

Dikerogammarus villosus im Zürichsee und in der Limmat

Patrick Steinmann, Gewässerbiologe, Stein am Rhein

Oktober 2006



Höckerflohkrebse (*Dikerogammarus villosus*) an Steinblöcken am Ufer des Zürichsees (Februar 2006).

Auftraggeber:

AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich

Zusammenfassung

Im Zürichsee besiedelte *Dikerogammarus villosus* im Sommer 2006 steinige Uferpartien bis in eine Tiefe von ca. 1.5m in Dichten von bis zu 310 Stck/m². In grösseren Tiefen kamen nur geringe Dichten vor, die Besiedlungsgrenze lag zwischen 4 und 5 m Tiefe. Makrophyten und feinkörnige Bodensubstrate waren nicht besiedelt.

Die Limmat wurde im Laufe des Sommers 2006 vom Höckerflohkrebs besiedelt. Bei der Werdinsel in Zürich betrug die Dichte im August bis zu 243 Stck/m², bei Dietikon 37 Stck/m². Die Nachweisgrenze lag im August 06 knapp oberhalb von Baden. In der Sihl beim Hauptbahnhof Zürich wurden keine Höckerflohkrebse festgestellt.

Die Körpergrösse der Höckerflohkrebse war an dicht besiedelten Stellen kleiner als an Stellen mit geringer Populationsdichte.

Im Zürichsee wurden an der Probestelle Oberrieden keine einheimischen Gammariden gefunden. Die Wasserassel (*Asellus aquaticus*) kam erst in einer Tiefe unterhalb 1.5m in grossen Dichten vor. In der Limmat bei der Werdinsel wurden insgesamt nur drei Individuen von *Gammarus pulex* und *G. fossarum* und wenige Wasserasseln gefunden.

In der Limmat waren unterspülte Baumwurzeln am Ufer nicht von *D. villosus* besiedelt. Solche Habitats könnten zu Refugien für einheimische Gammariden werden, falls *D. villosus* auch bei steigender Dichte nicht hierhin vordringt.

Um Auswirkungen der Präsenz von *D. villosus* auf die einheimische Benthosfauna aufzuzeigen, müsste ein längerfristiges Monitoring durchgeführt und mit den in dieser Untersuchung erhobenen Daten verglichen werden.

Die hohen Dichten von *D. villosus* an steinigen Stellen und in Kiesbänken in der Limmat lassen befürchten, dass Eier von Fischen, die an diesen Stellen laichen, einem hohen Frassdruck durch *D. villosus* ausgesetzt sein könnten. Hier besteht weiterer Abklärungsbedarf.



Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage	4
2. Zielsetzung	5
3. Probestellen	6
3.1. Probestellen in der Limmat	6
3.2. Probestelle im Zürichsee	7
4. Aufnahmemethoden	7
4.1. Labyrinth-Fallen	7
4.2. Kick-Sampling	8
4.3. Ablesen von Steinblöcken	8
4.4. Abkäschern	8
4.5. Probenahmen	8
5. Verbreitung und Populationsstruktur von <i>Dikerogammarus villosus</i>	9
5.1. Limmat	9
5.2. Zürichsee	10
5.3. Vergleich der Popuationstruktur von <i>D. villosus</i> an den drei Probestellen	12
6. Benthosgemeinschaften an den untersuchten Probestellen	12
6.1. Limmat, Probestelle Werdinsel	13
6.2. Limmat, Probestelle Dietikon	13
6.3. Zürichsee, Probestelle Oberrieden	14
7. Auswirkungen der <i>Dikerogammarus</i>-Besiedlung auf einheimische Makrozoobenthos-Arten	15
7.1. Gammariden (<i>Gammarus pulex</i> und <i>Gammarus fossarum</i>)	15
7.2. Wasserassel (<i>Asellus aquaticus</i>)	15
7.3. Insekten (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)	16
7.4. Mollusken und Würmer	16
7.5. Fischlaich	16
7.5.1. Zürichsee	17
7.5.2. Limmat	17
8. Zukünftiger Abklärungsbedarf	18
8.1. Weitere Bestandesentwicklung von <i>D. villosus</i>	18
8.2. Monitoring des Makrozoobenthos in der Limmat und im Zürichsee	18
8.3. Abklärung möglicher Fischlaichprädation durch <i>D. villosus</i> in der Limmat	18
8.4. Weitergehende Untersuchungen / Vergleiche mit anderen Gewässern, Zusammenarbeit auf interkantonalen, nationaler und internationaler Ebene	18
9. Zitierte Literatur	19
10. Anhang	20



1. Ausgangslage

Der Höckerflohkrebs *Dikerogammarus villosus* stammt ursprünglich aus der pontokaspischen Region. Der bis zu zwei Zentimeter grosse, räuberisch lebende Amphipode breitet sich seit 1994 im Rheinsystem und seit 1998 auch im Rhonesystem aus (REY et al., 2004; BOLLACHE, 2004). Er lebt vorwiegend an steinigen Stellen und Uferverbauungen im Flachwasserbereich von Seen und grossen Flüssen. In der Schweiz wurde die Art bisher im Rhein (1999), Genfersee (2002), Bodensee (2003) und Neuenburgersee (2003) nachgewiesen (BOLLACHE, 2004; REY, et al., 2004; STUCKI, pers. Mitteilung). Im August 2006 wurde der Höckerflohkrebs auch in der Aare vom Bielersee bis Klingnau in geringeren Dichten festgestellt (Anhang 2). Aus vielen betroffenen Regionen im In- und Ausland wird über eine rasche Ausbreitung mit teils negativen Folgen für das einheimische Makrozoobenthos berichtet. An den meisten Orten wurde der eingeschleppte Höckerflohkrebs innerhalb weniger Jahre zur dominierenden Art in den ufernahen Benthosgemeinschaften (DICK & PLATVOET, 2000; REY et al., 2004; STUCKI, pers. Mitteilung). Die Art bildet hohe Populationsdichten und kann durch Habitatkonkurrenz und durch Prädation einheimische Benthos-Invertebraten empfindlich dezimieren.

Ende Februar 2006 wurde *D. villosus* im Zürichsee entdeckt. Erste Abklärungen im Februar / März 2006 ergaben, dass der Höckerflohkrebs damals bereits den ganzen Untersee bis Rapperswil in grossen Dichten besiedelt hat (Abb. 1). Die Invasion geschah offenbar sehr rasch; in Benthosuntersuchungen von 1999 bis 2003 wurde kein *D. villosus* gefunden (MÜRLE & ORTLEPP, pers. Mitteilung).

In der Limmat wurden im Februar 2006 bei der Werdinsel in Zürich noch keine *D. villosus* gefunden. Im Zürcher Obersee wurden lediglich einzelne Individuen bei Bollingen und Altendorf gefunden. Das Fehlen von *D. villosus* - Populationen in Limmat und Obersee deutet auf eine Initialbesiedlung im Zürichsee hin.

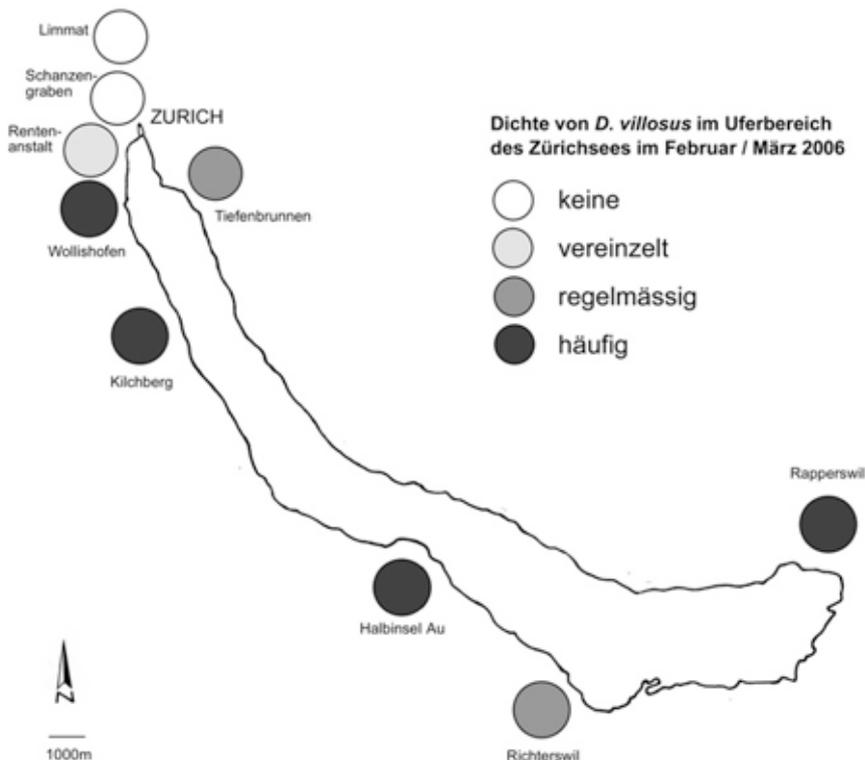


Abb. 1:
Vorkommen von *Dikerogammarus villosus* an neun Stellen im Zürichsee und in der Limmat im Februar/ März 2006.



D. villosus scheint sich primär in grösseren Seen und Flüssen an steinigen Stellen in der Wellenschlagzone anzusiedeln. Der Art wird aber eine grosse Anpassungsfähigkeit in verschiedenen benthischen Lebensgemeinschaften und Habitaten zugeschrieben (WITTENBERG, 2005). Bis zu welcher Wassertiefe die Art dichte Populationen bildet, welche Strömungsgeschwindigkeiten eine Besiedlung noch erlauben und ob auch kleinere Flüsse besiedelt werden können, wurde noch nicht eingehend untersucht, weil die Art in der Schweiz erst seit kurzem und in wenigen Gewässern festgestellt wurde.

Bei der grossen Anzahl und Vielfalt unterschiedlicher Gewässertypen in der Schweiz und dem grossen invasiven Potenzial von *D. villosus* stellt sich die Frage nach den genaueren Lebensraumansprüchen und gefährdeten Gewässertypen für die Schweiz in besonderem Mass. Erkenntnisse über die Abläufe und die Folgen von *Dikerogammarus*-Invasionen können auch für die Beurteilung und für Prognosen bei anderen invasiven aquatischen Wirbellosen von Nutzen sein.

2. Zielsetzung

Mit dem Auftraggeber wurde die Untersuchung der folgenden Fragestellungen im Frühjahr / Sommer 2006 vereinbart:

Limmat (2 Probestellen, 1 Aufnahmetermin)

- Dringt *Dikerogammarus villosus* vom Zürichsee her in die Limmat vor?
- Wenn ja, wie rasch und welche Habitate in der Limmat werden in wie hohen Dichten besiedelt?

Zürichsee (1 Probestelle, 2 Aufnahmetermine)

- Welche Habitate sind im Zürichsee in welchen Dichten von *D. villosus* besiedelt?
- Bis in welche Wassertiefe bildet *D. villosus* dichte Populationen?

Benthos-Gemeinschaft in der Limmat und im Zürichsee

- Welche Benthos-Invertebraten kommen momentan in der Limmat vor?
- Welche Benthos-Invertebraten kommen momentan im Uferbereich des Zürichsees vor?
- Gibt es Auffälligkeiten in der Zusammensetzung der Makrozoobenthos-Gemeinschaften, die möglicherweise mit dem Auftreten von *D. villosus* zusammenhängen?



3. Probestellen

3.1. Probestellen in der Limmat

In der Limmat wurden zwei Probestellen bei der Werdinsel Zürich und bei Dietikon gewählt (Abb. 2). Die Stelle bei der Werdinsel zeichnet sich durch ein weitgehend naturnahes Flussbett und rasche Strömung aus. Die Stelle bei Dietikon liegt im Staubereich eines Kraftwerks und weist langsam fliessendes Wasser und einen höheren Anteil Feinsediment auf.

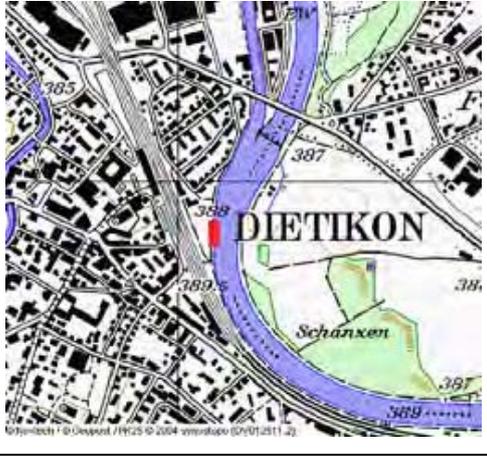
<p>Werdinsel Limmat 679 506 / 250 347 Tiefe: 0 - 1.3m</p>		
<p>Substrate: 0 - 1.3m: Steinblöcke, grosse Steine, Kies. vereinzelte fädige Algenbüschel an Steinblöcken. Keine Makrophyten. In der Flussmitte eine untiefe Kiesbank, davor eine Reihe alter Holzpfähle</p>		
<p>Dietikon Limmat, Seitenkanal 673 083 / 250 963 Tiefe: 0 - 0.7m</p>		
<p>Substrate: 0.2 - 0.4m: Steilufer, Unterspülte Baumwurzeln. 0.4 - 0.7m: flache, ebene Sohle, verschlickte Steinblöcke, grosse Steine, Kies. Keine Makrophyten.</p>		

Abb. 2: Probestellen in der Limmat



3.2. Probestelle im Zürichsee

Im Zürichsee wurde die Probestelle neben der Badeanstalt Oberrieden gewählt (Abb. 3). Die Stelle ist vom Ufer her gut zugänglich und betauchbar. An dieser Stelle kommen sowohl steinige wie auch feinkörnige Substrate vor. Im Sommer wachsen ausserdem ausgedehnte Makrophytenbestände in Ufernähe. Die Stelle eignet sich daher besonders für die Untersuchung der Habitatpräferenzen von *D. villosus*.

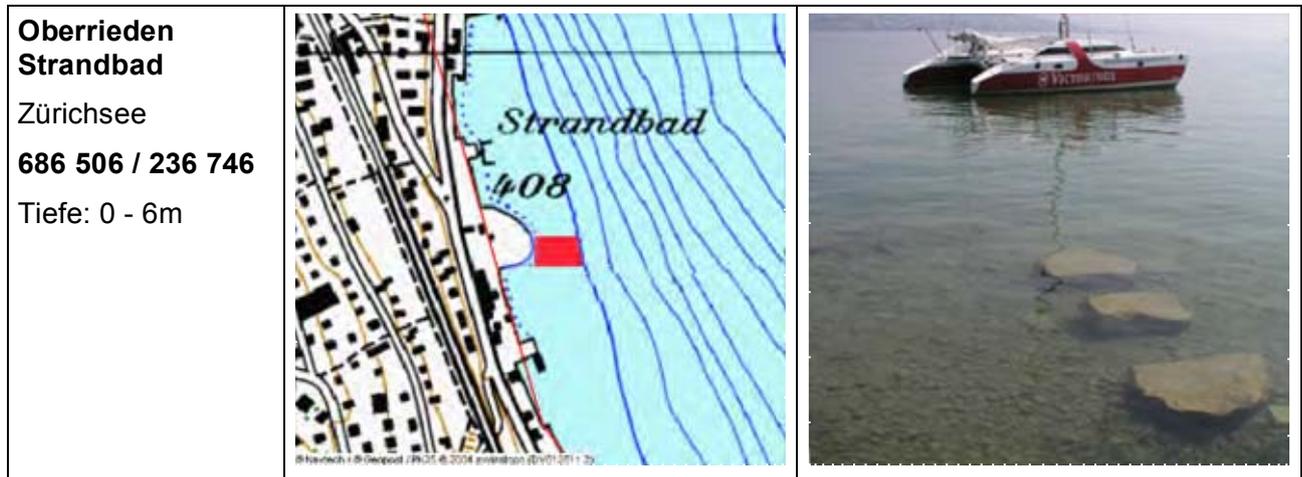


Abb. 3: Probestelle im Zürichsee bei Oberrieden

4. Aufnahmemethoden

4.1. Labyrinth-Fallen

An der Universität Zürich wurden in den siebziger Jahren umfangreiche Benthos-Untersuchungen im Zürichsee gemacht (SCHELLENBERG, 1975; LUBINI, 1985; LUBINI, 2006). Zu diesem Zweck wurde eine Labyrinth-Falle entwickelt, die im See von einem Taucher installiert und während 30 Tagen von Invertebraten besiedelt wird. Die Falle besteht aus 3 PCV-Platten, die 2 Etagen bilden. Die untere Etage enthält Nischen für grössere Organismen, die obere Etage verengt sich zu einem schmalen Spalt, der kleineren Invertebraten Unterschlupf bietet (Abb. 4). Die Grundfläche der Falle beträgt 0.03m^2 . Die Falle wird nach Ablauf der Expositionszeit von einem Taucher in einem Plasticsack geborgen und an Land zerlegt und ausgespült. Für die vorliegende Untersuchung wurden dieselben Fallen verwendet.

Pro Aufnahmetermin wurden im See je 3 Fallen im Uferbereich, in 2m Tiefe und in 4m Tiefe exponiert. In der Limmat wurden bei der Werdinsel je 4 Fallen am Ufer und in der Flussmitte exponiert. Im tiefen Uferbereich im Fluss haben sich die Fallen nicht bewährt: Sie wurden bei Hochwasser z.T. von der Strömung losgerissen oder mit Laub und Feinmaterial aufgefüllt.



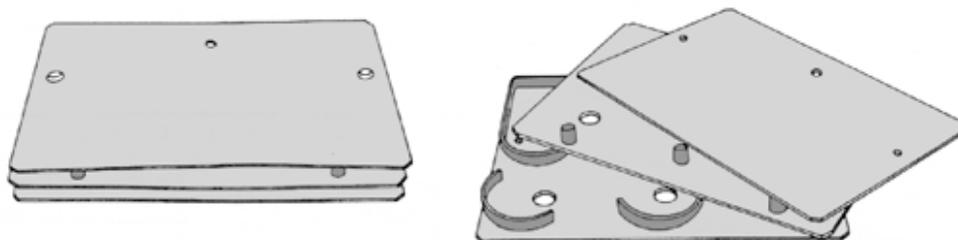


Abb. 4:
Labyrinthfalle für
Makrozoobenthos.
Grösse: 14x20 cm.
(aus LUBINI, 1985).

4.2. Kick-Sampling

Zusätzlich wurden neben den Fallen und an Stellen, an denen Fallen weggerissen oder mit Sediment zugedeckt wurden am Ufer in 0.2 - 0.6m Wassertiefe auf steinigem / kiesigem Grund (Korngrösse ca. 6 - 15 cm) Proben mittels Kick-sampling entnommen. Die Proben bestanden aus je 3 Kicks von 0.1m² und wurden mit einem Käscher mit 0.5 mm Maschenweite aufgefangen.

4.3. Ablesen von Steinblöcken

Zur Feststellung der Besiedlungsdichte von *D. villosus* auf grösseren Steinen wurden Blöcke von ca. 30 cm Durchmesser aus dem Wasser gehoben und in einer Flachschaale abgelesen. Es wurden nur Steine mit zerklüfteter, rauher Oberfläche (typischerweise Nagelfluh) ausgewählt. Steinblöcke aus Tiefen unter 1.5m wurden unter Wasser in Plastiksäcke verpackt und an die Oberfläche gebracht.

4.4. Abkäschern

Bei Oberrieden wurden die Makrophytenbestände (*Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus* und *Chara sp.*) in 0.5 bis 2.2m Wassertiefe abgekäschart und nach *D. villosus* durchsucht.

4.5. Probenahmen

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über alle entnommenen Proben:

Probestelle	Methode	Substrat	Tiefe (m)	Datum	Probenumfang
Limmat					
Werdinsel	Fallen	Steine	1.0 - 1.3	25.7. - 6.9.	4 Fallen
Werdinsel	Kick	Steine	0.2 - 0.6	25.7.	3 x 0.1m ²
Werdinsel	Ablesen	Blöcke	0.2 - 1.3	25.7.	3 Blöcke
Werdinsel	Ablesen	Blöcke	0.2 - 1.3	25.7.	7 Blöcke, nur <i>D. vil.</i>
Dietikon	Ablesen	Blöcke	0.4 - 0.6	26.7.	3 Blöcke, nur <i>D. vil.</i>
Dietikon	Käscher	Wurzeln	0.2 - 0.4	26.7.	3 x 0.1m ²
Dietikon	Kick	Steine	0.5 - 0.6	26.7.	3 x 0.1m ²
Zürichsee					
Oberrieden	Fallen	Steine / Kies	0.3 - 0.6	4.5. - 30.5.	3 Fallen
Oberrieden	Fallen	Steine	2.0 - 2.5	4.5. - 30.5.	3 Fallen
Oberrieden	Fallen	Schlick	3.6 - 4.2	4.5. - 30.5.	3 Fallen
Oberrieden	Fallen	Steine / Kies	0.3 - 0.6	27.7.-28.8.	3 Fallen
Oberrieden	Fallen	Steine	2.0 - 2.5	27.7.-28.8.	3 Fallen
Oberrieden	Fallen	Schlick/Makroph.	3.6 - 4.2	27.7.-28.8.	3 Fallen
Oberrieden	Kick	Steine / Kies	0.3 - 0.6	28.8.	3 x 0.1m ²
Oberrieden	Ablesen	Blöcke	0.3 - 0.6	7.6.	3 Blöcke
Oberrieden	Ablesen	Blöcke	0.3 - 0.6	7.6.	2 Blöcke, nur <i>D. vil.</i>
Oberrieden	Ablesen	Blöcke	2.0 - 2.5	7.6.	5 Blöcke, nur <i>D. vil.</i>
Oberrieden	Ablesen	Blöcke	3.6 - 4.2	7.6.	5 Blöcke, nur <i>D. vil.</i>
Oberrieden	Käscher	Makrophyten	0.5 - 2.2	7.6.	ca. 2m ² nur <i>D. vil.</i>
Oberrieden	Käscher	Makrophyten	0.5 - 2.2	28.8.	ca. 2m ² nur <i>D. vil.</i>

Tab. 1:
Übersicht über
die Probenahmen



Die gesammelten Organismen wurden in 4% Formol fixiert und in 70% Ethanol konserviert. Die Bestimmung der Mollusken, Planarien und Egel wurde von Herrn Dr. H. Vicentini gemacht, die Insektenlarven hat Frau Dr. V. Lubini bestimmt. Die Proben werden bei P. Steinmann aufbewahrt. *Dreissena polymorpha* wurde in den Auswertungen nicht berücksichtigt, da sie an den untersuchten Probestellen auf allen Hartsubstraten in ähnlicher Dichte vorkommt. Die Präsenz von *D. polymorpha* könnte die Populationsdichte von *D. villosus* positiv beeinflussen, da in den vielen Ritzen und Hohlräumen zwischen den Muschelschalen ideale Aufenthaltsorte für *D. villosus* geschaffen werden.

5. Verbreitung und Populationsstruktur von *Dikerogammarus villosus*

5.1. Limmat

Im Februar 2006 wurden in der Limmat unterhalb des Drahtschmidliwehrs bis zur Werdinsel an vier stichprobeweise untersuchten Uferabschnitten keine Höckerflohkrebse gefunden. *Gammarus fossarum* und *G. pulex* waren in geringer bis mässiger Dichte vorhanden.

Bei den Probenahmen am 25. Juli 2006 war die Limmat bei der **Werdinsel** bereits von *Dikerogammarus villosus* besiedelt: In der Kicksampling-Probe von 0.3 m² auf steinigem / kiesigem Grund in 0.2 bis 0.4 m Tiefe wurden insgesamt 73 Höckerflohkrebse gefunden. Dies entspricht einer Dichte von **243 Individuen/m²**.

An zehn abgelesenen Steinblöcken von ca. 30 cm Durchmesser aus drei Tiefenzonen wurden am 26. Juli folgende Individuenzahlen gefunden:

Tiefe	Anzahl <i>D.v.</i> pro Stein	Dichte pro m ²
0.2	23	230
0.2	15	150
0.2	6	6
Mittelwert	14.7	147
0.7	3	30
0.7	7	70
0.7	1	10
Mittelwert	3.7	37
1.3	3	30
1.3	1	10
1.3	1	10
1.3	0	0
Mittelwert	1.3	13

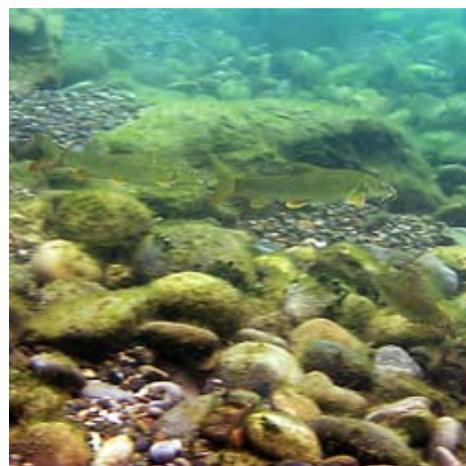


Abb. 5: Individuendichte von *D. villosus* am Steinblöcken; abgelesener Steinblock; untersuchtes Habitat bei der Werdinsel.

Die Fläche der Unterseite der abgesuchten Steinblöcke beträgt näherungsweise je 0.1m². Pro Quadratmeter Steinfläche ergibt dies eine Dichte von schätzungsweise **150 Stck/m² am Ufer; 40 Stck/m² in 0.7m und etwa 13 Stck/m² in 1.3m Tiefe.**

Da beim Absammeln von Steinblöcken nur die Tiere erfasst wurden, die sich bei der Entnahme des Steins daran festhielten, und jene die absprangen oder sich am Boden unter dem Stein aufhielten nicht gezählt werden konnten, sind die gefundenen Dichten als **Minimalschätzung** zu verstehen.



Die Probestelle bei **Dietikon** liegt etwa 15 km unterhalb der Werdinsel. Auch hier wurden am 26. Juli 2006 Höckerflohkrebse festgestellt, jedoch in geringeren Dichten als bei der Werdinsel: In der **Kicksampling-Probe** von 0.3m² in 0.5m Tiefe wurden 11 *D. villosus* gefunden, was einer Dichte von **37 Individuen/m²** entspricht.

An drei abgelesenen **Steinblöcken** aus 0.4 - 0.6m Tiefe wurden insgesamt sieben Höckerflohkrebse gefunden, dies entspricht einer Dichte von **23 Individuen/m²**.

Das Ufer des untersuchten Seitenkanals der Limmat besteht aus einer Erdböschung, aus der Baumwurzeln ins Wasser ragen (Abb. 6). In den Wurzeln wurden **viele einheimische Gammariden gefunden** (s. Kap. 6.2.), jedoch keine Höckerflohkrebse. Die Höckerflohkrebse hielten sich allesamt in der steinigen Gewässersohle auf.



Abb. 6: Böschung mit Wurzeln im Seitenkanal bei Dietikon. *D. villosus* wurde bisher nur unter den Steinen in der Sohle gefunden. In den Wurzeln leben viele einheimische Gammariden (*G. pulex* und *G. fossarum*).

Zwei zusätzliche informelle Abklärungen Ende August 06 ergaben, dass die **Verbreitungsgrenze** von *Dikerogammarus villosus* in der **Limmat knapp oberhalb von Baden** liegt. Er dürfte in Kürze die Aare erreichen.

In der **Sihlmündung** beim Platzspitz Zürich und sihlaufwärts bis zum Hauptbahnhof Zürich wurden im August 06 bei einer informellen **Abklärung keine Höckerflohkrebse** gefunden.

5.2. Zürichsee

Im Februar 2006 wurden die Dichten von *D. villosus* an sieben Stellen am Ufer des Zürichsees grob geschätzt (s. Abb. 1). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden nun die Häufigkeit, die Tiefenverteilung und die Habitatpräferenzen bei der Probestelle Oberrieden (Abb. 3) genauer untersucht:

Die grössten Dichten wurden an der **steinigen, flachen Uferzone von 0.2m bis in ca. 1.5m Tiefe** festgestellt. Zwischen 1.5m und 3.5m nahm die Dichte markant ab und unterhalb von 3.5m wurden nur noch einzelne Individuen gefunden. Der tiefste Fund lag bei ca. 4.5m. Mittels Labyrinthfallen, Ablesen von Steinblöcken, Kicksampling und Abkäschern von Makrophyten wurde die Häufigkeit von *D. villosus* an der Probestelle Oberrieden in verschiedenen Tiefen quantifiziert:

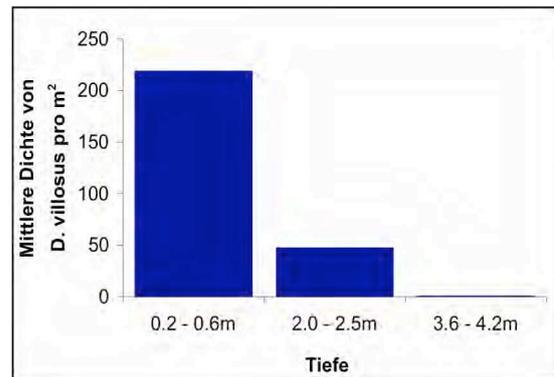


Datum	Methode	Anzahl <i>D. villosus</i> in drei Tiefenzonen		
		0.2 - 0.6m	2.0 - 2.5m	3.6 - 4.2m
30. Mai	Fallen (je 3 Stck à 0.03m ²)	11	2	0
28. Aug	Fallen (je 3 Stck à 0.03m ²)	14	7	0
7. Jun	je 5 Blöcke à 0.1m ² ablesen	135	19	4
7. Jun	Kicksample 0.3m ²	93	-	-
7. Jun	Käscher 2m ²	0	0	-
28. Aug	Käscher 2m ²	0	0	-

Tab. 3: Häufigkeit von *D. villosus* an der Probe-stelle Oberrieden in verschiedenen Tiefen und auf unterschiedlichen Substraten.

Aus diesen Daten lassen sich folgende Dichten pro Quadratmeter schätzen:

Datum	Methode	<i>D. villosus</i> Dichte pro m ² in drei Tiefenzonen		
		0.2 - 0.6m	2.0 - 2.5m	3.6 - 4.2m
30. Mai	Fallen	131	24	0
28. Aug	Fallen	167	83	0
7. Jun	Steinblöcke	270	38	6
7. Jun	Steine / Kies	310	-	-
7. Jun	Makrophyten	0	0	-
28. Aug	Makrophyten	0	0	-
Mittelwerte		219	48	(6)



Tab. 4 & Abb. 8: Dichte von *D. villosus* pro m² an der Probe-stelle Oberrieden in verschiedenen Substraten und Tiefen.

Am Ufer in **0.2 - 0.6m** Tiefe wurden die höchsten Dichten von **310 Stck/m²** beim Kicksampling auf steinigem / kiesigem Grund gefunden, wo die Höckerflohkrebse im Interstitialraum zwischen den Steinen leben. Zerklüftete und mit *Dreissena* bewachsene Unterseiten von Steinblöcken waren mit **270 Stck/m²** ebenfalls dicht besiedelt. Auch in den Labyrinthfallen wurden am Ufer die höchsten Dichten gefunden, jedoch fällt die Dichteschätzung hier mit **131 bis 167 Stck/m²** nur etwa halb so hoch aus wie auf den natürlichen Substraten.

In **2.0 - 2.5m** wurden im Schnitt **48 Höckerflohkrebse pro m²** gefunden, in **3.6 - 4.2m maximal 6 Individuen pro m²**.

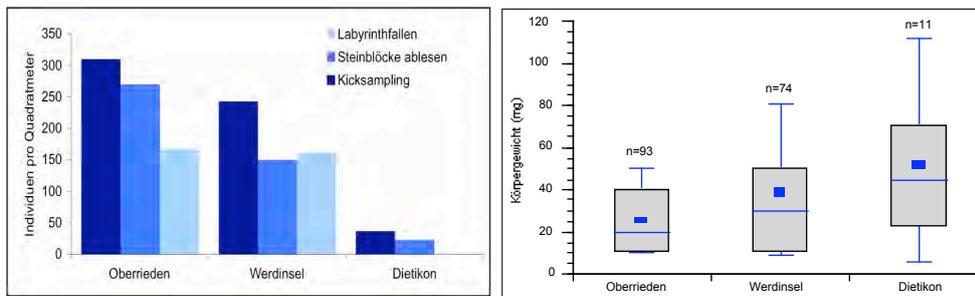
Beim Abkäschern von je 2m² **Makrophytenbeständen** in Oberrieden am 7. Juni und 28. August in 0.5 bis 2.2m Tiefe wurden **keine *Dikerogammarus villosus*** gefunden. Die abgekäscharten Stellen liegen nur wenige Meter neben den steinigem Probestellen mit den hohen *D. villosus*-Dichten.

Da bei Oberrieden (wie an den meisten Uferpartien des Zürichsees) das Bodensubstrat ab ca. 1 bis 2m Tiefe schnell sandig oder schlickig wird und steinige Zonen nur noch inselartig vorkommen, lässt sich hier nicht eruieren ob das Fehlen von steinigem Substrat oder die zunehmende Wassertiefe für die Dichteabnahme unterhalb 1.5m verantwortlich ist. An zwei Tauchplätzen beim Wassersportzentrum Tiefenbrunnen und beim Pflegeheim Küsnacht dominiert steiniges Substrat vom Ufer bis in eine Tiefe von 6 - 8m. Hier wurden bei je drei Tauchgängen im Juni und Juli Steinblöcke in verschiedenen Tiefen stichprobeweise auf Anwesenheit von *D. villosus* kontrolliert. An beiden Plätzen lag die maximale Dichte von *D. villosus* ebenfalls oberhalb von 1.5m, darunter war eine deutliche Dichteabnahme feststellbar. Der tiefste Nachweis beim Tauchplatz Tiefenbrunnen lag in knapp 5m. Die Tiefenverteilung von *D. villosus* war somit an beiden Plätzen trotz durchgehend steinigem Substrat ähnlich wie bei Oberrieden. *Dikerogammarus villosus* scheint **im Zürichsee nur in den obersten 1.5m hohe Bestandesdichten zu bilden.**



5.3. Vergleich der Popuationstruktur von *D. villosus* an den drei Probestellen

Erwartungsgemäss war die Dichte von *D. villosus* im Zürichsee am höchsten. Die Limmat wurde erst im Frühjahr / Sommer 06 besiedelt, wies aber im oberen Teil (Werdinsel) im August 06 bereits eine **beträchtliche Dichte** auf. Bei Dietikon dürften die Höckerflohkrebse erst im Sommer angelangt sein, daher wohl die (noch) **geringe Dichte** (Abb. 9). Bei Baden wurden im August 06 **erst einzelne Individuen** gefunden (nicht quantitativ erfasst).



Ein Vergleich des Körpergewichts von Höckerflohkrebsen an Steinblöcken am Ufer der drei Probeorte im Juli / August 06 zeigt, dass **bei höherer Besiedlungsdichte das Durchschnittsgewicht geringer** war. Dies lag an der geringeren maximalen Körpergrösse bei hoher Dichte (Abb. 10). Dieser Befund könnte auf eine Ressourcenlimitierung hinweisen, und könnte ein Indiz für eine Annäherung an eine maximale Bestandesdichte bei rund 300 Stck/m² sein.

Im Bodensee fanden MÖRTL et al. (2005) im Winter 2004 jedoch *D. villosus*-Dichten von lokal über 2000 Stck/m². Auf welchem Niveau sich die Population im Zürichsee und in der Limmat einpendeln wird, müssen zukünftige Untersuchungen zeigen.

Die berechnete **Biomasse** (Abtropfgewicht pro Quadratmeter von *D. villosus* an den drei Probestellen zeigt den höchsten Wert bei Oberrieden, gefolgt von der Werdinsel und Dietikon (Tab. 5). Dies dürfte auf die unterschiedliche Besiedlungsdauer der drei Stellen zurückzuführen sein. Der Wert dürfte zumindest in der Limmat noch weiter ansteigen.

Probestelle	Biomasse von <i>D. villosus</i> pro m ² (Abtropfgewicht in g)
Oberrieden	7.8
Werdinsel	5.8
Dietikon	1.6

Tab. 5: Biomassen von *D. villosus* an Steinblöcken am Ufer der drei Probestellen im Sommer 2006.

6. Benthosgemeinschaften an den untersuchten Probestellen

Um die Auswirkungen der Besiedlung durch *Dikerogammarus villosus* auf die heimischen Zoobenthos-Gemeinschaften im Zürichsee und in der Limmat feststellen zu können, wurden bei den in Tab. 1. beschriebenen Probenahmen die vorhandenen Wirbellosen (ohne *Dreissena polymorpha*) bestimmt. Da *D. villosus* zum Probezeitpunkt auch die Limmat bereits erreicht hatte, konnte der Vorbesiedlungszustand nicht mehr erfasst werden. Die Daten zeigen für die Limmat eine Momentaufnahme im frühen Stadium der Besiedlung, für den Zürichsee wird die Situation ca. 3 Jahren nach der Besiedlung aufgezeigt.



6.1. Limmat, Probestelle Werdinsel

Wenige Monate nach der Besiedlung war *Dikerogammarus villosus* im August 2006 bei der **Werdinsel** im Uferbereich bereits die **dominante Makrozoobenthos-Art** in den Proben. Im tieferen Wasser und in stärkerer Strömung war er weniger häufig. Die in Tab. 6 aufgeführten weiteren Taxa wurden in den angegebenen Häufigkeiten bei der Werdinsel gefunden.

Werdinsel 0.2 - 0.6m	Anzahl	Werdinsel 1.0 - 1.3m	Anzahl
<i>Dikerogammarus villosus</i>	76	Hydropsyche sp. (juv.)	79
Hydropsyche incognita	56	Dugesia sp.	37
Hydropsyche sp. (juv.)	47	Cheumatopsyche lepida	36
Ephemerella ignita	11	Hydropsyche incognita	31
Chironomidae	8	<i>Dikerogammarus villosus</i>	18
Asellus aquaticus	5	Hydropsyche contubernalis	14
Oligochaeta	5	Simuliidae	8
Dugesia tigrina	5	Chironomidae	5
Hydropsyche contubernalis	5	Heptagenia sulphurea	2
Diptera	4	Psychomyia pusilla	1
Ceraclea dissimilis	4	Asellus aquaticus	1
Baetis fuscatus	3	Baetis fuscatus	1
Bithynia tentaculata	3	Ceraclea dissimilis	1
Dina punctata	3	Leuctra sp.	1
Gammarus pulex	2	Neureclipsis bimaculata	1
Aphelocheirus aestivalis	2		
Lumbriculidae	2		
Cheumatopsyche lepida	2		
Neureclipsis bimaculata	2		
Ancylus fluviatilis	2		
Acari	1		
Elmis sp.	1		
Limnius sp.	1		
Stenelmis sp.	1		
Gammarus fossarum	1		
Antocha sp.	1		
Heptagenia sulphurea	1		
Potamanthus luteus	1		
Eiseniella tetraedra	1		
Leuctra sp.	1		
Lepidostoma hirtum	1		
Oecetis lacustris	1		
Psychomyia pusilla	1		
Individuen	260		236
Anzahl Taxa	33		16

Tab 6: Gefundene Taxa und ihre Häufigkeiten pro 0.3m² in den Proben bei der Werdinsel

6.2. Limmat, Probestelle Dietikon

An der Probestelle Dietikon wurde *D. villosus* nur auf steinigem Substrat und nur in geringer Dichte gefunden. In den unterspülten **Baumwurzeln** (Abb. 6) wurden keine *D. villosus* gefunden, dafür ziemlich hohe Dichten der beiden einheimischen Gammariden *G. pulex* und *G. fossarum*.

Dietikon, Steine/Kies 0.4-0.6m	Anzahl	Dietikon, Wurzeln 0.2-0.4m	Anzahl
Asellus aquaticus	32	Gyraulus albus	81
Gyraulus albus	11	Gammarus sp. (juv.)	79
<i>Dikerogammarus villosus</i>	11	Gammarus pulex	51
Dugesia sp.	6	Gammarus fossarum	23
Bithynia tentaculata	5	Potamanthus luteus	2
Cyrrhus trimaculatus	5	Hydropsyche sp. (juv.)	4
Ephemerella ignita	5		
Chironomidae	4		
Polycentropus flavomaculatus	4		
Ceraclea dissimilis	3		

Tab. 7: Gefundene Taxa und ihre Häufigkeiten in den Proben bei Dietikon.



Cheumatopsyche lepida	3		
Valvata piscinalis	3		
Ancylus fluviatilis	2		
Baetis sp.	2		
Cloeon dipterum	2		
Oecetis notata	2		
Goera pilosa	1		
Aphelocheirus aestivalis	1		
Hydropsyche incognita	1		
Lepidostoma hirtum	1		
Leuctra sp.	1		
Tinodes waeneri	1		
Individuen	105		240
Anzahl Taxa	22		6

6.3. Zürichsee, Probestelle Oberrieden

Auch im **Zürichsee** bei Oberrieden war *Dikerogammarus villosus* in den Proben **am Ufer die dominante Art**, während er in tieferen Zonen nur eine unwesentliche Rolle spielte. In 2 - 4m Tiefe dominierten *Asellus aquaticus* und *Bithynia tentaculata*.

Oberrieden 0.3 - 0.6m	Anzahl	Oberrieden 1.0 - 2.5m	Anzahl	Oberrieden 3.6 - 4.2m	Anzahl
<i>Dikerogammarus villosus</i>	253	<i>Asellus aquaticus</i>	224	<i>Bithynia tentaculata</i>	99
<i>Oligochaeta</i>	126	<i>Bithynia tentaculata</i>	216	<i>Asellus aquaticus</i>	31
Chironomidae	112	Chironomidae	64	<i>Oligochaeta</i>	23
<i>Caenis luctuosa</i>	43	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	56	Chironomidae	21
<i>Dugesia</i> sp.	31	<i>Pisidium</i> sp.	40	<i>Gyraulus albus</i>	19
<i>Planorbis carinatus</i>	29	<i>Erpobdella octoculata</i>	30	<i>Erpobdella octoculata</i>	16
<i>Radix balthica</i>	23	<i>Dikerogammarus villosus</i>	28	<i>Pisidium</i> sp.	11
<i>Tinodes waeneri</i>	13	<i>Dugesia tigrina</i>	22	<i>Caenis horaria</i>	10
<i>Radix</i> sp.	10	<i>Gyraulus albus</i>	14	<i>Dugesia tigrina</i>	7
<i>Pisidium</i> sp.	8	<i>Radix</i> sp.	14	<i>Caenis luctuosa</i>	4
<i>Bithynia tentaculata</i>	6	<i>Radix balthica</i>	7	<i>Dikerogammarus villosus</i>	4
<i>Physella acuta</i>	6	<i>Dugesia</i> sp.	6	<i>Physella acuta</i>	4
<i>Erpobdella octoculata</i>	5	<i>Caenis luctuosa</i>	4	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	4
<i>Glossiphonia complanata</i>	5	<i>Caenis</i> sp	4	<i>Mystacides azurea</i>	2
<i>Gyraulus albus</i>	5	<i>Oligochaeta</i>	4	Acari	1
<i>Radix auricularia</i>	4	<i>Valvata cristata</i>	4	<i>Mystacides longicornis</i>	1
<i>Asellus aquaticus</i>	3	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	3	Zygotera	1
<i>Dina punctata</i>	3	<i>Mystacides azurea</i>	3		
<i>Caenis</i> sp	2	<i>Oecetis testacea</i>	3		
<i>Limnius</i> sp.	2	<i>Radix auricularia</i>	3		
<i>Physa fontinalis</i>	2	<i>Helobdella stagnalis</i>	2		
<i>Ceraclea</i> sp.	1	<i>Planorbis carinatus</i>	2		
<i>Goera pilosa</i>	1	<i>Ancylus fluviatilis</i>	1		
<i>Helobdella stagnalis</i>	1	<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	1		
<i>Hemiclepsis marginata</i>	1	<i>Athripsodes albifrons</i>	1		
<i>Musculium lacustre</i>	1	<i>Caenis horaria</i>	1		
		<i>Centroptilum luteolum</i>	1		
		<i>Mystacides longicornis</i>	1		
		<i>Setodes argentipunctellus</i>	1		
Individuen	696		741		258
Anzahl Taxa	26		29		17

Tab. 8: Gefundene Taxa und ihre Häufigkeiten in den drei Tiefenzonen bei Oberrieden.

Eine nach taxonomischer Systematik geordnete Artenliste für die drei Probestellen ist im Anhang 1 aufgeführt. Die Daten geben Auskunft über die wichtigsten Makrozoobenthos-Vertreter und ihre Abundanz im Sommer 2006. Aufgrund des geringen Probenumfangs kann kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden.



7. Auswirkungen der *Dikerogammarus*-Besiedlung auf einheimische Makrozoobenthos-Arten

7.1. Gammariden (*Gammarus pulex* und *Gammarus fossarum*)

Auffällig bei den Probenahmen im Sommer 2006 ist der Fund von **nur einem einzigen *Gammarus fossarum* und nur zwei *Gammarus pulex*** in allen Proben bei der **Werdinsel**. Im Februar 06 (vor der *D. villosus*-Besiedlung) wurden an derselben Stelle bei informellen Kontrollen einiger Steinblöcke gut ein Dutzend Individuen dieser beiden Arten gefunden.

Einheimische Gammariden werden bei *Dikerogammarus*-Invasionen als hochgradig gefährdet beschrieben (DICK & PLATVOET, 2000). Im Genfersee und im Bodensee wurden bereits rückläufige *Gammarus*-Dichten seit der *Dikero-gammarus*- Invasion festgestellt (LODS-CROZET, pers. Mitteilung; Rey et al. 2005). Dies dürfte auch für die Limmat und den Zürichsee zutreffen. *Gammarus*-Bestände (*G. fossarum* und *G. pulex*) werden sich in der Limmat auf Dauer vermutlich nur im Bereich von kleinen Bachzuflüssen oder in anderen Habitaten halten können, die von *D. villosus* nicht besiedelt werden. Solche **Rückzugshabitate** könnten z.B. **unterspülte Baumwurzeln** am Ufer sein, wie sie an der Probestelle Dietikon (Abb. 6) vorkommen. Eine ähnliche Situation wurde im August 06 in der Aare angetroffen, wo *D. villosus* ebenfalls in noch geringer Dichte vorkommt und sich bisher nur in steinigem Uferbereichen aufhielt. Falls *D. villosus* auch bei zunehmender Dichte auf das steinige Substrat beschränkt bleibt und nicht in die Baumwurzeln vordringt, könnten die einheimischen Gammariden hier ein Refugium finden, wo sie dem Konkurrenz- und Frassdruck durch den Höckerflohkrebs ausweichen können.

Im **Zürichsee** bei Oberrieden wurden **keine einheimische Gammariden** gefunden. *Gammarus pulex* war in früheren Probenahmen von 1981 und 1983 zwar in geringen Dichten, aber regelmässig vorhanden (LUBINI, 1985). An Uferabschnitten mit hoher *D. villosus*-Dichte dürfte sich *G. pulex* kaum mehr halten können und vor allem **in Tiefen unterhalb von ca. 1.5m** sowie im **Mündungsbereich** von kleinen Bächen weiter existieren.

7.2. Wasserassel (*Asellus aquaticus*)

Diese Art gilt ebenfalls als gefährdet bei *D. villosus*-Invasionen (DICK et al., 2002). Im Zürichsee bei Oberrieden wurden **in 2m Tiefe hohe Dichten** von Wasserasseln gefunden. In der von *D. villosus* besiedelten Zone oberhalb von 1.5m war die Wasserasseldichte dagegen sehr gering (Tab. 7). Die Wasserassel **könnte auch in der Uferzone vorkommen, sie wurde hier möglicherweise bereits verdrängt**. Daten aus der Uferzone zur Zeit vor der *D. villosus*- Besiedlung fehlen, daher kann diese Vermutung nicht belegt werden. Die Art ist im Zürichsee jedoch kaum bedroht, da ihr Lebensraum sich in grössere Tiefen erstreckt als bei *D. villosus*. Vermutlich wird sich der Schwerpunkt der Wasserasselpopulation im See längerfristig in Tiefen unterhalb von 1.5m verlagern.

In der Limmat bei **Dietikon** war *Asellus aquaticus* im August 06 **die häufigste Art** in den Proben auf steinigem Substrat. Da *D. villosus* hier erst seit kurzem und in geringer Dichte vorkommt, dürfte die Asselpopulation ungefähr dem Niveau vor der Besiedlung entsprechen.

Bei der **Werdinsel** wurde die Wasserassel **nur in geringen Dichten** angetroffen. Mangels Daten aus der Zeit vor der Besiedlung kann nicht schlüssig belegt werden, ob dies bereits ein Effekt der Präsenz von *D. villosus* ist, oder ob die Wasserassel aufgrund fehlender geeigneter Habitats (z.B. zu starke Strömung) hier natürlicherweise nicht häufig vorkommt.



7.3. Insekten (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)

Die vorliegende Untersuchung stellt eine Momentaufnahme der wichtigsten Benthos-Arten in den von *D. villosus* bewohnten Habitaten kurz nach der Besiedlung dar. Mit den Daten dieser Untersuchung können bislang keine negativen Auswirkungen von *D. villosus* in Bezug auf die Artenvielfalt und die Häufigkeit von Insektenlarven belegt werden. Um allfällige Effekte festzustellen sind weitere Abklärungen in regelmässigen Zeitabständen und Vergleiche der Datenreihen nötig.

Für den Zürichsee existieren aus den siebziger und achtziger Jahren umfangreiche Daten über das Makrozoobenthos. Die Daten liegen dem AWEL vor (LUBINI, 2006). Ein direkter Vergleich dieser Daten mit denjenigen der vorliegenden Untersuchung ist indes kaum möglich, da die früheren Probenahmen meist in grösserer Tiefe (7 - 12m) gemacht wurden, und somit für die Beurteilung von Veränderungen in den nun von *D. villosus* besiedelten obersten 1.5m Wassertiefe nicht verwendet werden können. Ausserdem war der Probenumfang in den früheren Aufnahmen viel grösser als bei der vorliegenden Untersuchung, was direkte Vergleiche weiter erschwert. Schliesslich veränderte sich im Zürichsee die Wasserqualität seit den siebziger und achtziger Jahren im Zuge der Re-Oligotrophierung. Vergleiche von heutigen Daten mit den früheren Aufnahmen dürften in erster Linie die Folgen dieser Re-Oligotrophierung zeigen. Allfällige Auswirkungen der *Dikerogammarus*-Invasion sind vor diesem Hintergrund schwer zu eruieren.

Über die Auswirkungen von *D. villosus* auf Insektenarten kann generell noch wenig Konkretes gesagt werden. Bekannt ist, dass diverse **Insektenlarven von *D. villosus* gefressen werden, vor allem frisch gehäutete Tiere und Chironomidenlarven** gelten als besonders gefährdet (DICK et al., 2002). Trichopterenlarven dürften durch ihre Gehäuse besser geschützt sein als die Larven von Ephemeropteren und Plecopteren. Wie stark die Gelege und die frisch geschlüpften Larven dieser Arten im Freiland bedroht sind, kann nicht gesagt werden. Ebenfalls liegen kaum Informationen über Nahrungskonkurrenz zwischen *D. villosus* und einheimischen Insektenlarven vor. Die hohe Dichte und Biomasse, die *D. villosus* typischerweise aufbaut, lässt aber zumindest die Vermutung aufkommen, dass er als **Nahrungskonkurrent für einheimische Insektenlarven eine Rolle spielen** könnte.

7.4. Mollusken und Würmer

Über Prädation von Mollusken durch *D. villosus* ist aus der Literatur nichts bekannt. Allenfalls könnten dünnschalige Jungtiere überwältigt oder Laich gefressen werden. Ältere, grössere Tiere dürften kaum gefährdet sein. Auch über Auswirkungen auf Würmer (Tubificiden, Planarien, Egel) ist noch nichts bekannt.

7.5. Fischlaich

Im Laborversuchen wurde gezeigt, dass *D. villosus* **angebotenen Fischlaich innerhalb weniger Tage wegfrass** (LAPIANA et al., 2005). Bislang liegen aber noch keine Daten aus dem Freiland vor, die Auskunft über das Ausmass von Laichprädation an natürlichen Laichplätzen geben.

Aufgrund der in dieser Untersuchung gefundenen Habitat- und Tiefenpräferenzen von *D. villosus* im Zürichsee und in der Limmat können folgende **grundsätzliche Überlegungen** in Bezug auf Laichfrass gemacht werden:



Gefahr könnte für Fischlaich bestehen, der im Zürichsee oberhalb von 1.5m auf steinigem / kiesigem Grund und in der Limmat auf Kiesbänken mit schwacher Strömung abgelegt wird.

7.5.1. Zürichsee

Im Zürichsee laichen in erster Linie **Groppe, Rotauge, Gründling** und **Laube** in dieser Zone:

Die **Groppe (*Cottus gobio*)** laicht unter Steinen bis in Tiefen von fünf bis sechs Metern. Groppenlaich im untiefen Wasserbereich könnte gefährdet sein. Der Laich wird jedoch vom Männchen bewacht. Beim Wassersportzentrum Tiefenbrunnen konnte ich im Winter 06 bei privaten Tauchgängen mehrmals beobachten, dass unter Steinen die von Groppen bewohnt waren, keine oder nur einzelne Höckerflohkrebse anzutreffen waren. Alle gefundene Laichklumpen von Groppen waren intakt. Offenbar hält die Groppe bei der Laichwache die Höckerflohkrebse von ihrer Höhle fern.

Das **Rotauge (*Rutilus rutilus*)** laicht im Frühjahr in Tiefen von 1 - 4m an Steinen, Holz und Wasserpflanzen. Laichfrass in untiefen Zonen ist nicht auszuschliessen, dürfte für diese Fischart aber kaum bestandeswirksam sein.

Der **Gründling (*Gobio gobio*)** als ausgesprochener Flachwasserfisch bevorzugt für die Laichablage eher sandiges Substrat. Über mögliche Gefährdung des Laichs dieser Fischart kann mangels Informationen über Laichplätze im Zürichsee nichts gesagt werden.

Die **Laube (*Alburnus alburnus*)** bevorzugt ähnliche Laichgründe wie das Rotauge, jedoch tendenziell näher am Ufer. Ihr Laich könnte somit in stärkerem Mass gefressen werden als derjenige vom Rotauge.

Die übrigen Fischarten im Zürichsee laichen mehrheitlich in Tiefen unterhalb 1.5m und / oder bevorzugen andere Substrate für die Laichablage.

7.5.2. Limmat

In der Limmat könnte Laichfrass durch *D. villosus* von grösserer Bedeutung als im Zürichsee sein: Der Interstitialraum zwischen Steinen und Kies, in den viele kieslaichende Fische ihre Eier ablegen, ist in der Limmat in hohen Dichten von *D. villosus* besiedelt. Hier besteht **dringender Abklärungsbedarf** um abzuschätzen, in welchem Mass hier Laichfrass stattfindet.

Die lange Entwicklungsdauer von **Forellenlaich (*Salmo trutta*)** und der anschliessende dreiwöchige Aufenthalt der geschlüpften Dottersacklarven im Interstitialraum von Kiesbänken setzen die Forellenbrut während 9 - 15 Wochen dem möglichen Frassdruck von *D. villosus* aus.

Für weitere kieslaichende Fischarten in der Limmat könnte Laichfrass von Bedeutung sein, vielleicht aufgrund der kürzeren Entwicklungsdauer in geringerem Mass als für die Forelle:

- Aesche (*Thymallus thymallus*)
- Alet (*Leuciscus cephalus*)
- Felchen (*Coregonus* sp.)
- Barbe (*Barbus barbus*)
- Schneider (*Alburnoides bipunctatus*)



8. Zukünftiger Abklärungsbedarf

Folgende Fragestellungen sollten in Zukunft angegangen werden:

8.1. Weitere Bestandesentwicklung von *D. villosus*

In der Limmat und im Zürichsee sollte die weitere Bestandesentwicklung von *D. villosus* über die nächsten Jahre verfolgt werden:

- Welche Populationsdichten etablieren sich in der Limmat?
- Dringt *D. villosus* in der Limmat bei steigender Populationsdichte auch in unterspülte Baumwurzeln und andere Habitats vor?
- Bleibt die Dichte im Zürichsee konstant, steigt sie weiter, nimmt sie ab?
- Wird der Zürcher Obersee in nächster Zeit ebenfalls von *D. villosus* besiedelt?

8.2. Monitoring des Makrozoobenthos in der Limmat und im Zürichsee

Besonderes Augenmerk sollte den einheimischen Flohkrebse, der Wasserassel und denjenigen Insektenarten gelten, deren Lebensraum sich auf steinige Zonen in geringer Tiefe und geringer Strömungsgeschwindigkeit beschränkt:

- Können sich die Bachflohkrebse *Gammarus fossarum* und *Gammarus pulex* in der Limmat halten? In welchen Habitats und in welchen Dichten?
- Wie entwickelt sich der Bestand der Wasserassel (*Asellus aquaticus*) in der Limmat?
- Gibt es auffällige Veränderungen in der Artenzusammensetzung der Insekten in der Limmat? Welche Insektenarten könnten besonders gefährdet sein?

8.3. Abklärung möglicher Fischlaichprädation durch *D. villosus* in der Limmat

- Wo befinden sich in der Limmat Laichplätze von Forellen und anderen kieslaichenden Fischarten?
- Wie hoch ist die Dichte von *D. villosus* an diesen Laichplätzen?
- Kann eine Methode entwickelt werden zur Feststellung von Laichfrass durch *D. villosus* in der Limmat?

8.4. Weitergehende Untersuchungen / Vergleiche mit anderen Gewässern, Zusammenarbeit auf interkantonal, nationaler und internationaler Ebene

- Werden bei Untersuchungen in anderen besiedelten Gewässern in der Schweiz und im benachbarten Ausland ähnliche Resultate festgestellt wie im Zürichsee und in der Limmat?
- Wie breitet sich *Dikerogammarus villosus* in Zukunft in der Schweiz aus? Welche Gewässer müssen als besonders gefährdet angesehen werden, welche nicht?
- Welche Fragen bezüglich *Dikerogammarus villosus* sind von überregionalem Interesse und sollten in grösserem Rahmen und in Zusammenarbeit mit verschiedenen Amtsstellen und Fachgruppen untersucht werden?
- Auf welche anderen aquatischen Neozoen sollte im Rahmen eines längerfristigen Neozoen-Monitorings in der Schweiz vermehrt geachtet werden? Wie könnte so ein Monitoring organisiert und durchgeführt werden?



9. Zitierte Literatur

- BOLLACHE L.: *Dikerogammarus villosus* (Crustacea, Amphipoda): Another invasive species in Lake Geneva. *Revue Suisse de Zoologie* 111(2):309-313, 2004.
- DICK J.A.T AND PLATVOET D.: *Invading predatory crustacean Dikerogammarus villosus eliminates both native and exotic species*. *Proceedings of the Royal Soc. London (B)*, 267, 977-983, 2000.
- DICK J.T.A., PLATVOET D, AND KELLY D. W: *Predatory impact of the freshwater invader Dikerogammarus villosus* (Crustacea: Amphipoda). *Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. can. sci. halieut. aquat.* 59(6): 1078-1084, 2002.
- LAPIANA G., VISENTINA A. AND CASELLATO S.: *Dikerogammarus villosus: a danger for fish too!* Poster presentation INWAT: Biological invasions in inland waters. Firenze, May 5-7, 2005
- MÖRTL M., MÜRLE U. ORTLEPP J. ET AL.: *Dikerogammarus villosus* (Crustacea: Amphipoda) und *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Veneroidea) im Bodensee. in: Rey P. et al.: *Wirbellose Neozoen im Bodensee. Neu eingeschleppte invasive Benthos-Arten. Monitoringprogramm Bodenseeufer 2004*. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 2005.
- LUBINI V.: *Der Einfluss von Kläranlagenabwässern auf benthische Lebensgemeinschaften im Zürichsee*. Dissertation, Universität Zürich, 1985.
- LUBINI V.: *Aquatische Fauna Zürichsee*. AWEL Zürich, 2006.
- REY P., MÜRLE U., ORTLEPP J. ET AL: *Wirbellose Neozoen im Bodensee. Neu eingeschleppte invasive Benthos-Arten*. Monitoringprogramm Bodenseeufer 2004. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 2005.
- SCELLENBERG U.: unveröffentlichte Dissertation Universität Zürich, 1973 - 75.
- WITTENBERG R. (ED): *An inventory of alien species and their threat to biodiversity and economy in Switzerland*. Report to the SAFEL, 2005.



10. Anhang

Anhang 1: Liste aller gefundenen Taxa in den Probenahmen.

Taxon	Werdinsel Ufer	Werdinsel Flussmitte	Dietikon Steine	Dietikon Wurzeln	Oberrieden Ufer	Oberrieden 2m	Oberrieden 4m
Plathelminthes							
<i>Dendrocoelum lacteum</i>						3	
<i>Dugesia sp.</i>		37	6		29	6	
<i>Dugesia tigrina</i>	5					22	7
Hirudinea							
<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>						1	
<i>Dina punctata</i>	3				3		
<i>Erpobdella octoculata</i>					7	5	16
<i>Glossiphonia complanata</i>					4		
<i>Helobdella stagnalis</i>					1	2	
<i>Hemiclepsis marginata</i>					1		
Oligochaeta							
<i>Eiseniella tetraedra</i>	1						
<i>Lumbriculidae indet.</i>	2						
<i>Oligochaeta indet.</i>	5				126	4	23
Gastropoda							
<i>Ancylus fluviatilis</i>	2		2		1		
<i>Bithynia tentaculata</i>	3		5		4	216	99
<i>Gyraulus albus</i>			32	81	5	14	19
<i>Physa fontinalis</i>					1		
<i>Physella acuta</i>					6		4
<i>Planorbis carinatus</i>					25	2	
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>						56	4
<i>Radix auricularia</i>					2	3	
<i>Radix balthica</i>					21	7	
<i>Radix sp.</i>					1	14	
<i>Valvata cristata</i>						4	
<i>Valvata piscinalis</i>			3				
Bivalvia							
<i>Musculium lacustre</i>					1		
<i>Pisidium sp.</i>					8	41	11
Acari							
<i>Acari indet.</i>	1						1
Amphipoda							
<i>Dikerogammarus villosus</i>	76	18	11		253	28	2
<i>Gammarus fossarum</i>	1			23			
<i>Gammarus pulex</i>	2			51			
<i>Gammarus sp. (juv)</i>				79			
Isopoda							
<i>Asellus aquaticus</i>	5	1	32		3	242	31
Ephemeroptera							
<i>Baetis fuscatus</i>	3	1					
<i>Baetis sp.</i>			2				
<i>Caenis sp.</i>					1	4	
<i>Caenis horaria</i>						1	1
<i>Caenis luctuosa</i>					43	8	
<i>Centroptilum luteolum</i>						1	
<i>Cloeon dipterum</i>			2				
<i>Ephemerella ignita</i>	11		5				
<i>Heptagenia sulphurea</i>	1	2					
<i>Potamanthus luteus</i>	1			2			
Odonata							
<i>Zygoptera indet.</i>						1	
Plecoptera							
<i>Leuctra sp.</i>	1	1	1				



Heteroptera							
	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	2					
	<i>Heteroptera indet.</i>			1			
Trichoptera							
	<i>Athripsodes albifrons</i>					1	
	<i>Ceraclea dissimilis</i>	4	1	3			
	<i>Ceraclea sp.</i>					1	
	<i>Cheumatopsyche lepida</i>	2	36	3			
	<i>Cyrnus trimaculatus</i>			5			
	<i>Goera pilosa</i>			1		1	
	<i>Hydropsyche contubernalis</i>	5	14				
	<i>Hydropsyche incognita</i>	56	31	1			
	<i>Hydropsyche sp.</i>		18				
	<i>Hydropsyche sp. (juv.)</i>	47	61		4		
	<i>Lepidostoma hirtum</i>	1		1			
	<i>Mystacides azurea</i>					4	1
	<i>Mystacides longicornis</i>					2	
	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	2	1				
	<i>Oecetis lacustris</i>	1					
	<i>Oecetis notata</i>			2			
	<i>Oecetis testacea</i>					3	
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>			4			
	<i>Psychomyia pusilla</i>	1	1				
	<i>Setodes argentipunctellus</i>					1	
	<i>Tinodes waeneri</i>			1		13	
Coleoptera							
	<i>Elmis sp.</i>	1					
	<i>Limnius sp.</i>	1				2	
	<i>Stenelmis sp.</i>	1					
Diptera							
	<i>Antocha sp.</i>	4					
	<i>Chironomidae</i>	9	5	4		18	65
	<i>Simulidae</i>		8				
	<i>Diptera indet.</i>	11	6	2		6	47



Anhang 2: Verbreitung von *Dikerogammarus villosus* in der Schweiz
(Stand: August 2006)

