

# ***DIKEROGAMMARUS VILLOSUS* IM ZÜRICHSEE UND IN DER LIMMAT: BESTANDESMONITORING 2007**

**BERICHT ZUHANDEN DER BAUDIREKTION DES KANTONS ZÜRICH  
AWEL, ABTEILUNG GEWÄSSERSCHUTZ**

Patrick Steinmann, Gewässerbiologe Dr. sc. nat., Stein am Rhein



*Dreissena polymorpha*



*Dikerogammarus villosus*



übrige Invertebraten

Zusammensetzung einer Benthosprobe aus dem Zürichsee im Sommer 2007

März 2008

## INHALT

Zusammenfassung	3
1. Einleitung	3
2. Methoden	4
2.1. Probestellen und Probenahmen	4
2.1.1. Probenahmen	4
2.2.2. Charakterisierung der Probestellen	5
3. Resultate und Diskussion	16
3.1. Befunde im Zürichsee	16
3.1.1. Populationsdichte von <i>Dikerogammarus villosus</i>	16
3.1.2. Makrozoobenthos im Uferbereich des Zürichsees	18
3.1.3. Habitatpräferenzen von <i>D. villosus</i> im Zürichsee	20
3.2. Befunde in der Limmat	21
3.2.1. Populationsdichte von <i>Dikerogammarus villosus</i>	21
3.2.2. Makrozoobenthos in der Limmat	23
3.1.3. Habitatpräferenzen von <i>D. villosus</i> in der Limmat	24
4. Fazit und Vorschlag für weiteres Vorgehen	25
5. Literatur	25
Anhang: Taxalisten	26
A. Zürichsee	26
B. Limmat	27



## ZUSAMMENFASSUNG

Seit den ersten Untersuchungen über die Verbreitung und die Populationsdichte von *Dikerogammarus villosus* im Zürichsee und in der Limmat im Jahr 2006 hat die Populationsdichte an den meisten untersuchten Stellen weiter zugenommen und erreichte zeitweise Dichten von über 1000 Individuen pro Quadratmeter im Zürichsee und 254 Individuen pro Quadratmeter in der Limmat. *D. villosus* ist nach der Wandermuschel *Dreissena polymorpha* die zweithäufigste Invertebratenart im Zürichsee und die dritthäufigste in der Limmat (s. Titelbild).

Zwischen den zwei Untersuchungsterminen im Frühling und Sommer 2007 gab es grosse Unterschiede in der Bestandesdichte. Im Frühling waren die Dichten an den meisten Stellen höher als im Sommer. In der Limmat war das Flussbett praktisch durchgehend besiedelt, nicht nur im Uferbereich (wie im Zürichsee) sondern auch an den tiefsten Stellen in 4 bis 5m Tiefe finden sich grosse Dichten von *D. villosus*.

Die einheimischen Flohkrebse *Gammarus pulex* und *G. fossarum* sowie die Wasserassel *Asellus aquaticus* kamen in der Limmat an Stellen mit hoher *D. villosus* Dichte weniger häufig vor als an Stellen mit geringer *D. villosus* - Dichte. Dies könnte bereits auf Verdrängungseffekten beruhen, oder aber auf unterschiedlichen Habitatansprüchen. Im Zürichsee wurde die Wasserassel in den obersten 1.2m auch auffallend selten gefunden. Einheimische Flohkrebse kamen im Zürichsee schon vor der Höckerflohkrebsinvasion nur in sehr geringen Dichten vor und wurden im Rahmen dieser Untersuchung nicht gefunden.

Während im Bodensee der Höckerflohkrebs den europäischen Flohkrebs *Gammarus roeselii* aus seinen angestammten Habitaten verdrängt ist im Zürichsee noch nicht klar auf wessen Kosten sich der Höckerflohkrebs hier ausbreitet, oder ob er allenfalls eine bisher ungenutzte Nische nutzt.

## 1. EINLEITUNG

Die vorliegende Untersuchung knüpft an die Arbeiten aus dem Jahr 2006 an, bei denen das Vorkommen und die Bestandesdichte des Höckerflohkrebses *Dikerogammarus villosus* im Zürichsee und in der Limmat erstmals untersucht wurde (STEINMANN, 2006). Die rasche Besiedlung der Limmat im Laufe des Sommers 2006 und die praktisch vollständige Besiedlung der Uferregion des Zürichsees im Zeitraum zwischen 2003 und 2005 deuteten darauf hin dass die Bestandesentwicklung einer hohen Dynamik unterworfen ist. Es konnte nicht gesagt werden ob die festgestellten Dichten bereits einen Maximalwert darstellen oder ob die Bestandesdichte weiter zunehmen würde und welche Werte sie schliesslich erreicht.

Mit zwei weiteren Untersuchungsterminen im Frühjahr und Sommer 2007 wurde die Entwicklung weiter verfolgt und Veränderungen dokumentiert.



## 2. METHODEN

### 2.1. Probestellen und Probenahmen

#### 2.1.1. Probenahmen

Im Zürichsee wurden sechs steinige Uferstellen je zwei Mal beprobt, einmal im April und ein zweites Mal im August (Abb. 1). Die Probenahmen im See wurden vom Ufer aus ohne Tauchgerät bis in eine Tiefe von ca. 1.2m Tiefe gemacht. In grösseren Tiefen nimmt die Dichte von *D. villosus* im Zürichsee rasch ab (STEINMANN, 2006) und eine Probenahme im Uferbereich ist für ein Monitoring der Bestandesentwicklung daher ausreichend. Bei den Probestellen in der Limmat bei Oetwil, Dietikon Restwasserstrecke und Werdinsel Höngg wurde für die Probenahme getaucht.



Abb. 1: Probestellen im Zürichsee und in der Limmat

Der prozentuale Anteil der an den Probestellen vorkommenden Choriotope wurde protokolliert. Es wurden die folgenden Choriotopkategorien erfasst:

•Fels massiv	> 1m	
•Steinblöcke	0.4- 1m	(Megalithal)
•Grosse Steine	20- 40cm	(Makrolithal)
•Steine	6 - 20cm	(Mesolithal)
•Grobkies	2 - 6cm	(Mikrolithal)
•Feinkies	0.2 - 2cm	(Akal)
•Sand	< 2mm, Körner sichtbar / spürbar	(Psamal)
•Schluff / Ton	keine Körner sichtbar / spürbar, weich	(Argyllal)
•Kreide	keine Körner sichtbar / spürbar, fest	

Choriotope mit einer Korngrösse bis ca. 10 cm wurden mittels Kicksampling beprobt. Mit dem Fuss wurden mehrere Teilflächen von jeweils ca. 0.1m<sup>2</sup> kräftig aufgewirbelt und die entstehende Wolke sofort mit einem Käscher (Maschenweite 0.5 mm) mehrmals vollständig durchfahren.

Grosse Steine und flache Blöcke zwischen 40 und 60 cm Grösse wurden aus dem Wasser gehoben und sofort in eine grosse Flachschele gelegt und ans Ufer gebracht. Es wurden nur Steine verwendet, die bei einem



ersten Kontrollblick bei der Entnahme aus dem Wasser eine gute Besiedlung mit Wirbellosen aufwies. Steine an denen keine oder nur sehr wenige Organismen anhafteten, wurden verworfen. Am Ufer wurde die Unterseite der Steine mit einer Bürste abgerieben und die Organismen in die Flachschele gespült. Mit einer Pinzette wurden danach immer noch festsitzende Tiere aus den Ritzen und Spalten der Steine abgelesen. Die Fläche der beprobten Steinunterseiten wurde geschätzt und notiert.

Für die Probenahmen in der Limmat wurde ein Spezialgerät verwendet, um bei den Tauchgängen flächenbezogene Proben zu entnehmen. Mit diesem Gerät können sowohl Proben mittels Substrataufwirbelung entnommen werden, wie auch grössere Steine darin abgebürstet und die Organismen in einem Netzbeutel (Maschenweite 0.5mm) aufgefangen werden (Abb. 2).

Bei jeder Probenahme im Zürichsee und in der Limmat wurde eine Fläche von mindestens 0.6m<sup>2</sup> beprobt.

**Abb. 2:** Spezialgerät der Firma Hydra (Konstanz) für Probenahmen in grossen Fliessgewässern durch einen Taucher. Der Netzbeutel ist in der Abbildung nicht zu sehen.

Für die Probenahmen in der Limmat wurde baugleiches Gerät verwendet.



Die bei den Probenahmen gewonnenen Organismen wurden vor Ort in 4% Formol fixiert. Planarien (*Turbellaria*) wurden lebend bestimmt, Egel (*Hirudinea*) in 10% Ethanol abgetötet. Vor der weiteren Verarbeitung der Proben wurden diese in Wasser gespült und in 80% Ethanol überführt. Die Organismen wurden wenn möglich auf Artniveau bestimmt, ansonsten auf Gattungs- oder Familienniveau. Die Bestimmung der Köcherfliegenlarven (*Trichoptera*) und eines Teils der Eintagsfliegenlarven (*Ephemeroptera*) wurde von Frau Dr. V. Lubini, Zürich, durchgeführt.

Für die Datenauswertung wurden die Häufigkeiten der gefundenen Taxa auf Dichten pro Quadratmeter hochgerechnet, wobei die Werte vom Zürichsee als Schätzung gelten müssen, da die Probeflächen nur schätzungsweise erfasst wurden.




### 2.2.2. Charakterisierung der Probestellen

Auf den folgenden Seiten werden die sechs Probestellen im Zürichsee und die vier Stellen in der Limmat beschrieben:



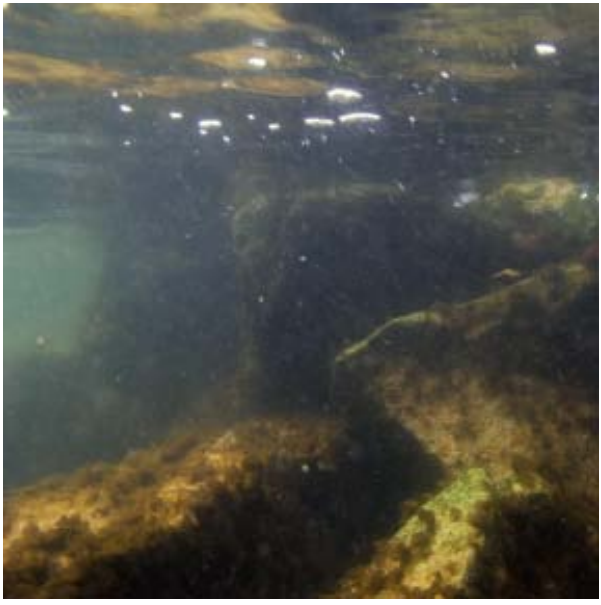


Probestelle: Saffainsel Probedatum: 18.4.2007 und 8.8.2007 Koordinaten: 682'930 / 244'828      406 müM		Gewässer: Zürichsee Gemeinde: Zürich Wollishofen Kanton: Zürich	
	Substratkategorien und - anteile:		
	Grosse Steine 70% Steine 20% Steinblöcke 10%		
	Makrophyten: keine		
	beso. Strukturen: keine		
	Probefläche: 0.6 m <sup>2</sup>		
	Pegelstand: 405.95 m (18.4.07) 406.12 m (8.8.07)		
	Tiefenbereich: 0.1 bis 1.2 m		
	Probemethoden: Kicksampling (0.2 m <sup>2</sup> ) Steinblöcke ablesen (0.4 m <sup>2</sup> )		
			
Bemerkungen  Dicht gepackte Steine (8-15 cm), schwer aufkickbar.			



Probestelle: Oberrieden Badeanstalt Probedatum: 18.4.2007 und 8.8.2007 Koordinaten: 686'506 / 236'746      406 müM		Gewässer: Zürichsee Gemeinde: Oberrieden Kanton: Zürich	
	Substratkategorien und - anteile:		
	Steine      60% Grobkies    20% Grosse Steine    10% Steinblöcke    10%		
	Makrophyten:      keine		
	beso. Strukturen:    keine		
	Probefläche:          0.7 m <sup>2</sup>		
	Pegelstand:          405.95 m (18.4.07) 406.12 m (8.8.07)		
	Tiefenbereich:      0.1 bis 1.2 m		
	Probemethoden:    Kicksampling (0.5 m <sup>2</sup> ) Steinblöcke ablesen (0.2 m <sup>2</sup> )		
			
Bemerkungen lockere Steine, leicht aufkickbar			



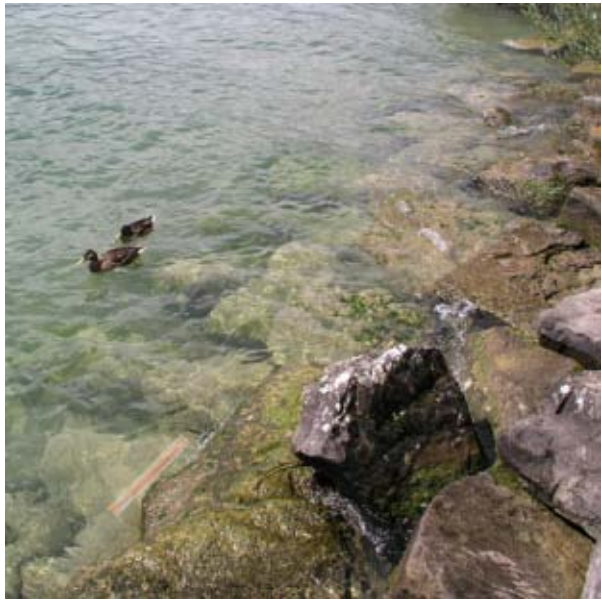


Probestelle: Wädenswil Giessen Probedatum: 18.4.2007 und 8.8.2007 Koordinaten: 694'465 / 231'003      406 müM		Gewässer: Zürichsee Gemeinde: Wädenswil Kanton: Zürich	
	Substratkategorien und - anteile:		
	Steinblöcke    70% Grosse Steine    30%		
	Makrophyten:    keine		
	beso. Strukturen:    Hafenanlage		
	Probefläche:    0.6 m <sup>2</sup>		
	Pegelstand:    405.95 m (18.4.07) 406.12 m (8.8.07)		
	Tiefenbereich:    0.8 bis 1.2 m		
	Probemethoden:    Blöcke ablesen (0.6 m <sup>2</sup> )		
			
Bemerkungen veralgte Blöcke. z.T. Fontinalisbüschel			






Probestelle: Stäfa Kehlhof Probedatum: 19.4.2007 und 16.8.2007 Koordinaten: 698'024 / 232'344      406 müM		Gewässer: Zürichsee Gemeinde: Stäfa Kanton: Zürich	
	Substratkategorien und - anteile:		
	Steine      50% Steinblöcke      30% Grobkies      20%		
	Makrophyten: keine		
	beso. Strukturen: Weidengebüsch z.T im Wasser		
	Probefläche: 0.8 m <sup>2</sup>		
	Pegelstand: 405.95 m (19.4.07) 406.04 m (16.8.07)		
	Tiefenbereich: 0.1 bis 1.0 m		
	Probemethoden: Kicksampling (0.5 m <sup>2</sup> ) Steinblöcke ablesen (0.3 m <sup>2</sup> )		
			
Bemerkungen  Steine im August stark veralgt, mit Sediment bedeckt. Stellenweise Quellmoos- Büschel ( <i>Fontinalis antipyretica</i> ).			






Probestelle: Meilen Horn Probedatum: 19.4.2007 und 16.8.2007 Koordinaten: 690'020 / 236'307      406 müM		Gewässer: Zürichsee Gemeinde: Meilen Kanton: Zürich	
	Substratkategorien und - anteile:		
	Schluff /Ton    40% Steine        30% Steinblöcke    20% Grosse Steine  10%		
	Makrophyten:        keine		
	beso. Strukturen:    Weidengebüsch direkt am Wasser		
	Probefläche:            0.8 m <sup>2</sup>		
	Pegelstand:            405.95 m (19.4.07) 406.04 m (16.8.07)		
	Tiefenbereich:        0.1 bis 1.0 m		
	Probemethoden:      Kicksampling (0.3 m <sup>2</sup> ) Steinblöcke ablesen (0.5 m <sup>2</sup> )		
			
Bemerkungen Angrenzende Schilfzone. Steine mit Sediment bedeckt, z.T. veralgelt.			



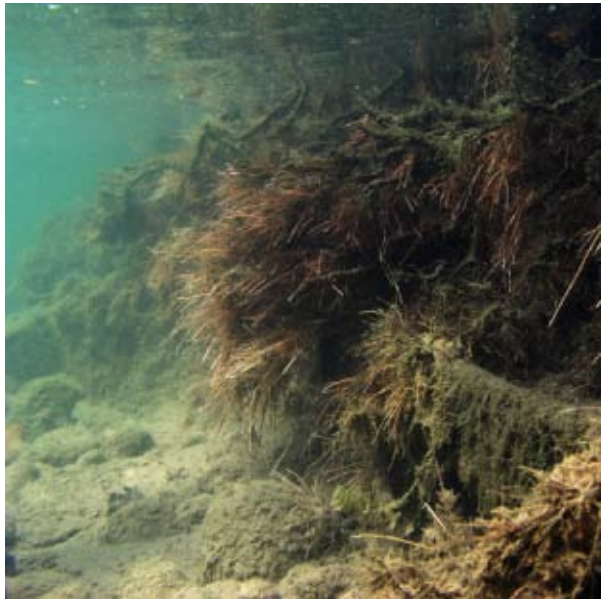


Probestelle: <b>Küsnacht Horn</b> Probedatum: 19.4.2007 und 16.8.2007 Koordinaten: 686'067 / 241'842      406 müM		Gewässer: Zürichsee Gemeinde: Küsnacht Kanton: Zürich	
	Substratkategorien und - anteile:		
	Steine      50% Grobkies    40% Grosse Steine    10%		
	Makrophyten:      keine		
	beso. Strukturen:    Bachmündung		
	Probefläche:          0.8 m <sup>2</sup>		
	Pegelstand:          405.95 m (19.4.07) 406.04 m (16.8.07)		
	Tiefenbereich:      0.1 bis 1.2 m		
	Probemethoden:      Kicksampling (0.8 m <sup>2</sup> )		
			
Bemerkungen  Steine mit feiner Oberfläche, alle stark abgerollt. Grössere Steine im August veralgt. Keine frei aufliegenden Steinblöcke.			






Probestelle: Werdinsel Restwasserstrecke Probedatum: 27.3.2007 und 14.6.2007 Koordinaten: 679'506 / 250'344      400 müM		Gewässer: Limmat Gemeinde: Zürich Höngg Kanton: Zürich	
	Substratkategorien und - anteile:		
	Steine	40%	
	Grosse Steine	20%	
	Grobkies	30%	
	Steinblöcke	10%	
	Makrophyten:	keine	
	beso. Strukturen:	keine	
	Probefläche:	0.8 m <sup>2</sup>	
<b>Q<sub>TMittel</sub>:</b>	400.14 m <sup>3</sup> /s (27.3.07) 400.75 m <sup>3</sup> /s		
Tiefenbereich:	0.8 bis 1.6 m		
Probemethoden:	Kicksampling (0.4 m <sup>2</sup> ) Blöcke ablesen (0.4 m <sup>2</sup> )		
			






Probestelle: Dietikon Spielplatz Probedatum: 15.3.2007 und 13.6.2007 Koordinaten: 673'083 / 250'963      386 müM		Gewässer: Limmat Gemeinde: Dietikon Kanton: Zürich	
	Substratkategorien und - anteile:		
	Steine      60% Baumwurzeln      20% Grosse Steine      20%		
	Makrophyten:      keine		
	beso. Strukturen:      keine		
	Probefläche:      0.8 m <sup>2</sup>		
	<b>Q<sub>T</sub>Mittel:</b> 150 l/s (geschätzt)		
	Tiefenbereich:      0.2 bis 0.5 m		
	Probemethoden:      Kicksampling (0.2 m <sup>2</sup> ) Blöcke ablesen (0.2 m <sup>2</sup> ) Wurzeln abkäschern (0.4 m <sup>2</sup> )		
			
Bemerkungen Ca. 30 m langer und 4m breiter Nebenlauf zwischen einem kleinen Inseli und dem Ufer. Sohle steinig, Steine veralgt und mit Sediment bedeckt. Frei aufliegende grosse Steine. Böschung am Inseli stellenweise mit freigespülten Baumwurzeln.			



Probestelle: Dietikon Restwasserstrecke Probedatum: 15.3.2007 und 13.6.2007 Koordinaten: 673'288 / 251'245      384 müM		Gewässer: Limmat Gemeinde: Dietikon Kanton: Zürich	
	Substratkategorien und - anteile:		
	Steine	50%	
	Grosse Steine	20%	
	Grobkies	25%	
	Steinblöcke	5%	
	Makrophyten:	keine	
	beso. Strukturen:	keine	
	Probefläche:	0.8 m <sup>2</sup>	
<b>Q<sub>T</sub>Mittel:</b>	< 1000 l/s		
Tiefenbereich:	0.8 bis 1.6 m		
Probemethoden:	Kicksampling (0.4 m <sup>2</sup> ) Blöcke ablesen (0.4 m <sup>2</sup> )		
			
Bemerkungen Wasserstand im Juni ca. 1m höher als im März. Kiesbänke vollständig überspült.			



Probestelle: Oetwil Autobrücke Probedatum: 13.3.2007 und 20.6.2007 Koordinaten: 671'628 / 253'494      380 müM		Gewässer: Limmat Gemeinde: Oetwil Kanton: Zürich	
	Substratkategorien und - anteile:		
	Grosse Steine    40% Steinblöcke    30% Steine            25% Grobkies        5%		
	Makrophyten:      keine		
	beso. Strukturen: keine		
	Probefläche:        0.8 m <sup>2</sup>		
	<b>Q<sub>T</sub>Mittel:</b> < 1000 l/s		
	Tiefenbereich:    3.2 bis 4.3 m		
Probemethoden:   Kicksampling (0.3 m <sup>2</sup> ) Blöcke ablesen (0.5 m <sup>2</sup> )			
			
Bemerkungen Stellenweise Quellmoos- Büschel ( <i>Fontinalis antipyretica</i> )			



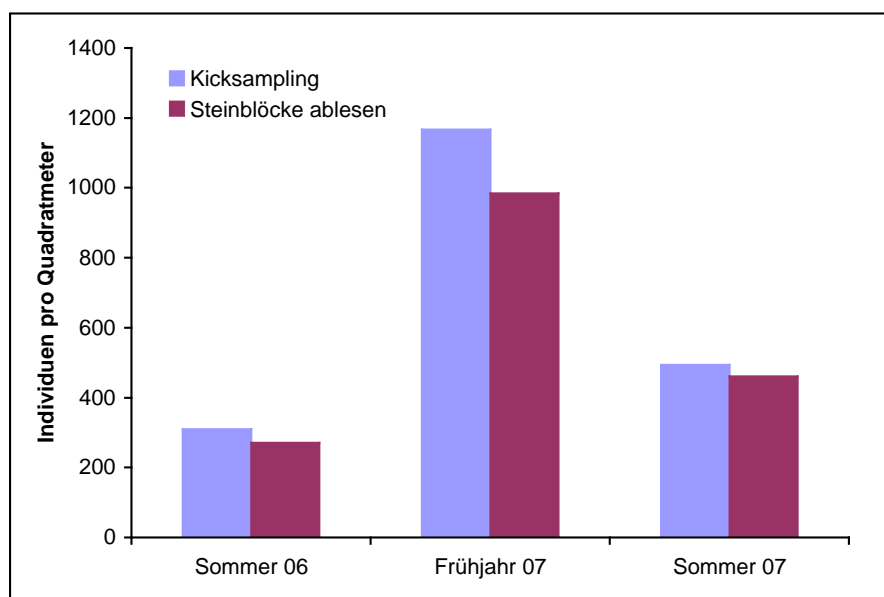
### 3. RESULTATE UND DISKUSSION

#### 3.1. Befunde im Zürichsee

##### 3.1.1. Populationsdichte von *Dikerogammarus villosus*

Bei der Probestelle „Oberrieden Badeanstalt“ wurde bereits im Sommer 2006 eine Dichte von 310 Individuen/m<sup>2</sup> beim Kicksampling und 270 Individuen/m<sup>2</sup> beim Ablesen von Steinblöcken festgestellt (STEINMANN, 2006). Die Populationsdichte an der Probestelle Oberrieden nahm im Frühling 07 stark zu und sank im Sommer 07 wieder ab, allerdings blieben die Werte höher als im Sommer 2006. Im Frühjahr 2007 wurden 1167 Individuen/m<sup>2</sup> beim Kicksampling und 984 Individuen/m<sup>2</sup> an Steinblöcken gezählt. Im Sommer 07 waren es 493 Individuen/m<sup>2</sup> in den Kickproben und 461 Individuen/m<sup>2</sup> an Steinblöcken (Abb. 3).

**Abb. 3:** Populationsdichte von *Dikerogammarus villosus* bei der Probestelle Oberrieden Badeanstalt



Von den übrigen fünf Probestellen existieren nur Daten aus der Untersuchung 2007. Im Frühjahr 07 wurden ausser bei Oberrieden auch bei Wollishofen, Stäfa und Meilen höhere Dichten als im Sommer 07 festgestellt, Bei Küsnacht und Wädenswil nahm die Dichte im Sommer hingegen zu.

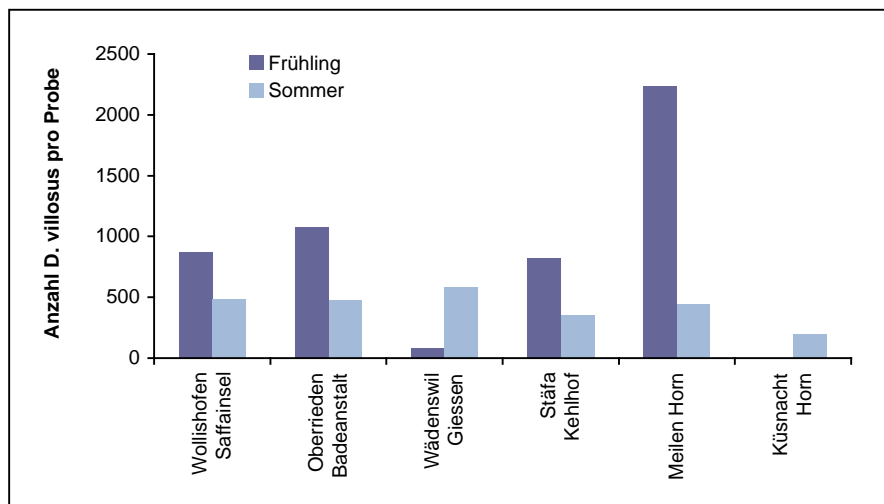
Tab. 1 und Abb. 4 zeigen die Besiedlungsdichten an den sechs Stellen im März und August 2007. Bei Meilen fällt eine sehr hohe Dichte von über 2000 Stck/m<sup>2</sup> auf. Es handelte sich dabei grösstenteils um juvenile, kleine Tiere.

**Tab. 1:** Populationsdichten von *Dikerogammarus villosus* an den sechs Probestellen im April und August 07

Dichte pro m <sup>2</sup>	Wollishofen Saffainsel	Oberrieden Badeanstalt	Wädenswil Giessen	Stäfa Kehlhof	Meilen Horn	Küsnacht Horn
April	867	1076	78	821	2233	1
August	485	477	582	351	439	194



**Abb. 4:** Populationsdichten von *Dikerogammarus villosus* an den sechs Probestellen im April und August 2007



Im Mittel ergibt sich für August 2007 eine Dichte von 421 Individuen pro Quadratmeter. Nur beim Küssnacher Horn war die Dichte deutlich geringer. Im Genfersee wurde eine maximale Dichte von 235 Individuen/m<sup>2</sup> festgestellt (LODS-CROZET, 2006). Im Bodensee wurde bei Untersuchungen des Instituts Hydra (Konstanz) im September 2005 eine mittlere Höckerflohkrebsdichte von ca. 60 Individuen pro Quadratmeter gefunden. Im Vergleich mit diesen beiden Seen scheint der Zürichsee sehr dicht besiedelt zu sein. Die Probestellen im Zürichsee wurden aufgrund ihrer besonderen Eignung als Höckerflohkrebs habitat gewählt, daher sind die hohen Dichten als Maximalwerte anzusehen und nicht als Durchschnittswerte für alle Habitate am Zürichseeufer.

Die höheren Dichten im Frühling sind möglicherweise eine Folge von Aggregationen im Flachwasser während der Wintermonate und darauf folgender Ausdünnung im Sommer, wenn sich die Tiere über einen grösseren Tiefenbereich verteilen. Die Massen von juvenilen Höckerflohkrebsen im April 07 bei Meilen lassen aber auch die Vermutung zu, dass eine starke Vermehrung im sehr warmen Winter 06/ 07 dafür verantwortlich sein könnte.

Die Stelle beim Küssnacher Horn ist möglicherweise noch nicht lange besiedelt. Im Frühling 07 wurde nur ein einziger Höckerflohkrebs gefunden. Im Sommer 2007 lag die Dichte dann bei 194 Individuen pro Quadratmeter.

Auffällig war 2007 an allen Probestellen ausserdem der hohe Anteil an dunklen Farbmorphen in den Proben. DEVIN et al. (2003) beschreibt vier verschiedene Farbvarianten bei Höckerflohkrebsen (striped, spotted, melanic, dorsal stripe). Im Jahr 2006 überwog im Zürichsee die helle, quergestreifte Variante deutlich. 2007 waren schätzungsweise 60% der gefundenen Tiere dunkel gefärbt (Abb. 5). Die rasche Verschiebung der Anteile der beiden Farbmorphen verdeutlicht ebenfalls die sehr hohe Dynamik der Höckerflohkrebspopulation.



**Abb 5:** Dunkle und gestreifte Farbvariante von *D. villosus*. 2006 überwog die helle Variante deutlich. 2007 gehörten rund 60% der Tiere zur dunklen Form.



### 3.1.2. Makrozoobenthos im Uferbereich des Zürichsees

An den sechs Probestellen wurde neben *D. villosus* auch die übrige Makrozoobenthosfauna aufgenommen. Total wurden 65 Taxa festgestellt (Tab. 2, Anhang). Wegen der grösseren Anzahl Probestellen im Jahr 2007 (sechs Probestellen) wurden erwartungsgemäss mehr Taxa gefunden als im Jahr 2006 (eine Probestelle, 42 Taxa). Folgende Taxa die im Jahr 2006 gefunden wurden, konnten 2007 nicht nachgewiesen werden:

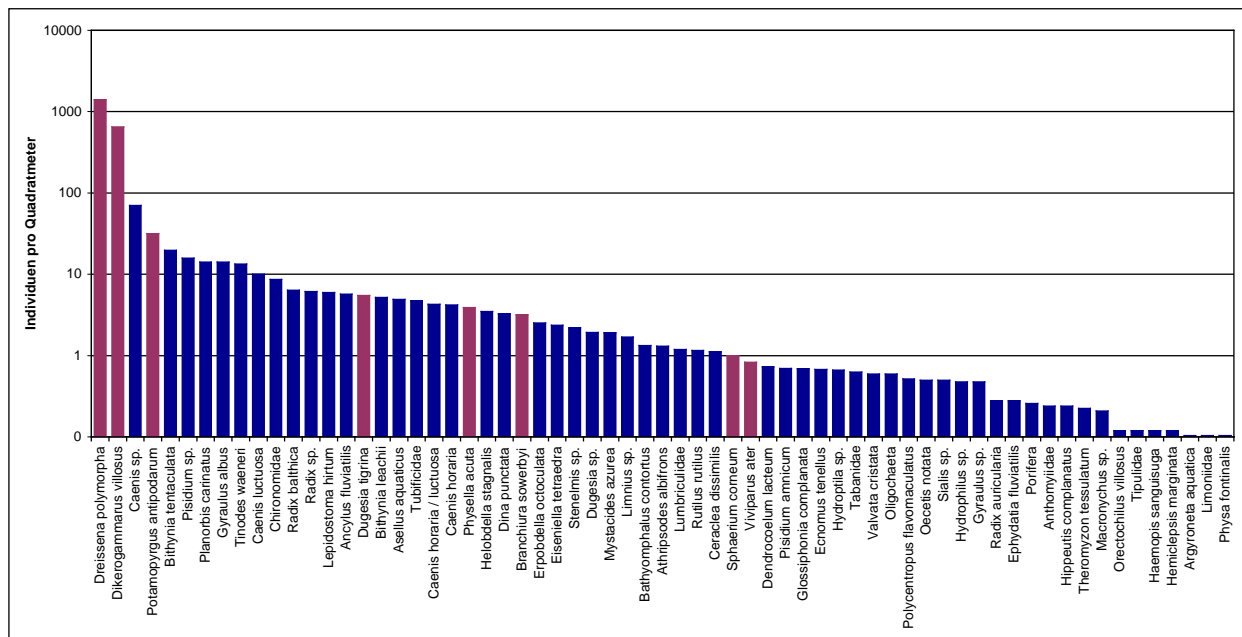
Hirudinea	Trichoptera
<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	<i>Ceraclea</i> sp.
Mollusca: Bivalvia	<i>Goera pilosa</i>
<i>Musculium lacustre</i>	<i>Mystacides longicornis</i>
Ephemeroptera	<i>Oecetis testacea</i>
<i>Centropilum luteolum</i>	<i>Setodes argentipunctellus</i>

Werden nur diejenigen Arten betrachtet, die 2006 im Uferbereich gefunden wurden (ohne Probenahmen in 2 bis 4m Tiefe), so reduziert sich die Liste der fehlenden Taxa im Jahr 2007 auf die drei Arten *Musculium lacustre*, *Ceraclea* sp. und *Goera pilosa*. Alle drei Taxa waren Einzelfunde im Jahr 2006 und ihr Fehlen im Jahr 2007 lässt keine Aussage über ihren Status im Zürichsee zu.

Das häufigste Taxon an den untersuchten Stellen ist die Wandermuschel *Dreissena polymorpha* mit 1407 Individuen/m<sup>2</sup> im Durchschnitt. An zweiter Stelle folgt an sämtlichen Probestellen der Höckerflohkrebs mit durchschnittlich 648 Individuen/m<sup>2</sup>. Diese beiden pontokaspischen Arten dominieren die Wirbellosenfauna an den steinigen Stellen im Uferbereich des Zürichsees (s. Titelbild). Mit grossem Abstand folgt an dritter Stelle die Eintagsfliegengattung *Caenis* sp. An vierter Stelle folgt bereits wieder ein



Neozoon, die Neuseeland- Zwergdeckelschnecke *Potamopyrgus antipodarum*. Die meisten übrigen Taxa wurden in Dichten unter 10 Individuen / m<sup>2</sup> gefunden (Abb. 6). Bei einigen Taxa (z.B. Chironomiden) ist die geringe festgestellte Besiedlungsdichte sicherlich auf methodische Artefakte bei der Probenahme zurückzuführen. Chironomidenlarven, die in angehefteten Gespinnströhren an Steinen leben, sind mit Kicksampling nicht richtig erfassbar und beim Abbürsten von grösseren Steinen werden wahrscheinlich viele Larven zerrieben und sind in der Probe nicht mehr auffindbar. Die Chironomiden und andere filigrane kleine Arten müssten separat mit einer geeigneten Methode beprobt werden um zuverlässigere Daten zu erhalten. Die gefundenen Daten sind ausserdem nur für steinige Choriotope am Ufer aussagekräftig. Die Biodiversität und die Besiedlungsdichte könnte in anderen Choriotopen anders aussehen.



**Abb 6:** Häufigkeitsverteilung der gefundenen Taxa im Zürichsee (Mittelwerte der Dichten an den sechs Probestellen). Neozoen - Taxa sind rot hervorgehoben.

Im Bodensee konnte nach der Einschleppung des Höckerflohkrebses ein Rückgang des häufigen Flohkrebses *Gammarus roeselii* festgestellt werden. Der Höckerflohkrebs übernimmt dort offenbar die Nische von *Gammarus roeselii*. Auch in anderen Gewässern wurde ein markanter Rückgang und stellenweise ein völliges Verschwinden einheimischer Flohkrebs beobachtet (DICK and PLATVOET, 2000). Andere Invertebraten zeigten bislang noch keine dramatischen Bestandesrückgänge, die eindeutig auf das Auftreten von *D. villosus* zurückzuführen sind.

Im Zürichsee kamen bereits vor dem Auftreten von *D. villosus* nur wenige einheimische Flohkrebsarten der Gattung *G. pulex* und im Bereich von Bachmündungen auch *G. fossarum* vor. Eigentliche Bestände einheimischer Flohkrebsarten gibt es im Zürichsee kaum. Im Rahmen der *Dikerogammarus*-Untersuchungen wurde im Jahr 2006 und 2007 denn auch kein Flohkrebs der Gattung *Gammarus* gefunden. Aufgrund der natürlichen Seltenheit dieser Tiere im Zürichsee hat dieser Befund aber nicht viel zu bedeuten. Es ist noch unklar auf wessen Kosten sich *D. villosus* im Zürichsee ausbreitet oder ob er allenfalls sogar eine bisher nicht besetzte Nische nutzt. Im Zürichsee sind lediglich bei den Wasserasseln mögliche Verdrängungseffekte erkennbar: Wie schon bei den Untersuchungen im Jahr



2006 wurden auch 2007 nur wenige Wasserasseln (*Asellus aquaticus*) gefunden. Es existieren keine quantifizierbaren Daten über die frühere Häufigkeit der Wasserassel am Ufer des Zürichsees. Aus den Tauchprotokollen der Universität Zürich und aus eigenen Beobachtungen in den Neunziger Jahren kann dennoch geschlossen werden dass die Wasserassel damals im Uferbereich viel häufiger war als heute. In tieferen Zonen (ab 1.5m) ist die Wasserassel im Zürichsee immer noch häufig. In diesen Zonen leben deutlich weniger Höckerflohkrebse. Diese Indizien sprechen für eine Verdrängung der Wasserassel aus dem steinigen Uferbereich.

Für Insektenlarven (Ephemeropteren, Trichopteren, Dipteren) könnte *D. villosus* eine Gefahr darstellen. Die Häufigkeit der meisten dieser Taxa ist an den untersuchten Stellen im Zürichsee recht gering. Aus dem Uferbereich des Zürichsees liegen keine Daten über Makrozoobenthos aus den Jahren vor der Höckerflohkrebsinvasion vor. Daher ist es nicht möglich abzuschätzen, ob die geringen Besiedlungsdichten der steinigen Uferpartien des Zürichsees bereits auf die Invasion zurückzuführen sind, oder ob sie andere Ursachen haben und schon länger bestehen. Aufgrund der geringen Dichten der meisten Taxa dürfte es auch in Zukunft schwierig werden, allfällige Effekte der *Dikerogammarus*- Besiedlung auf die heimischen Arten nachzuweisen. Eventuell müsste anstelle der Individuenzahlen der einzelnen Taxa die Biomasse von Artengruppen untersucht werden, um allfällige Effekte zu sehen.

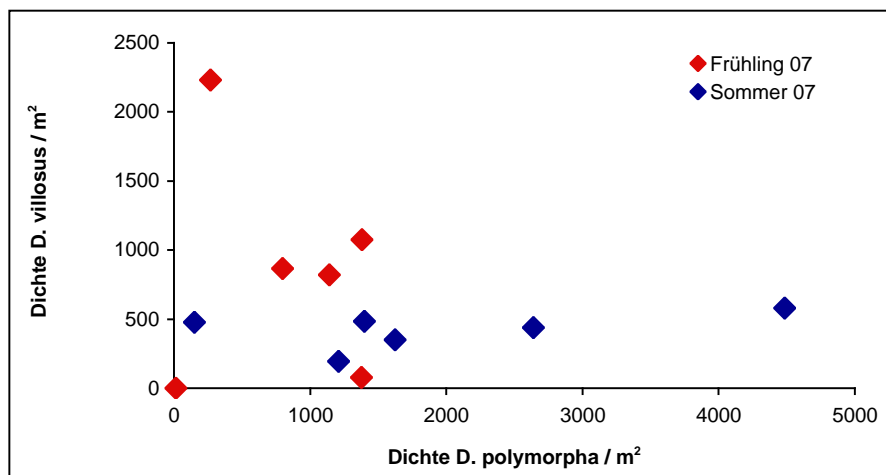
Erfreulich und erwähnenswert ist im übrigen noch der Fund einer Wasserspinne (*Argyroneta aquatica*) bei der Probestelle Stäfa Kehlhof. Dieses seltene Tier ist für einen grossen See eher atypisch. Im Jahr 2004 wurde bei Planktonfängen auf dem Zürichsee in der Seemitte vor Kilchberg bereits einmal eine Wasserspinne auf einem abgetriebenen Stück *Potamogeton pectinatus* gefunden. Der Fund bei Stäfa bestätigt das Vorkommen der Wasserspinne im Zürichsee.

### 3.1.3. Habitatpräferenzen von *D. villosus* im Zürichsee

Im Genfersee fand LODS-CROZET (2006) eine Korrelation zwischen der Wandermuscheldichte und der Höckerflohkrebsdichte. Da sich Höckerflohkrebse gern in engen Ritzen und Spalten verstecken, bieten Wandermuscheldrüsen ideale Aufenthaltsräume und eine Korrelation zwischen der Dichte der beiden Arten erscheint naheliegend. Es erstaunt daher ein wenig, das im Zürichsee keine solche Korrelation zu bestehen scheint (Abb. 7).

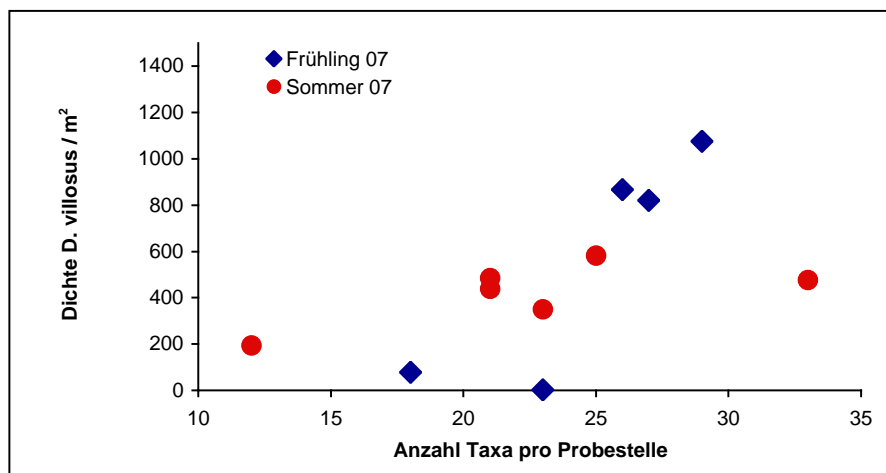


**Abb 7:** Zwischen der Dichte der Wandermuscheln und der Dichte von *D. villosus* konnte an den untersuchten Probestellen keine Korrelation gefunden werden.



Hingegen kann eine Korrelation zwischen der Anzahl gefundener Taxa an einer Probestelle und der dort bestehenden Höckerflohkrebsdichte gefunden werden ( $p < 0.05$  ANOVA, Abb. 8). Dies kann möglicherweise mit der Habitatstruktur erklärt werden. Ein vielfältig strukturierter Lebensraum bietet einer grösseren Anzahl Lebewesen Unterschlupf und ermöglicht auch eine grössere Besiedlungsdichte.

**Abb 8:** Je höher die Biodiversität (Anzahl Taxa) an einer Probestelle, desto höher ist die Dichte von *D. villosus*. Für die Regressionsanalyse wurde die Probe vom Frühling bei Meilen nicht verwendet, da eine extrem hohe und untypische Dichte juveniler *D. villosus* aufwies.



### 3.2. Befunde in der Limmat

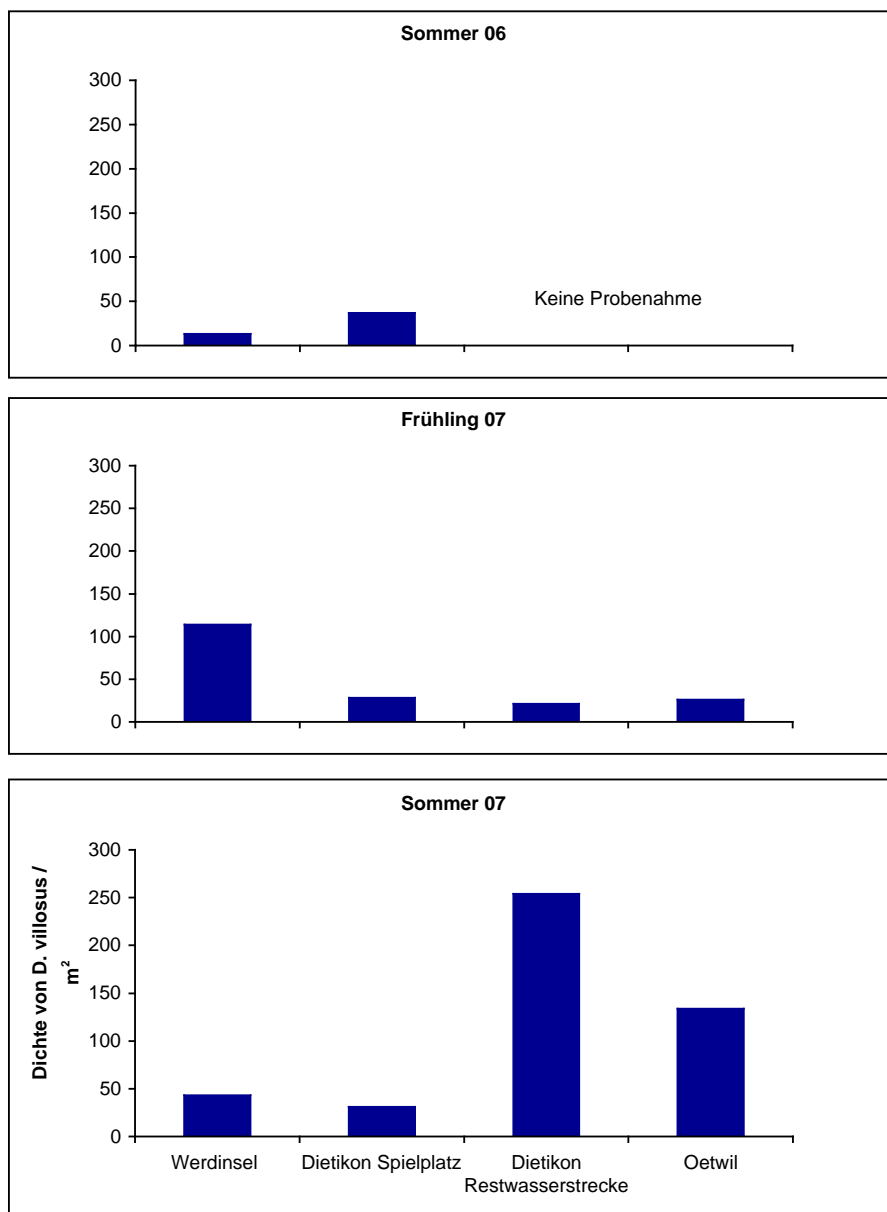
#### 3.2.1. Populationsdichte von *Dikerogammarus villosus*

Die Limmat wurde im Laufe des Sommers 2006 von *D. villosus* besiedelt. Im Herbst 06 erreichte *D. villosus* Baden (AG) und dürfte kurz darauf die Aaremündung bei Brugg (AG) erreicht haben. Im März und Juni 2007 wurden in der Limmat die Stellen bei der Werdinsel Höngg und bei Dietikon nochmals beprobt. Zusätzlich wurden noch zwei weitere Stellen, Dietikon Restwasserstrecke und Oetwil Autobrücke beprobt.

Bei der Probestelle Werdinsel Höngg zeigt sich derselbe zeitliche Verlauf in der Bestandesentwicklung wie in Zürichsee: Eine Dichtezunahme zwischen Sommer 06 und Frühling 07 und gefolgt einer Abnahme im Sommer 07,



jedoch mit höheren Werten als im Sommer 06. Im kleinen Nebenlauf beim Spielplatz Dietikon konnten keine grossen Dichteveränderungen festgestellt werden. An den beiden unteren Probestellen Dietikon Restwasserstrecke und Oetwil Autobrücke fand hingegen eine starke Zunahme zwischen Frühling und Sommer 07 statt (Abb. 9).



**Abb 9:**  
Bestandesentwicklung von *D. villosus* in der Limmat zwischen Sommer 2006 und Sommer 2007.

Interessant ist die Feststellung dass bei Oetwil die Probetiefe zwischen 3.2 und 4.3m lag, bei Dietikon Restwasserstrecke und bei der Werdinsel in 1.6m. In diesen Tiefen sind im Zürichsee nur noch sehr wenige Höckerflohkrebse zu finden (STEINMANN, 2006). In der Limmat ist die Tiefe für *D. villosus* offensichtlich ein viel weniger begrenzender Faktor für die Bestandesdichte als im Zürichsee.





### 3.1.3. Habitatpräferenzen von *D. villosus* in der Limmat

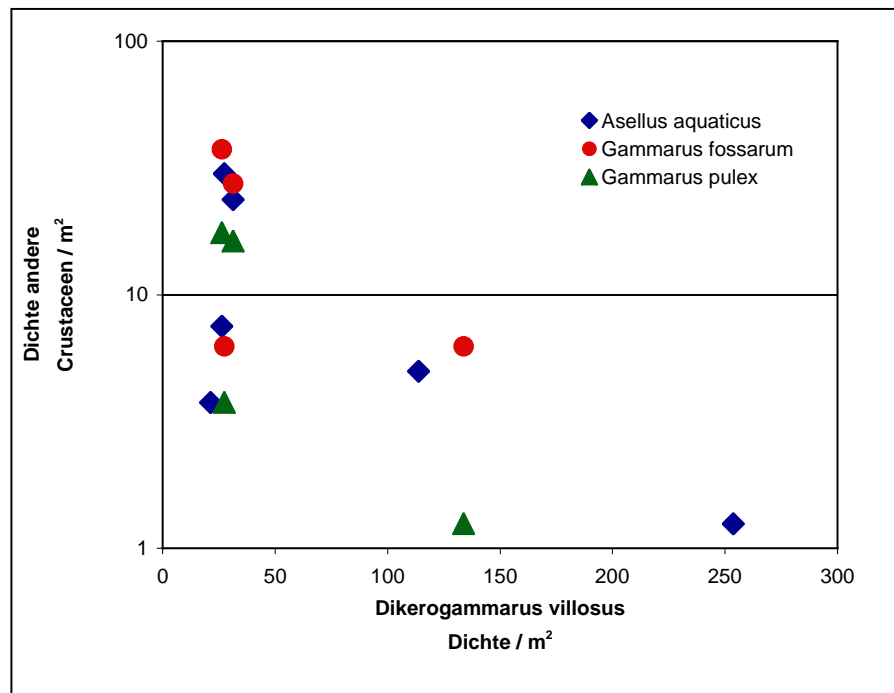


**Abb 11:** Probestelle Dietikon Spielplatz. In den Baumwurzeln waren nach wie vor kaum Höckerflohkrebse zu finden.

Bei der Probestelle Dietikon Spielplatz konnte im Sommer 2006 eine Habitatseparation zwischen *D. villosus* und den beiden einheimischen Flohkrebse *Gammarus pulex* und *Gammarus fossarum* festgestellt werden. In den freigespülten Baumwurzeln an der Böschung der kleinen Insel wurden viele *G. pulex* / *fossarum* gefunden, während in der steinigen Sohle ausschliesslich *D. villosus* zu finden war (Abb. 11). Es stellte sich damals die Frage, ob diese Separation auch bei steigender *D. villosus* Dichte Bestand hat, oder ob *D. villosus* dann auch in den Wurzelbereich vordringt. Die Dichte von *D. villosus* war im Jahr 2007 nur wenig höher als im Jahr davor und noch immer war der Wurzelbereich fast frei von Höckerflohkrebsen, lediglich 3 Exemplare wurden im Wurzelbereich gefangen. *G. pulex* und *G. fossarum* besiedelten den Wurzelbereich nach wie vor in hohen Dichten.

Generell war die Dichte der einheimischen Gammariden *G. pulex* und *G. fossarum*, sowie die Dichte der Wasserassel *Asellus aquaticus* in der Limmat an Stellen mit hoher *D. villosus* Dichte geringer (Abb. 12). Dies könnte auf Verdrängung der einheimischen Arten durch *D. villosus* oder auf unterschiedliche Habitatnutzung der Arten zurückzuführen sein. Für die übrigen Invertebraten kann noch keine Aussage über die Einflüsse der *Dikerogammarus*-Besiedlung gemacht werden.

**Abb 12:** Die Dichte einheimischer Flohkrebse und Wasserasseln ist in der Limmat an Stellen mit hoher *D. villosus* Dichte kleiner.



## 4. FAZIT UND VORSCHLAG FÜR WEITERES VORGEHEN

Zwischen Frühjahr 2006 und Sommer 2007 wurden im Zürichsee und in der Limmat an den meisten Probestellen starke Verschiebungen in der Populationsdichte von *D. villosus* gefunden, die darauf schliessen lassen, dass die Population noch keinen stabilen Zustand erreicht hat und sich vermutlich auch künftig noch stark verändern wird. Ein weiteres Monitoring der Populationsdichte mit zwei Probeterminen pro Jahr (Sommer und Winter oder Frühjahr) wäre daher in den kommenden Jahren angebracht. Im Frühjahr 2008 wurden erstmals auch im Obersee grössere Dichten von *D. villosus* gefunden, aber nicht näher untersucht (Vicentini, pers. Mitteilung). Nach den Befunden aus dem Jahr 2006 (nur sehr geringe Dichten an einzelnen Stellen, STEINMANN, 2006) scheint sich der Höckerflohkrebs nun auch im Obersee breit zu machen und eine Bestandesaufnahme der aktuellen Situation wäre wünschenswert.

Es muss auch mit der Einschleppung von weiteren Arten in Zürcher Gewässer gerechnet werden. Im Bodensee wurde im Herbst 2006 die Schwebegarnelle *Limnomysis benedeni* bei Hard (Vorarlberg) nachgewiesen. Innerhalb eines Jahres wurde der ganze Obersee besiedelt und die Garnelen bildeten dichte Schwärme im Winter 06/07 und 07/08. Im Genfersee trat im Dezember 07 erstmals *Hemimysis anomala* auf, eine weitere Schwebegarnelenart, die ebenfalls riesige Schwärme bildet und sich von Zooplankton ernährt, was zu Verschiebungen in der Planktonzusammensetzung führen kann. Im Bodensee, Rhein und Aare kommt die asiatische Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*) vor, deren Schalen mächtige Bänke bilden und so die Habitatstruktur von Weichböden verändern können. Ebenfalls im Bodensee wurde im Winter 07 der amerikanische Flohkrebs *Crangonyx pseudogracilis* gefunden, in Dichten von bereits über 1000 Stck/m<sup>2</sup>. Diese und weitere Arten könnten auch im Zürichsee auftreten, wenn sie mit Wanderbooten oder Wassersportgeräten verschleppt werden. Im Rahmen eines *Dikerogammarus*- Monitorings in Zürcher Gewässern könnte gezielt auch auf neu auftretende Arten geachtet werden und eine Früherkennung von Neubesiedlungen von aquatischen Neozoen erreicht werden.

## 5. LITERATUR

DEVIN, S.; PISCART, C.; BEISEL, J. N. AND MORETEAU, J. C. (2003): Ecological traits of the amphipod invader *Dikerogammarus villosus* on a mesohabitat scale. Arch. Hydrobiol. 158(1) 43–56.

DICK, J. T. and PLATVOET, D. (2000): Invading predatory crustacean *Dikerogammarus villosus* eliminates both native and exotic species. Proc Biol Sci. 267(1447): 977–983.

LODS-CROZET, B and REYMOND, O. (2006): Bathymetric expansion of an invasive gammarid (*Dikerogammarus villosus*, Crustacea, Amphipoda) in Lake Léman. Journal of Limnology 65(2): 141-144.

STEINMANN, P. (2006): *Dikerogammarus villosus* im Zürichsee und in der Limmat. Bericht AWEL Zürich.



## ANHANG: TAXALISTEN

## A. Zürichsee

Gefundene Taxa und ihre Häufigkeiten in den Proben ZÜRICHSEE (Rot: Neozoen)	Küs. Horn 20.4.	Küs. Horn 17.8.	Meilen Horn 20.4.	Meilen Horn 17.8.	Ober. Ba di 19.4.	Ober. Badi 9.8.	Stäfa Kehl. 20.4.	Stäfa Kehl. 17.8.	Wäd. Giess. 19.4.	Wäd. Giess. 9.8.	Woll. Saffa 19.4.	Woll. Saffa 9.8.
Probefläche (m <sup>2</sup> )	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6
<b>Porifera</b>												
Ephydatia fluviatilis										2		
Porifera					1						1	
<b>Plathelminthes</b>												
Dugesia tigrina	3		3	7	8	7	2			3	5	7
Dugesia sp.			2	5		9	1					
Dendrocoelum lacteum	4		1	2								
<b>Hirudinea</b>												
Dina punctata				3	10	9		1	4			
Helobdella stagnalis						2	3	1			18	2
Erpobdella octoculata	7					7	1		3		2	1
Glossiphonia complanata				2			1	3				
Theromyzon tessulatum	1							1				
Haemopsis sanguisuga							1					
Hemiclepsis marginata						1						
<b>Oligochaeta</b>												
Oligochaeta								5				
Tubificidae	5		4	3	5	5	4		5		4	4
Branchiura sowerbyi	4				4	4			5		4	4
Eiseniella tetraedra			4		3	4					4	4
Lumbriculidae					3						3	3
<b>Mollusca</b>												
Dreissena polymorpha	12	967	216	2112	967	104	914	1300	826	2692	479	838
Pisidium amnicum											5	
Pisidium sp.	5				66	49			6	2	3	
Sphaerium sp.					6						2	
Ancylus fluviatilis	5		10	27			4	7				
Bathymorphalus contortus					7	2	1			1		
Bithynia leachii	3		2	6		3	14	4			9	2
Bithynia tentaculata	4		3	13		71	31	17	4	11	7	3
Gyraulus albus	10	6		4	5	6	27		2	22	18	12
Gyraulus sp.					4							
Hippeutis complanatus					2							
Physa fontinalis		1										
Physella acuta	1				3	16			2	6	3	
Planorbis carinatus	3	2	5	3	29	32	6	10	2	18	5	1
Potamopyrgus antipodarum	34	20		52	48	55	23		5	22	9	4
Radix auricularia									2			
Radix balthica	2	3	1	2	5	28	5	4			3	1
Radix sp.						6				39		
Valvata cristata					5							
Viviparus ater			1	2			2			2		
<b>Crustacea</b>												
Asellus aquaticus	11	2	7	1	3		6	2	2	1	7	
Dikero gammarus villosus	1	155	1786	351	753	334	657	281	47	349	520	291
<b>Coleoptera</b>												
Hydrophilus sp.						4						
Limnius sp.						13				1		
Macronychus sp.			2									
Orectochilus villosus						1						
Stenelmis sp.			4	1	9		4	1				
<b>Megaloptera</b>												
Sialis sp.					1		2			1		
<b>Ephemeroptera</b>												
Caenis horaria			6			4		5		18		
Caenis horaria / luctuosa						36						
Caenis luctuosa	5		16			4		35		23		
Caenis sp.			216		320	5		9	11	43	4	
<b>Trichoptera</b>												
Athripsodes albifrons			2		5		3		1			
Ceraclea dissimilis										6		2
Ecnomus tenellus						1					1	3
Hydroptila sp.		5										1
Lepidostoma hirtum	3		1		7	29	2	5			3	
Mystacides azurea		1						7		7		
Oecetis notata								3		1		



	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>					1		1			1		1
	<i>Tinodes waeneri</i>	2	8	3	11	46	10	2	12		12		6
Diptera													
	Anthomyiidae								2				
	Chironomidae	5	7	6	4	5	4	6	16	5	5	4	5
	Limoniidae				1								
	Tabanidae	3		3									
	Tipulidae						1						
Arachnidae													
	<i>Argyroneta aquatica</i>			1									
	Anzahl Individuen	133	1177	2305	2612	2331	866	1723	1731	932	3288	1123	1195
	Anzahl Taxa	23	12	25	21	29	33	26	23	17	25	25	21

## B. Limmat

Gefundene Taxa und ihre Häufigkeiten in den Proben LIMMAT (Rot: Neozoen)	Diet RW 15.3.	Diet SP 15.3.	Oetwil 13.3.	Werd RW 27.3.	Diet RW 13.6	Diet SP 13.6.	Oetwil 20.6.	WerdRW 14.6.
Probefläche (m <sup>2</sup> )	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Porifera								
<i>Ephydatia fluviatilis</i>						2		
Bryozoa								
<i>Cristatella mucedo</i>						1		
Cnidaria								
<i>Hydra</i> sp.				2		18		
Plathelminthes								
<i>Dugesia tigrina</i>	3	7	8	9		18	7	4
<i>Dugesia</i> sp.			3	1			13	
<i>Dugesia polychroa</i>						4		
Hirudinea								
<i>Branchiobdella</i> sp.								1
<i>Dina punctata</i>	5	1	5	1	4	2	7	2
<i>Dina</i> sp.					2			
<i>Erpobdella octoculata</i>	2		14			1		1
<i>Erpobdella testacea</i>			2					
<i>Glossiphonia complanata</i>							5	
<i>Helobdella stagnalis</i>			2			13		
<i>Hemiclepsis marginata</i>			1					
<i>Trocheta bykowskii</i>	1							
Oligochaeta								
<i>Eiseniella tetraedra</i>					1			1
Lumbriculidae				1		3		1
Naididae						6		
Oligochaeta						46		
Tubificidae					16			
Mollusca								
<i>Ancylus fluviatilis</i>	1		251	16	9		118	
<i>Bathymphalus contortus</i>					2	3	2	
<i>Bithynia leachii</i>				1				
<i>Bithynia tentaculata</i>		1	38	3		15	26	1
<i>Dreissena polymorpha</i>	12	18	272	164		19	197	9
<i>Gyraulus albus</i>		16	4			116		4
<i>Gyraulus laevis</i>		1				12		
<i>Gyraulus</i> sp.				7				
<i>Hippeutis complanatus</i>						2		
<i>Physella acuta</i>			4		1			
<i>Pisidium</i> sp.			15		4	3	2	3
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	3	25	1			117	8	
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> f. <i>carinata</i>				1				
<i>Radix balthica</i>			1	2	2			
<i>Radix</i> sp.			1			1		
<i>Sphaerium corneum</i>			7				56	
<i>Valvata cristata</i>						4		
<i>Valvata piscinalis</i>						6		
Crustacea								
<i>Asellus aquaticus</i>	3	24	6	4	1	19		
<i>Dikerogammarus villosus</i>	17	22	21	91	203	25	107	34
Gammaridae	39							
<i>Gammarus fossarum</i>		5	30			22	5	



	Gammarus pulex		3	14			13	1	
	Gammarus pulex / fossarum						37	13	
	Gammarus sp.		46	66		2			
	<i>Orconectes limosus</i>			1					
Coleoptera									
	Elmis sp.				2			7	2
	Limnius sp.					4			2
	Macronychus sp.							5	
	Orectochilus villosus			1					
	Stenelmis sp.		1	3	3	9	3	24	16
Ephemeroptera									
	Baetis fuscatus	9				6			
	Baetis rhodani				8				
	Baetis scambus					5			
	Baetis sp.			3	9	1		4	4
	Baetis vardarensis				20				
	Caenis beskidensis								1
	Caenis luctuosa				11		1	15	
	Caenis macrura				1	28		77	16
	Caenis sp.	3		15	7				
	Ephemerella ignita	1			1	1	11		21
	Heptagenia sulphurea	6		277	17	7	4	9	1
	Paraleptophlebia submarginata			1					
	Potamanthus luteus	144	44	98	148	92	49	23	51
Trichoptera									
	Ceraclea albimacula						1		
	Ceraclea dissimilis		13	10	15	6	3	1	4
	Cheumatopsyche lepida	76	1	59	41	8		1	2
	Cyrrnus trimaculatus			1			1		
	Ecnomus tenellus				1				
	Glossosoma boltoni	1				1			
	Hydropsyche contubernalis	38		169	24	29	1	4	
	Hydropsyche pellucidula	19		55	240	13			16
	Hydropsyche sp.				15		6		
	Hydroptila sp.					1			
	Lepidostoma hirtum	1		6	3	4			
	Micrasema setiferum	1							
	Mystacides azurea		5		6				
	Neureclipsis bimaculata			7	1		4		
	Oecetis notata		1			1	1		
	Oecetis sp.								1
	Polycentropus flavomaculatus	1		17			2		2
	Psychomyia pusilla	37		95	61	30		16	1
	Rhyacophila sp.					3			
	Setodes punctatus					1			
	Tinodes waeneri				4				
Diptera									
	Chironomidae		29			305			
	Culicidae						18		
	Lauterborniella sp.				12				
	Limoniidae				1				
	Rheotanytarsus sp.							162	
	Simuliidae			19	38				
	Tabanidae					2			
	Tipulidae								3
Heteroptera									
	Aphelocheirus aestivalis	2	1	40			3	4	
Odonata									
	Calopteryx splendens					2			
	Gomphus pulchellus			1					
	Onychogomphus forcipatus	1		1		1		1	
Plecoptera									
	Leuctra sp.				3				1
Acari									
	Hydracarina		2		3				
	Anzahl Individuen	426	266	1645	998	807	636	920	205
	Anzahl Taxa	25	21	43	41	36	42	30	28

