *Potamogeton* x *cooperi* wurde hier mit einem PMI von 3 geführt. Die Wuchshöhe betrug nur rd. 15 bis 20 cm. Allerdings konnten in diesem Käfig im Zuge der Betauchung die meisten Arten nachgewiesen werden: Neben *Najas intermedia* (PMI 1-2; WH 5 cm), und *Myriophyllum spicatum* (PMI 1; WH 5 cm) wurden noch Einzelindividuen von *Nuphar lutea* (WH 5 cm), *Ceratophyllum demersum* (WH 10 cm) und wahrscheinlich *Chara globularis*. (WH 7 cm) angetroffen. Im niedrigen Käfig außerhalb des Schutzzaunes erstreckte sich der recht spärliche Bewuchs mit *Potamogeton* x *cooperi* (PMI 3; WH 7 cm; ca. 30 Stk.) ebenfalls im Bereich der Initialbepflanzung. Zusätzlich wurden in der nordwestlichen Ecke auch noch Einzelexemplare von *Najas intermedia* (WH 7 cm) und *Chara* sp. (WH 2 cm) angetroffen. Am Gitter außerhalb des Schilfschutzzaunes war der Schwerpunkt des Bewuchses mit *Potamogeton* x *cooperi* ebenfalls eher in der nördlichen Hälfte der Versuchsfläche, obwohl hier die Initialbepflanzung in der Osthälfte stattfand. Der Bewuchs wurde mit PMI 3 bewertet. Die Wuchshöhe (WH) betrug jedoch auch hier nur 5 bis 10 cm. Des Weiteren wurde ein schütterer Patch von *Myriophyllum* spicatum im Nordosten (PMI 1; WH 10 cm) und Einzelindividuen von *Najas intermedia* (WH 5 cm) und *Chara tomentosa* (WH 7cm) im Norden angetroffen. Erwähnenswert ist, dass an den Pflanzen teilweise Fraßspuren erkennbar waren. An der Versuchsfläche, an der lediglich eine Initialbepflanzung stattfand konnten nur in der südwestlichen Ecke 5 Einzelexemplare von *Potamogeton* x *cooperi* nachgewiesen werden. Anders als innerhalb des Schilfschutzzaunes konnten außerhalb auf der umgegrabenen Fläche Makrophyten, wenn auch in sehr geringer Dichte festgestellt werden. Es handelt sich um fünf Exemplare von *Potamogeton* x *cooperi* (WH 5 cm) und ein Einzelexemplar von *Ceratophyllum demersum* (WH 40 cm).

Am 26.07.2023 zeigte sich vor allem im niedrigen Käfig (6) innerhalb des Schilfschutzzaunes in der nördlichen Hälfte des Käfigs ein dichter Bewuchs mit *Potamogeton* x *cooperi*. Der Pflanzenmengenindex (PMI) wurde mit 5 eingestuft. Im südlichen Teil war die Dichte von *Potamogeton* x *cooperi* minimal geringer (PMI 4-5). Mittlerweile war kaum mehr zu erkennen, dass die Hälfte, in welcher der Besatz stattgefunden hat dichter bewachsen wäre. Die Wuchshöhe von *P.* x *cooperi* betrug im Norden bis 80 cm, wobei einzelne Halme bis zu 100 cm erreichten. Im Süden war die Wuchshöhe mit 30 bis 70 cm geringer. Pflanzen, welche das Abdeckgitter durchwuchsen konnten sowohl im niedrigen Teil, als auch im Teil mit der aufgesetzten Erhöhung vereinzelt gefunden werden. Im Zuge der Betauchung konnte neben *Potamogeton* x *cooperi* (PMI 5; WH 30-100 cm), auch *Potamogeton pusillus* (PMI 2; WH 20 cm; N=14), *Najas intermedia* (PMI 2; WH 5 cm; N=7), *Myriophyllum spicatum* (PMI 1; WH 5 cm; N=1) und *Ceratophyllum demersum* (PMI1; WH 10 cm; N=1) angetroffen werden. Der hohe Käfig innerhalb des Schilfschutzzaunes (8) war bis auf eine kleine Lücke vollflächig mit *Potamogeton* x *cooperi* bewachsen (PMI 5; WH 40-100 cm). Sechs einzelne Pflanzen wuchsen durch das Abdeckgitter und wiesen am oberen Ende Fraßspuren auf. Die bei der letzten Betauchung gefundenen beiden Patches von *Najas intermedia* konnten diesmal nicht bestätigt werden, was aber evtl. mit der schlechten Sichtigkeit und dem dichteren Potamogetonbewuchs zu erklären ist. Das am Sediment aufliegende Gitter innerhalb des Schilfschutzzaunes zeigte, wie schon erwähnt eine ständig zunehmende Sedimentbedeckung, die abermals deutlich stärker war, als am Gitter außerhalb des Schilfschutzzaunes. Bei der gegenständlichen Kontrolle konnte hier erstmals ein Makrophytenbewuchs festgestellt werden. Angetroffen wurden drei Patches von *Najas intermedia* (PMI 1-2; WH 10-15 cm; Durchmesser der Patches bis 20 cm) und ein Patch von *Chara contraria* (PMI 1; WH 15 cm). Im ungeschützten Bereich der Initialbepflanzung innerhalb des Schilfschutzzaunes konnte *Ceratophyllum demersum* (PMI 2; WH 20 cm) nachgewiesen werden. Um die Käfige herum wuchs *Potamogeton* x *cooperi* (WH 10 cm). Dabei handelte es sich offensichtlich um Ausläufer aus den Käfigen. Im Bereich zwischen dem Gitter und dem niedrigen Käfig innerhalb des Schilfschutzzaunes wurde eine Fläche von 4 m² umgegraben. Eine Initialbepflanzung fand nicht statt. Auf dieser Fläche konnte an keinem Termin ein Makrophytenbewuchs festgestellt werden.

Im hohen Käfig außerhalb des Schilfschutzzaunes wurde *Potamogeton* x *cooperi* mit einem PMI von 3 geführt. Die Wuchshöhe betrug nur rd. 10 cm. Neben *Potamogeton* x *cooperi* wurden *Najas intermedia* (PMI 1; WH 5 cm), *Myriophyllum spicatum* (PMI 1) und Einzelindividuen von *Nuphar lutea* (WH 5 cm),

*Ceratophyllum demersum* (PMI 1; WH 10 cm) angetroffen. *Chara globularis*, die bei der letzten Erhebung nachgewiesen wurde konnte nicht angetroffen werden. Im niedrigen Käfig außerhalb des Schutzzaunes wurde der gesamte Bewuchs mit einem PMI von 2-3 bewertet. *Potamogeton* x *cooperi* (PMI 2; WH 5 - 10 cm) und *Myriophyllum spicatum* (PMI 2; WH 5-7 cm) waren am besten ausgebildet. Dazwischen wurden auch noch Einzelexemplare von *Najas intermedia* (WH 7 cm), *Ceratophyllum demersum* (PMI 1; WH 5 cm) und *Chara contraria* (PMI 1; WH 2 cm) angetroffen. Generell ist festzuhalten, dass die Wuchshöhen beträchtlich unter jenen in den Käfigen innerhalb des Schutzzaunes lagen. Am Gitter außerhalb des Schilfschutzzaunes wurde der Gesamtbewuchs mit einem PMI von 2 bewertet. Die Wuchshöhe (WH) betrug jedoch hier nur 3 cm. Die höchste Bedeckung wies *Potamogeton x cooperi* mit einem PMI von 2-3 auf. Des Weiteren wurden einzelne Pflanzen von *Myriophyllum spicatum* im Nordosten (PMI 1; WH 3 cm), *Najas intermedia* (PMI 1; WH 3 cm) und *Chara tomentosa* (PMI 1; WH 7cm) in der Nordhälfte angetroffen. An der Versuchsfläche, an der lediglich eine Initialbepflanzung stattfand konnten keine Makrophyten nachgewiesen werden. An der umgegrabenen Versuchsfläche konnten nur spärliche Reste von Einzelindividuen nachgewiesen werden. Entlang der Innenseite des Schilfschutzzaunes wächst *Ceratophyllum demersum* (PMI 4; WH 30 cm) und *Myriophyllum spicatum* (PMI 3; WH 30 cm)

Nachdem am 11.08.2023 infolge des Hochwassers und der sehr schlechten Sicht keine Bestandskontrolle durchgeführt werden konnte erfolgte die nächste, und bislang letzte umfassende Bestandskontrolle erst am 31.08.2023.

Der hohe Käfig innen war ziemlich flächig mit *Potamogeton* x *cooperi* bewachsen (PMI=5). Die Wuchshöhe betrug teilweise über 1 m. Zusätzlich konnten zwei Patches von *Ceratophyllum demersum* und 6 Patsches von *Najas intermedia* ausgemacht werden. Im ersten Fall betrug die Wuchshöhe 20 cm im zweiten Fall ~30 cm. Besonders erwähnenswert ist, dass auch *Chara contraria* als Patch von 20 cm Durchmesser mit einer Wuchshöhe von ca. 10 cm angetroffen wurde.

Auch der niedrige Käfig innerhalb des Schutzzaunes war flächig mit *Potamogeton* x *cooperi* bewachsen (PMI=5). Die Wuchshöhe betrug 50- 70 cm, wobei nur Einzelpflanzen durch die Käfigabdeckung auswuchsen. Des Weiteren wurden zahlreiche Patches von *Najas intermedia* (PMI=2-3) und *Potamogeton pusillus* (PMI=1-2) dokumentiert. Die Wuchshöhen betrugen 40 bzw. 30 cm.

Zwischen diesen beiden Versuchsarealen wurde ein Bewuchs mit *Ceratophyllum demersum* (Wuchshöhe 20 bis 40 cm) und 5 Patches mit *Potamogeton* x *cooperi* mit einer Wuchshöhe von ca. 10 cm festgestellt.

Auch an der Gitterfläche hinter dem Schilfschutzzaun wurden wieder einzelne Pflanzen mit geringer Wuchshöhe dokumentiert. Ein Patch von *Najas intermedia* mit einem Durchmesser von rd. 20 cm erreichte eine Wuchshöhe von 15 cm. Die gezählten 4 Patches von *Potamogeton* x *cooperi* erreichten nur eine Wuchshöhe von max. 5 cm.

Ausserhalb des Schutzzaunes wurden wieder an allen Flächen deutlich geringere Bedeckungsgrade festgestellt. Im hohen Käfig fanden sich einige Patches von *Potamogeton* x *cooperi* vor allem in der Osthälfte der Fläche. Die Pflanzen erreichten Wuchshöhen zwischen 5 und 15 cm. *Myriophyllum spicatum* war ebenfalls mit mehreren Patches vertreten und erreichte Wuchshöhen von bis zu 15 cm. *Najas intermedia* tritt in Einzelpflanzen mit geringer Wuchshöhe (5 cm) auf. Auch an dieser Versuchsfläche konnte ein Patch von *Chara contraria* angetroffen werden. Er bedeckte eine Fläche von ca. 20 cm Durchmesser mit einer Wuchshöhe von bis zu 10 cm.

Auch im niedrigen Käfig dominierte *Potamogeton* x *cooperi* mit Wuchshöhen zwischen 5 und 10 cm. *Myriophyllum spicatum* und *Najas intermedia* wurden in geringeren Mengen als Einzelpflanzen angetroffen. *Myriophyllum* erreichte Wuchshöhen zwischen 5 und 10 cm, *Najas* zwischen 10 und 15 cm.

Zwischen den beiden Versuchsflächen konnte außerhalb des Schutzzaunes kein Bewuchs festgestellt werden.

Die Gitterfläche war nur spärlich mit *Potamogeton* x *cooperi* und *Najas intermedia* bewachsen. Die Wuchshöhen erreichten kaum 5 cm.

### 1.3.2 Entwicklung des Pflanzenmengenindex

Um die Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Bestandskontrollen herzustellen wurden die Ergebnisse der Betauchungen und der Drohnenbefliegungen für die einzelnen Arten und Versuchsflächen in Form des Pflanzenmengenindex (PMI) nach KOHLER (1978; aus PALL, 2015) beurteilt, wobei gilt:

1 … sehr selten, vereinzelt nur Einzelpflanzen, bis zu 5 Einzelexemplare
2 … selten - ca. 6 bis 10 Einzelpflanzen, locker verteilt über die Untersuchungsstrecke oder bis zu 5 einzelne Pflanzenbestände
3 … verbreitet - nicht zu übersehen, aber nicht häufig; "ist zu finden, ohne danach zu suchen"
4 … häufig - häufig, aber nicht in Massen; unvollständige Deckung mit großen Lücken
5 … sehr häufig - massenhaft dominant, mehr oder weniger überall; deutlich mehr als 50 % Deckung

Tabelle 5: Versuchsfläche 1 – Käfig außen niedrig

| PMI | Datum | *Potamogeton x cooperi* | *Potamogeton pusillus* | *Stukenia* | *Myriophyllum spicatum* | *Ceratophyllum demersum* | *Najas intermedia* | *Chara contraria* | PMI Gesamt und Gesamtbedeckung (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Käfig niedrig außen (1) | 30.06.2022 | 1 | | | 1 | | 1 | | |
| | 20.07.2022 | | | | 1 | 1 | | | |
| | 22.08.2022 | 2 | | | 1 | 1 | | | |
| | 21.09.2022 | 1 | | | 1 | | | | |
| | 20.04.2023 | | | | | | | | |
| | 08.05.2022 | 1 | | | | | | | |
| | 22.05.2023 | 1 | | | | | | | |
| | 15.06.2022 | | | | | | | | |
| | 07.07.2023 | 3 | | | | | 1 | 1 | |
| | 26.07.2023 | 2 | | | 2 | 1 | 1-2 | 1 | 2-3 (10%) |
| | 31.08.2023 | 2-3 | | | 2 | | 1 | | 3 (15%) |

Tabelle 6: Versuchsfläche 3 – Käfig außen hoch

| | Datum | *Potamogeton x cooperi* | *Potamogeton pusillus* | *Stukenia* | *Myriophyllum spicatum* | *Ceratophyllum demersum* | *Najas intermedia* | *Chara globularis* | *Chara contraria* | *Nuphar lutea* | PMI Gesamt und Gesamtbedeckung (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Käfig hoch außen (3) | 30.06.2022 | 1 | | | 1 | | 1 | | | | |
| | 20.07.2022 | 1 | | | 1 | | | | | | |
| | 22.08.2022 | 1 | | | 1 | | | | | | |
| | 21.09.2022 | 1 | | | 1 | | | | | | |
| | 20.04.2023 | | | | | | | | | | |
| | 08.05.2023 | | | | | | | | | | |
| | 22.05.2023 | 1 | | | | | | | | | |
| | 15.06.2023 | | | | | | | | | | |
| | 07.07.2023 | 3 | | | 1 | 1 | 1-2 | 1 | | 1 | |
| | 26.07.2023 | 3 | | | | 1 | 1 | | | 1 | 2-3 (10%) |
| | 31.08.2023 | 3 | | | 1 | | 1 | | 1 | | 3 (15%) |

Tabelle 7: Versuchsfläche 5 – Gitter außen

| | Datum | *Potamogeton x cooperi* | *Potamogeton pusillus* | *Stukenia* | *Myriophyllum spicatum* | *Ceratophyllum demersum* | *Najas intermedia* | *Chara tomentosa* | PMI Gesamt und Gesamtbedeckung (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gitter außen (5) | 30.06.2022 | 1 | | | 1 | | 1 | | |
| | 20.07.2022 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | |
| | 22.08.2022 | 1 | | | 1 | 1 | | | |
| | 21.09.2022 | 1 | | | 1 | 1 | | | |
| | 20.04.2023 | | | | | | | | |
| | 08.05.2023 | 1 | | | | | | | |
| | 22.05.2023 | | | | | | | | |
| | 15.06.2023 | | | | | | | | |
| | 07.07.2023 | 3 | | | 1 | | 1 | 1 | |
| | 26.07.2023 | 2-3 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 (5-7%) |
| | 31.08.2023 | 2 | | | | | 1 | | 2 (5-7%) |

Tabelle 8: Versuchsfläche 6 – Käfig innen niedrig

| PMI | Datum | *Potamogeton x cooperi* | *Potamogeton pusillus* | *Stuckenia* sp. | *Myriophyllum spicatum* | *Ceratophyllum demersum* | *Najas intermedia* | PMI Gesamt und Gesamtbedeckung (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Käfig niedrig innen (6) | 30.06.2022 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| | 20.07.2022 | 1 | | | 1 | 1 | | |
| | 22.08.2022 | 4 | | | 1 | | 1 | |
| | 21.09.2022 | 5 | | 1 | 1 | | 2 | |
| | 20.04.2023 | | | | | | | |
| | 08.05.2023 | 1 | | | | | | |
| | 22.05.2023 | 3-4 | | | | | | |
| | 15.06.2023 | 4-5 | | | | | | |
| | 07.07.2023 | 5 | 2 | | | | 2 | |
| | 25.07.2023 | (4)-5 | 2 | | 1 | 1 | 2 | 5 (85%) |
| | 31.08.2023 | 5 | 1-2 | | | | 2-3 | 5 (90%) |

Tabelle 9: Versuchsfläche 7 – Initialbepflanzung innen

| PMI | Datum | *Potamogeton x cooperi* | *Potamogeton pusillus* | *Stukenia* sp. | *Myriophyllum spicatum* | *Ceratophyllum demersum* | *Najas intermedia* | PMI Gesamt und Gesamtbedeckung (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Initialbepflanzung innen (7) | 30.06.2022 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| | 20.07.2022 | 1 | | | 1 | 1 | | |
| | 22.08.2022 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | |
| | 21.09.2022 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| | 20.04.2023 | | | | | | | |
| | 08.05.2023 | | | | | | | |
| | 22.05.2023 | | | | | | | |
| | 15.06.2023 | | | | | | | |
| | 07.07.2023 | | | | | | | |
| | 26.07.2023 | | | | | 2 | | 1-2 (2-5%) |
| | 31.08.2023 | 1 | | | | 2 | | 2 (10%) |

Tabelle 10: Versuchsfläche 8 – Käfig innen hoch

| PMI | Datum | *Potamogeton x cooperi* | *Potamogeton pusillus* | *Stuckenia* sp. | *Myriophyllum spicatum* | *Ceratophyllum demersum* | *Najas intermedia* | *Chara contraria* | PMI Gesamt und Gesamtbedeckung (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Käfig hoch innen (8) | 30.06.2022 | 1 | | | 1 | | 1 | | |
| | 20.07.2022 | 1 | | | 1 | | | | |
| | 22.08.2022 | 3 | | | 1 | 1 | 1 | | |
| | 21.09.2022 | 4 | | | 1 | | 2 | | |
| | 20.04.2023 | | | | | | | | |
| | 08.05.2023 | | | | | | | | |
| | 22.05.2023 | 3 | | | | | | | |
| | 15.06.2023 | 4 | | | | | | | |
| | 07.07.2023 | 4-5 | | | | | 1 | | |
| | 26.07.2023 | 5 | | | | | ? | | 5 (75%) |
| | 31.08.2023 | 5 | | | | 1 | 2-3 | 1 | 5 (80%) |

Tabelle 11: Versuchsfläche 10 – Gitter innen

| PMI | Datum | *Potamogeton x cooperi* | *Potamogeton pusillus* | *Stukenia* sp. | *Myriophyllum spicatum* | *Ceratophyllum demersum* | *Najas intermedia* | *Chara contraria* | PMI Gesamt und Gesamt-bede-ckung (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gitter innen (10) | 30.06.2022 | 1 | | | 1 | | 1 | | |
| | 20.07.2022 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | |
| | 22.08.2022 | 1 | | | 1 | 1 | | | |
| | 21.09.2022 | 1 | | | 1 | 1 | | | |
| | 20.04.2023 | | | | | | | | |
| | 08.05.2023 | | | | | | | | |
| | 22.05.2023 | | | | | | | | |
| | 15.06.2023 | | | | | | | | |
| | 07.07.2023 | | | | | | | | |
| | 26.07.2023 | | | | | | 1-2 | 1 | 1 (2-3%) |
| | 31.08.2023 | 1-2 | | | | | 1 | | 1-2 (5%) |

### 1.3.3 Graphische Darstellung der aktuellen Bedeckung der geschützten Flächen

Stilisiert man die Ergebnisse der während der Betauchung erstellten Skizzen in Kombination mit den Drohnenaufnahmen ergibt sich trotz schlechter Sicht ein recht konkretes Bild der aktuellen Bedeckung. Es zeigt sich deutlich, dass die Flächen in den Käfigen innerhalb des Schilfschutzzaunes fast vollständig bedeckt sind, wenngleich nur wenige Arten angetroffen wurden. Außerhalb des Zaunes ist zwar die Artenvielfalt höher, der Bedeckungsgrad und die Wuchshöhe sind jedoch signifikant geringer. Etwas abweichend verhält es sich bei den mit Gittern geschützten Flächen. Hier ist der Bedeckungsgrad außerhalb des Schutzzaunes etwas größer und dies bei höherer Artenzahl.

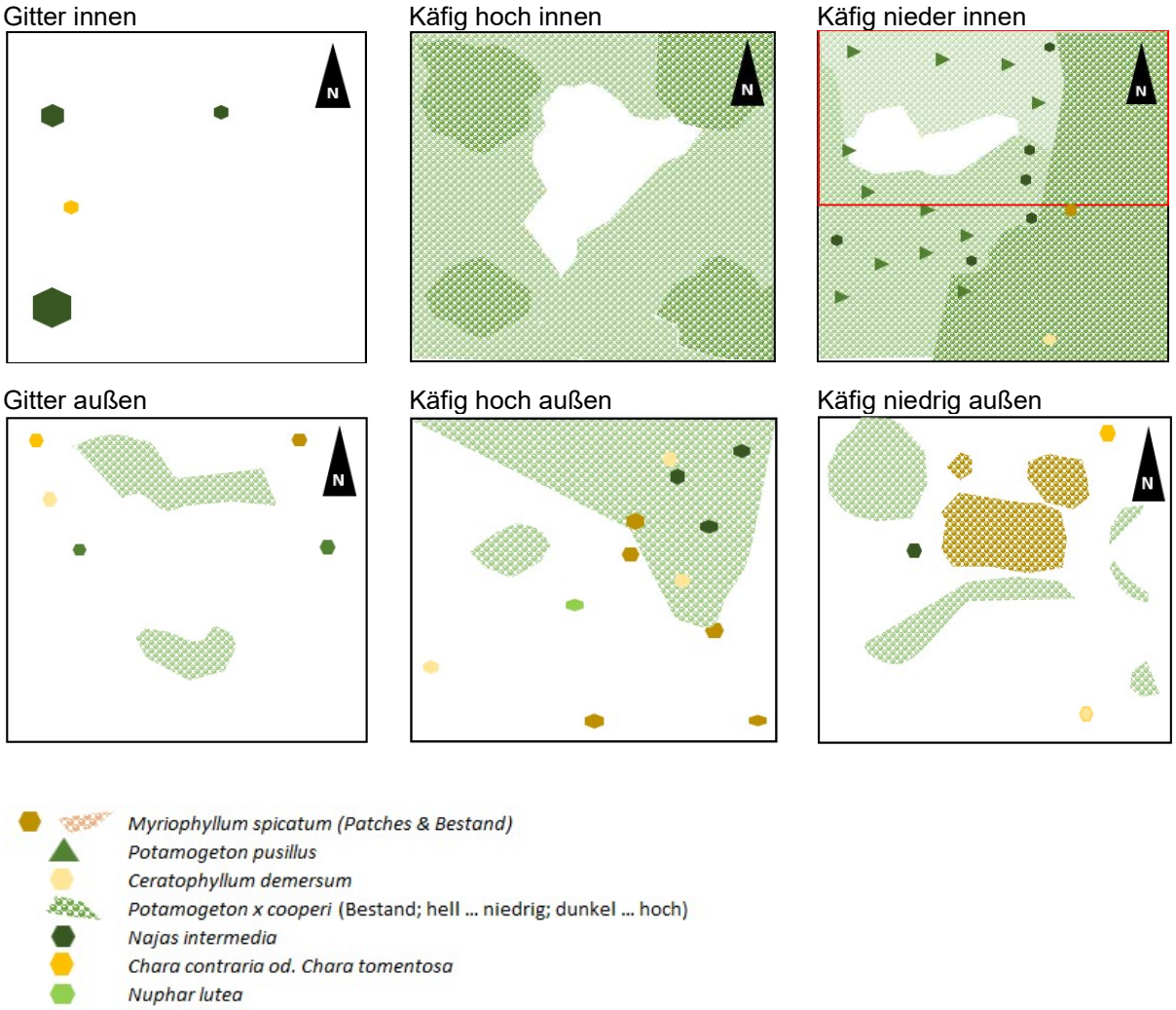



Abbildung 5: Graphische Darstellung der aktuellen Bedeckung der geschützten Flächen (24.07.2023)

Abbildung 6: Drohnenorthofoto der Versuchsanordnung (31.08.2023)

### 1.3.4 Artenzusammensetzung

Ursprünglich wurden mit *Potamogeton* x *cooperi*, *Myriophyllum spicatum* und *Najas intermedia* drei Arten initial bepflanzt. Aktuell finden sich zusätzlich zu den genannten Arten mit *Ceratophyllum demersum*, *Chara contraria* und *Potamogeton pusillus* sechs Arten im Artinventar. Über den gesamten bisherigen Untersuchungszeitraum wurden auch noch *Chara globularis*, *Nuphar lutea*, *Stuckenia* sp. und *Chara tomentosa* nachgewiesen. Auf den Versuchsflächen wurden also in Summe 10 Arten angetroffen.

### 1.3.5 Temperaturmessungen

Die beiden Logger, deren Daten bislang ausgewertet wurden waren über einen Zeitraum von 358 Tagen exponiert. Im Mittel betrug die Wassertemperatur über diesen Zeitraum 14,61 °C außerhalb des Schilfschutzzaunes und 14,62 °C innerhalb des Zaunes. Dieser Unterschied erscheint auf den ersten Blick marginal, allerdings lassen sich im Jahresverlauf doch größere Unterschiede ausmachen. Auf Basis der Tagesmittel beträgt die Temperaturdifferenz bis rd. 0,8 °C, wobei von November bis Februar die Temperatur innerhalb des Zaunes niedriger (Mw.: -0,2 °C) und von März bis Oktober höher (Mw.: +0,1 °C) ist als außerhalb.

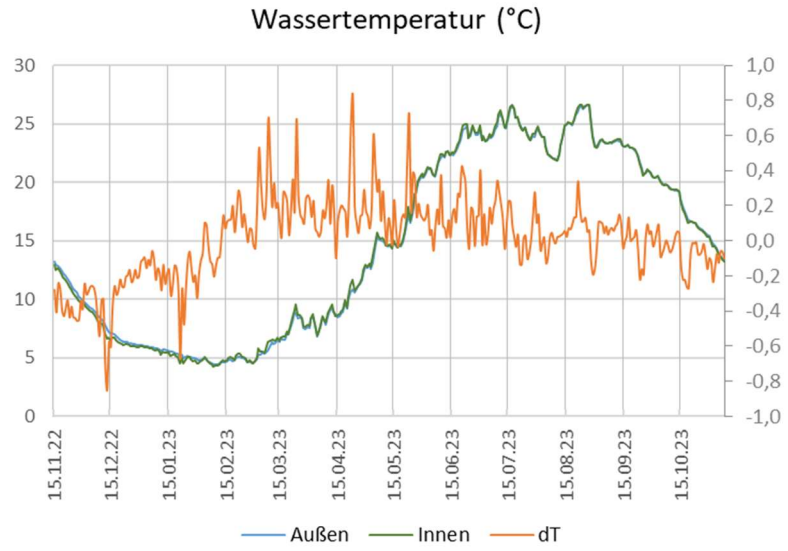



Abbildung 7: Tagesmittelwerte der Temperaturdaten (dT … Außentemperatur-Innentemperatur)

### 1.3.6 Entwicklung des Bewuchses außerhalb der Versuchsflächen

Neben der unterschiedlichen Entwicklung des Makrophytenwachstums auf den Versuchsflächen zeigen die Drohnenorthoaufnahmen auch eine interessante Entwicklung auf den ungeschützten Flächen in der unmittelbaren Nähe des Schilfschutzzaunes im Wellenschatten des Zaunes. Hier lässt sich eine sukzessive Zunahme der Bestandsfläche im Laufe der Vegetationsperiode erkennen. Im November hat sich hier ein relativ dichter (wenn auch niederwüchsiger) Bestand ausgebildet. Ob sich dieses Wachstum, dass offensichtlich innerhalb eines ca. 3 m breiten Bandes im Anschluss an den Schilfschutzzaun ausbildet ist mit dem Wellenschatten, dem durch ansitzende Möwen und Kormorane für Fische unattraktiven Bereich oder einer anderen Ursache begründen lässt muss noch erhoben werden. Ursprünglich war der Bereich unmittelbar hinter dem Zaun im ausgespülten Bereich vor allem von Myriophyllum und Ceratophyllum bewachsen. Im Laufe der Vegetationsperiode setzte sich aber auch *Najas intermedia* immer mehr durch. Zukünftig sollte in diesem Bereich eine definierte Fläche ins Monitoring miteinbezogen werden.

07.07.2023 11.08.2023 31.08.2023 07.11.2023

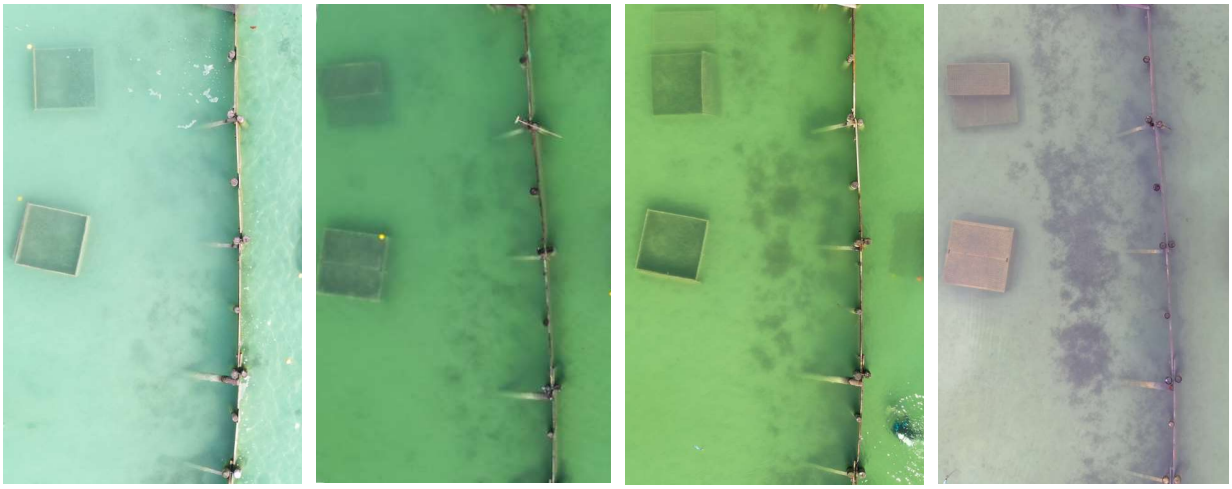


Abbildung 8a bis d: Vegetationsentwicklung auf den ungeschützten Flächen hinter dem Schilfschutzzaun.

## 1.4 Zusammenfassung Diskussion

Im östlichen Flachwasserbereich bei der Kapuzinerinsel wurden inner- und außerhalb des Schilfschutzzaunes gleiche Versuchssetups mit je 5 unterschiedliche Versuchsflächen etabliert. Mittels Gittern und Käfigen wurden einige Versuchsflächen vor Tierfraß und Wühltätigkeit geschützt, andere Bereiche blieben ungeschützt.

Ausgehend von annähernd gleicher Initialbepflanzung der unterschiedlichen Versuchsflächen (mit Ausnahme der nicht bepflanzen, umgegrabenen Flächen) haben sich die Flächen im Verlauf von etwas mehr als einem Jahr sehr unterschiedlich entwickelt.

Zum einen kann festgehalten werden, dass ein Aufreißen und Umlagern des Sedimentes nicht dazu geführt hat evtl. vorhandene Diasporen/Oosporen zum Keimen zu bringen. Zwar haben erste Sedimentuntersuchungen gezeigt, dass solche Überdauerungskörper selbst in den obersten Schichten vorhanden sind (Siehe Berichtsteil 2.5.4) ein sichtbarer Keimerfolg wurde mit dieser Maßnahme jedoch nicht erzielt. Mit ein Grund für die Etablierung dieser Versuchsflächen war auch die Beobachtung, dass dichte Makrophytenbestände (meist *Myriophyllum* sp.) häufig im Bereich von „gestörten“ Stellen (Aufgerissenes Sediment im Bereich der Seebühne, „Bootskanäle“ in der Zufahrt von Bootshäusern) anzutreffen sind. Nachdem ein Umgraben in eine Tiefe von rd. 15 cm nicht zum Erfolg führte sollte evtl. tiefer umgegraben werden, oder zunächst das Wiederbesiedlungspotential im Sedimentprofil analysiert werden. Da es sich bei den „gestörten“ Stellen zumeist um Gräben handelt ist auch ein gewisser Schutz gegenüber dem Wellenschlag denkbar. Dieser sollte jedoch im Bereich der vom Schutzzaun umzäunten Fläche überall gegeben sein.

Hier ist zu erwähnen, dass die zaunnahen Flächen hinter dem Schutzzaun bis ca. 3 m Entfernung vom Zaun deutlich stärker bewachsen sind als die restliche vor dem Wellenschlag geschützte Fläche. Hier wachsen vor Allem im Ostteil der Schutzanlage *Myriophyllum spicatum* (PMI 4), *Najas intermedia* (PMI 3) und *Ceratophyllum demersum* (PMI 3). Die Wellenschutzanlage wurde im Winter vor Versuchsbeginn durch Eisschub stark beschädigt. Hinter dem Zaun entstand so ein rd. 1 m tiefer Graben. In diesem ist der Bewuchs mit *Myriophyllum spicatum* nahezu flächendeckend. Zusätzlich zur geschützten Lage im Graben ist anzumerken, dass der Schilfschutzzaun bzw. die dafür gesetzten Piloten Möwen und Kormoranen als Ansitzplatz dienen. Ein Einfluss auf die Wasserpflanzen wäre einerseits aufgrund der Düngung durch diese Vögel denkbar, andererseits sind Fische evtl. in der Lage, ihre Fressfeinde auf dem Zaun wahrzunehmen und bleiben diese deshalb in einiger Entfernung. Dies träfe allerdings auch auf die Außenseite des Zaunes zu.

Die beiden Flächen, die nur initial bepflanzt wurden, zeigten nach dem Winter keinerlei Bewuchs mehr. Erst langsam haben sich auf der Fläche innerhalb des Schutzzaunes wieder Einzelpflanzen von *Potamogeton* x *cooperi* und *Ceratophyllum demersum* angesiedelt. Die Pflanzen zeigen nur eine geringe Wuchshöhe (wenige Zentimeter). Außerhalb der Schutzzaunes wurden keine Makrophyten angetroffen. Teilweise ist zu beobachten, dass Ausläufer von *Potamogeton* x *cooperi* aus den Käfigen in die angrenzenden Flächen einwachsen.

Die auf das Sediment aufgebrachten Gitter sollten Makrophyten nicht vor direktem Fraß, wohl aber vor indirekter Schädigung durch die Wühltätigkeit von Fischen schützen. Felder mit dichten Wühltrichtern lassen sich im Wörthersee immer wieder beobachten. Anhand der Entwicklung der Bestände auf diesen Flächen zeigt sich, dass reine Wühltätigkeit dass Makrophytenwachstum wohl nur geringfügig einschränkt. Auf den beiden Gittern haben sich nur wenige Einzelpflanzen etabliert. Der Bedeckungsgrad der Gitterflächen liegt bei 5 bis 7 %. Allerdings fanden sich ausserhalb des Zaunes temporär auch Characeen, die nicht im Zuge der Initialbepflanzung eingebracht wurden. In Summe wurden an den durch Gitter geschützten Flächen sechs Arten nachgewiesen.

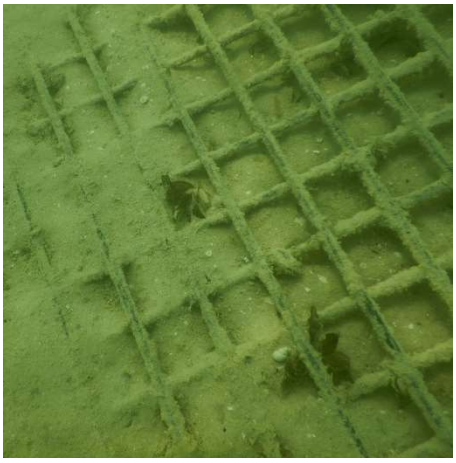


Abbildung 9: Tauchfoto Gittermatte außen (31.08.2023)

Die Pflanzen auf beiden Gittern erreichen nur sehr geringe Wuchshöhen (wenige Zentimeter, Abbildung 9) und zeigen wohl auch Fraßspuren. Tendenziell ist das Makrophytenwachstum im Bereich der Gitter ausserhalb des Wellenschutzzaunes etwas besser als innerhalb. Dies könnte mit der geringeren Sedimentüberdeckung ausserhalb des Zaunes in Zusammenhang stehen, was wiederum mit dem höheren Sedimenttransport infolge des Wellenschlags und der durch Bootsschrauben und Badende verursachten unmittelbaren Aufwirbelung zu tun hat.

Sehr deutlich ist der Unterschied, wenn man sich die durch Käfige geschützte Areale betrachtet. Hier liegt die Bedeckung außerhalb des Zaunes aktuell bei rd. 15 %. Die Pflanzen erreichen dort Wuchshöhen von durchschnittlich 10 cm. Innerhalb des Schutzzaunes zeigt sich in den Käfigen ein gänzlich anderes Bild: Der Bedeckungsgrad liegt hier zwischen 80 und 90 %. Die Pflanzen erreichen Wuchshöhen, die de facto von der Käfigabdeckung begrenzt werden (~ 40 bis 80 cm) und wachsen vereinzelt darüber hinaus.

Abbildung 10: Tauchfoto Fraßspuren (31.08.2023)

Die auswachsenden Pflanzen zeigen oberhalb der Käfige häufig Fraßspuren (Abbildung 10). Ob diese von Fischen oder Wasservögeln verursacht werden muss abschließend geklärt werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass im Untersuchungsgebiet mithilfe der unterschiedlicher Maßnahmen (Fraßschutz, Wellenschutz) partiell ein recht artenreicher und dichter Makrophytenbestand etabliert werden konnte. Sowohl in den Käfigen als auch auf den Gittermatten sind mehr Makrophyten anzutreffen als auf den ungeschützten Flächen. Die Käfige bieten den Wasserpflanzen Schutz gegen direkte und indirekte Schädigung durch Fisch- und Vogelfraß. Dennoch unterscheiden sich die geschützten Flächen außerhalb des Schilfschutzzaunes hinsichtlich ihrer Pflanzenbedeckung deutlich weniger von den umliegenden Flächen als die beiden dicht bewachsenen Käfige hinter dem Zaun.

Legt man diese Ergebnisse auf die unterschiedlichen Einflussfaktoren um, so muss schlussgefolgert werden, dass eine Kombination von Wellenschlag und Fischfraß bzw. Beweidung durch Wasservögel den Makrophytenbestand hemmt. Ein einzelner Faktor als Auslöser kann anhand der Ergebnisse nicht identifiziert, bzw. ausgeschlossen werden.

Gegen die These, dass der Wellenschlag alleine das Makrophytenwachstum maßgeblich hemmt spricht die Tatsache, dass innerhalb des Schilfschutzzaunes im wellenberuhigtem Bereich auch an den initial bepflanzen Flächen kein nennenswertes Makrophytenaufkommen beobachtet werden konnte. Der Fischfraß, bzw. die Beweidung durch Wasservögel als alleinige Ursachen können ebenfalls ausgeschlossen werden, da außerhalb des Schilfschutzzaunes auch in den Käfigen das Wachstum deutlich geringer ist als in den Käfigen hinter dem Schutzzaun.

Die Käfige selbst führen natürlich auch zu einer gewissen Wellenberuhigung in ihrem Inneren. Auch ein gewisser Düngeeffekt durch das regelmäßige Abbürsten des Aufwuchses an den Käfiggittern auf die Wasserpflanzen im Inneren kann nicht ausgeschlossen werden. Beide Effekte würden jedoch auf alle vier Käfige zutreffen.

Ein Einfluss der Wassertemperatur, der das bessere Wachstum innerhalb des Schilfschutzzaunes bedingen würde kann aufgrund der sehr geringen Temperaturunterschiede zum Freiwasser ausgeschlossen werden.

Um noch offene Fragen klären zu können ist geplant das Projekt noch bis in die nächste Vegetationsperiode fortzusetzten, den hohen Käfig hinter dem Schilfschutzzaun abzubauen, und ein vierzehntägiges Videomonitoring (mit Bewegungssensorik) zu installieren, um den Einfluß des Fisch-, bzw. Vogelfraßes auf den kleinen Bestand direkt abschätzen zu können.

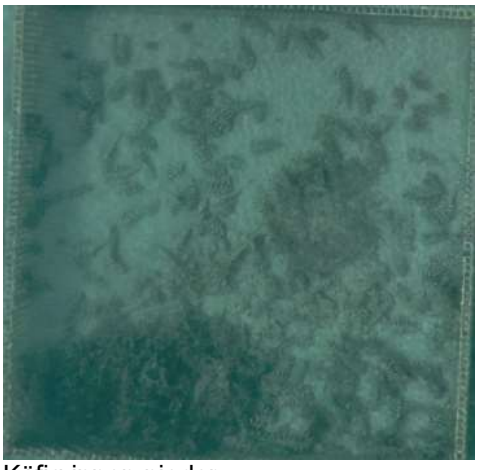
In weiterer Folge sollte ein Monitoringsetup zur Messung der Wellenenergie inner- und außerhalb des Schutzzaunes, inner- und außerhalb der Käfige etabliert werden.

Nach derzeitigem Stand ist davon auszugehen, dass ein zu hohes Wellenaufkommen den Makrophytenbeständen schadet und diese reduziert. Sei es direkt über mechanische Verletzung oder indirekt über Sedimentation auf die anwachsenden Jungpflanzen durch Remobilisierung des Sedimentes. Die dadurch spärlich aufkommenden Pflanzen werden – infolge der geringen Verfügbarkeit – direkt und indirekt durch Fischfraß und/oder direkt durch Beweidung durch Wasservögel weiter geschädigt und reduziert.

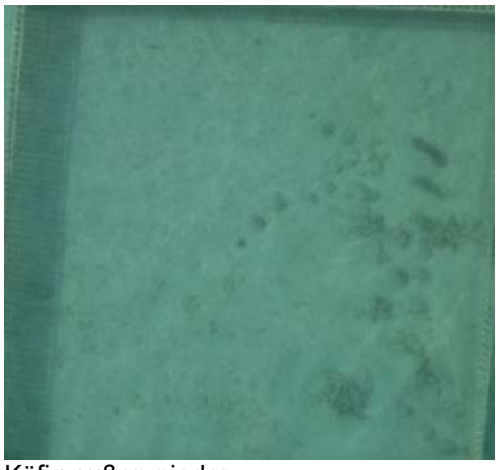
## 1.5 Anhang Fotodokumentation

### 1.5.1 Drohnenorthofotos

21.09.2022



Käfig innen nieder

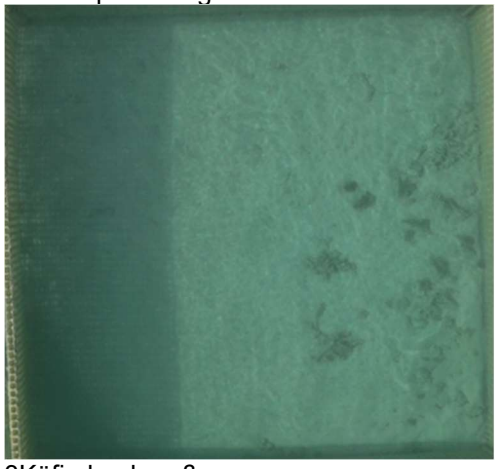


Käfig außen nieder

Initialbepflanzung innen

Initialbepflanzung außen

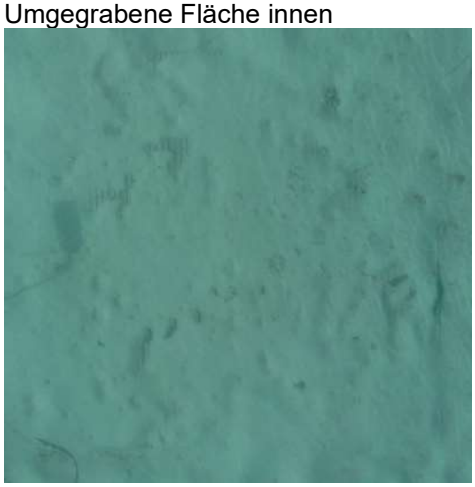
Käfig hoch innen



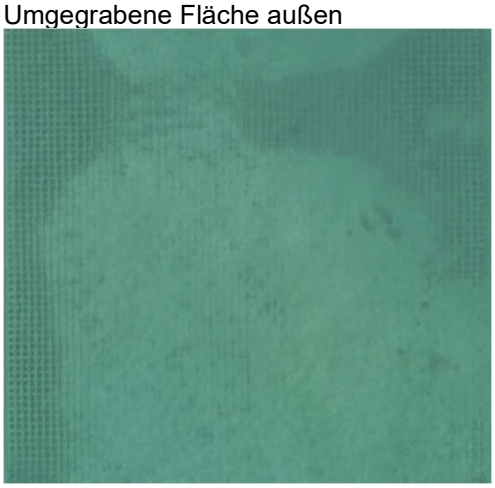
3Käfig hoch außen

Umgegrabene Fläche innen

Umgegrabene Fläche außen



Gitter innen



Gitter außen

## 1.6 Literatur

LUGER M., PAMMINGER-LAHNSTEINER B., ACHLEITNER D. & H. GASSNER (2023): Wörthersee (2022) - standardisierte Fischbestandserhebung und Bewertung des fischökologischen Zustandes gemäß EU-WRRL. Bericht, 48 Seiten. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie und Fischereiwirtschaft, Scharfling 18, 5310 Mondsee.

PALL K., et al. (2015): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente – Teil B3 Makrophyten, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Sektion IV A - 1012 Wien (Hrsg.); 63 Seiten.