

Zooplanktonuntersuchung
zur Bestimmung des optimalen Renkenlarvenbesatztermines
am Millstättersee



Martin Müller u. Stefan Traar
Mai 2011

Im Auftrag vom Fischereirevierverband Spittal an der Drau



Einleitung und Methodik

Wie schon in den Jahren 2009 und 2010 wurde auch im Frühling 2011 das Zooplankton des Millstättersees von der Fischereibetrieb Martin Müller OG untersucht. Ziel ist die Ermittlung des optimalen Termins und der geeignetsten Bereiche für den Besatz der in der Fischzucht Brugger erbrüteten Renkenlarven. Während der Entwicklung von der Larve zum fertig ausgebildeten Fisch sind Coregonen auf ganz bestimmte Nahrungsorganismen angewiesen. In erster Linie sind dies Entwicklungsstadien von Copepoden (Nauplien und Copepodite) bzw. kleine Formen von diesen. Ruderfußkrebse (Daphnien und Bosminen) werden erst ab einer Fischgröße von ca. 2-3 cm konsumiert. Beobachtungen bei der Aufzucht von Renkenlarven in Langstrombecken mit Naturplankton bestätigen dies immer wieder sehr eindrucksvoll. Es ist daher naheliegend den Besatzzeitpunkt der Larven auf die Entwicklung des Zooplanktons, im Speziellen des Copepodenplanktons, abzustimmen.

In den Seen der gemäßigten Breiten gibt es ganz charakteristische zeitliche Abfolgen der Planktonzusammensetzung. Im Frühling kommt es durch die zunehmende Tageslichtmenge zu einem verstärkten Wachstum der Planktonalgen. Diese dienen den Zooplanktern als Nahrung und es kommt daher zu hohen Vermehrungsraten bei den herbivoren (pflanzenfressenden) Arten, was in der Folge auch zu einer Vermehrung der carnivoren (fleischfressenden) Arten führt. In vielen Seen folgt auf ein Copepodenplankton (Hüpfertinge) ein Cladocerenplankton (Ruderfußkrebse).

Wie sich die Planktongemeinschaft im Jahresverlauf entwickelt ist von vielen verschiedenen Faktoren abhängig (Nährstoffe, Durchmischung des Gewässers, Witterung,...). Die Dichten der einzelnen Organismen schwanken daher im Jahresvergleich zum Teil ganz beträchtlich.

Zu berücksichtigen ist auch, daß einige Zooplanktonorganismen tägliche Vertikalwanderungen durchführen. Generell halten sie sich tagsüber in größeren Tiefen auf und wandern in der Abenddämmerung Richtung Wasseroberfläche.

Ein weiterer entscheidender Faktor für die Verteilung von Zooplanktonorganismen sind Strömungen. Plankter werden durch diese verdriftet. Je nach Windrichtung und -stärke können daher die Planktondichten in verschiedenen Seebereichen extrem schwanken. Bei kontinuierlichem stärkeren Westwind kommt es zu einer Ansammlung von Planktonorganismen im



Ostteil eines Gewässers und umgekehrt. In Buchten kann es daher, je nach Exposition, zu einem verstärkten Auftreten von Fischnährtieren kommen.

Bei massenhaftem Auftreten fädiger Algen verlegen sich Planktonnetze mit geringen Maschenweiten relativ schnell. Dadurch verringert sich das Siebvermögen des Netzes auf ein Minimum. Die Biomasseangaben sind daher nur grobe Anhaltspunkte. Über die absoluten Zooplanktondichten und die Zooplanktonzusammensetzung werden hier keine Angaben gemacht. Diese sind auch nicht relevant für diese Untersuchung. Solche Daten sind z.B. in den Veröffentlichungen des Kärntner Instituts für Seenforschung (z.B. Der Millstätter See, 2005) nachzulesen.

Für die Zooplanktonuntersuchung 2011 wurden an drei Terminen (30.03.2011, 06.04.2011 und 12.04.2011) insgesamt 26 Proben aus zwei Tiefenbereichen entnommen, mit Formaldehyd fixiert und innerhalb der nächsten Tage auf deren Zusammensetzung untersucht.

Im Frühling 2011 wurde das gleiche Planktonnetz verwendet wie schon 2010 (Maschenweite 120 µm; Ringdurchmesser 0,45 m). 2009 betrug die Netzmaschenweite 135 µm und der Ringdurchmesser 1,6 m.

An der Oberfläche wurde das Planktonnetz über eine Länge von 260 m gezogen (7 min), in drei Metern Tiefe auf Grund der hohen Biomasse z.T. nur 130 m (3,5 min)

Ein Boot mit Außenbordmotor stellte Frau Inge Brugger zur Verfügung.

Ein Binokular wurde vom Kärntner Institut für Seenforschung zur Verfügung gestellt, das Planktonnetz vom Institut für Fischforschung, Dr. Volker Steiner, Innsbruck

Die Beprobung erfolgte an fünf unterschiedlichen Stellen:

- 1.) Bootsanlegestelle Lagerhof
- 2.) Seemitte im Bereich Dellach
- 3.) Bucht Pesenthein.
- 4.) Bucht im Bereich Hotel Forelle in Millstatt
- 5.) Bereich Strandbad Millstatt

Ergebnisse

Im Gegensatz zum Frühling 2009, wo die Burgunderblutalge (Blualge) *Planktothrix rubescens* den Großteil der Planktonbiomasse bildete und zum Frühling 2010, wo die Kieselalge *Tabellaria* sp. dominierte, war im Frühling 2011 die Goldalge *Dinobryon* sp. mit über 80% zu allen Beprobungsterminen der häufigste Planktonorganismus. Der Rest entfiel auf die Algen *Tabellaria*



sp., *P. rubescens*, *Ceratium sp.*, dem Rädertier *Kellicottia sp.* und Copepoden (Ruderfußkrebse) und Cladoceren (Blattfußkrebse) auf die im Folgenden genauer eingegangen wird. Im Vergleich zu den anderen Jahren war im Frühling 2011 die Gesamtbiomasse in einer Tiefe von 3m um ein Vielfaches höher. Dies traf sowohl auf das Phytoplankton als auch auf das Zooplankton zu. Auffallend waren im März/April 2011 die geringen Planktondichten direkt an der Wasseroberfläche (0m). Dies lag in erster Linie an den windstillen Phasen während bzw. vor den Beprobungsterminen. Eine Ausnahme bildeten die Nauplien und Copepodite die im Freiwasserbereich im Bereich Dellach in sehr hohen Dichten auftraten. Auf dieses „Paradoxon“ wird im Folgenden bei der Interpretation der einzelnen Beprobungstage genauer eingegangen.

Probennahme 1: 30.03.2011

Es wurden in fünf verschiedenen Bereichen in jeweils zwei verschiedenen Tiefen (0m; 3m) Proben entnommen. Die Wassertemperatur an der Oberfläche betrug zwischen 6,7°C bei der Bootsanlegestelle Lagerhof und 7,8°C im Uferbereich Strandbad Millstatt. Vor und während der Beprobungszeit von 11:00 Uhr bis 14:00 Uhr herrschte Windstille. Die festgestellte Gesamtbiomasse an der Oberfläche (0m) betrug zwischen 2,0 und 3,9 g/m³, in 3m Tiefe zwischen 4,1 und 6,9 g/m³. Sie war daher um ein Vielfaches höher als in den letzten Jahren. Der Anteil der Nauplien und Copepodite in 0m Tiefe war in allen Bereichen verhältnismäßig gering und vergleichbar mit den letzten Jahren. In 3m Tiefe war ihr Anteil in allen Bereichen deutlich höher, wobei die höchsten Dichten in der Pesentheiner Bucht nachgewiesen werden konnten. Der Anteil von adulten Copepoden war an der Oberfläche unbedeutend (Schönwetterphase, Windstille, Vertikalwanderung). In einer Tiefe von 3m wurden die höchsten Dichten in Seemitte im Bereich Dellach nachgewiesen. Ihr Anteil in der Pesentheiner Bucht war ausgesprochen gering. Offensichtlich kam es vor dem Probetermin, im Gegensatz zu 2010, zu keiner windbedingten Anreicherung von Zooplanktern in den Buchten. Im Unterschied zu 2010 waren 2011 Cladoceren schon Ende März in hohen Dichten in den Proben vertreten. Bei über 90% der Blattfußkrebse handelte es sich um *Bosmina sp.* Ihre Verteilung war relativ gleichmäßig mit einem Maximum in Seemitte bei Dellach in einer Tiefe von 3m. Wie bereits oben erwähnt sind Bosminen als Erstnahrung für die Renkenlarven nicht geeignet.

Probennahme 2: 06.04.2010

Es wurden in vier verschiedenen Bereichen in jeweils zwei verschiedenen Tiefen (0m; 3m) Proben entnommen. Die Wassertemperatur an der Oberfläche betrug zwischen 9,7°C in Seemitte bei



Dellach und 11,9°C in der Pesentheiner Bucht. In 1m Tiefe zwischen 9,7°C in Seemitte bei Dellach und 9,9°C in Millstatt im Uferbereich vor dem Hotel Forelle. In Seemitte war die Wassertemperatur von 0 bis 1m mit 9,7°C konstant, in den nach Osten exponierten Buchten (Pesenthein, Lagerhof) betrug der Temperaturunterschied zwischen 0m und 1m dagegen bis zu 2,4°C. Dafür verantwortlich war offensichtlich ein mäßiger Westwind der den Freiwasserkörper durchmischen konnte, die im Windschatten gelegenen Buchten jedoch nicht. Auch am 06.04.2011 herrschte während der Beprobungszeit von 11:00 Uhr bis 14:00 Uhr Windstille. Die Gesamtbiomasse an der Oberfläche (0m) betrug zwischen 0,3 g/m³ in der Pesentheiner Bucht und 8,5 g/m³ in Seemitte bei Dellach, in 3m Tiefe zwischen 12,8 g/m³ in der Bucht Bootsanlegestelle Lagerhof und 25,3 g/m³ in Seemitte bei Dellach. Die Gesamtbiomasse hat sich innerhalb einer Woche also mehr als verdoppelt. Die Auszählung der Nauplien und Copepodite brachte ein vorerst unerwartetes Ergebnis. In Seemitte bei Dellach war ihr Anteil an der Wasseroberfläche um das bis zu 10-fache höher als in den anderen Bereichen. Auch bei den Cladoceren zeigte sich dasselbe Bild. Adulte Copepoden waren an der Oberfläche dagegen nur in sehr geringen Dichten nachzuweisen. Der Grund dafür war die sogenannte Langmuir Zirkulation. Ein Phänomen das an stehenden Gewässern häufig beobachtet werden kann. Nach einem länger andauernden Windereignis kann man (meist) in Seemitte in Windrichtung Ansammlungen von auf der Oberfläche schwimmenden Partikel finden („Treibgutstreifen“). Diese Partikelansammlungen sind meist mehrere Meter breit und oft hunderte Meter lang. Am 06.04.2011 erfolgte der Planktonzug offensichtlich im Bereich eines „Treibgutstreifens“. Ein Probezug nördlich bzw. südlich dieses Bereiches hätte eine mit hoher Wahrscheinlichkeit sehr geringe Dichte von Planktonorganismen zu Folge gehabt.

In einer Tiefe von 3m waren die höchsten Dichten von Nauplien und Copepiditen in der Pesentheiner Bucht nachzuweisen. Ihre Dichten waren im Vergleich zum 06.04.2010 in allen Bereichen (sofern die gleichen Probestellen gewählt wurden) etwa um das fünffache höher. Adulte Copepoden waren in 3m Tiefe am häufigsten in Seemitte im Bereich Dellach nachzuweisen. Auch hier dürfte die Langmuir Zirkulation ihren Beitrag geleistet haben. Möglicherweise auch dadurch, daß es in diesem Bereich zu einer Anreicherung von Nahrungspartikeln gekommen ist.

Obwohl es im Gegensatz zur Probennahme am 06.04.2010 in der Pesentheiner Bucht bis zum 06.04.2011 nicht zu einer windbedingten Anhäufung von Planktonorganismen gekommen ist, waren hier die Dichten vergleichbar mit denen von 2010. Insgesamt war die Copepodendichte am 06.04.2011 deutlich höher als im Vergleichszeitraum 2010. In manchen Bereichen war die Dichte von Cladoceren (hauptsächlich aus Bosminen bestehend) am 06.04.2011 um das fast 500-fache höher als in den gleichen Bereichen am 06.04.2010.



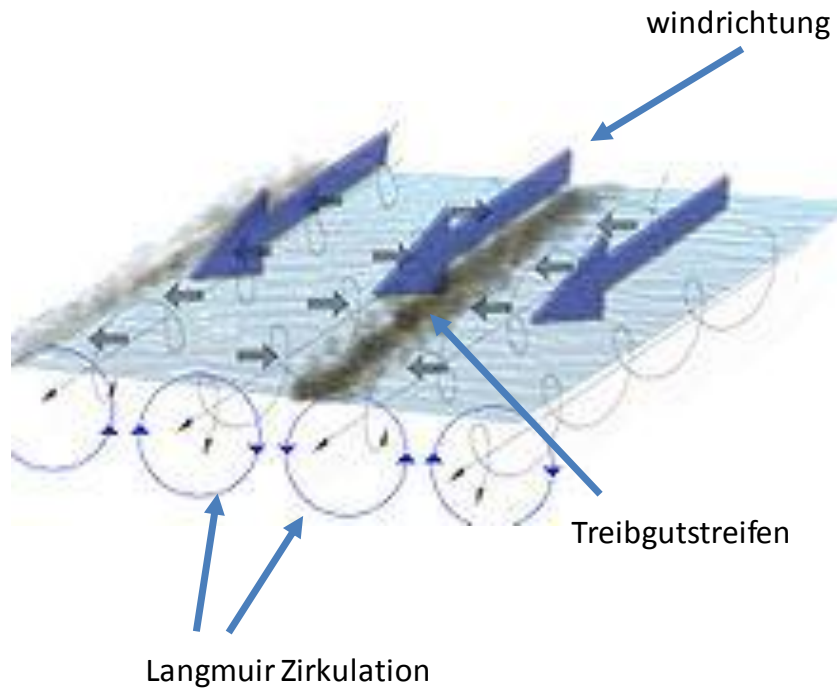


Abb. 1: Langmuir Zirkulation schematisch



Foto 1: „Treibgutstreifen“ (vor allem Blütenstaub) am Weissensee bedingt durch die Langmuir Zirkulation

Probennahme 3: 12.04.2010

Es wurden in vier verschiedenen Bereichen in jeweils zwei verschiedenen Tiefen (0m; 3m) Proben entnommen. Die Wassertemperatur an der Oberfläche betrug zwischen 10,2°C bei der Bootsanlegestelle Lagerhof und 12,4°C in der Pesentheiner Bucht. In 1m Tiefe zwischen 9,8°C bei der Bootsanlegestelle Lagerhof und 11,4°C in der Pesentheiner Bucht. Wie zu den anderen Probenterminen herrschte auch am 06.04.2011 um die Mittagszeit Windstille. Die

Gesamtbiomasse an der Oberfläche (0m) betrug zwischen 0,3 g/m³ in der Pesentheiner Bucht und 5,7 g/m³ bei der Bootsanlegestelle Lagerhof, in 3m Tiefe zwischen 6,8 g/m³ in der Pesentheiner Bucht und 13,5 g/m³ bei der Bootsanlegestelle Lagerhof.

Abgesehen von der Bucht bei der Bootsanlegestelle Lagerhof waren die Biomassen der einzelnen Netzzüge geringer als am 06.04.2011.

Die Dichte der Nauplien und Copepodite an der Oberfläche zeigte im Vergleich zum 12.04.2011 in den verschiedenen Bereichen ein ähnliches Bild wie am 06.04.2011. Der Einfluss der Langmuir Zirkulation war in Seemitte aber bei weitem nicht mehr so ausgeprägt. In 3m Tiefe hat sich ihr Anteil im Vergleich zum 06.04.2011 in allen Probebereichen mehr oder weniger halbiert. Bei den adulten Copepoden kam es in der Bucht bei der Bootsanlegestelle Lagerhof vom 06.04. zum 12.04.2011 in einer Tiefe von 3m zu einer Zunahme der Individuenzahl. In allen anderen Bereichen war eine deutliche Abnahme zu verzeichnen. An der Oberfläche waren so wie zu allen anderen Terminen so gut wie keine adulten Copepoden nachzuweisen. Bei den Cladoceren bot sich ein ähnliches Bild wie bei den Copepoden. Allerdings kam es bei diesen zu keiner Zunahme bei der Bootsanlegestelle Lagerhof.

Zusammenfassung

So wie schon in den letzten Jahren festgestellt liegt der ideale Besatztermin für Renkenlarven am Millstättersee auf Grund der Entwicklung des Copepodenplanktons zwischen Ende März und Anfang April. Wenn die Renkenlarven kurz nach dem Schlüpfen besetzt werden, können sie noch einige Tage vom Dottersack zehren und die noch relativ geringen Wassertemperaturen ermöglichen es den Fischlarven, etwas länger ohne Futter auszukommen. Es ist daher durchaus sinnvoll, den ersten Besatztermin für Ende März einzuplanen. Grundsätzlich halten sich potentielle Fressfeinde (Flussbarsche) zu dieser Zeit noch in größeren Wassertiefen auf. Ein möglicher Räuberdruck entfällt daher weitestgehend.

Im Vergleich zu den Planktonuntersuchungen in den letzten Jahren war im März und April 2011 der Anteil potentieller Nahrungsorganismen für Renkenlarven um ein Vielfaches höher. Ein Nahrungsbedingter Ausfall des Renkenjahrgangs 2011 ist daher grundsätzlich nicht zu erwarten.

Die räumliche Verteilung des Planktons kann bedingt durch Strömungen sehr unterschiedlich sein. Grundsätzlich erscheint es sinnvoll die Renkenlarven an windstillen Tagen in den an der Nordseite des Millstättersees gelegenen Buchten zu besetzen.

Der Erfolg der Besatzmaßnahmen sowie der natürlichen Reproduktion ist leicht mit Hilfe von Befischungen mit Multimaschennetzen festzustellen. Solche Befischungen wurden bereits in den



Jahren 2009 und 2010 durchgeführt und lieferten sehr aussagekräftige Ergebnisse in Bezug auf Abundanzen, Wachstum, Erreichen der Laichreife, usw..



Tab. 1: Zusammenfassung der erfaßten Daten

| Datum | Probenbereich | befischte Tiefe | Wassertemp. [°C] | Gesamtbiom. [g/m ³] | Nauplien [Ind/m ³] | Copepoden [Ind/m ³] | Cladoceren [Ind/m ³] |
|------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 30.3.2011 | Bootsanl. Lagerhof | 0 | 6,7 | 3,9 | 153 | 24 | 129 |
| 30.3.2011 | Bootsanl. Lagerhof | 3 | | 5,5 | 927 | 1.492 | 1.983 |
| 30.3.2011 | Seemitte Dellach | 0 | 7,2 | 3,9 | 73 | 8 | 129 |
| 30.3.2011 | Seemitte Dellach | 3 | | 4,9 | 605 | 5.023 | 3.701 |
| 30.3.2011 | Bucht Pesenthein | 0 | 7,3 | 3,0 | 44 | 36 | 137 |
| 30.3.2011 | Bucht Pesenthein | 3 | | 5,7 | 1.613 | 452 | 1.758 |
| 30.3.2011 | Millstatt Hotel Forelle | 0 | 7,3 | 2,1 | 24 | 97 | 24 |
| 30.3.2011 | Millstatt Hotel Forelle | 3 | | 6,9 | 1.161 | 3.144 | 943 |
| 30.3.2011 | Millstatt Strandbad | 0 | 7,8 | 2,0 | 32 | 8 | 24 |
| 30.3.2011 | Millstatt Strandbad | 3 | | 4,1 | 605 | 2.298 | 1.403 |
| 6.4.2011 | Bootsanl. Lagerhof | 0 | 11,3 | 4,4 | 218 | 73 | 496 |
| 6.4.2011 | Bootsanl. Lagerhof | 3 | 9,3 | 12,8 | 1.742 | 7.498 | 5.176 |
| 6.4.2011 | Seemitte Dellach | 0 | 9,7 | 8,5 | 1.766 | 121 | 3.604 |
| 6.4.2011 | Seemitte Dellach | 3 | 9,7 | 25,3 | 2.129 | 23.510 | 14.319 |
| 6.4.2011 | Bucht Pesenthein | 0 | 11,9 | 0,3 | 210 | 97 | 105 |
| 6.4.2011 | Bucht Pesenthein | 3 | 9,5 | 15,9 | 3.628 | 12.626 | 8.756 |
| 6.4.2011 | Millstatt Hotel Forelle | 0 | 9,9 | 3,8 | 153 | 73 | 226 |
| 6.4.2011 | Millstatt Hotel Forelle | 3 | 9,9 | 16,1 | 1.258 | 17.028 | 10.691 |
| 12.4.2011 | Bootsanl. Lagerhof | 0 | 10,2 | 5,7 | 153 | 56 | 65 |
| 12.4.2011 | Bootsanl. Lagerhof | 3 | 9,8 | 13,5 | 726 | 14.416 | 2.661 |
| 12.4.2011 | Seemitte Dellach | 0 | 11,7 | 2,0 | 564 | 40 | 105 |
| 12.4.2011 | Seemitte Dellach | 3 | 10,7 | 11,0 | 1.080 | 4.305 | 3.935 |
| 12.4.2011 | Bucht Pesenthein | 0 | 12,4 | 0,3 | 69 | 24 | 56 |
| 12.4.2011 | Bucht Pesenthein | 3 | 11,4 | 6,8 | 1.693 | 5.870 | 6.079 |
| 12.4.2011 | Millstatt Hotel Forelle | 0 | 11,4 | 1,9 | 48 | 32 | 653 |
| 12.4.2011 | Millstatt Hotel Forelle | 3 | 11,2 | 10,7 | 758 | 4.596 | 3.612 |

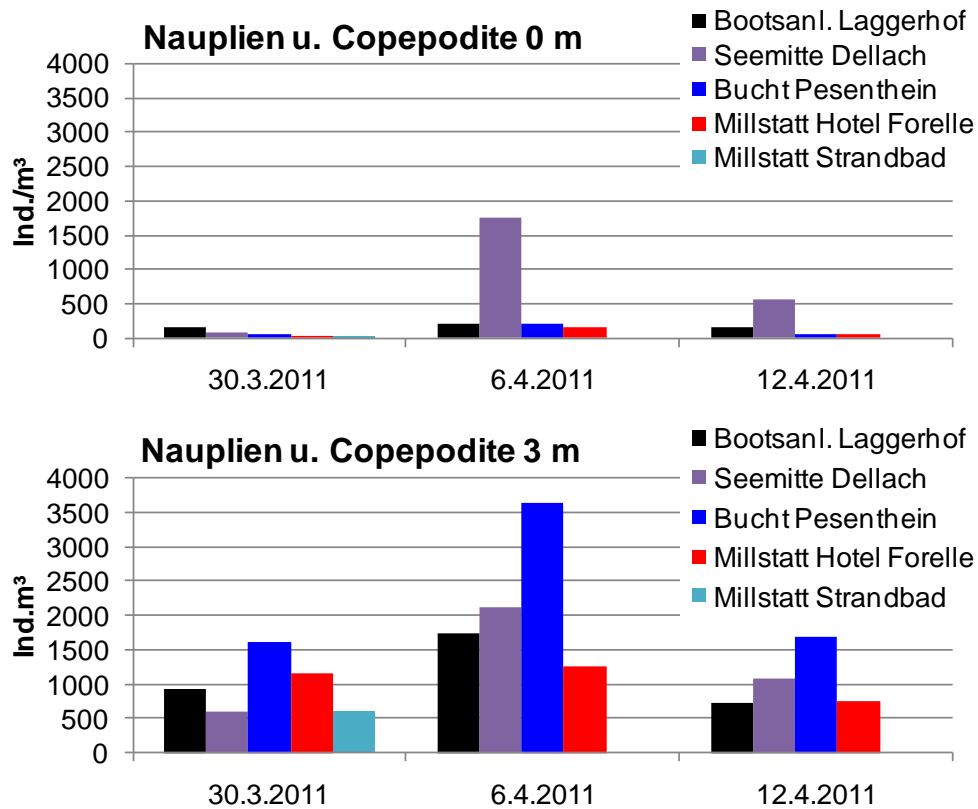


Abb. 2: Individuendichten von Nauplien und Copepoditen in den verschiedenen Seebereichen zu den verschiedenen Probeterminen 2011

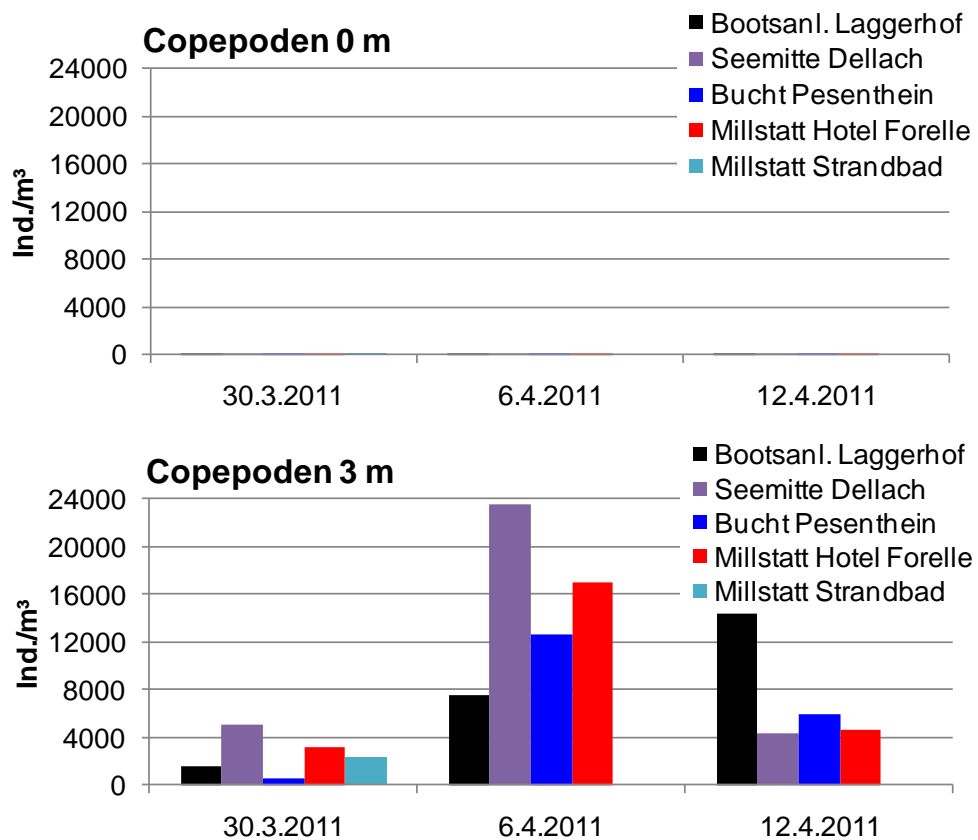


Abb. 3: Individuendichten von Copepoden in den verschiedenen Seebereichen zu den verschiedenen Probeterminen 2011

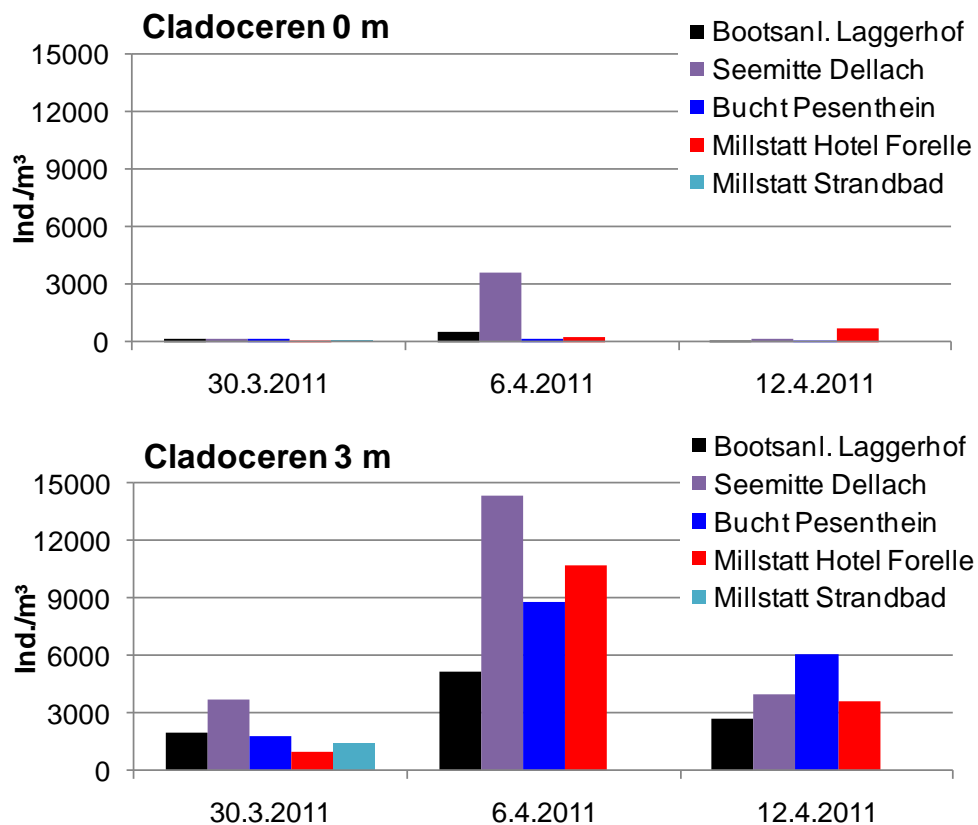


Abb. 4: Individuendichten von Cladoceren in den verschiedenen Seebereichen zu den verschiedenen Probeterminen 2011

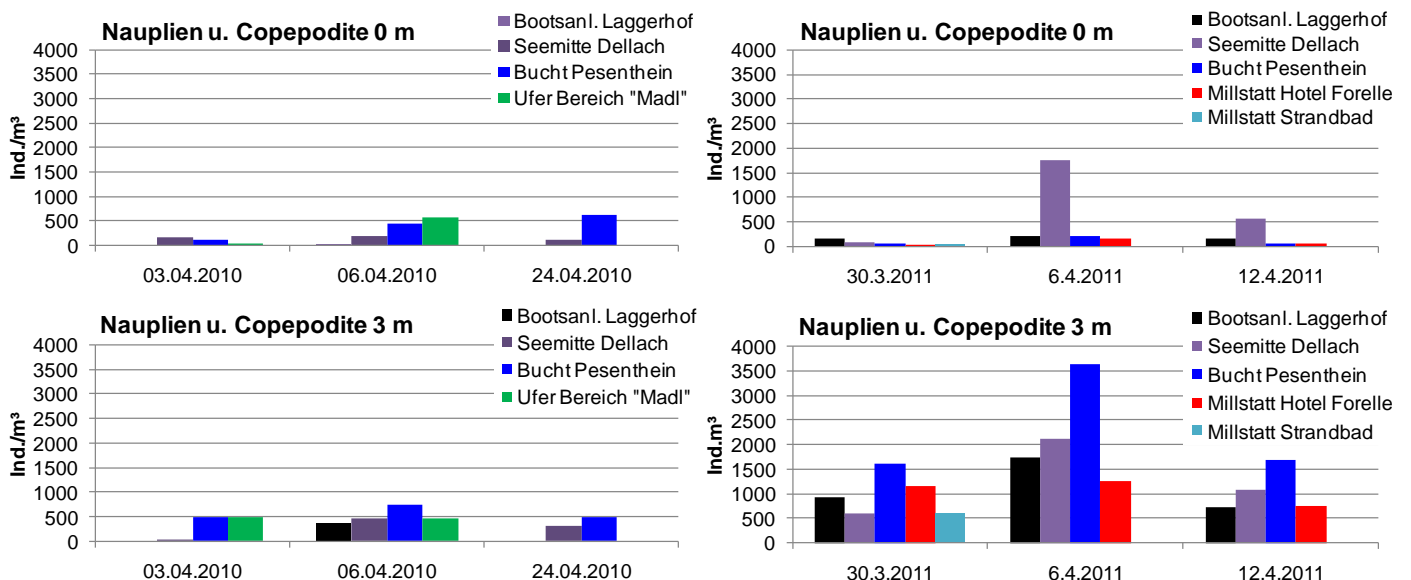


Abb. 5: Vergleich der Naupliendichten in verschiedenen Bereichen 2010 und 2011

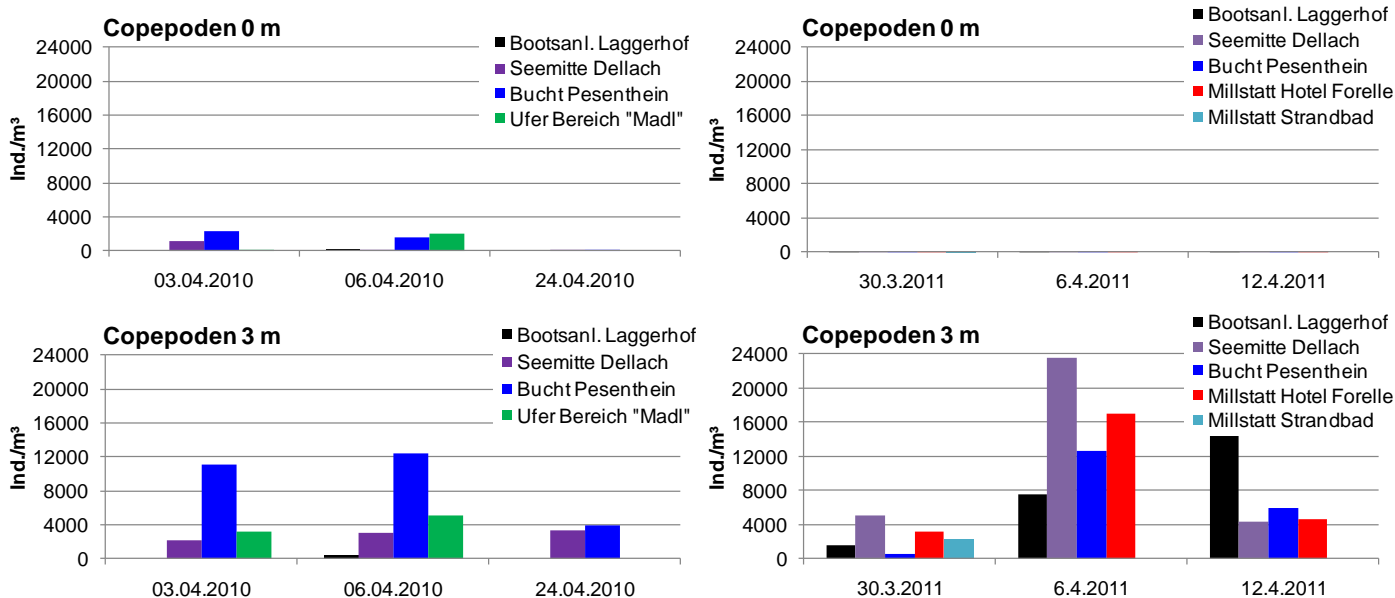


Abb. 6: Vergleich der Copepodendichten in verschiedenen Bereichen 2010 und 2011

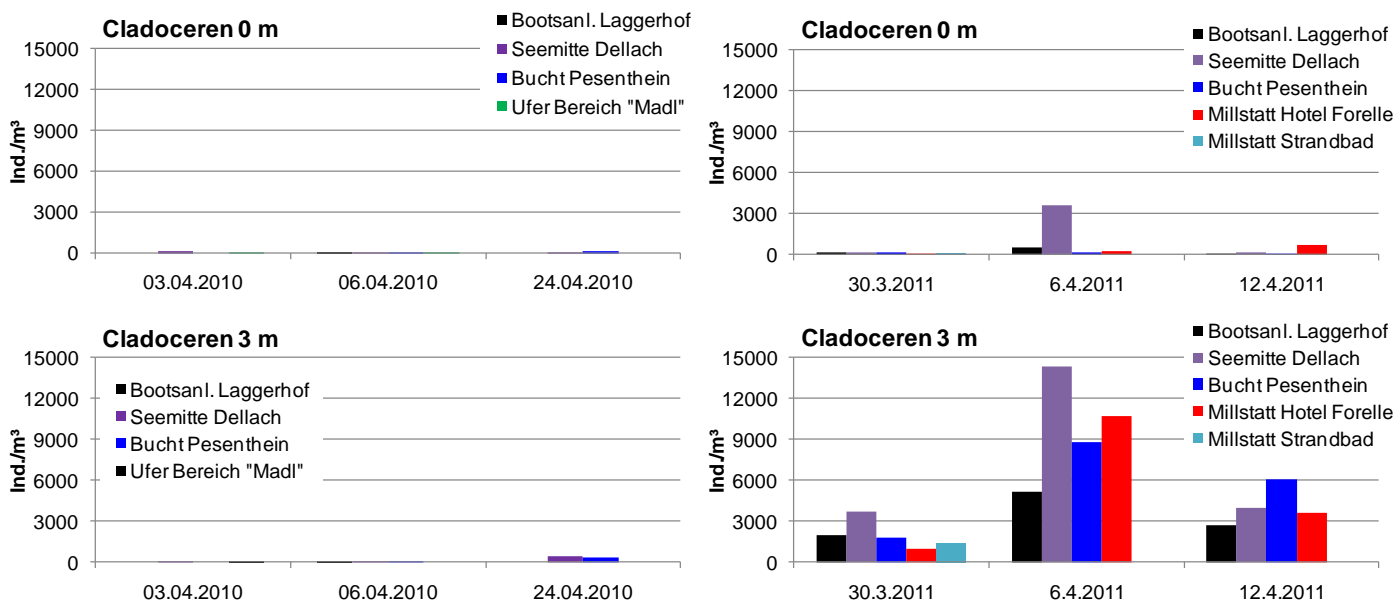


Abb. 7: Vergleich der Cladocerendichten in verschiedenen Bereichen 2010 und 2011

Tab. 2: Besatzdaten Reinankenlarven

| Datum | Besetzte Renkenlarven |
|--------------|-----------------------|
| 31.03.2011 | 1.500.000 |
| 04.04.2011 | 2.000.000 |
| 11.04.2011 | 1.000.000 |
| 14.04.2011 | 300.000 |
| Summe | 4.800.000 |



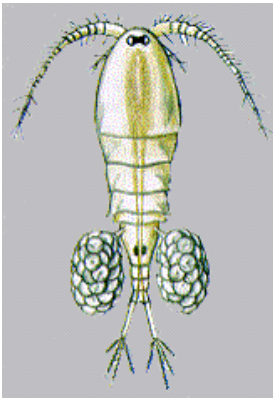


Abb. 8.: Cyclops sp. eitragend



Abb. 9.: Eudiaptomus sp. eitragend



Abb. 10.: Nauplien

Herzlichen Dank an:

Gert Gradnitzer (Vorsitzender Fischereirevierversand Spittal an der Drau)

Herbert Ambrosch

Inge Brugger (Fischzucht Brugger)

Kärntner Institut für Seenforschung

Dr. Volker Steiner (Institut für Fischforschung)