Universität für Bodenkultur
Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement

Fangeffizienz von Entnahmegeräten zur Besammlung der aquatischen Bodenfauna von Weichsedimenten

Diplomarbeit

Franz-Josef Charouzek

Supervisor: MOOG Otto, Univ. Prof. Dr.

2009

Declaration

I declare that I have elaborated my diploma thesis aimed at “Fangeffizienz von Entnahmegeräten zur Besammlung der aquatischen Bodenfauna von Weichsedimenten” independently. I have used only the sources quoted in References

In Vienna, 2009

Liebe Leser

Ich bin in Tschechien aufgewachsen. Deutsch ist nicht meine Muttersprache und ich ersuche die Leser meiner Diplomarbeit um Verständnis für stilistische „Eigenheiten“.

Acknowledgement

I would like to express my gratitude and thanks to my supervisor **MOOG Otto, Univ. Prof. Dr.** for his overall help, valuable suggestions, patience and willingness while leading my diploma thesis**.**

Many thanks also belong to: Dipl.-Ing. Dr. Thomas Ofenböck, Dipl.-Ing. Thomas Huber, Dipl.-Ing. Patrick Leitner, Martin Seebacher and especially all members of my family for their restless and sustainable support.

Zusammenfassung

Das Makrozoobenthos nimmt in der aquatischen Ökologie eine tragende Rolle ein. Vor allem bei angewandten Fragestellungen, z.B. bei ökologischen Gütegutachten, ist eine exakte Bestandsaufnahme notwendig.

Drei unterschiedliche Probenentnahmegeräte wurden im Winterhafen von Linz an ungestörten Hafeneinfahrtshabitaten, und an durch Hafenbaggerungen teils gestörten Habitaten parallel getestet. Die verwendeten Probenentnahmegeräte setzen sich aus einem traditionellen Van Veen Greifer, einem Uwitec-Corer nach Niederreiter und einem Air-Lift-Sampler nach Pehofer zusammen. Die Geräte unterscheiden sich in der Arbeitsweise und der besammelten Grundfläche. Das Ziel dieser Arbeit ist die Klärung der Fangeffizienz dieser drei Geräte in Weichsedimenten, unter Berücksichtigung von Betriebskosten und Zeitaufwand.

Der Air-Lift-Sampler erwies sich für Weichsedimente wegen seines hohen Arbeitsdruckes als ungeeignet. Da Weichsedimente vorwiegend von der Großgruppe der Annelida besiedelt werden, werden diese beim Air-Lift-Sampler durch das Fangnetz gepresst. Dagegen erzielt der Uwitec-Corer mit seiner sehr kleinen Grundfläche bei ausreichenden Parallelproben repräsentative Ergebnisse. Der traditionelle Van Veen Greifer erweist sich als robustes, handliches und leicht zu bedienendes Gerät, das dank seiner großen Grundfläche auch bei weniger Parallelproben solide Ergebnisse liefert.

Schlagwörter: Van Veen Greifer, Uwitec-Corer, Air-Lift-Sampler, Weichsediment, Makrozoobenthos

Abstract

The macrozoobenthic communities play an important role in aquatic ecology. The qualitative determination of benthic invertebrate abundance is essential for applied ecological surveys, e.g. to determine the available amount of fish food organisms.

Three different sampling devices were tested in Winterhafen Linz on an undisturbed harbour gateway habitat and at the same location, due excavation, partially disturbed habitat. The three sampling devices under study comprise a traditional Van Veen grab, an Uwitec-corer designed by Niederreiter and an air-lift-sampler designed by Pehofer. Each sampling gear offers a different base area. The aim of that work is to determine the catching efficiency of these sampling devices in soft bottom sediments under a cost-benefit aspect.

The air-lift-sampler turned out to be improper for use in soft bottom sediments due to his high operating pressure. Soft bottom sediments are mostly colonized by Annelida, who are pressed through the catching net. The Uwitec-corer, with the smallest base area, achieves quite representative results, if enough parallel samples are taken. The traditional Van Veen grab proves to be very robust, handy and easy to operate. Due to its big sampling area the Van Veen grab delivers with less parallel samples still solid results.

Keywords: Van Veen grab, Uwitec-corer, air-lift-sampler, soft bottom sediments, macrozoobenthic

Inhaltsverzeichnis

ACKNOWLEDGEMENT ..... **I**
ZUSAMMENFASSUNG ..... **II**
ABSTRACT ..... **III**
INHALTSVERZEICHNIS ..... **IV**
LISTE DER ABBILDUNGEN ..... **VII**
LISTE DER TABELLEN ..... **IX**
BEZEICHNUNGEN ..... **XI**
1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG **12**
1.1 Einleitung 12
1.2 Fragestellung und Zielsetzung 13
Fragestellung *13*
Zielsetzung *13*
2 MATERIAL UND METHODIK **14**
2.1 Allgemein 14
2.2 Freilandarbeit 16
2.2.1 Van Veen Greifer 16
Allgemein *16*
Einsatzbereich *16*
Gerätebeschreibung *16*
Arbeitsprinzip *19*
2.2.2 Uwitec-Corer 21
Allgemein *21*
Einsatzbereich *22*
Gerätebeschreibung *22*
Arbeitsprinzip *23*
2.2.3 Air-Lift-Sampler nach Pehofer 27
Allgemein *27*
Einsatzbereich *27*
Gerätebeschreibung *28*
Arbeitsprinzip *29*
2.3 Laborarbeit 31
2.3.1 Probenvorbereitung 31
2.3.2 Probenauswertung 33
2.4 Mathematische Theorie und deren Umsetzung 39
2.4.1 Bootstrapmethode 40
2.4.2 Jackknifemethode 40
2.4.3 Umsetzung 41
Datenpoolaufteilung *41*

Berechnung des jeweiligen Datenpools ... *42*
2.4.4 T-Test ... 43

3 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES ... 44
Allgemein ... *44*
3.1 Untersuchungsdesign ... 44
Baggerungsarbeiten ... *45*
Untersuchungsgebietseinteilung ... *46*

4 EINSATZ UND BETRIEBSWEISE DER GERÄTE ... 48
Allgemein ... *48*
4.1 Einsatz und Betriebsweise Van Veen Greifer ... 49
Vorbereitung ... *49*
Prozedere ... *49*
4.2 Einsatz und Betriebsweise Uwitec-Corer ... 50
Vorbereitung ... *50*
Prozedere ... *50*
4.3 Einsatz und Betriebsweise Air-Lift-Sampler ... 51
Vorbereitung ... *51*
Prozedere ... *51*

5 RESULTATE ... 53
5.1 Rohdaten ... 53
5.1.1 Rohdaten des Van Veen Greifers ... 53
Rohdaten des Van Veen Greifers vom 10.07.2008 ... *53*
Rohdaten des Van Veen Greifers vom 28.07.2008 ... *54*
5.1.2 Rohdaten des Uwitec-Corers ... 55
Rohdaten des Uwitec-Corers vom 10.07.2008 ... *55*
Rohdaten des Uwitec-Corers vom 28.07.2008 ... *56*
5.1.3 Rohdaten des Air-Lift-Samplers ... 57
Rohdaten des Air-Lift-Samplers vom 10.07.2008 ... *57*
Rohdaten des Air-Lift-Samplers vom 28.07.2008 ... *59*
5.1.4 Verarbeitete Resultate ... 60

6 DISKUSSION ... 63
6.1 Die Makrobenthos-Fauna in Feinsedimenten des Winterhafens ... 63
6.2 Vergleich der qualitativen Fangergebnisse ... 67
6.3 Vergleich der quantitativen Fangergebnisse ... 75
6.3.1 Vergleich der Absolutwerte ... 75
Individuenzahlen ... *77*
Biomassen ... *78*
6.3.2 Vergleich der auf einen Quadratmeter bezogenen Werte ... 78
Individuenzahlen ... *78*

Biomassen ... *80*
6.3.3 Signifikanztest ... 81
Streuung ... *85*
Prozentuelle Streuung ... *91*

7 CONCLUSIO ... 97
7.1 Conclusio Air-Lift-Sampler ... 97
7.2 Conclusio für den Uwitec-Corer ... 99
7.3 Conclusio für den Van Veen Greifer ... 100

8 LITERATURNACHWEIS ... 103

Liste der Abbildungen

Abbildung 1: Van Veen Greifer 17

Abbildung 2: Ansicht Scharniere 18

Abbildung 3: Verriegelung des Van Veen Greifers mittel umlegten Haken..... 20

Abbildung 4: Uwitec-Corer nach dem Design von Niederreiter Richard 21

Abbildung 5: Ventilklappe beim Absenken des Uwitec-Corers (Niederreiter) 24

Abbildung 6: Verschlussautomatik vor und nach dem Auslösen (Niederreiter) 25

Abbildung 7: Verschlussvorgang des PCV Rohres (Niederreiter) 25

Abbildung 8: Teilen des Verschlussballes (Niederreiter)..... 26

Abbildung 9: Air-Lift-Sampler nach Pehofer (Pehofer, 1998) 27

Abbildung 10: Querschnitt des Sammelzylinders nach Pehofer (Pehofer, 1998)..... 30

Abbildung 11: Siebkaskade 10 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm 32

Abbildung 12: Sortiertasse mit 16-Felderunterteilung 34

Abbildung 13: Rotary Sample Divider; Abbildung 14: Mikrogrammwaage 36

Abbildung 15: Winterhafen in Linz (Google.com, 2009)..... 44

Abbildung 16: Baggerungsarbeiten Winterhafen in Linz 45

Abbildung 17: Ausmaß der Baggerung Winterhafen in Linz 46

Abbildung 18: Einteilung der Transsekte im Winterhafen von Linz..... 46

Abbildung 19: Arbeitszille mit angebundenen Schiff, der Asbach 48

Abbildung 20: Prozentuelle Aufteilung Individuengroßgruppen (AL) vom 1. Termin 67

Abbildung 21: Prozentuelle Aufteilung Individuengroßgruppen (CO) vom 1. Termin 68

Abbildung 22: Prozentuelle Aufteilung Individuengroßgruppen (GR) vom 1. Termin 68

Abbildung 23: Prozentuelle Aufteilung Biomassengroßgruppen (AL) vom 1. Termin 69

Abbildung 24: Prozentuelle Aufteilung Biomassengroßgruppen (CO) vom 1. Termin ... 69

Abbildung 25: Prozentuelle Aufteilung Biomassengroßgruppen (GR) vom 1. Termin ... 70

Abbildung 26: Prozentuelle Aufteilung Individuengroßgruppen (AL) vom 2. Termin 72

Abbildung 27: Prozentuelle Aufteilung Individuengroßgruppen (CO) vom 2. Termin 72

Abbildung 28: Prozentuelle Aufteilung Individuengroßgruppen (GR) vom 2. Termin 73

Abbildung 29: Prozentuelle Aufteilung Biomassen (AL) vom 2. Termin 73

Abbildung 30: Prozentuelle Aufteilung Biomassen (CO) vom 2. Termin..... 74

Abbildung 31: Prozentuelle Aufteilung Biomassen (GR) vom 2. Termin..... 74

Abbildung 32: Errechnete Mittelwerte der gefangenen Individuen für den 1. und 2. Termin 76

Abbildung 33: Errechnete Mittelwerte der Biomassen in Gramm für den 1. und 2. Termin 77

Abbildung 34: Errechnete Mittelwerte der Individuen pro m^2 für den 1. und 2. Termin .. 79

Abbildung 35: Errechnete Mittelwerte der Individuen pro m^2 für den 1. und 2. Termin .. 80

Abbildung 36: Mittelwerte und Konfidenzintervalle der Individuen vom 1. Termin..... 88

Abbildung 37: Mittelwerte und Konfidenzintervalle der Biomassen vom 1. Termin 89

Abbildung 38: Mittelwerte und Konfidenzintervalle der Individuen vom 2. Termin..... 90

Abbildung 39: Mittelwerte und Konfidenzintervalle der Biomassen vom 2. Termin 90

Abbildung 40: Prozentuelle Konfidenzintervalle der Individuen vom 1. Termin..... 93

Abbildung 41: : Prozentuelle Konfidenzintervalle der Biomassen vom 1. Termin 94

Abbildung 42: : Prozentuelle Konfidenzintervalle der Individuen vom 2. Termin 95

Abbildung 43: : Prozentuelle Konfidenzintervalle der Biomassen vom 2. Termin 96

Liste der Tabellen

Tabelle 1: Mindestanzahl der zu entnehmenden systematischen Einheit 35

Tabelle 2 Taxonomische Mindesterfordernisse (verändert nach ÖNORM M 6232) (OFENBÖCK et al., 2008) 38

Tabelle 3: Erzielte Individuenzahl mit Van Veen Greifer vom 10.07.2008 53

Tabelle 4: Erzielte Biomassen (in Gramm) mit Van Veen Greifer vom 10.07.2008 54

Tabelle 5: Erzielte Individuenzahl mit Van Veen Greifer vom 28.07.2008 54

Tabelle 6: Erzielte Biomassen (in Gramm) mit Van Veen Greifer vom 28.07.2008 55

Tabelle 7: Erzielte Individuenzahl mit Uwitec-Corer vom 10.07.2008 55

Tabelle 8: Erzielte Biomassen (in Gramm) mit Uwitec-Corer vom 10.07.2008 56

Tabelle 9: Erzielte Individuenzahl mit Uwitec-Corer vom 28.07.2008 56

Tabelle 10: Erzielte Biomassen (in Gramm) mit Uwitec-Corer vom 28.07.2008 57

Tabelle 11: Erzielte Individuenzahl mit Air-Lift-Samplers vom 10.07.2008 57

Tabelle 12: Erzielte Biomassen (in Gramm) mit Air-Lift-Samplers vom 10.07.2008 58

Tabelle 13: Erzielte Individuenzahl mit Air-Lift-Samplers vom 28.07.2008 59

Tabelle 14: Erzielte Biomassen (in Gramm) mit Air-Lift-Samplers vom 28.07.2008 59

Tabelle 15: Mittelwerte und Quantils der Individuenzahl vom 1. Termin 60

Tabelle 16: Mittelwerte und Quantils der Individuenzahl vom 2. Termin 60

Tabelle 17: Mittelwerte und Quantils der Biomassen in Gramm vom 1. Termin 60

Tabelle 18: Mittelwerte und Quantils der Biomassen in Gramm vom 1. Termin 61

Tabelle 19: Mittelwerte und Quantils der Individuenzahl pro m^2 vom 1.Termin 61

Tabelle 20: Mittelwerte und Quantils der Individuenzahl pro m^2 vom 2.Termin 62

Tabelle 21: Mittelwerte und Quantils der dazugehörigen Biomassen pro m^2 vom 1.Termin 62

Tabelle 22: Mittelwerte und Quantils der dazugehörigen Biomassen pro m^2 vom 2.Termin 62

Tabelle 23: Ergebnisse t-Test Individuenzahl zwischen 1. und 2. Termin 81

Tabelle 24: Ergebnisse t-Test Biomassen zwischen 1. und 2. Termin 82

Tabelle 25: Ergebnisse Air-Lift-Sampler t-Test Individuen und Biomassen zwischen ... 83

Tabelle 26: Ergebnisse t-Test Individuenzahl der Geräte vom 1. Termin untereinander 83

Tabelle 27: Ergebnisse t-Test Biomassen der Geräte vom 1. Termin untereinander 83

Tabelle 28: Ergebnisse Van Veen Greifer - Uwitec-Corer t-Test Individuen und Biomassen vom 1. Termin 84

Tabelle 29: Ergebnisse t-Test Individuenzahl der Geräte vom 2. Termin untereinander 85

Tabelle 30: Ergebnisse t-Test Biomassen der Geräte vom 2. Termin untereinander 85

Tabelle 31: Errechnete Individuen 1. und 2.Termin, 2-15 Parallelproben 86

Tabelle 32: Errechnete Biomassen 1. und 2.Termin, 2-15 Parallelproben 87

Tabelle 33: Errechnete Individuen in % vom 1. und 2.Termin, 2-15 Parallelproben 91

Tabelle 34: Errechnete Biomassen in % vom 1. und 2.Termin, 2-15 Parallelproben 92

Bezeichnungen

Römisches Alphabet

Symbol	Beschreibung	Dimension	Angewendete Einheit
kW	Leistung	J/s	W
m/s	Geschwindigkeit	m/s	m/s
n	Stichprobenumfang	-	-
F	Grundgesamtheit	-	-
$\bar{x}_{geo}$	Geometrisches Mittel	-	-
S^2	Varianz	-	-
m^2	Grundfläche	L	m^2

Griechisches Alphabet

Symbol	Beschreibung	Dimension	Angewendete Einheit
Θ	Parameter	-	-
$\hat{\Theta}$	Geschätzter Parameter	-	-
$\sigma_{\hat{\Theta}}$	Standardfehler vom Parameter	-	-

Abkürzungen

GPS	Global Positioning System
MZB	Makrozoobenthos
MHS	Multi Habitat Sampling
GZÜV	Gewässerzustandsüberwachungsverordnung
AL	Air-Lift-Sampler
GR	Van Veen Greifer
CO	Uwitec-Corer

1 Einleitung und Fragestellung

1.1 Einleitung

Der Erhalt von repräsentativen Weichsedimentproben ist die grundlegende Voraussetzung für ein weites Spektrum in der Forschung aquatischer Ökologie, Geochemie und anderen Bereichen der Umweltforschung (Blomqvist, 1991). Selbst in Verbindung bei den ersten Pionierarbeiten anfangs des letzten Jahrhunderts mit geschichtlichen Untersuchungen der marinen und limnischen Umwelt war dies ein essentielles Thema (Petersen and Jensen, 1911), (Petersen, 1913), (Ekman, 1915), (Naumann, 1917). Quantitative benthische Proben sind auch in der heutigen Zeit Grundlage von vielen Forschungsgebieten die sich mit z.B. Abundanz benthischer Organismen, Nährstoffdynamik und Monitoring von Verunreinigungen und deren Ablagerung im Sediment beschäftigt. Auch in der Wasserrahmenrichtlinie (RL 2000/60/EG; WRRL) spielt das Makrozoobenthos eine ausschlaggebende Rolle in der Bestimmung der Wasserqualität und somit auch der ökologischen Beurteilung von Gewässern. Falsche Schlüsse beruhend auf fehlerbehafteten Probeentnahmen und falsch gewählten Probeentnahmegeräten können weit reichende Konsequenzen für die Umwelt mit sich führen, da eventuell falsche Maßnahmen eingeleitet werden. Der Prozess der Sedimentprobenentnahme birgt die größte Wahrscheinlichkeit von Fehlern die unterlaufen können (Clarke et al., 2002). Es wurde im Laufe der Zeit eine ganze Reihe von Geräten entwickelt. Somit gilt es aus dem breiten Spektrum der möglichen Probeentnahmegeräte das Richtige für die jeweilige Situation zu wählen und dieses auch richtig zu Bedienen. Da es schwierig ist in der Vielfalt der Möglichkeit eine richtige Wahl zu treffen, wird in dieser Arbeit ein direkter Vergleich von drei verschiedenen Entnahmegeräten die auf unterschiedlichen Arbeitsprinzipien basieren durchgeführt. Das Set von getesteten Sedimentprobenentnahmegeräten setzte sich zusammen aus:

- Van Veen Greifer
- Uwitec-Corer
- modifizierter Air-Lift-Sampler nach Pehofer (Pehofer, 1998).

1.2 Fragestellung und Zielsetzung

Fragestellung

Da der finanzielle und zeitliche Aspekt gewichtige Faktoren bei der Durchführbarkeit diverser Projekte darstellen, ist es von enormer Wichtigkeit, schon bei der Planung diese Aspekte mit einzukalkulieren. Diese Überlegungen beginnen bereits bei der Probenentnahme. Für die Besammlung des Makrozoobenthos stehen zahlreiche Geräte zur Verfügung, deren Performance auf die jeweilige Fragestellung/Budgetsituation abzustimmen ist. Da die, durch diese Geräte erzielten, Makrozoobenthos Abundanz- und Dominanzstrukturen als Widerspiegelung des ökologischen Zustandes angesehen werden, ist die Qualität dieser Ergebnisse als zentraler Punkt zu betrachten. Doch stellt sich die Frage, ob die teuersten und aufwendigsten Sedimentprobenentnahmegeräte auch wirklich Daten der Realität entsprechend liefern und ob deren Aussagekraft von Gewicht ist. Aus dieser Fragestellung ergibt sich die nachstehende Zielsetzung.

Zielsetzung

In der vorliegenden Arbeit wird die Fragestellung recherchiert, wie effizient diese Geräte sich bei der Besammelung von Makrozoobenthos in Weichsedimenten erweisen. Somit behandelt die Zielsetzung folgende Detailfragen wie Anschaffungspreis, Bedienungskomfort, Kostenaufwand für Probenentnahme, Bewährtheit und Verfügbarkeit der Geräte ebenfalls wie benötigtes Personal und Zeitkonsumation. Letzterer Aspekt wird im Vergleich mit der Effizienz der einzelnen Probenentnahmegeräte und der Qualität der quantitativ gesammelten Daten behandelt. Anders gesagt soll diese Arbeit zeigen, welche Probenentnahmegeräte sich für Arbeiten mit Weichsedimenten rentieren. Dies soll bei für künftige Arbeiten Kosten und Zeiteinsparungen ermöglichen.

2 Material und Methodik

2.1 Allgemein

Wenn die Geräte in chronologischer Reihenfolge angeführt werden, kann der *Van Veen Greifer* als Veteran unter diesen Geräten bezeichnet werden. Als zweites Probenentnahmegerät wurde der *Uwitec-Corer* verwendet, welcher mit einem automatischen Verschluss-System von Niederreiter Richard entwickelt wurde. Der modifizierte *Air-Lift-Sampler* nach Pehofer (Pehofer, 1998) war als drittes Probenentnahmegerät die jüngste Entwicklung in diesem Set.

Für die Auswahl der Probenentnahmegeräte waren entscheidend:

- Anschaffungspreis für das Gerät
- Bedienungskomfort
- Kostenaufwand der Probenentnahme
- Geräte müssen bewährt sein (Erfahrung, Tradition, Know How)
- Verfügbarkeit der Geräte (im Handel erhältlich)

Der *Van Veen Greifer* erfüllt das Kriterium des relativ geringen Anschaffungspreises. Ebenfalls ist ein überaus hoher Bedienungskomfort gegeben. Der Greifer kann von nur einer Person bedient werden. Der Kostenaufwand der einzelnen Probenentnahmen ist durch das Entfallen von Nebenkosten fast Null. Der *Van Veen Greifer* ist ein bewährtes Gerät, welches schon seit der Anfangszeit der Makrozoobenthosforschung im Einsatz ist und ohne Bedenken als Probenentnahmegerät mit Tradition bezeichnet werden kann. Dieser Greifer ist im Handel erhältlich und ist vom Handling her das bedienungsfreundlichste Gerät unter den zu Vergleichenden.

Der *Uwitec-Corer* ist ein Stechzylinder, welcher für Sedimentkernproben herangezogen wird und mit einer Verschlussautomatik ausgestattet ist. Details siehe Kapitel 2.2.2. Der Anschaffungspreis liegt im Mittelfeld zwischen dem V*an Veen Greifer* und *den Air-Lift-Sampler* und somit ist der *Uwitec-Corer* nicht mit sehr hohen Anschaffungskosten verbunden. Wie beim *Van Veen Greifer* belaufen sich die Nebenkosten fast im marginalen Bereich. Im Falle, dass man ungestörte

Sedimentproben ins Labor zur Untersuchung bringen möchte, müssen zusätzliche PVC-Rohre angeschafft werden und für jede einzelne Probe ist ein Rohr für den Transport vorzusehen. Der Bedienungskomfort zeichnet sich dadurch aus, dass dieses Gerät ebenfalls von nur einer Person bedient werden kann, aber natürlich mit zwei Personen schneller zu bedienen ist. Das Grundprinzip eines Corers ist ebenfalls eine altbewährte Methode um an Sedimentproben zu gelangen, doch ist die Automatisierung des Verschlusses eine Neuentwicklung, welche sich aber schon bei vielen Anwendungen bewährt hat. Somit vereint der *Uwitec-Corer* altbewährte Tradition mit neuem Know-how. Dieses Gerät ist nicht im üblichen Handel zu finden und wird derzeit speziell nur von der Firma Uwitec vertrieben (http://www.uwitec.at/).

Bei der Anschaffung des modifizierten *Air-Lift-Sampler* nach Pehofer muss man mit hohen Kosten rechnen, da alleine schon Aluminium und Nirosta als Hauptmaterialien und die Verarbeitung dieser kostenaufwändig ist. Unter den drei vorgestellten Probenentnahmengeräten zählt der *Air-Lift-Sampler* zu den mit den größten Dimensionen. Es kann je nach Bedarf zwischen ca. 1,5 m bis über 13 m Länge variieren. Dadurch ist der Bedienungskomfort dieses Gerät recht aufwendig und beansprucht mindestens drei Personen zum fachgerechten Handling. Idealerweise sind fünf Personen notwendig, etwa zur Stabilisierung des Gerätes bei hohen Strömungen, bzw. bei der Bedienung des Aggregates. Die reine Probenentnahmezeit ist mit zehn bis zwanzig Sekunden sehr kurz im Vergleich zu der langen Vorbereitungszeit (bis zu einer halben Stunde). Zum Betrieb *des Air-Lift-Samplers* ist mindestens noch ein Druckluftkompressor, Auslegearm mit Seilwinde, Aggregat und eine Arbeitsplattform bzw. eine überdimensionale Zille nötig. Durch diesen Umstand ist der Kostenaufwand für eine Probenentnahme sehr hoch. Obwohl der *Air-Lift-Sampler* zu den neueren Errungenschaften zählt, hat er sich auch unter extremen Bedingungen bewährt. Selbst bei schnell fließenden Gewässern mit Fließgeschwindigkeiten >2 m/s (Pehofer, 1998) und Tiefen bis 11,5 m (Graf et al., 2008) liefert dieses Gerät repräsentative Werte. Da *Air-Lift-Sampler* im regulären Handel schwer zu beschaffen und die Anschaffungskosten hoch sind, sollte eine Anmietung über eine Leihfirma in Betracht gezogen werden.

2.2 Freilandarbeit

Sämtliche Sedimentproben die mit den verschiedenen Besammelungsgeräten gefördert worden sind, wurden in Weithalsdose aufbewahrt und der Verwesungsvorgang mittels Fixiermittel verhindert. Somit könnten detaillierte Laboranalysen ohne Zeitdruck durchgeführt werden, siehe Kapitel 2.3 Laborarbeit.

2.2.1 Van Veen Greifer

Allgemein

Der *Van Veen-Greifer* (Abbildung 1) zählt zur Gruppe der „Schlammgreifer“. Das in vorliegender Arbeit verwendete Gerät basiert auf dem Design von Van Veen (Veen, 1933). Dieses Probenentnahmegerät zählt, unter den in dieser Arbeit zu vergleichenden Samplern als Veteran. Die erste Publikation über diesen Greifer war im Jahre 1933 (Veen, 1933).

Einsatzbereich

Dieses Gerät ist ein quantitatives Beprobungsgerät von Feinsedimenten. Das Einsatzgebiet dieses Greifers beläuft sich auf strömungsberuhigte Gewässer mit sehr variablen Einsatztiefen. Diese reicht von seichten Gewässerstrecken (von Hand zu nehmende Sedimentproben ohne Absenkseil) bis zu sehr tiefen Zonen (abhängig von der zur Verfügung stehenden Absenkseillänge).

Der *Van Veen Greifer* kann im Schlamm, Schlick und sandigem Untergrund eingesetzt werden. Anders als beim *Uwitec-Corer* können keine gegen die Tiefe hin ungestörten Sedimentkerne genommen werden.

Gerätebeschreibung

Der *Van Veen Greifer* (Abbildung 1) besteht aus rostfreiem Stahl bzw. Nirosta, wodurch es gegen Korrosion beständig ist. Da er ein Eigengewicht an die 5-8 kg besitzt werden im Normalfall keine weiteren Gewichte zum Absenken und Penetrieren in das Sediment benötigt. Die Besammelungsfläche bei vorliegend

verwendetem *Van Veen Greifer* beträgt 0,05 m^2. Dieses Arbeitsgerät ist durch seine relativ große Arbeitsfläche nicht so stark beeinflussbar gegenüber noch nicht ganz zerlegtem organischem Material, wie kleiner Äste oder dichte Laubablagerung am Gewässerboden.

Abbildung 1: Van Veen Greifer

So wie bei allen anderen handelsüblichen Greifern besteht die Hauptkomponente aus den Greifer-Backen bzw. Baggerschaufeln (Abbildung 1-A). Somit kann behauptet werden, dass die Einzelnen Sedimentprobenentnahmegreifer, wie Ekman Greifer, Shipek Greifer, Peterson Greifer, Clamshell Greifer, und der Smith-McIntyre Greifer auf dem gleichen Grundprinzip der Greifer-Backen bzw. Baggerschaufeln arbeiten. Der Unterschied zwischen den Designs liegt im Aufbau der Verschlussmechanik der der Greifer-Backen bzw. Baggerschaufeln.

Der hier verwendete *Van Veen Greifer* besticht mit einer hervorragenden Robustheit und ein Minimum an beweglichen Teilen (8 Scharniere; Abbildung 2-A bis 2-E). Durch diese Gegebenheit benötigt das Gerät nur ein geringes Maß an Wartung und ist nicht anfällig für Störungen.

Abbildung 2: Ansicht Scharniere

Diese 8 Scharniere setzten sich zusammen aus zwei Stück für den Klappenverschluss (Abbildung 2-A), zwei Scharniere für die zwei Ventile, welche in die Klappen integriert sind (Abbildung 2-B), zwei Klappenscharniere (Abbildung 2-C) und die Hauptscharniere für die Greifer-Backen (Abbildung 2-D). In Abbildung 2-E ist noch die Scharniere für den Feststellhaken (Abbildung 1-E) ersichtlich. Die Greifer-Backen (Abbildung 1-A) haben die Maße von 13 cm vom innen liegenden Hauptscharniers (Abbildung 2-D) bis zum untersten Rand (Abbildung 1-C) und 13 cm

vom Hauptscharnier bis zum äußeren Rand (Abbildung 1-D). Die Breite dieses *Van Veen Greifers* beträgt auf 21,5 cm, und die Wanddicke beläuft sich auf 3,5 mm.

Die Auslegearme (Abbildung 1-B) sind in einem Winkel von 60 Grad fest mit den Greifer-Backen (Abbildung 1-A) verschweißt. An den beiden Auslegearmen befindet sich am oberen Ende jeweils eine Öse wo ein Stahlseil befestigt ist und die Auslegearme miteinander verbindet. Das Stahlseil ist in der Mitte seiner Länge über eine Schlaufe mit dem Absenkseil verbunden. Diese Stahlseilverbindung ist genau austariert, damit sich die Greifer-Backen symmetrisch verschließen und sich der *Van Veen Greifer* im Lot befindet.

Jede Greifer-Backe ist jeweils mit einer Klappe (Abbildung 2-F) und einem, in der Klappe integrierten Ventil (Abbildung 2-G) ausgestattet. Diese Öffnungen spielen beim Absenken des Greifers in das Gewässer eine bedeutende Rolle. Beim Absenkvorgang kann durch diese geöffneten Ventile Wasser durchströmen, was ein rascheres Absenken ermöglicht. Eine weitere Aufgabe der Ventile und Klappen beim Absenkvorgang des *Van Veen Greifers* liegt darin, keine Luft in den Backen einzuschließen und auch kein Wasser zu stauen. Der Effekt würde sich nach dem Aufsetzen des Greifers bemerkbar machen, da erst beim Verschließen des Greifer die Luft entweichen würde und die Proben damit beeinträchtigt. Ebenso gestautes Wasser in den Greifer-Backen würde beim Aufsetzen des Gerätes zu starken Aufwirbelungen im Sediment führen.

Arbeitsprinzip

Vor dem Absenken muss der *Van Veen Greifer* in die richtige Betriebsposition gebracht werden. Dabei werden die beiden Greifer-Backen mittels der Auslegearme auseinander gezogen. In dieser Position wird der Verriegelhaken (Abbildung 1-E) umgelegt. Siehe Abbildung 3.

Sobald der *Van Veen Greifer* verriegelt ist, muss das Stahlseil unter ständigem Zug stehen. Beim Lockern der Zugspannung am Stahlseil würde der Haken wegen der Schwerkraft nach unten kippen und die Verriegelung lösen. Dadurch würden sich die

Greifer-Backen schließen. In dieser Position wird der *Van Veen Greifer* mit gleichmäßiger und nicht all zu hoher Geschwindigkeit abgesenkt.

Sobald die Greifer-Backen den Boden berühren und sich in das Sediment graben, löst sich durch den Verlust der Zugspannung am Stahlseil der Haken aus seiner Verriegelungsposition. Die Eindringtiefe ist abhängig vom Gewicht der Greifers und der Geschwindigkeit mit welcher dieser versenkt wird. Die Eindringtiefe bewegt sich zwischen 5 cm und 12 cm.

Abbildung 3: Verriegelung des Van Veen Greifers mittel umlegten Haken

Sobald wieder am Zugseil angezogen wird und die Zugspannung sich aufbaut, schließen die Greifer-Backen durch die Hebelkraft der beiden Auslegearme. Der Umfang der entnommenen Proben hängt davon ab wie dicht das Bodensubstrat an der zu beprobenden Stelle ist. Der Greifer kann bei relativ hohen Substratdichten mit Zusatzgewichten beschwert werden.

Es kann immer wieder vorkommen, dass sich Kieselsteine oder organisches Material beim Bergen des Greifers zwischen den Greifer-Backen einklemmen. Dies führt zum teilweisen Verlust vom Probenmaterial und zu einer nicht repräsentativen Sedimentprobe. Diese soll verworfen und ein zweiter Versuch unternommen werden.

Doch bevor der *Van Veen Greifer* erneut eingesetzt wird sollten die Greifer-Backen gereinigt werden um nicht mit Materialrückständen die neue Probe zu beeinträchtigen.

2.2.2 Uwitec-Corer

Allgemein

Der bei dieser Arbeit verwendeter Stechzylinder war der (Kajak) *Uwitec-Corer* mit Verschlussautomatik, nach dem Design von Niederreiter Richard (Firma Uwitec). Durch den Schnellverschluss können die PVC Rohre innerhalb kürzester Zeit gewechselt werden, wodurch sich z.B. Kosten für Bedienungspersonal durch Zeiteinsparung gesenkt werden. Siehe Abbildung 4.

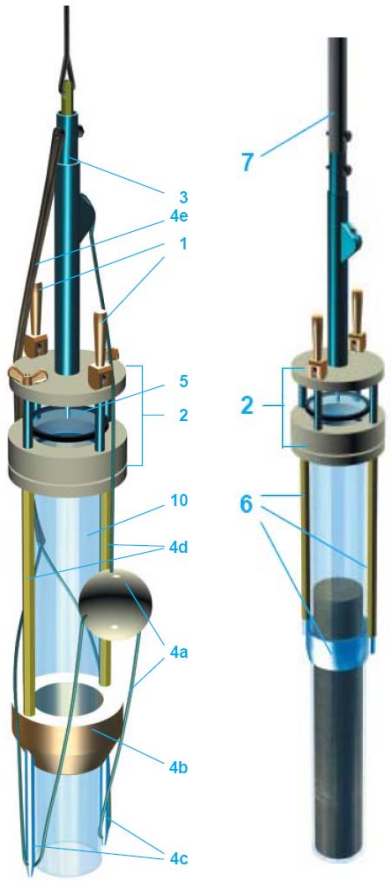

Abbildung 4: Uwitec-Corer nach dem Design von Niederreiter Richard

Einsatzbereich

Mit den *Uwitec-Corer* können Sedimentproben aus Flachwasserbereichen genommen werden und ebenfalls je nach Länge der Absenkschnur Tiefwasserbereiche beprobt werden. Der modulare Aufbau ermöglicht eine einfache Anpassung an die verschiedenen Gewässer- und Sedimenttypen.

Der große Vorteil der Sedimentkernstechers besteht darin, dass ungestörte Proben mit Sedimentschichtungen in den PVC Rohren ins Labor transportieren werden können. Es ist darauf zu achten bei Probenentnahmeterminen eine ausreichende Anzahl an PVC Rohre mitzunehmen.

Gerätebeschreibung

Beim *Uwitec-Corer* wurden hochwertig unkorrosive Materialien, eine Kombination aus Edelstahl und Kunststoff verarbeitet. Die Hauptkomponenten des *Uwitec-Corers* sind das PVC-Rohr für die Sedimentaufnahme und dem Kernfänger mit Verschlussautomatik.

In Abbildung 4-1 sind die Spannhebel zu erkennen, mit welchen das PVC Rohr (Abbildung 4-10) befestigt wird. Der Corerkopf (Abbildung 4-2) besitzt durch die Spannhebel einen Schnellverschluss, was das Wechseln von den PVC Rohren um vieles beschleunigt als andere Haltevorrichtungen für Stechkerne. Die Aufhängung (Abbildung 4-3) besteht aus eloxiertem Aluminium und ist mit dem automatischen Auslöser versehen. In Abbildung 4-4a ist der Verschlussball mit der Auslöseschnur ersichtlich. Der Verschlussball besteht aus zwei Teilen, wobei ¾ des Verschlussballes aus hartem Kunststoff besteht; das Material des letzten Viertels ist aus elastischem Kautschuk. Der Durchmesser des Kautschukviertels ist gleich groß wie der Durchmesser des PVC Rohres, um diesen zu verschließen. Beide Teile des Verschlussballes können von einender getrennt werden und somit des jeweiligen Rohrdurchmessers angepasst werden. Näheres siehe Kapitel 2.3 - *Arbeitsprinzip.*

Das Grundgewicht (Abbildung 4-4b) gewährleistet ein rasches Absenken und bringt die zum Eindringen in das Sediment benötigte kinetische Energie auf. Die Ösen,

welche sich in den Spitzen (Abbildung 4-4c) befinden, dienen als Führung für die Auslöseschnur mit dem Verschlussball. An den Haltestäben (Abbildung 4-4d) ist das Grundgewicht montiert; sie dienen zusätzlich als Stabilisierung des PVC Rohres. Das Gummiband (Abbildung 4-4e) hat die Aufgabe im gespannten Zustand Energie zum Antrieb der Verschlussmechanik abzugeben, sobald der Auslöser betätigt worden ist. Um beim Absenken des *Uwitec-Corers* Luftblasen und einen Rückstau im PVC Rohr zu vermeiden ist im Corerkopf eine Ventilklappe aus Plexiglas (Abbildung 4-5). Näheres im Kapitel 2.3 - *Arbeitsprinzip*.

Bei der Verwendung von überlangen Rohren wird zu einer eigenen Rohrführung (Abbildung 4-6) geraten, um die Stabilität und Robustheit zur Sedimentprobenentnahme zu gewährleisten. Der *Uwitec-Corer* ist mit einem Teleskoprohr aus Aluminium ausgestattet, welches sich aus drei Teilen zusammensetzt. Mit diesem können Sedimentkernproben bis zu 5 m Wassertiefe von Hand ausgestochen werden. Der automatische Kernfänger kann mit PVC Rohren bestückt werden, deren Innendurchmesser 59,5 mm oder 86 mm ist. Ebenfalls eignet sich dieses Gerät für PVC Rohrlängen mit 60 cm und 120 cm. Das Gewicht des *Uwitec-Corers* variiert je nach Bestückung zwischen 5 und 8 Kilogramm, wobei die zu beprobende Wassertiefe zwischen 0 m und unendlich (je nach Seillänge die zur Verfügung steht) sein kann. Es sind ebenfalls noch Zusatzgewichte von 4 kg bei einem Rohrinnendurchmesser von 59,5 mm und 7 kg bei einem Rohrinnendurchmesser von 86 mm erhältlich.

Da sämtliche Bauteile aus korrosionsbeständigem Material bestehen, ist die Wartung dieses Gerätes sehr gering. Mittels des speziellen Kernfängers, welcher automatisch auslöst, können auf störanfällige Fallgewichte verzichtet werden.

Arbeitsprinzip

Das Arbeitsprinzip eines regulären Stechzylinders beruht auf dem Absenken und Penetrieren eines Rohres in das Sediment. Anschließend wird das Rohr mit dem Sediment wieder an die Wasseroberfläche gezogen. Die größte Schwierigkeit liegt darin, das Sediment beim bergen des Kernstechers nicht wieder zu verlieren.

Beim Design des *Uwitec-Corers* nach Niederreiter Richard liegt der Vorteil in einer Verschlussautomatik, die das PVC Rohr beim Bergevorgang am unteren Ende versiegelt. Bevor der *Uwitec-Corer* eingesetzt werden kann, muss das PVC Rohr eingesetzt (Abbildung 4-10) werden und das Gummiband (Abbildung 4-4e) gespannt werden. Das gespannte Gummiband wird an der Aufhängung mit dem automatischen Auslöser (Abbildung 4-3) eingehakt. Beim Absenken des *Uwitec-Corers* öffnet sich wegen des durchströmenden Wassers die Ventilklappe aus Plexiglas (Abbildung 4-5) um keinen Rückstau zu verursachen. Siehe Abbildung 5.

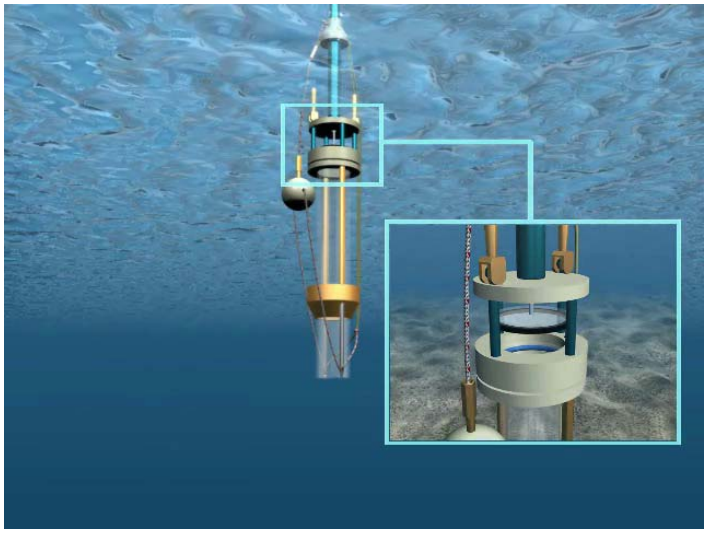

Abbildung 5: Ventilklappe beim Absenken des Uwitec-Corers (Niederreiter)

Das gestaute Wasser würde beim Aufsetzen des Kernsteckers das feine Sediment aufwirbeln und somit die Probe verfälschen. Sobald der *Uwitec-Corer* im Sediment aufsetzt verschließt die Ventilklappe das obere Rohr Ende mit dem Probenkern.

Ebenfalls beim Aufsetzten des Kernstechers verliert das Absenkseil an Zugspannung und löst damit die Verschlussautomatik (Abbildung 4-3) aus. Siehe Abbildung 6.

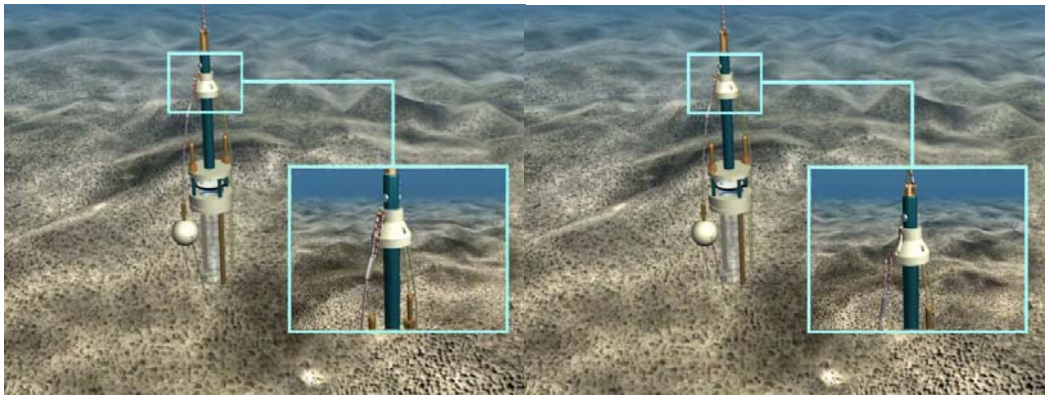

Abbildung 6: Verschlussautomatik vor und nach dem Auslösen (Niederreiter)

Sobald die Verschlussautomatik ausgelöst worden ist kann sich das Gummiband wieder zusammen ziehen und bewegt dabei den Verschlussball (Abbildung 4-4a) in Richtung Rohrende. In selben Augenblick wird beim Bergen des Kernstechers wieder Zugspannung am Absenkseil aufgebaut, was den Verschlussball in die Endgültige Position am unteren Ende des PVC Rohres befördert. Siehe Abbildung 7.

Abbildung 7: Verschlussvorgang des PCV Rohres (Niederreiter)

Während des gesamten Bergevorgangs ist das Sediment durch die obere Ventilklappe und dem unten sitzenden Verschlussball hermetisch gegen Wasserströmungen und andere Einflüsse im PVC Rohr eingeschlossen. Dies hat zur Folge, dass das gehobene Material als ein ungestörtes Ganzes inklusive Sedimentschichtungen und Makrozoobenthos vorliegt.

Wenn der *Uwitec-Corer* wieder aus dem Wasser geholt worden ist, muss der Verschlussball in die richtige Position gedreht werden. Danach wird der Rest vom

Verschlussball von dem Kautschukstück gelöst und der Kautschukpfropfen dient weiter als Verschluss des unteren Rohr Endes. Siehe Abbildung 8.

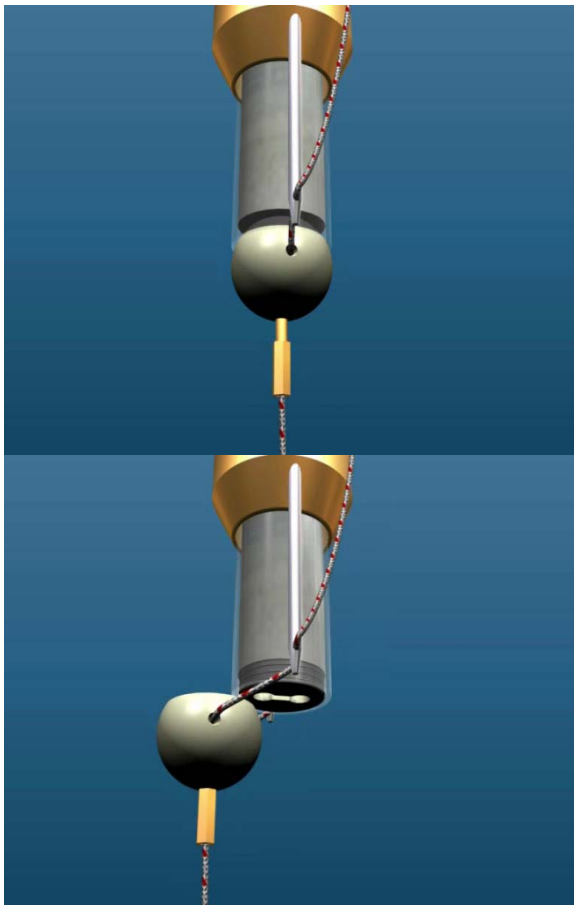

Abbildung 8: Teilen des Verschlussballes (Niederreiter)

Sobald das PVC Rohr am unteren Ende verschlossen ist, können die Spannhebel des Schnellspanners (Abbildung 4-1) gelöst und das Rohr behutsam aus dem Kernfänger genommen werden. Die Sedimentprobe kann nach dem Verschließen des oberen Rohr Endes mit einer Kunststoffkappe mit dem PVC Rohr senkrecht stehend ins Labor transportiert werden.

2.2.3 Air-Lift-Sampler nach Pehofer

Allgemein

Bei dem, in dieser Arbeit verwendetem *Air-Lift-Sampler* handelt es sich um einen modifizierten *Air-Lift-Sampler* nach Pehofer (Pehofer, 1998). Siehe Abbildung 9.

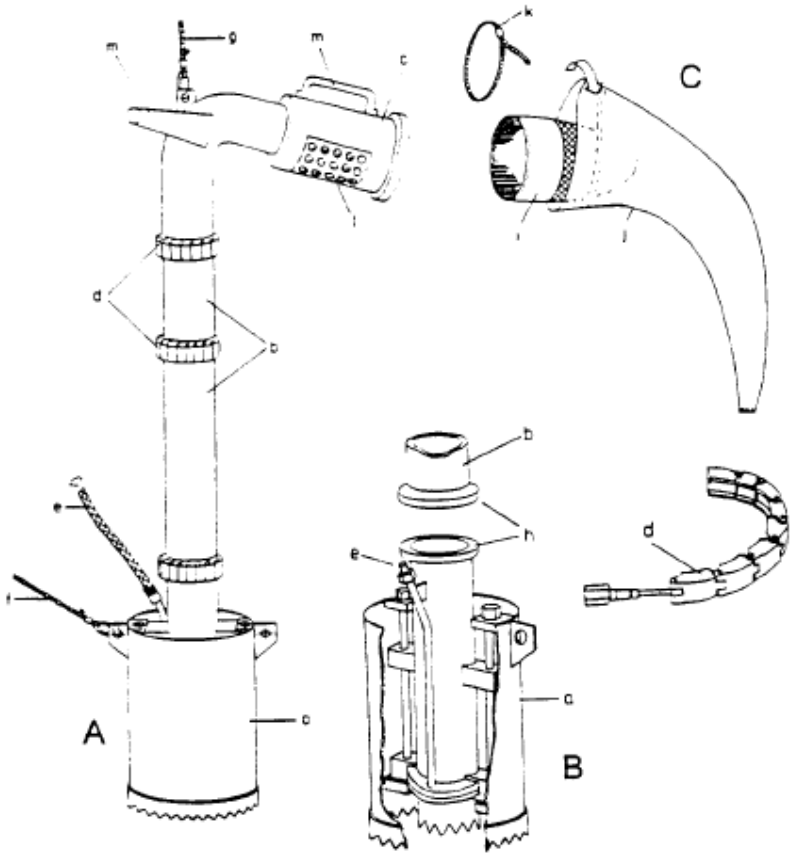

Abbildung 9: Air-Lift-Sampler nach Pehofer (Pehofer, 1998)

Einsatzbereich

Dieser *Air-Lift-Sampler* ermöglicht Sedimentprobenentnahmen bis zu einer Tiefe von 12 m und bei Fliessgeschwindigkeiten >2 m/s (Erfahrungswert Joint Danube Survey II) (Graf et al., 2008). Mit diesem Probenentnahmegerät wurden bereits Sedimente gehoben die eine Fraktionsgröße bis zu 56 mm und ein Gewicht 750 g hatten (Pehofer, 1998). Die maximale Fraktionsgröße ist nur durch den inneren

Durchmesser des Förderrohres mit 10 cm bemessen. Kleinstfraktionen die sind durch die Maschenweite des Auffangnetzes mit 500 µm limitiert.

Gerätebeschreibung

Der *Air-Lift-Sampler* besteht Aluminium bzw. Nirosta und setzt sich aus drei Hauptkomponenten zusammen: Sammelzylinder, Steigrohr und Auffangnetz.

Der Sammelzylinder (Abbildung 9-a) besitzt einen Durchmesser von 23 cm und eine Höhe von 40 cm. Die maximale Eindringtiefe ist durch die Höhe des Sammelzylinders mit 40 cm genau auf diese Tiefe beschränkt. Somit besitzt der *Air-Lift-Sampler* wegen des Durchmessers von 23 cm eine Sammelfläche von 0,04155 m^2. Um ein gutes Eindringen in das Sediment zu ermöglichen, ist der Sammelzylinder am unteren Ende mit scharfkantigen Zacken versehen, die sich durch seitliche Drehbewegungen ins Sediment graben. Der Sammelzylinder ist über ein Saugrohr mit dem Auffangnetz verbunden. Die Druckluft wird in den Sammelzylinder über ein Druckschlauchkoppelstück (Abbildung 9-e) eingespeist. Das Saugrohr (Abbildung 9-b) besitzt einen inneren Durchmesser von 10 cm und standardmäßig eine Länge von 50 cm. Dieses ist durch Verlängerungsstücke von 25cm, 75cm, 100cm und 150cm bis zu einer Länge von 12m verlängerbar. Die Verlängerungsstücke sind über Flansche (Abbildung 9-h) miteinander Verbunden und werden mittels einer Bügelschelle (Abbildung 9-d) zusammengehalten, wobei sich zwischen den Rohrflanschen eine Gummidichtung befindet.

Das oberste Rohrstück wird als Ablassrohr bezeichnet (Abbildung 9-c) und besitzt eine Biegung mit Bedienungsbügel (Abbildung 9-m). An diesem Endstück sind noch Überdrucklöcher vorgesehen, welche mit einem Stahlnetz von 100 µm Maschenweite (Abbildung 9-l) versehen sind. An diesem Ablassrohr ist ebenfalls eine Haltevorrichtung für das Auffangnetz (Abbildung 9-C) montiert. Ebenfalls besitzt das Ablassrohr ein Ventil zur Steuerung der Druckluft (näheres in Kapitel 2.2.3, Arbeitsprinzip)

Das Auffangnetz besteht aus zwei verschiedenen Teilen, einem äußeren und einem innern Netz. Das äußere Netz (Abbildung 9-j) besitzt eine Maschenweite von 500

µm und beherbergt das inner Netz (Abbildung 9-i) mit einer Maschenweite von 1 cm. Die Aufgabe des inneren Netzes besteht darin, größere Steine, welche mit dem *Air-Lift-Sampler* befördert werden abzufangen, damit diese nicht das äußere und feinere Auffangnetz beschädigen. Beide Netze sind mittels einer Klemmschelle (Abbildung 9-k) an dem Ablassrohr verbunden.

Um den *Air-Lift-Sampler* mühelos in der vertikalen Ebene zu bewegen besitzt das Ablassrohr eine Haltevorrichtung (Abbildung 9-g), damit dort das Stahlseil der Seilwinde zu befestigen. Damit die vertikale Ausrichtung ebenfalls gewährleistet wird befindet sich am Sammelzylinder eine Haltevorrichtung um dort ein Navigationsseil zu befestigen.

Zum Betreiben des *Air-Lift-Samplers* ist ein Luftkompressor mit einem mindestens 100 Liter Tank nötig, welcher das Fördern des Sedimentes erst ermöglicht. Der Arbeitsdruck, welcher vom Sedimentsammelgerät verlangt wird liegt bei 10 Bar und darf nicht unter einen Druckwert von 7 Bar fallen. Ebenfalls ist eine elektrische Seilwinde auf einem ausreichend hohen Auslegearm montiert von Wichtigkeit, da diese Seilwinde den *Air-Lift-Sampler* bis zum Sedimenthorizont versenkt und ebenfalls wieder empor hievt. Die Höhe des Auslegearmes muss mindestens einen halben Meter größer sein als die maximale Länge des *Air-Lift-Samplers*. Um den Luftkompressor und die elektrische Seilwinde zu betreiben ist ein Stromaggregat mit mindestens 4,3 kW nötig. Da noch mindestens drei Personen zur Bedienung des *Air-Lift-Samplers* unumgänglich sind und ein umfangreiches Equipment mit dazugehörigem Werkzeug benötigt wird, muss auch eine dementsprechende Arbeitsplattform mit ausreichender Arbeitsfläche und Tragkraft vorhanden sein. Diese kann durch eigene Antriebskraft bewegt werden, oder an einem Schleppkahn befestigt sein.

Arbeitsprinzip

Um das Arbeitsprinzip zu erklären, ist es nötig einen Querschnitt des Sammelzylinders heranzuziehen. Der Querschnitt ist ersichtlich in Abbildung 10.

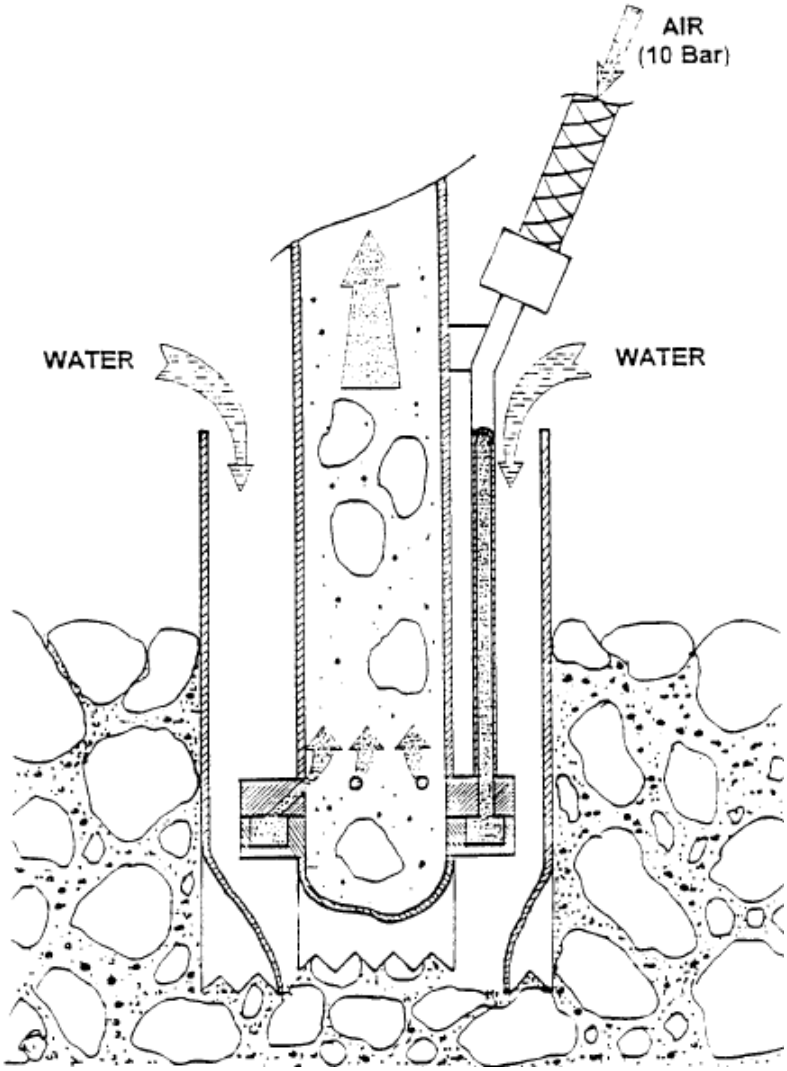

Abbildung 10: Querschnitt des Sammelzylinders nach Pehofer (Pehofer, 1998)

Der Druckschlauch für die Pressluft wird vom Kompressor zum Auslassrohr geführt, wo sich das Steuerventil befindet. Dieses wird von dem bedienenden Fachpersonal gesteuert. Von dem Steuerventil wird der Druckschlauch weiter geführt bis zum Sammelzylinder, wo sich das Koppelstück zur Operationseinheit befindet. Der Sammelzylinder ist am untersten Ende mit 2 cm langen Zacken versehen um das Eindringen in das Sediment zu erleichtern und zu beschleunigen. Sobald der Sammelzylinder das zu beprobende Sediment penetriert hat, wird das Steuerventil betätigt und die Druckluft gelangt vom Kompressortank in den untersten Bereich des Sammelzylinders.

Dort besteht die einzige Entweichmöglichkeit für die Druckluft in dem Aufsteigen im Saugrohr durch sechs Öffnungen. Die sechs Öffnungen für die Druckluft befinden sich 8 cm über dem untersten Ende des Sammelzylinders und haben eine Neigung von 45 Grad in Richtung Sammelrohr. Diese Öffnungen sind zusätzlich versetzt angeordnet um der aufsteigenden Strömung einen Drall zu versetzen und eventuelle Verstopfungen im Saugrohr zu vermeiden.

Bei diesem Prozess wird das Sediment, auf dem der Sammelzylinder aufsitzt, mitgerissen und im Saugrohr in die Höhe transportiert. Das somit verdrängte Volumen wird durch in den Sammelzylinder nachströmendes Wasser wieder ausgeglichen.

Der reine Entnahmeprozess nimmt ca. 10-20 Sekunden in Anspruch. Sobald das Wasser-Sedimentgemisch durch das Saugrohr steigt gelangt es in das Auslassrohr am oberen Ende des *Air-Lift-Samplers*. Dort strömt das Gemisch in die Auffangnetze, wobei das erste Netz mit der Maschenweite von 1 cm die groben Brocken abfängt um das innen liegende feine Netz nicht zu beschädigen. Wenn sich durch ein überfülltes Netz ein Überdruck bilden sollte, so befinden sich gegen Ende des Auslassrohres einige Auslassöffnungen, die mit einem Stahlnetz mit 100 µm Maschenweite versehen sind, um keine Makrozoobenthosverluste zu erleiden.

2.3 Laborarbeit

2.3.1 Probenvorbereitung

Bevor die mit den Sedimentbesammelungsgeräten gewonnen Sedimentproben ausgewertet werden können, müssen diese erst aufbereitet werden. Die Sedimentproben befanden sich seit der Förderung bis zu diesem Zeitpunkt der Aufarbeitung in Weithalsdose, welche mit dem Fixiermittel Formaldehyd gefüllt sind.

Um die Sedimentproben wieder vom Fixiermittel zu trennen, wurde jede einzelne Probe erst in eine Siebkaskade mit Machenweiten von 10 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm und 500 µm geleert. Siehe Abbildung 11. Im Anschluss wird das Material ausgiebig

mit klarem Wasser geschlämmt. Durch diesen Vorgang wurde nicht nur das Formaldehyd und die Feinsedimente von den Sedimentproben getrennt (OFENBÖCK et al., 2008) sondern ebenfalls jede einzelne Sedimentprobe in die jeweiligen fünf verschiede Fraktionen unterteilt.

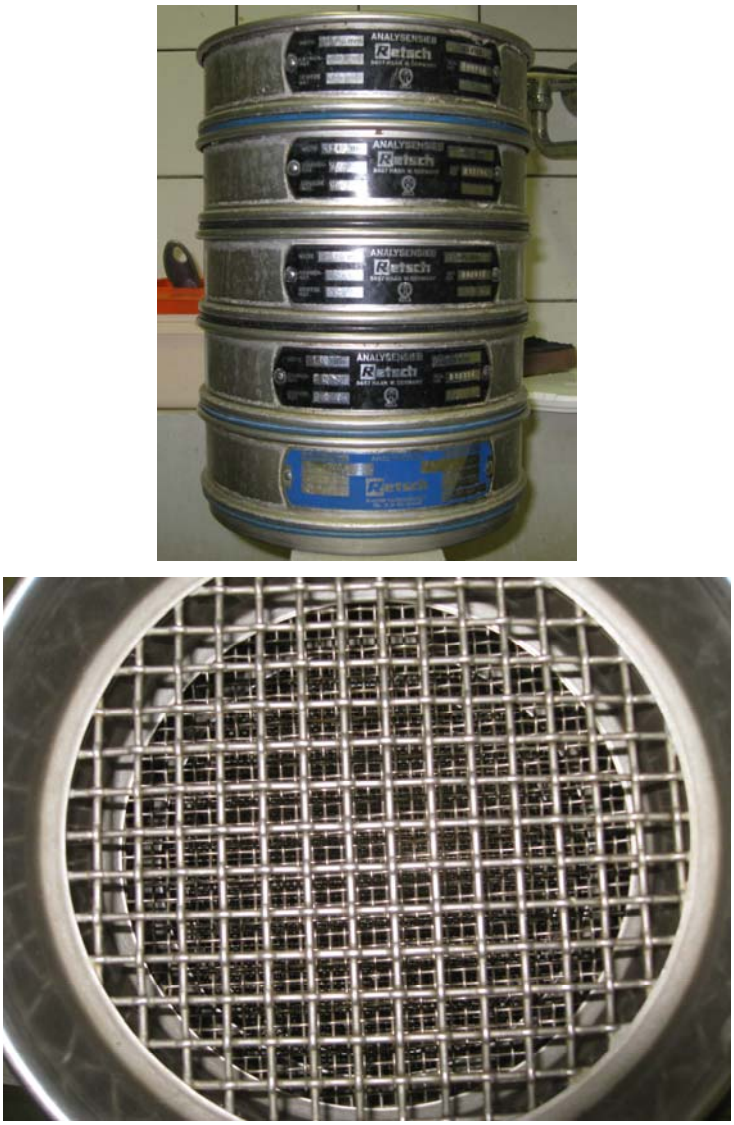

Abbildung 11: Siebkaskade 10 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm

Dieser Vorgang kann einige Zeit in Anspruch nehmen, da sorgfältiges Schlämmen von Formaldehyd fixierten Proben angebracht ist. Ebenfalls sollte direkter Kontakt mit dieser Substanz wegen Gesundheitsgefährdung vermieden werden. Während des Schlämmvorganges können Grobmaterialien wie Holzstücke, Steine und Laub nach genauer Betrachtung, ob keine sessilen Individuen vorhanden sind, entfernt werden.

Im Falle von Makrophyten müssen diese nach der Untersuchung auf sessile Individuen noch einmal in einem separaten Kübel durchwaschen werden und auf verbleibende sessilen Organismen kontrolliert werden. Bei einer geringen Ansammlung ist diese von Hand abzusammeln. Bei verstärktem Aufkommen sollten die Makrophyten retour in das Sieb gegeben werden und mit dem Rest der Sedimentprobe im benötigten Fall geteilt und ausgewertet werden (OFENBÖCK et al., 2008).

2.3.2 Probenauswertung

Im Normalfall werden die geschlämmten Proben in eine rechteckige Tasse mit einem Gitterboden von 500 µm Maschenweiten, die in 6x5 Quadrate von 6cm Seitenlänge (Zellen) unterteilt ist eingefüllt. Laut dem Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente (OFENBÖCK et al., 2008) besteht eine flächenbezogene Teilprobe aus mindestens fünf Zellen, welche gelost, gewürfelt oder nach Zufallsgenerator ermittelt wurden bzw. der Anzahl von Zellen, die zusammen zumindest 700 Individuen beinhalten. Ebenfalls wird eine Probe die weniger als ungefähr 1000 Individuen enthält nicht in Teilproben unterteilt. Das Ziel ist ein repräsentativer Ausschnitt der Gesamtprobe, bei geringstem Aufwand für die Aufarbeitung und Bestimmung zu erhalten.

In dieser Arbeit kam es aber zu einem massenhaften Auftreten von systematischen Einheiten und somit wurden die fünf, durch den Schlämmvorgang gewonnen Sedimentprobenfraktionen stufenweise nacheinander in eine rechteckige Sortiertasse mit 16 gleich großen Unterteilungen geleert. Siehe Abbildung 11 Die Tasse besitzt die Maße von 37 cm x 26 cm. Da die Tasse in 16 Felder unterteilt ist, misst jedes der einzelnen Felder 9,4 cm x 6,3 cm.

Abbildung 12: Sortiertasse mit 16-Felderunterteilung

Im Falle eines hohen Sedimentanteils pro Fraktion wurden die Fraktionseinheiten Portionsweise in die Tasse geleert, so dass der Tassenboden nicht vollständig bedeckt ist und das Substrat gleichmäßig verteilt ist. Es muss genau darauf geachtet werde, dass sich das Substrat in den Zellen der Tasse während des Aussortierens nicht vermischen.

Laut dem Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente (OFENBÖCK et al., 2008) werden die Organismen nach folgenden Sortierregeln gezählt:

- Ein Organismus ist jener Zelle zuzuordnen, in der sich der Kopf befindet.
- Wenn der Kopf nur schwer auszumachen ist, wird der Organismus der Zelle zugerechnet, in welcher der Großteil seines Körpers liegt.
- Wenn der Kopf eines Organismus exakt auf der Linie zwischen zwei Zellen liegt, gehört er zur oberen bzw. zur rechten Zelle.
- Die aussortierten Tiere werden nach systematischen Einheiten getrennt aufbewahrt.
- Nicht gezählt werden:

  - leere Schalen von Schnecken und Muscheln, leere Köcher

- Exuvien und Fragmente, wie Beine, Antennen, Kiemen und Flügel

- nicht ganze Oligochaeta oder Fragmente ohne Kopf“

Die ausgewählten Felder werden zur Gänze aussortiert, bestimmt und gezählt. Enthalten die zufällig ausgewählten Zellen nicht die Mindestanzahl von 700 Individuen so muss noch eine weitere Zelle zum aussortieren gelost, gewürfelt oder zufallsgeneriert werden.

Je nach Häufigkeit der aufkommenden systematischen Einheiten wurden diese aus der Tasse zu einem Viertel, Achtel oder Sechzehntel dieser oder aus der gesamten Tasse entnommen. Nach dem Aussortieren der jeweiligen Fraktion sind die aussortierten Individuen jeweils mit dem dementsprechend richtigen Faktor für die Taxaliste hochzurechnen. Es ist von Wichtigkeit die systematischen Einheiten eindeutig zuordnen zu können und sind somit in getrennten Petrischalen aufzubewahren mit der jeweilig richtigen Beschriftung (x1, x4, x8, x16 etc.). Die Mindestanzahl der zu entnehmenden Individuen ist ersichtlich aus Tabelle 1. Diese stammt aus dem Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente (OFENBÖCK et al., 2008) basierend auf STAR Consortium 2004 (http://eu-star.at/). Eine systematische Einheit kann eine Familie oder eine Gattung sein.

Tabelle 1: Mindestanzahl der zu entnehmenden systematischen Einheit

Taxon (systematische Einheit)	**Mindestanzahl entnommener Individuen**
Jede Familie der Turbellaria	50
Polychaeta (als Gruppe)	75
Oligochaeta (als Gruppe)	100
Naididae	100
Jede Gattung der Hirudinea	50
Sphaeriidae (als Familie)	75
Jede Gattung der Gastropoda	50
Hydrachnidia (als Gruppe)	50
Jede Familie der Crustacea	50
Jede Gattung der Ephemeroptera	50

Jede Gattung der Plecoptera	50
Jede Gattung der Odonata	50
Jede Gattung der Heteroptera	50
Jede Gattung der Coleoptera	50
Megaloptera (als Gruppe)	75
Neuroptera (als Gruppe)	75
Hymenoptera (als Gruppe)	75
Lepidoptera (als Gruppe)	75
Jede Gattung der Trichoptera	50
Chironomidae (vom selben „Typ“)	100
Simuliidae (als Familie)	75
Jede andere Familien der Diptera	50

Im Falle eines extrem starken Sedimentaufkommens werden die einzelnen Fraktionen in einem Rotary Sample Divider, siehe Abbildung 13, Modell Lobrette 27, FRITSCH auf acht Teileinheiten aufgeteilt.

Abbildung 13: Rotary Sample Divider; Abbildung 14: Mikrogrammwaage

Während des Aussortierens der Organismen sind diese in systematische Einheiten (Familienniveau) zu trennen und im Anschluss zu zählen. Während des gesamten Vorganges wurden die Organismen in Petrischalen aufbewahrt, welche mit Wasser

gefüllt sind um ein Austrocknen zu verhindern. Der Rest der verbleibenden Probe wird noch anschließend auf Arten untersucht, welche nicht in den Teilproben enthalten sind. Dieses Prozedere wird „Postsorting“ bezeichnet.

Bevor sämtliche aussortierte Individuen wieder konserviert werden, müssen sie gewogen werden, damit nicht durch das Konservierungsmittel das Gewicht verfälscht wird. Das verwendete Konservierungsmittel besteht aus 70%-igem Ethylalkohol, welcher leichter als Wasser ist und zusätzlich Fette aus den Organismen herauslöst. Gewogen wird das reine Abtropfgewicht.

Zum Wägen wurde die Mikrogrammwaage Sartorius Analytic (siehe Abbildung 14) herangezogen und auf eine Genauigkeit von drei Kommastellen (tausendstel Gramm) gewogen. Das Wiegeprotokoll wurde zuerst handschriftlich und danach ebenfalls digital geführt und basiert auf der taxonomischen Einteilung der Ordnung und Familien.

Nach der Biomassebestimmung werden sämtliche Organismen auf entsprechende Phiolen aufgeteilt. Jede Phiole wird mit 70%-igem Ethylalkohol befüllt um die Organismen haltbar zu machen. Die Aufteilung auf die einzelnen Phiolen beruht auf folgendem Schema:

- Organismen der Teilprobe (>700 Individuen) entsprechend ihrer Zugehörigkeit
- Individuen welche hochzurechnen sind, entsprechend des Hochrechenfaktors (x4, x8, etc.)
- Arten des Postsortings

Ebenfalls sollte das Restmaterial der Gesamtprobe in einem eigenen Behälter in 70%-igem Ethylalkohol zum Zweck einer eventuellen weitern Bearbeitung rückgestellt werden.

Jede Phiole sowie jeder Behälter muss genau Beschriftet werden mit folgender wichtigen Information (OFENBÖCK et al., 2008):

- Projektname
- Probennummer

- Untersuchtes Gewässer, Untersuchungsstelle
- Datum der Probennahme
- Probennehmer
- Name des Sortierers
- Datum der Aufbereitung der Probe
- Anzahl der sortierten Zellen
- Systematische Einheit (Familie/Art)
- Hochrechnungsfaktor der zu multiplizierenden Teilprobe (x4, x8, etc.)
- Postsortingtaxa als Postsorting anführen
- Ausweisung des unaussortierten Restmaterials

Sämtliche konservierte Organismen sind als Begleitmaterial für mindestes drei Jahre rückgestellt. Die Bedeutung der Aussagekraft über das jeweilige Gewässer ist stark abhängig von Genauigkeit der taxanomischen Bearbeitung der Organismen. Aus diesem Grund müssen Bestimmungen so weit wie möglich erfolgen, idealer weise auf Artniveau. Die Mindestanforderung, welche an die Bewertung gestellt werden flogen der ÖNORM M 6232 (siehe Tabelle 2) bzw. der Richtlinie zur Bestimmung der saprobiologischen Gewässergüte von Fließgewässern (MOOG et al., 1999). Die Bestimmung der Proben wurde von taxonomischen Fachspezialisten auf höchstmögliches taxonomisches Niveau durchgeführt.

Tabelle 2 Taxonomische Mindesterfordernisse (verändert nach ÖNORM M 6232) (OFENBÖCK et al., 2008)

Organismengruppe	**Bestimmungsniveau**
Mollusca (ohne Sphaeriidae)	Artniveau
Oligochaeta	Art-(Gattungs-)Niveau
Hirudinea	Art-(Gattungs-)Niveau
Crustacea (Amphipoda, Decapoda, Isopoda)	Artniveau
Ephemeroptera	Art-(Gattungs-)Niveau
Plecoptera	Gattungs-(Art-)Niveau
Trichoptera (ohne Limnephilinae)	Art-(Gattungs-)Niveau
Coleoptera	Art-(Gattungs-)Niveau
Odonata	Art-(Gattungs-)Niveau

Heteroptera	Gattungs-(Art-)Niveau
Megaloptera	Gattungs-(Art-)Niveau
Chironomidae	Art-(Gattungs-)Niveau
Simuliidae	Artniveau
Blephariceridae	Artniveau
Limoniidae	Gattungs-(Art-)Niveau
Restliche Diptera	Gattungs-(Familien-)Niveau
Bryozoa	Art-(Gattungs-)Niveau

2.4 Mathematische Theorie und deren Umsetzung

Die Aufarbeitung der gewonnenen Daten wurde mit Hilfe des Softwareprogramms Microsoft® Office Excel 2003 durchgeführt.

Das Exemplar einer Sumpfdeckelschnecke *Viviparus contectus*, welche am 10.07.2008 mit dem *Uwitec-Corer* gefangen wurde, wurde auf Grund ihres schweren Gewichtes im Vergleich zu den anderen Individuen als Ausreißer für die weiteren Auswertungen nicht mehr berücksichtigt

Da von Stichproben auf die Gesamtheit zu schließen ist, werden die Verteilung und die Ermittlung der unbekannten Parameter nicht nach herkömmlichen mathematisch-parametrischen Verfahren eruiert. Der für die Berechnung der Datensätze angewandte Rechenweg setzt sich aus einer Kombination von der Bootstrapmethode und der Jackknifemethode zusammen, da anders als bei inferenzstatistischen Verfahren deutlich weniger Voraussetzungen erfüllt sein müssen. In der klassischen Inferenzstatistik liegt das Interesse in der Verteilung von statistischen Kennwerten, da dies relevant ist, um von einer Stichprobe auf die Grundgesamtheit zu schließen. Jedoch die Bootstrap- und Jackknifemethoden rekonstruieren die Stichprobenverteilung der erstrebten Kennwerte unmittelbar aus der vorliegenden Stichprobe.

Die Bootstrapmethode wurde auf mehrere Datenpools angewendet. Jeder Pool repräsentiert dabei eines der Probenentnahmegeräte an einem der beiden

Probenentnahmezeitpunkte für die Gesamtheit der Probenentnahmestellen (H1-3/ 1-5) im Winterhafen von Linz. Diese Auswertungen wurden in der Folge auch für ausgewählte Großgruppen (Annelida, Mollusca, Chironomidae) durchgeführt.

2.4.1 Bootstrapmethode

Erst seit Computer eine hohe Rechenleistung an den Tag bringen kann die Bootstrapmethode angewendet werden. Das Grundprinzip besteht darin, dass jeweils aus dem gesamten Datenpool der Grundgesamtheit *(F)* in mehrfacher Wiederholung viele Stichproben, mit dem Umfang *n* gezogen und wieder zurückgelegt werden (Shikano, 2006). Im Zuge vorliegender Untersuchung reichte der Stichprobenumfang von 15 bis 2. Somit kann ein gewünschter Parameter *(Θ)* direkt aus dem vorliegendem Datensatz geschätzt werden ($\hat{\Theta}$). Um den geschätzten Parameter ($\hat{\Theta}$) zu präzisieren wird mittels des zentralen Grenzwertsatzes der Standardfehler ($\sigma_{\hat{\Theta}}$) des geschätzten Parameters hergeleitet. Mit der Zeit konvergiert die Verteilung des geschätzten Parameters zu einer Normalverteilung. Dieser Fall gilt, wenn von einer Normalverteilung ausgegangen werden kann. Kann aber nicht von einer Normalverteilung ausgegangen werden, werden Stichproben des Umfanges *n* B-mal aus den vorliegenden Stichproben, mit Zurücklegen genommen (Shikano, 2006). Für die einzelnen Bootstrap-Stichproben wird jeweils der anvisierte Parameter *($\hat{\Theta}_b$)* geschätzt. Aus der Verteilung von $\hat{\Theta}_b$ wird das Konfidenzintervall gebildet. Dies kann auf vier verschiedenen Methoden beruhen: „Normale Approximationsmethode“, "Perzentil-Methode“, „Bias-corrected Perzentil-Methode“ und die „Bias corrected and accelerated Method”

2.4.2 Jackknifemethode

Die Jackknifemethode liefert an und für sich die Grundlage für die Bootstrapmethode. Diese wurde entwickelt als die Rechenleistung von Computern noch nicht so weit entwickelt war. Bei der Jackknifemethode werden, im Gegensatz zur Bootstrapmethode, nicht einzelne Stichproben mit Zurücklegen gezogen, sondern es werden mehrere Teilmengen aus dem Datenpool der Grundgesamtheit gezogen. So wird die Grundgesamtheit *(F)* in *g* Gruppen eingeteilt mit der Größe *h* zerlegt. Somit

gilt *F=g*h*. Von den, in Summe *g* Gruppen wird eine beliebige Gruppe (z.B. die *i*-te Gruppe, *i=1,…..g)* ausgelassen und der zu bestimmende Parameter $(\hat{\Theta}_{-i})$ für die Teilmenge mit dem Umfang *F-h=(g-1)/h*, welche überblieb berechnet. Dieser Schritt wird ebenfalls für alle Gruppen (*g*) wiederholt (Shikano, 2006). Bei jedem wiederholten Schritt wird ein Pseudowert

$$\tilde{\Theta}_i = g * \hat{\Theta} - (g-1) * \Theta_{-i}$$

berechnet. Im letzten Durchgang wird der Jackknife-Schätzer $\tilde{\Theta}$ mittels des Durchschnitts der $\tilde{\Theta}_i$ errechnet. Dies erfolgt durch:

$$\tilde{\Theta} = \frac{1}{g} \sum_{i=1}^{g} \tilde{\Theta}_i$$

Durch den Standardfehler von $\tilde{\Theta}_i$ kann eine t-Verteilung um $\tilde{\Theta}$ berechnet werden, woraus wiederum das Konfindenzintervall ermittelt erden kann.

2.4.3 Umsetzung

Der in dieser Arbeit angewandte Rechenweg setzt sich wie folgt zusammen.

Datenpoolaufteilung

Anfangs wurden verschiedene Datenpools erstellt, welche primär die drei verschiedenen Probenentnahmegeräten (Van *Veen Greifer, Uwitec-Corer* und *Air-Lift-Sampler*) repräsentieren. Diese drei Datenpools wurden wiederum nach Probenentnahmeterminen (10.07.2008 und 28.07.2008) aufgeteilt. Dieselbe Vorgangsweise wurde auch für die ausgewählten Großgruppen (Annelida, Mollusa und Chironomidae) gewählt. Ausgewertet wurden dabei jeweils Abundanz und Biomasse und deren Berechnungen.

Berechnung des jeweiligen Datenpools

Im ersten Rechenschritt wurden die Datensätze logarithmiert damit im späteren Verlauf das geometrische Mittel ermittelt werden konnte. Das geometrische Mittel wird wie folgt berechnet (Wirtz and Nachtigall, 2008).

$$\log(\bar{x}_{geo}) = \frac{1}{n}(\log(x_1) + ... + \log(x_n)$$

Der nächste Rechenschritt ist an die Bootstrapmethode angelehnt, wo aus jedem der oben angeführten Datenpools fünfhundert Mal fünfzehn logarithmierte Stichproben mit Zurücklegen gezogen wurden. Aus den jeweils fünfzehn gezogenen Stichproben wurde jedes Mal der Mittelwert berechnet. Am Ende des fünfhundertsten Mittelwertes wurden alle fünfhundert Mittelwerte addiert und daraus wiederum einen Mittelwert gebildet (Elliott, 1977).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{n=1}^{n} x}{n} \text{ und } \bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{1}^{500} \bar{x}}{500}$$

Wobei $\bar{x}$ dem Mittelwert der einzelnen Stichprobe darstellt und $\bar{\bar{x}}$ den Mittelwert der fünfhundert Stichprobenmittelwerte. Aus den daraus sich ergebenden Ergebnissen wurden die Varianz und die Standardabweichung errechnet (Elliott, 1977).

$$s^2 = \frac{\sum(\bar{x} - \bar{\bar{x}})^2}{500}; \; s = \sqrt{s^2}$$

Die Vertrauensgrenzen (2,5 untere und 97,5 obere Quantile als Streumaß) wurden für die jeweils zugrunde liegende Normalverteilung errechnet. Diese Vorgangsweise wurde in Anlehnung an die Jackknife – Methode für n=1 bis n=15 durchgeführt. Die Ergebnisse wurden zum Schluss noch mittels Potenzieren rückgerechnet. Im Gegensatz zur Jackknife – Methode wurden jedoch wie bei der Bootstrapmethode, die gezogenen Stichproben wieder zurückgelegt. Man kann diese Vorgangsweise

daher als „Kombinierte Jackknife – Bootsrap-Methode“ bezeichnen. Diese wurde auf alle anfangs erstellten Datenpools angewendet.

2.4.4 T-Test

Die mit den obigen beschriebenen Rechenverfahren erzielten Ergebnisse wurden mittels eines t-Tests analysiert. Dieses Verfahren wird auch herangezogen zur die Berechnung geklumpter Gesellschaften und Stichproben >50 (Elliott, 1977). Der t-Wert setzt sich zusammen aus der Division von den Differenzen zwischen den Mittelwerten durch die Standardabweichung der Differenzen.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s^2 * (\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}}$$

Wobei X_1 quer und X_2 quer die zu analysierenden Mittelwerte darstellt, s^2 die Standardabweichung und n_1, n_2 den Stichprobenumfang. Die Standardabweichung (s^2) setzt sich wie folgt zusammen (Elliott, 1977).

$$s^2 = \frac{\Sigma(x_1 - \bar{x}_1)^2 + \Sigma(x_2 - \bar{x}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

3 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Allgemein

Am 10.07.2008 und am 28.07.2008 wurden jeweils die Sedimentproben im Untersuchungsgebiet gezogen. Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Winterhafen von Linz in Österreich. Dieser Hafen liegt auf Höhe vom Donaukilometer 2131,9 km.

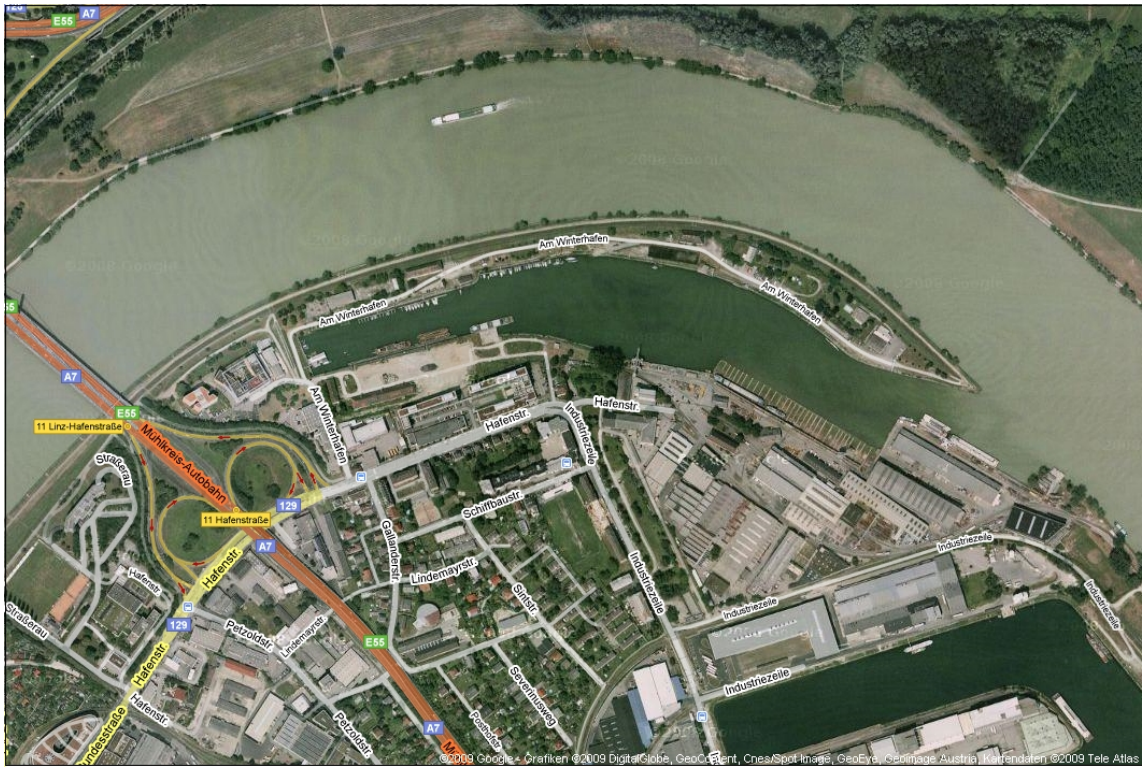

Abbildung 15: Winterhafen in Linz (Google.com, 2009)

3.1 Untersuchungsdesign

Mit der Zeit wird die Hafeneinfahrt durch die Sedimentfracht der Donau verlegt und die Fahrrinnentiefe ist somit für die Schifffahrt nicht mehr gewährleistet. Aus diesem Grund wurden Hafenbaggerung veranlasst. Dieser Umstand ermöglichte die drei Sedimentprobenentnahmegeräte vor und nach den Baggerungsarbeiten einzusetzen und Proben von dem Substrat der Hafeneinfahrt zu nehmen.

Baggerungsarbeiten

Die Baggerungsarbeiten im Winterhafen von Linz fanden am 23. Juli, 24. Juli und 28. Juli 2008 statt. Hierzu wurde ein Bagger auf ein Schiff verladen, welcher dann das Substrat aushub und auf ein anderes Schiff (Schute) verlud. Siehe Abbildung 16.

Abbildung 16: Baggerungsarbeiten Winterhafen in Linz

Die ausgehobenen Sedimentmassen wurden wieder in der Donau verklappt und vom Donaustrom verfrachtet. Das Ausmaß der Baggerung ist in Abbildung 17 ersichtlich. Die dunkelblau eingefärbten Flächen zeigen die tiefsten Stellen.

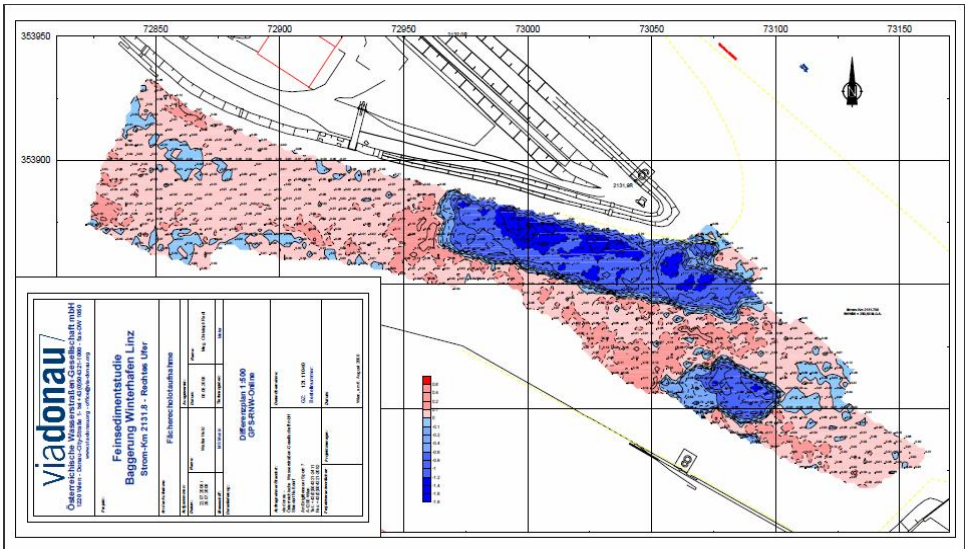

Abbildung 17: Ausmaß der Baggerung Winterhafen in Linz

Untersuchungsgebietseinteilung

Durch das Untersuchungsgebiet Winterhafen in Linz wurden für die Probenentnahme drei Transsekte gelegt. Auf jeden der drei Transsekte wurden fünf Entnahmestellen festgelegt und mittels GPS vermerkt um beim zweiten Probenentnahmetermin exakt wieder dieselben Stellen zu beproben. Die Einteilung der Transsekte ist ersichtlich in Abbildung 18.

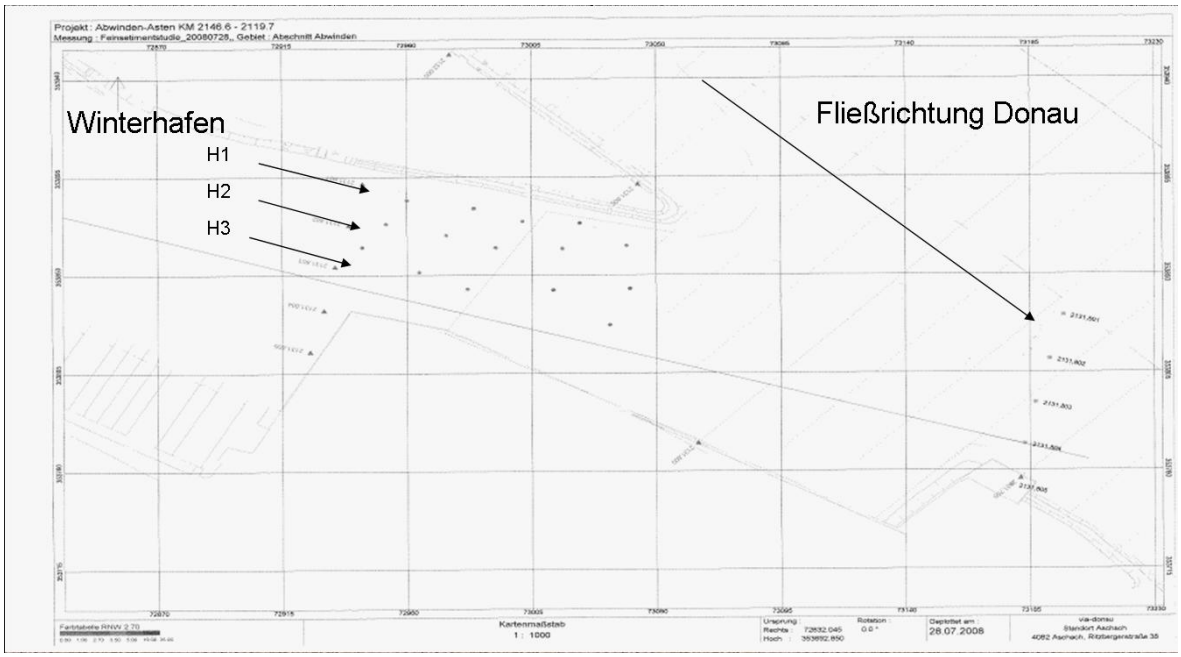

Abbildung 18: Einteilung der Transsekte im Winterhafen von Linz

Jedem Transekt wurde der Buchstabe H und eine Zahl zugeordnet, wobei die Nummerierung von der Donau weg mit eins beginnt. Somit wurden die Transekte von H1, nahe der Donau bis H3, am weitesten von der Donau betitelt. Die Nummerierung der Probenentnahmestellen entlang eines Transektes erfolgte ebenfalls von der Donau weg, hin in den Hafen aufsteigend. Somit ergab sich ein Raster von drei Mal fünf Punkten, H1-1 bis H1-5, H2-1 bis H2-5 und H3-1 bis H3-5.

Aus diesem Raster ergaben sich 15 Einzelprobenentnahmestellen. Die Entnahme von 15 „Parallelproben“ entspricht der gängigen Gepflogenheit der Anwendung des MHS-Prinzips an großen Flüssen. Da mit jedem der drei Probenentnahmegeräte jede Einzelne, der 15 Probenstellen die sich in diesem Raster befanden beprobt worden sind, ergaben sich pro Probenentnahmetermin 45 Einzelproben.

Jede einzelne Probenentnahmestelle wurde somit in Summe sechsmal beprobt, da mit jedem einzelnen der drei Geräte jede Stelle an zwei unterschiedlichen Terminen aufgesucht worden ist. Diese Termine waren der 10.07.2008 und der 28.07.2008.

4 Einsatz und Betriebsweise der Geräte

Allgemein

Um eine ausreichend große Arbeitsplattform bei der Sedimentprobeentnahme zu haben, wurde eine Zille aus Polyesterharz mit ca. 15 m Länge und an die 3 m Breite an ein Schiff der via**donau** befestigt. Siehe Abbildung 19. Die Zille ist mit einem hohen Auslegearm für den *Air-Lift-Sampler* ausgestattet und bot ausreichen Arbeitsplatz zur Probenentnahme mit allen drei Geräten. Die erste Sediment-probenbearbeitung bestand aus dem ersten groben Schlämmen in einem 500 µm Netz und Fixierung in Weithalsdosen mit Formaldehyd. Das Schiff beförderte die Zille auf die jeweilig richtige Position und hatte die wichtige Aufgabe diese Position für den Zeitraum der Probenentnahme exakt zu halten. Die genau Positionsangabe lieferte das schiffeigene GPS und die aktuellen Wassertiefen wiederum das schiffeigne Echolot.

Abbildung 19: Arbeitszille mit angebundenen Schiff, der Asbach

4.1 Einsatz und Betriebsweise Van Veen Greifer

Vorbereitung

Vor jeden Gebrauch des *Van Veen Greifers* ist darauf zu achten, dass sich keine Reste von der zuletzt genommen Sedimentprobe im Gerät befinden. Diese könnten die nächstfolgende Probe verfälschen. Ebenfalls wird vergewissert, dass genug Absenkseil zum Absenken des *Van Veen Greifers* vorhanden ist. Das Ende des Absenkseils wird an der Zille befestigt, falls das Seil durch einen Zufall losgelassen worden wäre. Die Greifer-Backen des *Van Veen Greifers* werden in die Ausgangsposition gebracht und mittels eines Hakens verriegelt, siehe Abbildung 3. Die Klappen auf der Oberseite des Greifer sind, genauso wie die Ventilklappen werden vor dem Absenken geöffnet, um Wasserstaue zu verhindern. Siehe Abbildung 2-G und 2-F. Von dem Zeitpunkt an muss das Absenkseil unter ständiger Zugspannung stehen. Die Vorbereitungszeit ist bei *Van Veen Greifer* extrem kurz, da dieser fast keine Vorbereitung benötigt.

Prozedere

Der betriebsbereite *Van Veen Greifer* wird bis ca. 0,5-1 m über dem zu entnehmenden Sediment gleichmäßig abgesenkt. Ab ungefähr einem Meter über der Probenstelle wird der *Van Veen Greifer* dann im freien Fall in das Sediment abgesenkt und in dieses penetrieren lassen. Erst wenn der Greifer zum Stillstand gekommen ist und das Absenkseil an Zugspannung verloren hat, löst sich der Verriegelungshaken. Mit einem Ruck wird das Arbeitsgerät aus dem Sediment gehievt. Der Ruck sichert das schnelle Verschließen der Greifer-Backen und verhindert den Sedimentverlust durch nicht rechtzeitig verschlossenen Greifer-Backen. Vorsichtig und mit gleichmäßiger Geschwindigkeit wird der *Van Veen Greifer* wieder an Board geholt. Als erstes wird durch öffnen der Klappen der entnommene Inhalt kontrolliert. Wenn dieser zufrieden stellend war so wird dieser in einem 500 µm Nylonnetz sofort grob geschlämmt um Schlamm und Schluff davon zu trennen. Anschließend wird die Probe in einer Weithalsdose mit Formaldehyd fixiert und versorgt. Die Probenentnahme wird während des gesamten Zeitraumes protokolliert und der jeweilige Behälter penibel beschriftet.

4.2 Einsatz und Betriebsweise Uwitec-Corer

Vorbereitung

Ebenfalls wie beim *Van Veen Greifer* ist vor dem Einsatz des Gerätes darauf zu achten, dass in diesem keine Rückstände von der vorherigen Probenentnahme vorhanden sind. Das Absenkseil ist auf die mindestens benötigte Länge zu kontrollieren und das Ende des Seiles wird an der Zille befestigt. Um den *Uwitec-Corer* endgültig einsatzbereit zu gestalten wird nur mehr lediglich das PVC-Rohr (siehe Abbildung 4-10) mit dem die Sedimentkerne gestochen werden, eingesetzt und mittels der Schnellspannhebel (siehe Abbildung 4-1) fixiert. Ebenfalls wird das Gummiband (siehe Abbildung 4-4e) gespannt und an der Verschlussautomatikaufhängung (siehe Abbildung 4-3) eingehängt. Wie beim *Van Veen Greifer* muss nun das Absenkseil unter ständiger Zugspannung stehen um nicht die Verschlussautomatik auszulösen.

Prozedere

Der nun betriebsbereite *Uwitec-Corer* wird bis ca. 0,5-1 m über dem zu entnehmenden Sediment gleichmäßig abgesenkt. Gleich wie beim *Van Veen Greifer* wird dieser dann ab ca. 1 m über dem Sediment im freien Fall in das zu entnehmende Substrat abgesenkt. Durch den Verlust der Zugspannung am Absenkseil löst die Verschlussautomatik aus. Mit einer gleichmäßigen Geschwindigkeit wird das Probenentnahmegerät wieder an Board geholt.

An Board wird der Verschlussball (siehe Abbildung 4-4a) in die richtige Position gedreht, teilweise in das PVC-Rohr gedrückt und mit einer Schiebebewegung den versenkten Gummipfropfen vom Rest des Verschlussballes gelöst. Nun kann das PVC-Rohr nach Lösen des Schnellspanners aus dem Kernfänger gelöst werden. Der gehobene Sedimentprobenkern wird mittels einer Metallstange welche mit dem passendem Verschlussballgegenstück versehen ist aus dem PVC-Rohr gedrückt. Gleich im Anschluss wird die entnommene Probe in einem 500 µm Nylonnetz geschlämmt, in der bereits beschrifteten Weithalsdose versorgt und mit Formaldehyd fixiert.

4.3 Einsatz und Betriebsweise Air-Lift-Sampler

Vorbereitung

Der *Air-Lift-Sampler* zählt unter den hier beschrieben Geräten zu denen, welche eine lange Vorbereitungszeit benötigen. Um dieses Gerät einsetzten zu können, muss immer die aktuelle Wassertiefe mittels Schiffsecholot ermittelt werden. Erst anhand dieser Information kann der *Air-Lift-Sampler* auf die benötigte Länge zusammengebaut werden. Auf der Zille liegend wird die benötigte Länge mittel der einzelnen Verlängerungstücke erreicht; siehe dazu Abbildung 9-b. Dieses Prozedere nimmt viel Zeit in Anspruch, da jeder Flansch der Verlängerungsstücke mittels einer verschraub baren Bügelschelle mit dem Flansch des Gegenstückes verbunden ist. Ebenfalls sind dazu mindestens zwei Personen nötig um die Verlängerungsrohre gerade anzusetzen. Im Anschluss werden an der Haltevorrichtung für das Auffangnetz (siehe Abbildung 9-C) das Innen- und das Außennetz montiert.

Der einsatzbereite *Air-Lift-Sampler* wird mit Hilfe einer am Auslegearm montierten elektrischen Seilwinde in die Höhe gehoben. Die Stromversorgung für die Seilwinde stammt von einem Stromaggregat, welches zusammen mit ausreichend Treibstoff an Board vorhanden sein muss. Am unteren Ende des *Air-Lift-Sampler*s wird noch ein Navigationsseil befestigt und dies unter der Zille von Heck bis Bug gezogen. Dieses Seil sollte eine vertikale Position des Samplers garantieren. Sobald der Sedimentprobenentnahmeplatz erreicht wird, konnte die Sedimentprobenentnahme durchgeführt werden. Von enormer Wichtigkeit ist die Ruhelage und Einhaltung der Position des Schiffes durch den Schiffskapitän während des gesamten Entnahmeprozesses.

Prozedere

Sobald die Position zur Sedimentprobenentnahme erreicht wird sind mindestens drei Personen notwendig um das Gerät zu bedienen. Eine Person bedient den Luftdruckkompressor, welcher zum Betreiben des *Air-Lift-Samplers* notwendig ist, und die Seilwinde. Der *Air-Lift-Sampler* wird mittels der Seilwinde zum Substrat herabgelassen bis dieser aufgesessen ist. Während dessen müssen zwei weitere Personen den *Air-Lift-Sampler* stabilisieren. Sobald das Gerät aufsetzt, wird von

einer der zwei Personen das Ventil für die Druckluftzufuhr betätigt. Die Zeitdauer zur reinen Probenentnahme beläuft sich auf 10-20 Sekunden. Sobald sich genügend Sediment im Auffangnetz vorfindet, wird das Gerät wieder vom Substrat hochgehoben. Im freien Wasserköper wird noch einige Male das Ventil für die Druckluftzufuhr betätigt, um die im Auffangnetz befindliche Sedimentprobe zu Schlämmen. Nachdem das Auffangnetz abgenommen ist, wird der *Air-Lift-Sampler* wieder in die Höhe gezogen. Das gewonnene Material wird noch einmal per Hand nachgeschlämmt und mit Formaldehyd in Weithalsdosen verstaut. An der nächsten Probenentnahmestelle muss wieder die benötigte Länge des *Air-Lift-Samplers* mittels Schiffsecholot eruiert werden um den *Air-Lift-Sampler* dementsprechend zu adaptieren.

Schwierigkeiten mit denen man rechnen muss sind größere Steine, welchen das Steigrohr verstopfen. Bei vernachlässigter Seilwindenwartung kann das Stahlseil schadhaft sein und ausfransen. Ebenfalls sollte bei starker Strömung der *Air-Lift-Sampler* sich beim Transport auf der Arbeitsplattform befinden, da es zu einem Bruch des Steigrohres kommen kann. Es ist auch anzuraten genügend Verlängerungsteile mit sich zu führen. Jeder eintretende Umstand verzögert die Arbeit um ein Vielfaches. Ebenfalls ist es ratsam eine vierte Person bereitgestellt zu haben, um im Notfall mittels des unter der Zille geführten Seils das Arbeitsgerät wieder in die Vertikale zu bringen. Diese Vierte Person ist auch von Vorteil beim Übernehmen des Auffangnetzes mit der Sedimentprobe und beim Reichen von eventuell benötigtem Werkzeug.

5 Resultate

5.1 Rohdaten

Nach den Laborarbeiten und dem Auszählen der verschiedenen Individuen aus den Sedimentproben, ergaben sich folgende Rohdaten.

5.1.1 Rohdaten des Van Veen Greifers

Rohdaten des Van Veen Greifers vom 10.07.2008

Die gewonnenen Individuenzahlen und die dazugehörigen Biomassen (in Gramm) mit dem *Van Veen Greifer* vom 10.07.2008 sind in den Tabellen 3 und 4 ersichtlich.

Tabelle 3: Erzielte Individuenzahl mit Van Veen Greifer vom 10.07.2008

Transekt	Litho-glyphus	Potamo-pyrgus	Pisidium sp.	Oligo-chaeta	Hypania invalida	Chirono-midae	Mollusca	Annelida	Chirono-midea	Summe Individuen
H1 GR1	5		28	2394	106	42	**33**	**2500**	**42**	**2575**
H1 GR2	2		22	4744	120	39	**24**	**4864**	**39**	**4927**
H1 GR3	3		7	2894	266	37	**10**	**3160**	**37**	**3207**
H1 GR4	3		5	2923	34	12	**8**	**2957**	**12**	**2977**
H1 GR5	8		29	2479	438	38	**37**	**2917**	**38**	**2992**
H2 GR1	9	1	31	5248	216	45	**41**	**5464**	**45**	**5550**
H2 GR2	5		23	2640	176	41	**28**	**2816**	**41**	**2885**
H2 GR3	1		17	3504	200	42	**18**	**3704**	**42**	**3764**
H2 GR4	19		62	480	117	33	**81**	**597**	**33**	**711**
H2 GR5	1		4	464	96	41	**5**	**560**	**41**	**606**
H3 GR1	2		10	1083	187	27	**12**	**1270**	**27**	**1309**
H3 GR2	8		30	4568	496	25	**38**	**5064**	**25**	**5127**
H3 GR3	6		42	5345	272	30	**48**	**5617**	**30**	**5695**
H3 GR4	3		12	7098	456	38	**15**	**7554**	**38**	**7607**
H3 GR5	11	2	248	6384	124	84	**261**	**6508**	**84**	**6853**

Tabelle 4: Erzielte Biomassen (in Gramm) mit Van Veen Greifer vom 10.07.2008

Transekt	Litho-glyphus	Potamo-pyrgus	Pisidium sp.	Oligo-chaeta	Hypania invalida	Chirono-midae	Mollusca	Annelida	Chirono-midea	Summe Biomasse
H1 GR1	0,5081		0,3113	2,7045	0,2283	0,2768	**0,8194**	**2,9328**	**0,2768**	**4,029**
H1 GR2	0,0447		0,3371	4,384	0,3408	0,2734	**0,3818**	**4,7248**	**0,2734**	**5,38**
H1 GR3	0,1061		0,1458	3,5342	0,8197	0,3567	**0,2519**	**4,3539**	**0,3567**	**4,9625**
H1 GR4	0,0943		0,0624	3,7996	0,1366	0,094	**0,1567**	**3,9362**	**0,094**	**4,1869**
H1 GR5	0,4853		0,3066	3,4342	0,9636	0,2375	**0,7919**	**4,3978**	**0,2375**	**5,4272**
H2 GR1	0,6282	0,0026	0,733	4,6416	0,8004	0,2616	**1,3638**	**5,442**	**0,2616**	**7,0674**
H2 GR2	0,2222		0,5663	1,6024	0,412	0,2828	**0,7885**	**2,0144**	**0,2828**	**3,0857**
H2 GR3	0,0874		0,2854	4,0368	0,7872	0,2023	**0,3728**	**4,824**	**0,2023**	**5,3991**
H2 GR4	0,1833		0,0256	0,4492	0,2104	0,0677	**0,2089**	**0,6596**	**0,0677**	**0,9362**
H2 GR5	0,1286		0,1873	0,3664	0,1704	0,1751	**0,3159**	**0,5368**	**0,1751**	**1,0278**
H3 GR1	0,2293		0,1075	1,1588	1,0733	0,1493	**0,3368**	**2,2321**	**0,1493**	**2,7182**
H3 GR2	0,6118		0,4142	3,1541	1,244	0,1794	**1,026**	**4,3981**	**0,1794**	**5,6035**
H3 GR3	0,3845		1,2218	6,6435	0,7618	0,1896	**1,6063**	**7,4053**	**0,1896**	**9,2012**
H3 GR4	0,0605		0,316	6,3098	1,368	0,3816	**0,3765**	**7,6778**	**0,3816**	**8,4359**
H3 GR5	0,3752	0,0096	0,492	5,3888	0,47	0,4803	**0,8768**	**5,8588**	**0,4803**	**7,2159**

Rohdaten des Van Veen Greifers vom 28.07.2008

Die gewonnenen Individuenzahlen und die dazugehörigen Biomassen (in Gramm) mit dem *Van Veen Greifer* vom 28.07.2008 sind in den Tabellen 5 und 6 ersichtlich.

Tabelle 5: Erzielte Individuenzahl mit Van Veen Greifer vom 28.07.2008

Transekt	Litho-glyphus	Corbi-cula	Pisidium sp.	Anodonta anatina	Oligo-chaeta	Hypania invalida	Chirono-midae	Mollu-sca	Anne-lida	Chirono-midea	Summe Individuen
H1 GR1					531	8	4	**0**	**539**	**4**	**543**
H1 GR2					467	8	1	**0**	**475**	**1**	**476**
H1 GR3			5	1	1384	20	7	**6**	**1404**	**7**	**1417**
H1 GR4			2		138		6	**2**	**138**	**6**	**146**
H1 GR5	2	1	23		6608	39	37	**26**	**6647**	**37**	**6710**
H2 GR1	1				164	4	8	**1**	**168**	**8**	**177**
H2 GR2					325	12	4	**0**	**337**	**4**	**341**
H2 GR3			1		118	14	1	**1**	**132**	**1**	**134**
H2 GR4	1				1316	16	13	**1**	**1332**	**13**	**1346**
H2 GR5	3		16		1601	156	39	**19**	**1757**	**39**	**1815**

Tabelle 6: Erzielte Biomassen (in Gramm) mit Van Veen Greifer vom 28.07.2008

Transekt	Litho-glyphus	Corbi-cula	Pisidium sp.	Anodonta anatina	Oligo-chaeta	Hypania invalida	Chirono-midae	Mollu-sca	Anne-lida	Chirono-midea	Summe Biomasse
H1 GR1					0,4245	0,0416	0,0271	**0**	**0,4661**	**0,0271**	**0,4932**
H1 GR2					0,4904	0,0192	0,0115	**0**	**0,5096**	**0,0115**	**0,5211**
H1 GR3			0,0461	4,3592	1,4354	0,0765	0,0247	**4,4053**	**1,5119**	**0,0247**	**5,9419**
H1 GR4			0,0134		0,1868		0,0089	**0,0134**	**0,1868**	**0,0089**	**0,2091**
H1 GR5	0,1373	0,2317	0,3293		3,896	0,2099	0,2903	**0,6983**	**4,1059**	**0,2903**	**5,0945**
H2 GR1	0,0768				0,226	0,0212	0,0437	**0,0768**	**0,2472**	**0,0437**	**0,3677**
H2 GR2					0,4579	0,0719	0,0404	**0**	**0,5298**	**0,0404**	**0,5702**
H2 GR3			0,0143		0,1292	0,0739	0,0167	**0,0143**	**0,2031**	**0,0167**	**0,2341**
H2 GR4	0,032				1,3768	0,048	0,0986	**0,032**	**1,4248**	**0,0986**	**1,5554**
H2 GR5	0,1595		0,0392		1,5957	0,6082	0,31	**0,1987**	**2,2039**	**0,31**	**2,7126**

5.1.2 Rohdaten des Uwitec-Corers

Rohdaten des Uwitec-Corers vom 10.07.2008

Die gewonnenen Individuenzahlen und die dazugehörigen Biomassen (in Gramm) mit dem *Uwitec-Corers* vom 10.07.2008 sind in den Tabellen 7 und 8 ersichtlich.

Tabelle 7: Erzielte Individuenzahl mit Uwitec-Corer vom 10.07.2008

Transekt	Litho-glyphus	Viviparus contectus	Pisidium sp.	Hypania invalida	Oligo-chaeta	Piscicola geometra	Chirono-midae	Mollu-sca	Anne-lida	Chirono-midea	Summe Indiv.
H1 C1	2		4	61	676		4	**6**	**737**	**4**	**747**
H1C2	0		0	15	583		3	**0**	**598**	**3**	**601**
H1 C3	2	1	10	21	215		6	**13**	**236**	**6**	**255**
H1 C4	0		6	4	634		5	**6**	**638**	**5**	**649**
H1 C5	0		1	23	396		6	**1**	**419**	**6**	**426**
H2 C1	2		9	32	345		7	**11**	**377**	**7**	**395**
H2 C2	0		4	49	699		15	**4**	**748**	**15**	**767**
H2 C3	0		2	6	792		3	**2**	**798**	**3**	**803**
H2 C4	1			15	482		3	**1**	**497**	**3**	**501**
H2 C5	0		0	45	253		12	**0**	**298**	**12**	**310**
H3 C1	3		3	96	980		4	**6**	**1076**	**4**	**1086**
H3 C2	0		1	73	406	1	3	**1**	**480**	**3**	**484**
H3 C3	1		4	29	971		7	**5**	**1000**	**7**	**1012**
H3 C4	0		2	89	762		5	**2**	**851**	**5**	**858**
H3 C5	2		7	86	447		6	**9**	**533**	**6**	**548**

Tabelle 8: Erzielte Biomassen (in Gramm) mit Uwitec-Corer vom 10.07.2008

Transekt	Litho-glyphus	Viviparus contectus	Pisidium sp.	Hypania invalida	Oligo-chaeta	Piscicola geometra	Chirono-midae	Mollu-sca	Anne-lida	Chirono-midea	Summe Biom.
H1 C1	0,0959		0,0557	0,1113	0,4247		0,0421	**0,1516**	**0,536**	**0,0421**	**0,7297**
H1C2	0		0	0,049	0,4502		0,0465	**0**	**0,4992**	**0,0465**	**0,5457**
H1 C3	0,0932	10,7428	0,0111	0,0519	0,1631		0,0175	**10,8471**	**0,215**	**0,0175**	**11,0796**
H1 C4	0		0,1235	0,0133	0,7354		0,039	**0,1235**	**0,7487**	**0,039**	**0,9112**
H1 C5	0		0,0166	0,0473	0,5237		0,004	**0,0166**	**0,571**	**0,004**	**0,5916**
H2 C1	0,2141		0,0902	0,0702	0,3544		0,045	**0,3043**	**0,4246**	**0,045**	**0,7739**
H2 C2	0		0,1269	0,1117	0,4308		0,0818	**0,1269**	**0,5425**	**0,0818**	**0,7512**
H2 C3	0		0,0069	0,0208	0,5724		0,0075	**0,0069**	**0,5932**	**0,0075**	**0,6076**
H2 C4	0,0456			0,064	0,692		0,0078	**0,0456**	**0,756**	**0,0078**	**0,8094**
H2 C5	0		0	0,1006	0,2911		0,1324	**0**	**0,3917**	**0,1324**	**0,5241**
H3 C1	0,1873		0,0715	0,3064	0,6535		0,0262	**0,2588**	**0,9599**	**0,0262**	**1,2449**
H3 C2	0		0,0169	0,2172	0,5471	0,005	0,0068	**0,0169**	**0,7693**	**0,0068**	**0,793**
H3 C3	0,0445		0,0912	0,0792	0,6603		0,054	**0,1357**	**0,7395**	**0,054**	**0,9292**
H3 C4	0		0,008	0,2079	0,6254		0,051	**0,008**	**0,8333**	**0,051**	**0,8923**
H3 C5	0,0999		0,024	0,4355	0,553		0,0673	**0,1239**	**0,9885**	**0,0673**	**1,1797**

Rohdaten des Uwitec-Corers vom 28.07.2008

Die gewonnenen Individuenzahlen und die dazugehörigen Biomassen (in Gramm) mit dem *Uwitec-Corer* vom 28.07.2008 sind in den Tabellen 9 und 10 ersichtlich.

Tabelle 9: Erzielte Individuenzahl mit Uwitec-Corer vom 28.07.2008

Transekt	Litho-glyphus	Pisidium sp.	Hypania invalida	Oligo-chaeta	Chirono-midae	Mollusca	Annelida	Chironomidea	Summe Individuen
H1 C1	1			76		**1**	**76**	**0**	**77**
H1C2		1		11		**1**	**11**	**0**	**12**
H1 C3		0	0	142	9	**0**	**142**	**9**	**151**
H1 C4		1		107	4	**1**	**107**	**4**	**112**
H1 C5		3		249	8	**3**	**249**	**8**	**260**
H2 C1			1	75		**0**	**76**	**0**	**76**
H2 C2			2	18		**0**	**20**	**0**	**20**
H2 C3		1	1	138	2	**1**	**139**	**2**	**142**
H2 C4		2	3	101	2	**2**	**104**	**2**	**108**
H2 C5		2	3	64	4	**2**	**67**	**4**	**73**

Tabelle 10: Erzielte Biomassen (in Gramm) mit Uwitec-Corer vom 28.07.2008

Transekt	Litho-glyphus	Pisidium sp.	Hypania invalida	Oligo-chaeta	Chirono-midae	Mollusca	Annelida	Chironomidea	Summe Biomasse
H1 C1	0,1637			0,0343		**0,1637**	**0,0343**	**0**	**0,198**
H1C2		0,0016		0,0075		**0,0016**	**0,0075**	**0**	**0,0091**
H1 C3	0	0	0	0,1807	0,0175	**0**	**0,1807**	**0,0175**	**0,1982**
H1 C4		0,0032		0,093	0,0024	**0,0032**	**0,093**	**0,0024**	**0,0986**
H1 C5		0,0143		0,2198	0,0103	**0,0143**	**0,2198**	**0,0103**	**0,2444**
H2 C1			0,0016	0,0509		**0**	**0,0525**	**0**	**0,0525**
H2 C2			0,0099	0,0121		**0**	**0,022**	**0**	**0,022**
H2 C3		0,0097	0,006	0,172	0,0421	**0,0097**	**0,178**	**0,0421**	**0,2298**
H2 C4		0,0033	0,0161	0,0678	0,0096	**0,0033**	**0,0839**	**0,0096**	**0,0968**
H2 C5	0	0,0002	0,0089	0,0527	0,0064	**0,0002**	**0,0616**	**0,0064**	**0,0682**

5.1.3 Rohdaten des Air-Lift-Samplers

Rohdaten des Air-Lift-Samplers vom 10.07.2008

Die gewonnenen Individuenzahlen und die dazugehörigen Biomassen (in Gramm) mit dem *Air-Lift-Samplers* vom 10.07.2008 sind in den Tabellen 11 und 12 ersichtlich.

Tabelle 11: Erzielte Individuenzahl mit Air-Lift-Samplers vom 10.07.2008

Tran - Sekt	Litho-glyphus	Potamo-pyrgus	Pisidium sp.	Valvata sp.	Corbi-cula	Hypania invalida	Oligo-chaeta	Chirono-midae	Gam. gen. sp.	Mollu-sca	Anne-lida	Chirono-midea	Sum-me Indiv.
H1 AL1	23		53	0		241	903	24		**76**	**1144**	**24**	**1244**
H1 AL2	1		3			30	589	4		**4**	**619**	**4**	**627**
H1 AL3	6		20			152	1614	14		**26**	**1766**	**14**	**1806**
H1 AL4	7	8	46			253	3730	34		**61**	**3983**	**34**	**4078**
H1 AL5	5		33			198	2546	33		**38**	**2744**	**33**	**2815**
H2 AL1	6	1	6	1		68	432	11		**14**	**500**	**11**	**525**
H2 AL2	2		10			23	74	28		**12**	**97**	**28**	**137**
H2 AL3	2		11		1	77	856	38	1	**14**	**933**	**38**	**986**
H2 AL4	3	1	26			105	247	24		**30**	**352**	**24**	**406**
H2 AL5	2	0	1	0		104	176	12		**3**	**280**	**12**	**295**

H3 AL1	6	1	12			216	1640	30		**19**	**1856**	**30**	**1905**
H3 AL2	6	1	17			576	3280	20		**24**	**3856**	**20**	**3900**
H3 AL3	10	1	26			122	798	19		**37**	**920**	**19**	**976**
H3 AL4	5	1	5			256	921	13		**11**	**1177**	**13**	**1201**
H3 AL5	5	0	56			379	3306	153		**61**	**3685**	**153**	**3899**

Tabelle 12: Erzielte Biomassen (in Gramm) mit Air-Lift-Samplers vom 10.07.2008

Transekt	Lithoglyphus	Potamopyrgus	Pisidium sp.	Valvata sp.	Corbicula	Hypania invalida	Oligochaeta	Chironomidae	Gam. gen. sp.	**Mollusca**	**Annelida**	**Chironomidea**	**Summe Biomassen**
H1 AL1	1,2229		0,7664			0,6879	0,4728	0,1661		**1,9893**	**1,1607**	**0,1661**	**3,3161**
H1 AL2	0,0309		0,0364			0,0245	0,5014	0,0238		**0,0673**	**0,5259**	**0,0238**	**0,617**
H1 AL3	0,1851	0,0489	0,1084			0,2944	1,0177	0,0817		**0,3424**	**1,3121**	**0,0817**	**1,7362**
H1 AL4	0,2959	0,099	0,3444			0,5465	2,7376	0,3589		**0,7393**	**3,2841**	**0,3589**	**4,3823**
H1 AL5	0,2233		0,2512			0,41	2,2081	0,3384		**0,4745**	**2,6181**	**0,3384**	**3,431**
H2 AL1	0,5178	0,0028	0,3096	0,0007		0,176	0,4288	0,0415		**0,8309**	**0,6048**	**0,0415**	**1,4772**
H2 AL2	0,1386	0	0,0819	0		0,0751	0,0581	0,0621		**0,2205**	**0,1332**	**0,0621**	**0,4158**
H2 AL3	0,1545	0	0,1424	0	0,4216	0,2388	0,9872	0,15	0,0001	**0,7185**	**1,226**	**0,15**	**2,0946**
H2 AL4	0,148	0,0173	0,1286			0,1861	0,1956	0,0253		**0,2939**	**0,3817**	**0,0253**	**0,7009**
H2 AL5	0,0729	0	0,0047	0		0,296	0,2312	0,0706		**0,0776**	**0,5272**	**0,0706**	**0,6754**
H3 AL1	0,3245	0,005	0,362			1,1968	1,9136	0,1055		**0,6915**	**3,1104**	**0,1055**	**3,9074**
H3 AL2	0,3626	0,0111	0,5831			1,904	3,224	0,1546		**0,9568**	**5,128**	**0,1546**	**6,2394**
H3 AL3	0,4924	0,017	0,4943			0,387	0,9435	0,2226		**1,0037**	**1,3305**	**0,2226**	**2,5568**
H3 AL4	0,374	0,005	0,1607			0,312	0,4629	0,1095		**0,5397**	**0,7749**	**0,1095**	**1,4241**
H3 AL5	0,5475		0,1848			1,1407	2,099	0,6329		**0,7323**	**3,2397**	**0,6329**	**4,6049**

Rohdaten des Air-Lift-Samplers vom 28.07.2008

Die gewonnenen Individuenzahlen und die dazugehörigen Biomassen (in Gramm) mit dem *Air-Lift-Sampler* vom 28.07.2008 sind in den Tabellen 13 und 14 ersichtlich.

Tabelle 13: Erzielte Individuenzahl mit Air-Lift-Samplers vom 28.07.2008

Transekt	Lithoglyphus	Potamopyrgus	Pisidium sp.	Corbicula	Hypania invalida	Oligochaeta	Jaera istri	Chironomidae	**Mollusca**	**Annelida**	**Chironomidea**	**Summe Individuen**
H1AL1			2			624		1	**2**	**624**	**1**	**627**
H1AL2	1		5		2	775		2	**6**	**777**	**2**	**785**
H1AL3		1	3		8	441		3	**4**	**449**	**3**	**456**
H1AL4			1			48			**1**	**48**	**0**	**49**
H1AL5	1		6		18	937		4	**7**	**955**	**4**	**966**
H2AL1	7		20		192	4219	3	20	**27**	**4411**	**20**	**4461**
H2AL2	2	1	3		64	1082		3	**6**	**1146**	**3**	**1155**
H2AL3			14	1	32	650		4	**15**	**682**	**4**	**701**
H2AL4	1		3		17	432		12	**4**	**449**	**12**	**465**
H2AL5		1	5		59	256		12	**6**	**315**	**12**	**333**

Tabelle 14: Erzielte Biomassen (in Gramm) mit Air-Lift-Samplers vom 28.07.2008

Transekt	Lithoglyphus	Potamopyrgus	Pisidium sp.	Corbicula	Hypania invalida	Oligochaeta	Jaera istri	Chironomidae	**Mollusca**	**Annelida**	**Chironomidea**	**Summe Biom**
H1AL1			0,0312			0,4224		0,0082	**0,0312**	**0,4224**	**0,0082**	**0,4618**
H1AL2	0,1359		0,0946		0,0068	0,3285		0,0012	**0,2305**	**0,3353**	**0,0012**	**0,567**
H1AL3		0,0143	0,0673		0,2168	0,4667		0,0117	**0,0816**	**0,6835**	**0,0117**	**0,7768**
H1AL4			0,0006			0,0511			**0,0006**	**0,0511**	**0**	**0,0517**
H1AL5	0,0424		0,1041		0,1079	0,8725		0,0244	**0,1465**	**0,9804**	**0,0244**	**1,1513**
H2AL1	0,5004		0,7084		0,616	3,2708	0,0004	0,1475	**1,2088**	**3,8868**	**0,1475**	**5,2435**
H2AL2	0,4306	0,0111	0,0167		0,228	0,9746		0,0223	**0,4584**	**1,2026**	**0,0223**	**1,6833**
H2AL3			0,2312	0,0763	0,1008	1,0348		0,0616	**0,3075**	**1,1356**	**0,0616**	**1,5047**
H2AL4	0,0552		0,1056		0,0478	0,3415		0,1688	**0,1608**	**0,3893**	**0,1688**	**0,7189**
H2AL5		0,0187	0,0235		0,1598	0,215		0,1289	**0,0422**	**0,3748**	**0,1289**	**0,5459**

5.1.4 Verarbeitete Resultate

Die gewonnenen Resultate von den Laborarbeiten wurden mittel des in Kapitel 2.4.3 erläuterten Rechenganges verarbeitet. Die errechneten geometrischen Summenmittelwerte (Summe der gefangenen Großgruppen pro Sedimentprobenentnahmegerät) sind in den folgenden Tabellen und *Abbildungen ersichtlich. Die Abkürzungen AL steht für Air-Lift-Sampler, CO für den Uwitec*-Corer und GR für den *Van Veen Greifer.*

Tabelle 15: Mittelwerte und Quantils der Individuenzahl vom 1. Termin

1.Termin	unteres Quantil	Mittelwert	oberes Quantil
AL1 Ind	633,310536	1108,7716	1940,6247
CO1 Ind	460,8061774	582,114024	735,2871739
GR1 Ind	1995,889973	3054,38421	4673,955948

Tabelle 16: Mittelwerte und Quantils der Individuenzahl vom 2. Termin

2.Termin	unteres Quantil	Mittelwert	oberes Quantil
AL2 Ind	468,8404956	831,413744	1473,782714
CO2 Ind	61,41754171	105,342735	180,1794727
GR2 Ind	432,9582715	871,684675	1753,958005

Tabelle 17: Mittelwerte und Quantils der Biomassen in Gramm vom 1. Termin

1.Termin	unteres Quantil	Mittelwert	oberes Quantil
AL1 Gramm	1,33259841	2,1062355	3,136459551
CO1 Gramm	0,631953255	0,75949882	0,897012718
GR1 Gramm	3,121795861	4,42080049	6,129192949

Tabelle 18: Mittelwerte und Quantils der Biomassen in Gramm vom 1. Termin

2.Termin	unteres Quantil	Mittelwert	oberes Quantil
AL2 Gramm	0,889439715	1,53966363	2,4137
CO2 Gramm	0,100662496	0,18600643	0,277967812
GR2 Gramm	0,879434097	1,80890448	3,198042571

Da jedes der verwendeten Geräte unterschiedliche Grundflächen besitzt, mussten die errechneten Werte im Anschluss auf eine gemeinsame Grundfläche hochgerechnet werden. Der *Van Veen Greifer* mit einer Grundfläche von 0,05 m^2 wurde mit einem Faktor 20 multipliziert um dessen Ergebnisse auf 1 m^2 hochzurechnen. Die Ergebnisse des *Air-Lift-Samplers* mit einer Grundfläche von 0,04155 m^2 wurden wiederum mit dem Faktor 24,06739 multipliziert. Der *Uwitec-Corer* mit einem Innendurchmesser von 86 mm, besitzt dadurch eine Grundfläche von $5{,}8088*10^{-3}$ m^2. Deswegen wurden die Ergebnisse des *Uwitec-Corers* mit dem Faktor 172,1525 multipliziert, um diese auf einen Quadratmeter hochzurechnen.

Durch das Hochrechnen der Ergebnisse auf einen Quadratmeter können diese von den einzelnen Sedimentprobenentnahmegeräten untereinander verglichen werden. Die erzielten Resultate sind in den folgenden Tabellen und Abbildungen ersichtlich.

Tabelle 19: Mittelwerte und Quantils der Individuenzahl pro m^2 vom 1.Termin

1.Termin	unteres Quantil	Mittelwert	oberes Quantil
AL1 Ind/m2	15242,13166	26685,2385	46705,77138
CO1 Ind/m2	79328,93545	100212,3846	126581,5252
GR1 Ind/m2	39917,79947	61087,6842	93479,11895

Tabelle 20: Mittelwerte und Quantils der Individuenzahl pro m^2 vom 2.Termin

2.Termin	unteres Quantil	Mittelwert	oberes Quantil
AL2 Ind/m2	11283,76706	20009,9588	35470,10335
CO2 Ind/m2	10573,18335	18135,0152	31018,34668
GR2 Ind/m2	8659,165431	17433,6935	35079,1601

Tabelle 21: Mittelwerte und Quantils der dazugehörigen Biomassen pro m^2 vom 1.Termin

1.Termin	unteres Quantil	Mittelwert	oberes Quantil
AL1 g/m2	32,07216564	50,6916	75,48639524
CO1 g/m2	108,7923328	130,7496	154,422982
GR1 g/m2	62,43591723	88,4160	122,583859

Tabelle 22: Mittelwerte und Quantils der dazugehörigen Biomassen pro m^2 vom 2.Termin

2.Termin	unteres Quantil	Mittelwert	oberes Quantil
AL2 g/m2	21,4064925	37,0557	58,09032555
CO2 g/m2	17,32930028	32,0215	47,85285381
GR2 g/m2	17,58868195	36,1781	63,96085141

6 Diskussion

6.1 Die Makrobenthos-Fauna in Feinsedimenten des Winterhafens

Da sich die Sedimentprobenentnahmestellen in einem Hafen der Donau befinden, kann man in diesem Abschnitt mit der Fauna der Ruhezone eines Potamalgewässers rechnen. Ein großer Tieflandfluss führt schon einen beträchtlichen Anteil an Schwebstoffen und anderen organischen und anorganischen Eintrag mit sich. Diese Einträge sedimentieren, sobald sie in einen Bereich mit verminderter Schleppkraft des Wassers gelangen. Ebenfalls ist mit einem um Vieles geringeren Sauerstoffgehalt zu rechnen als im, vergleichsweise, Rhithralgewässer (Junghwirth et al., 2003). Die hier vorzufindenden Lebensbedingungen lassen auf eine recht geringe Biodiversität mit einigen spezialisierten Typen schließen. Das Substrat ist schlammig bis schluffig. Die im Winterhafen von Linz an der Donau gefundenen Organismen sind lassen sich auf drei Großgruppen unterteilt werden. Diese sind die Gruppe der Annelida, Mollusca und Diptera.

Unter dem Stamm der Annelida (Ringelwürmer) waren zwei differenzierbare Klassen vorzufinden. Die Klasse der Polychaeta (Vielborster) und die Klasse der Clitellata (Gürtelwürmer). Die Klasse der Polychaeta war nur mit der Art der *Hypania invalida* (Süßwasser-Borstenwurm) vertreten, welche zur Ordnung der Canalipalpata, der Familie der Ampharetidae und der Gattung Hypania angehört. In der Klasse der Clitellata ist die Ordnung der Oligichaeta zu finden. Diese Art zählt zu den eingeschleppten, aber nicht invasiven Arten, welche aus der Region von Pontokaspis und dem Donaudelta stammen. *Hypania Invalida* verbreitet sich in Binnengewässern mit Hilfe der Binnenschifffahrt und Verbindungskanälen, wie der Rhein-Main-Donau-Kanal, eröffnet 1992. Der Erstfund in der Donau war im Jahre 1958. Nun finden sich diese Tiere in fast allen größeren Schifffahrtsstraßen Europas, dazu zählen auch der Rhein und die Elbe. *Hypania Invalida* bevorzugt sandiges Substrat und bewohnt selbst produzierte „Wohnhöhlen“.

Beim Stamm der Arthropoda (Gliederfüßer) wurde der Vertreter der Familie Chironomidae (Zuckmückenlarven) ausfindig gemacht. Diese zählen zur Klasse der

Insecta (Insekten), der Unterklasse der Pterygota (Fluginsekten), der Überordnung der Neoptera (Neuflügler), der Ordnung der Diptera (Zweiflügler) und der Unterordnung der Nematocaera (Mücken). Diese Zuckmückenlarven bilden einen Teil der Hauptnahrung einiger Fische. Ausgewachsene Exemplare dienen auch als Futter für manche Vogelarten bei der Aufzucht von Jungen. Chironomiden besiedeln ein breites Spektrum an Gewässertypen. Sie können sowohl im Süßwasser als auch im Salzwasser mit bis zu 37 % Salzgehalt leben, ebenfalls am Ufer, in Seentiefen, in Gletscherseen, Thermen bis 51 Grad Celsius Temperatur, in Mineralquellen sowie in winzigen Wasseransammlungen in Blattachseln von Pflanzen (Phytotelmata). Chironomiden passen sich ihrer Umgebung immer ausreichend an, da als Beispiel in sauerstoffreichen, schnell fließenden Rhithralgewässern, sich die Chironomiden mit Hilfe von Haken Halt in der Strömung finden. In sauerstoffarmen Gewässern lebenden Arten, als Gegesatz dazu, wird die Atmung durch fädige Tubuli am Hinterleib ergänzt. Zusätzlich sind diese außerdem meist rot gefärbt, da sie als Blutfabstoff Hämoglobin besitzen und so noch effektiver Sauerstoff aus dem Wasser aufnehmen können. Aufgrund ihres hier und da massenhaften Aufkommens spielen sie eine wesentliche Rolle als Ernährungsgrundlage für räuberische Arthropoden (Krebstiere, Wassermilben, Wasserinsekten) und auch für Fische.

Ebenfalls zum Stamm der Arthropoda (Gliederfüßer) zählt *Jaera istri* (Donauassel), welche der Klasse der Malacostraca (höhere Krebse), der Ordnung der Isopoda (Asseln) und der Familie der Janiridae angehört. Die Donauassel stammt aus der Region der Pontokapsis und wurde mit Hilfe der Binnenschifffahrt verschleppt. 1995 wurde diese Art schon im Rhein und Main nachgewiesen, was auf die Eröffnung des Main-Donau-Kanals im Jahre 1992 zurückzuführen ist.

Auch haben sich ganz wenige Exemplare der Gattung Dikerogammarus aus der fließenden Donau in den Hafen, und somit auch in die gezogenen Proben verirrt. Die Gattung Dikerogammarus zählt zur Familie der Gammaridae und zur Ordnung des Amphipoda (Flohkrebs). Diese stammen aus dem Schwarzmeerraum und den Gewässern der Balkanhalbinsel. 1985 wurde bereits diese Gattung in österreichischen Gewässern nachgewiesen. Sie zählen zu den Räubern und verdrängen erfolgreich die heimischen Flohkrebse.

Bei dem Stamm der Mollusca (Weichtiere) wurden Vertreter zweier Klassen entdeckt. Die Klasse der Bivalvia (Muscheln) war mit der Ordnung der Veneroida, der Familie der Corbiculidae, der Art *Corbicula fluminea* (Korbmuschel) vertreten. Die Gattung Corbicula zählt ebenfalls zu den verschleppten Arten und dazu noch zu den Invasiven. Eingeschleppt wurden diese über die Seeschifffahrt zwischen 1984 und 1987 (Nehring, 2005). Häufigste Verbreitung dieser ist im Ballastwasser von Frachtschiffen, welche in Häfen auf- oder abgepumpt wird. Die Muscheln leben auf sandigen bis schlammigen Sedimentböden von Flüssen, Seen und Kanälen. Sie filtern Kleinorganismen (Phytoplankton etc.) aus dem Wasser. An Europas großen Flüssen wie Rhein, Donau, etc. können Schalen dieser Muscheln bei Niederwasser im großen Mengen gefunden werden. (MOOG et al., 2007)

Zum zweiten war in der Ordnung der Veneroida die Familie der Sphaeriidae, mit der Gattung Pisidium (Erbsenmuschel) vertreten. Diese Tiere haben zwar eine sehr begrenzte Ausbreitungsfähigkeit, doch durch ihre passiven Ausbreitungs-möglichkeiten sind den Erbsenmuscheln fast keine geografischen Grenzen gesetzt. Die passiven Ausbreitungsmöglichkeiten reichen von Gefiederkleid bei Vögeln, über das Fell von Säugetieren, die sich regelmäßig im Wasser aufhalten bis hin zum Ballastwasser von Frachtschiffen. Bis auf die Antarktis sind Pisidien auf allen Kontinenten vertreten. Die einzigen Grenzen sind durch ihre Habitatansprüche gesetzt. So können z.B. rheophile Arten nur an Quellen gefunden werden

Ebenfalls zur Klasse der Bivalvia (Muscheln) gehört die Ordnung Unionoidea mit der Familie der Anodontinae (Teichmuscheln), zu denen die *Anodonta anatina* (Gemeine Teichmuschel) zählt. An und für sich bevorzugt die große Teichmuschel schlammige und sandige Böden in stehenden oder ruhig strömenden Gewässern, sowie durchströmtes Altwasser. Da der Winterhafen von Linz diese Merkmale aufweist wurde auch ein Exemplar dieser Art gefunden. Teichmuscheln können sich auf dem Gewässerboden fortbewegen, indem sie den Fuß in den Schlamm graben und den Körper nachziehen, um so auf kleinem Raum günstigere Lebensbedingungen zu erreichen. Bei der Besiedelung von kälteren Gewässern kann die Lebenserwartung bis zu 15 Jahren betragen.

Als zweite Klasse waren im Stamm der Mollusca die Gastropoda (Schnecken) mit Vertretern von vier Ordnungen anwesend. In der Ordnung der Neotaenioglossa (Gehäuseschnecken) befanden sich Vertreter der Familie der Lythoglyphidae mit der Gattung des Lythoglyphus (Fluß-Steinkleber). Die Lythoglyhen stammen ursprünglich aus Osteuropa und wurden, wie viele andere Arten mit der Binnenschifffahrt um das Jahr 1883 verschleppt (Nehring, 2005). Der Lythoglyphus sitzt meist auf dem Schlamm oder auf Hartsubstraten, wie Steine oder Pfähle. In der Familie der Hydrobiidae wurde die Art *Potamopyrgus antipodarum* (Neuseeländische Deckelschnecke) entdeckt. Diese Gattung wurde aus dem Südpazifik über Seeschiffe in Europa eingeschleppt und seit 1837 aus England bekannt. In Österreich wurde Potamopyrgus erstmals in Jahre 1985 entdeckt. Potamopyrgus besiedeln vielfältigste Brackwasser und Süßwasserbiotope (0% bis 17%, max. 24‰ Salzgehalt), welche von Kleingewässern über große Seen und Ströme bis hin zu Buchten in der Ostsee und der Nordsee reichen. Die Neuseeländische Deckelschnecke gilt als gegenüber organischen Verschmutzungen relativ tolerant und ist beispielweise bei Fauna Aquatica Austriaca (MOOG, 2002) mit einem Saprobienindex von 2,8 eingestuft. Der Potamopyrgus ernährt sich hauptsächlich von Detritus, insbesondere verfaulende Pflanzenteilen.

Die Ordung der Ectobranchia (Außenkiemer) war mit der Familie Valvatidae (Federkiemenschnecken) und der Gattung Valvata (Federkiemenschnecken) vertreten. Diese haben ein rechtsgewundenes Gehäuse, welches leicht durchscheinend ist. Typisch für die Federkiemenschnecken ist die Federkieme, die nach vorn rechts aus der Mantelhöhle vorgestreckt werden kann. Diese Schnecken sind in Europa weit verbreitet und wurden Ende des 19. Jahrhunderts nach Amerika verschleppt, wo sich diese schon etabliert hat.

Ebenfalls zu dem Stamm der Mollusca zählt die Ordnung der Architaenioglossa mit der Familie der Viviparidae (Sumpfdeckelschnecken) und der Gattung der Viviparus, welche in den Proben zu finden war.

6.2 Vergleich der qualitativen Fangergebnisse

In den analysierten Sedimentproben wurden die gefundenen Individuen in drei Großgruppen geteilt. Diese sind die Gruppe der Annelida, welche sich aus den Oligochaeta (Wenigborster) und der Polychaeta (Vielborster) zusammensetzt. Die Fraktion der Vielborster nimmt nur die Art *Hypania invalida* ein. Eine weitere Großgruppe ist die der Mollusca. Die dritte Großgruppe sind die Vertreter der Chironomidae (weitere Details siehe Kapitel 6.1).

Die prozentuelle Häufigkeitsverteilung der Individuengroßgruppen in den gewonnenen Sedimentproben vom ersten Termin ist in den folgenden Grafiken ersichtlich.

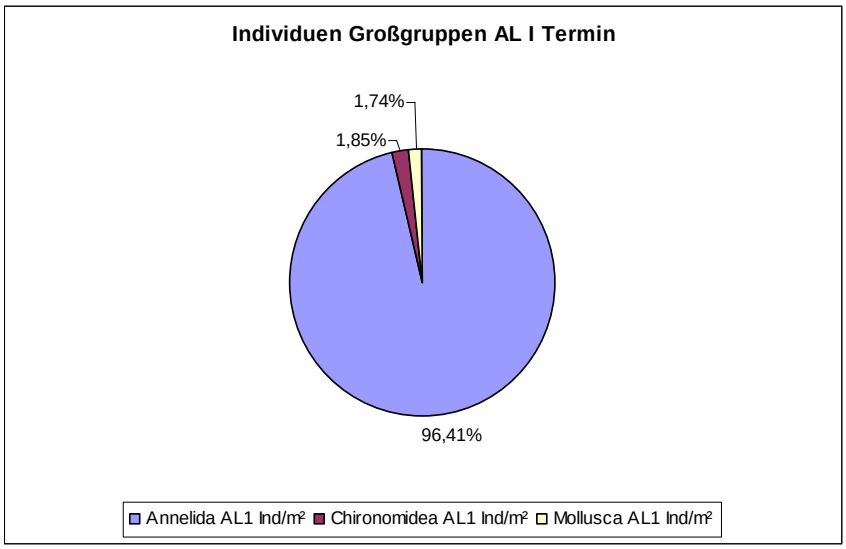

Abbildung 20: Prozentuelle Aufteilung Individuengroßgruppen (AL) vom 1. Termin

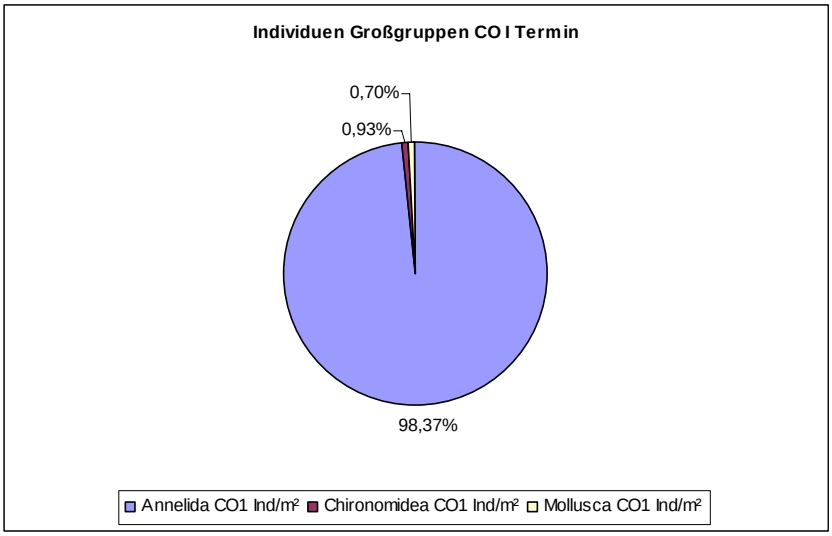

Abbildung 21: Prozentuelle Aufteilung Individuengroßgruppen (CO) vom 1. Termin

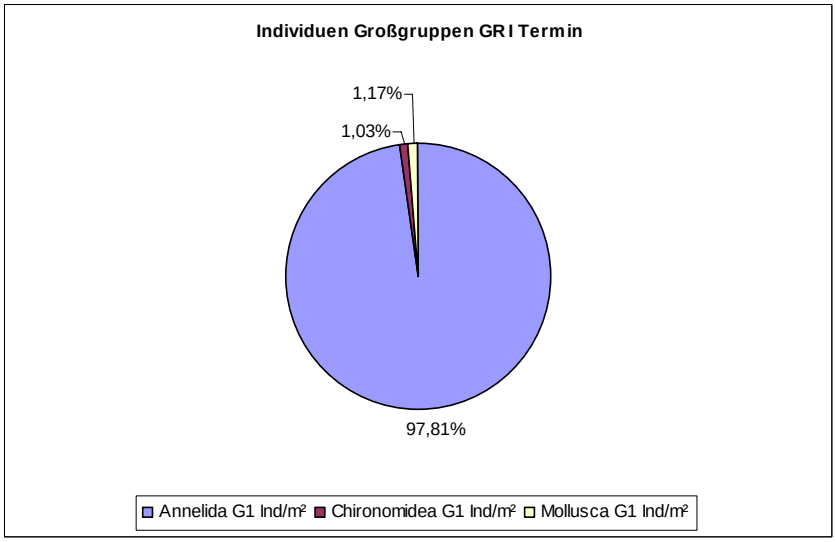

Abbildung 22: Prozentuelle Aufteilung Individuengroßgruppen (GR) vom 1. Termin

Ebenfalls dazugehörig sind die Biomassenverteilungen in den nachfolgenden Grafiken aufgeführt.

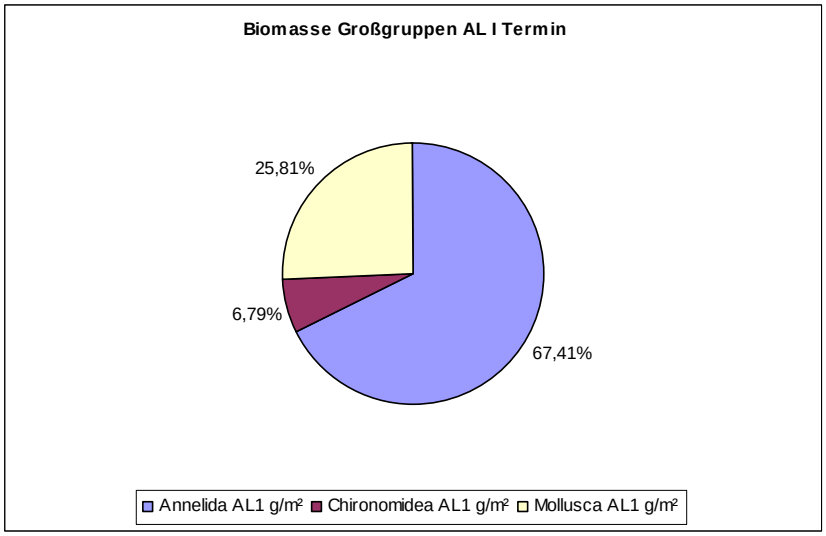

Abbildung 23: Prozentuelle Aufteilung Biomassengroßgruppen (AL) vom 1. Termin

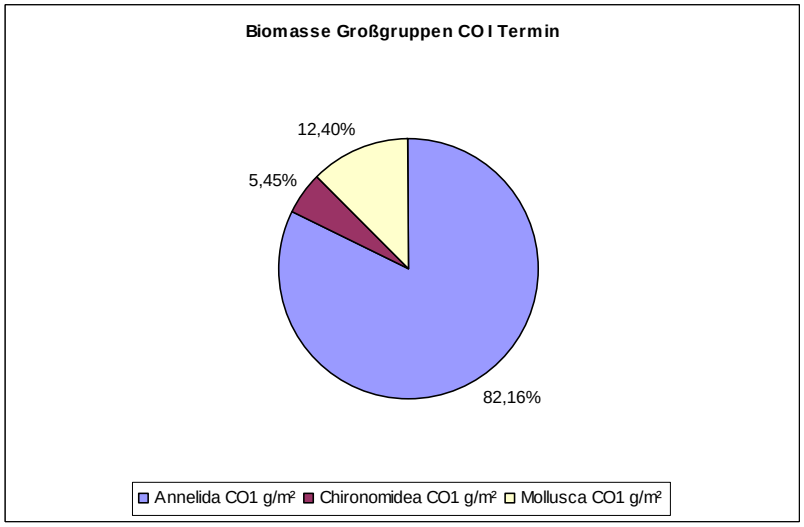

Abbildung 24: Prozentuelle Aufteilung Biomassengroßgruppen (CO) vom 1. Termin

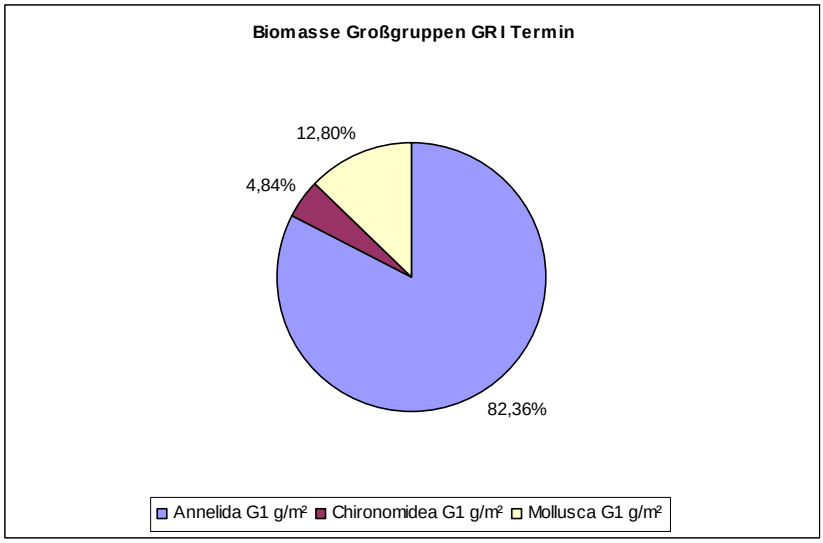

Abbildung 25: Prozentuelle Aufteilung Biomassengroßgruppen (GR) vom 1. Termin

Es ist markant ersichtlich, dass immer über 96% der Individuenzahl sich aus Annelida zusammensetzt. Dies ist auch ein Hinweis auf die Beschaffenheit des Substrates und der Wasserqualität.

In den Sedimentproben vom ersten Termin, wo das Sediment noch ungestört war, belaufen sich die prozentuellen Aufteilungen der Großgruppen (siehe Abbildung 20-25), auf einen Quadratmeter hochgerechnet, innerhalb eines sehr engen Bereiches. In Hinsicht auf die Dominazverteilung bei der Gruppe der Annelida erzielt der *Uwitec-Corer* 98,37%, der *Van Veen Greifer* 97,81% und der *Air-Lift-Sampler* 96,41%. Hingegen im Vergleich der anderen Großgruppen (Chironomidea & Mollusca) hat der *Air-Lift-Sampler* die höchsten prozentuellen Individuenzahlen pro Quadratmeter. Diese sind 1,74% Mollusca und 1,85% Chironomidae. Die niedrigsten prozentuelle Aufteilung auf Mollusca und Chironomidae erzielt der *Uwitec-Corer* mit 0,70% und 0,93%. Der *Van Veen Greifer* liegt mit 1,17% der Mollusca und 1,03% Chironomidae dazwischen.

Beim Vergleichen, der dazugehörigen prozentuellen Biomassenverteilung der Großgruppen vom ersten Termin (ungestörtes Habitat) ist klar ersichtlich, dass sich der *Uwitec-Corer* und der Van *Veen Greifer* die Waage halten und vergleichbar ähnliche Ergebnisse liefern. Die Großgruppe der Annelida ist mit 82,16%

Gewichtsanteil beim *Uwitec-Corer* und mit 82,36% beim *Van Veen Greifer* vertreten. Dies macht eine Differenz von nur 0,20% aus. Der *Air-Lift-Sampler* kann bei der Biomassenverteilung mit nur 67,41% Annelida Gewichtsanteil aufwarten. Dadurch liefert der *Air-Lift-Sampler* einen um rund 15 Prozentpunkte niedrigeren Anteil an Annelidabiomasse als der *Uwitec-Corer*. Bei den Großgruppen der Mollusca und Chironomidae erzielen wieder der *Uwitec-Corer* und *Van Veen Greifer* ähnliche Ergebnisse. Beim *Uwitec-Corer* beläuft sich der prozentuelle Molluscaanteil auf 12,40% und beim *Van Veen Greifer* auf 12,80%. Dies macht eine Differenz von nur 0,40% aus. In Hinblick auf die Chironomidae Biomassenverteilung erzielt der *Uwitec-Corer* 5,45% und der *Van Veen Greifer* 4,84%.

Von diesen Ergebnissen her kann die Behauptung aufgestellt werden, dass der *Air-Lift-Sampler* die Großgruppe der Annelida stark unterschätzt. Obwohl sich die Individuenzahl im prozentuellen Vergleich nicht so extrem vom *Van Veen Greifer* und *Uwitec-Corer* unterscheidet, ist die Differenz in der Annelida Biomassenverteilung umso stärker. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass der *Air-Lift-Sampler* durch seinen hohen Arbeits- und Förderdruck von 10 Bar die adulten Annelida durch das Auffangnetz hindurchpassiert. Dadurch ergibt sich eine starke Ergebnisverfälschung. Diese Theorie wird noch durch den hohen Anteil von Mollusca in den Air-Lift-Samplerproben bekräftigt, da Mollusca durch ihre harte Schale nicht durch das Auffangnetz gedrückt werden können.

Die prozentuelle Häufigkeitsverteilung der Individuengroßgruppen in den gewonnenen Sedimentproben vom zweiten Termin ist in den folgenden Grafiken ersichtlich. Durch die Baggerungsarbeiten sind leichte Änderungen in der prozentuellen Verteilung der Großgruppen bemerkbar.

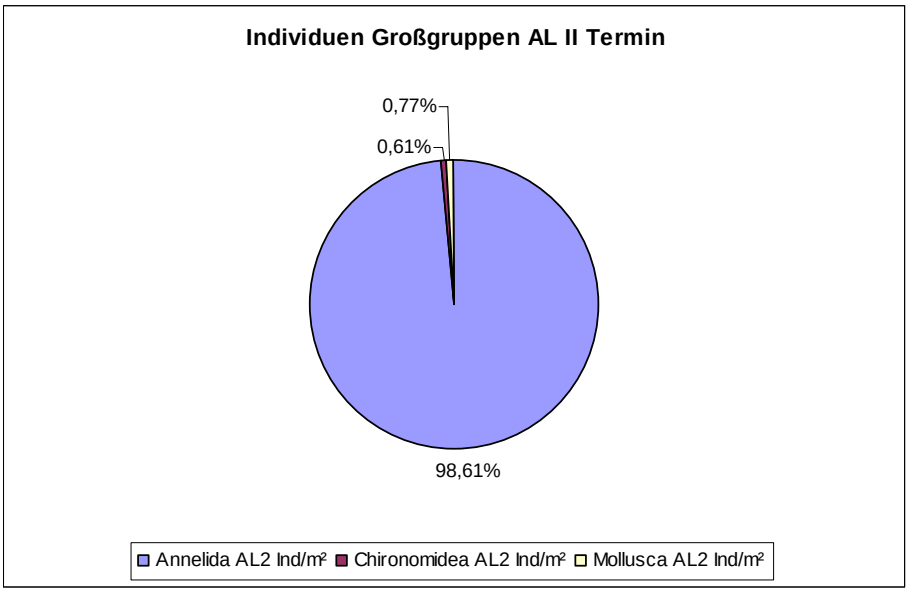

Abbildung 26: Prozentuelle Aufteilung Individuengroßgruppen (AL) vom 2. Termin

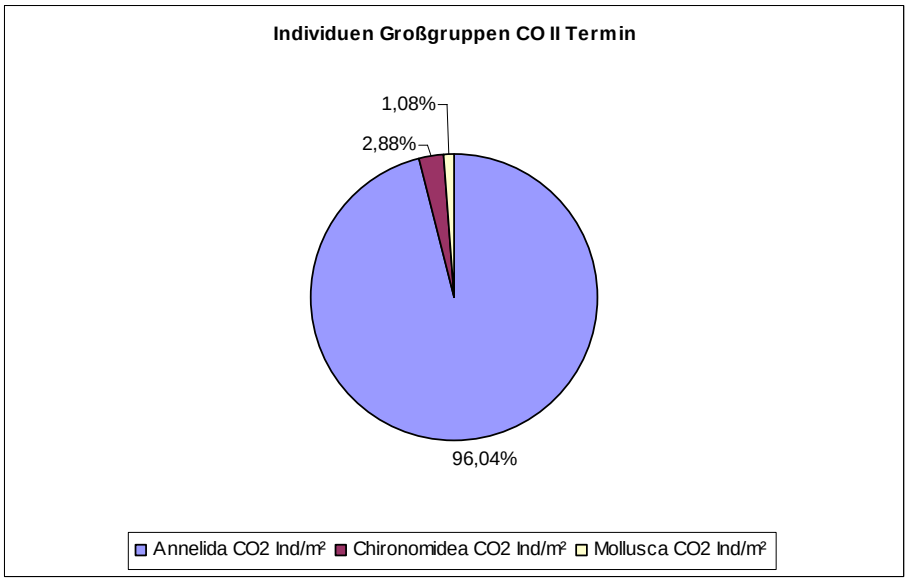

Abbildung 27: Prozentuelle Aufteilung Individuengroßgruppen (CO) vom 2. Termin

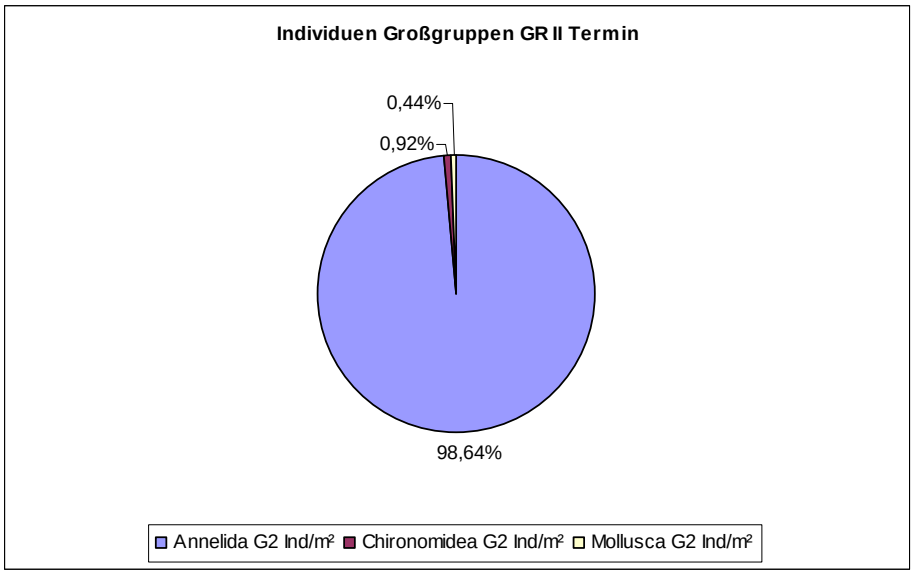

Abbildung 28: Prozentuelle Aufteilung Individuengroßgruppen (GR) vom 2. Termin

Die dazugehörigen Biomassenverteilungen sind in den nachfolgenden Grafiken (Abbildung 29-31) aufgeführt.

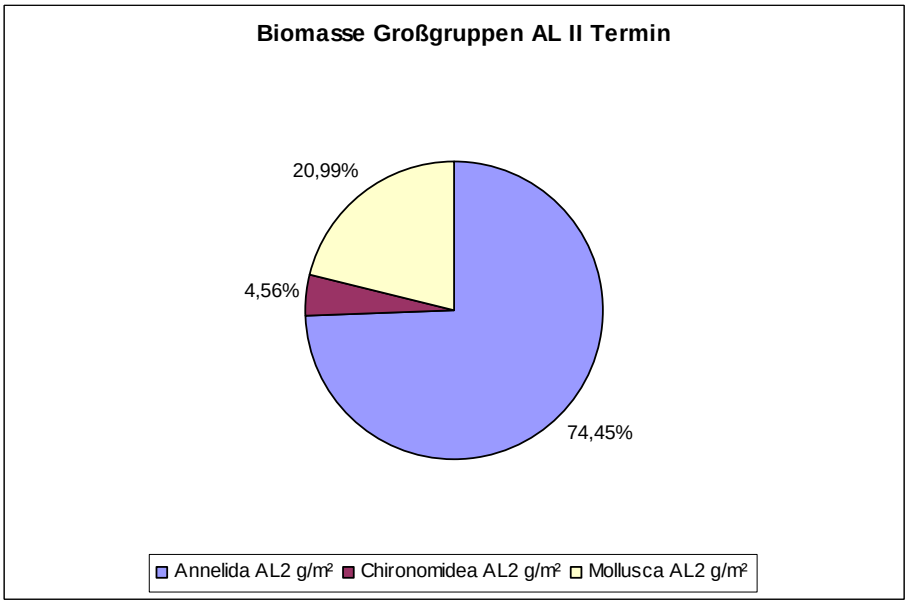

Abbildung 29: Prozentuelle Aufteilung Biomassen (AL) vom 2. Termin

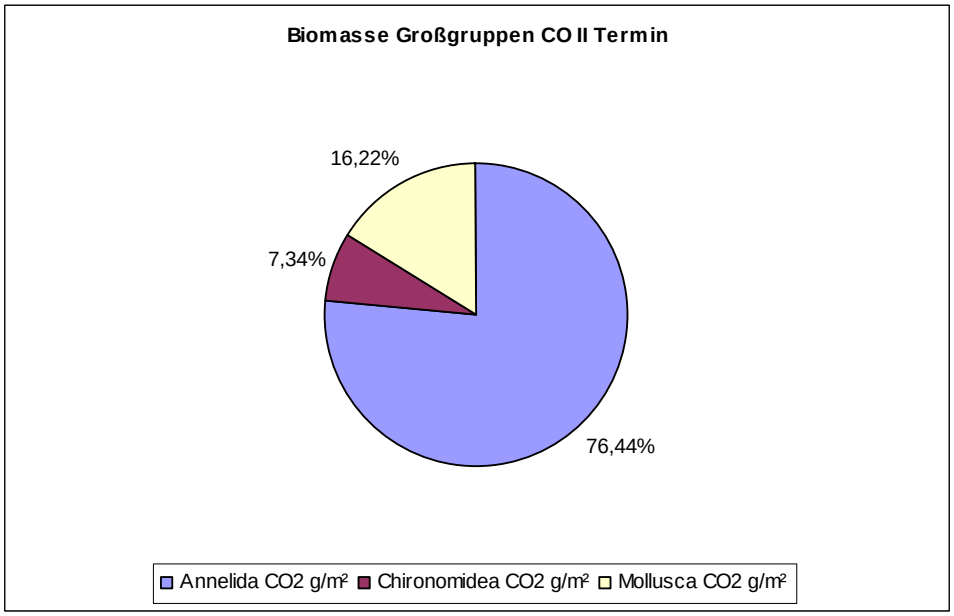

Abbildung 30: Prozentuelle Aufteilung Biomassen (CO) vom 2. Termin

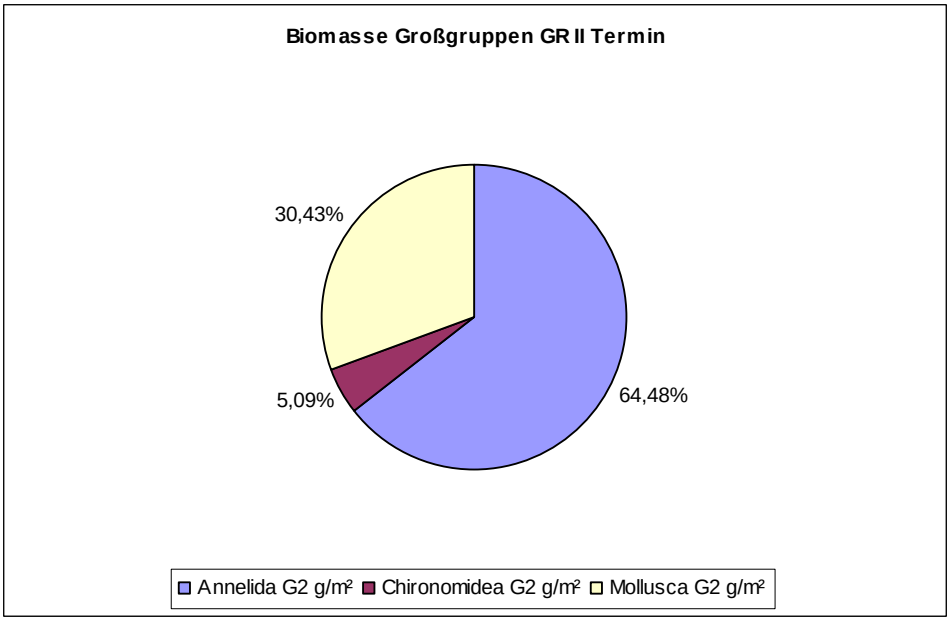

Abbildung 31: Prozentuelle Aufteilung Biomassen (GR) vom 2. Termin

Am zweiten Probenentnahmetermin wurden die Proben aus einem teilweise gestörten Habitat gewonnen. Selbst beim zweiten Termin ist der Anteil an Annelida nicht unter 96% gefallen. Bei dem *Air-Lift-Sampler* ist der prozentuelle Anteil an Annelida zwischen dem ersten und zweiten Termin um 2,2 Prozentpunkte gestiegen. Dies kann im Zusammenhang mit der verringerten Schlämmzeit stehen, welche am zweiten Termin angewandt wurde. Dies macht sich auch in der erhöhten Biomassenverteilung des *Air-Lift-Sampler* mit 74,45 % der Annelida bemerkbar.

Beim *Van Veen Greifer* ist der Individuenanteil an Annelida um unmerkliche 0,83 Prozentpunkte gestiegen. Doch die Biomasse der Annelida ist beim *Van Veen Greifer* um 17,88 Prozentpunkte gefallen. Dies könnte ein Hinweis auf das erhöhte Auftreten von Jungtieren sein. Der Anteil an Mollusca ist zwischen dem ersten und zweiten Termin leicht gefallen, doch deren prozentueller Biomasseanteil hat sich beim *Van Veen Greifer* mehr als verdoppelt. Diese Tatsache ist ein Hinweis auf eine mögliche Nachbesiedelung von adulten Mollusca.

Der *Uwitec-Corer* zeigte als einziges Gerät eine prozentuelle Verringerung (um 2,33 Prozentpunkte) des Annelidaindividuenanteils zwischen den beiden Terminen. Der prozentuelle Biomassenanteil der Annelida verringert sich ebenfalls um 5,72 Prozentpunkte. Durch den verringerten Anteil der Annelida ist der prozentuelle Anteil der Individuen und Biomasse von Chironomidae und Mollusca dementsprechend gestiegen. Wobei der Anstieg der Chironomidae stärker ausfällt als der Anteil der Mollusca.

6.3 Vergleich der quantitativen Fangergebnisse

6.3.1 Vergleich der Absolutwerte

Beim Betrachten der Summen von den gefangenen Individuen, welche mit den unterschiedlichen Sedimentprobenentnahmegeräten erzielt wurden, bevor auf einen Quadratmeter hochgerechnet (siehe Abbildung 32 und 33), drängt sich die Tatsache auf, dass je größer die Entnahmefläche ist, desto größer ist die Ausbeute an Individuen pro Probenentnahme. Die Grundflächenverhältnisse der Geräte belaufen

sich folgendermaßen. Der *Van Veen Greifer* besitzt die größte Grundfläche mit 0,05m^2. Die 1,2-fache Grundfläche des *Air-Lift-Sampler* entspricht der Grundfläche des *Van Veen Greifers*. Ebenfalls die 8,6-fache Grundfläche des *Uwitec-Corers* entspricht diese der Van Veen Greifers.

Die in tabellarischer Form angeführten Werte (Tabellen 15,16,17 und 18) sind in den folgenden Abbildungen 32 und 33 grafisch dargestellt.

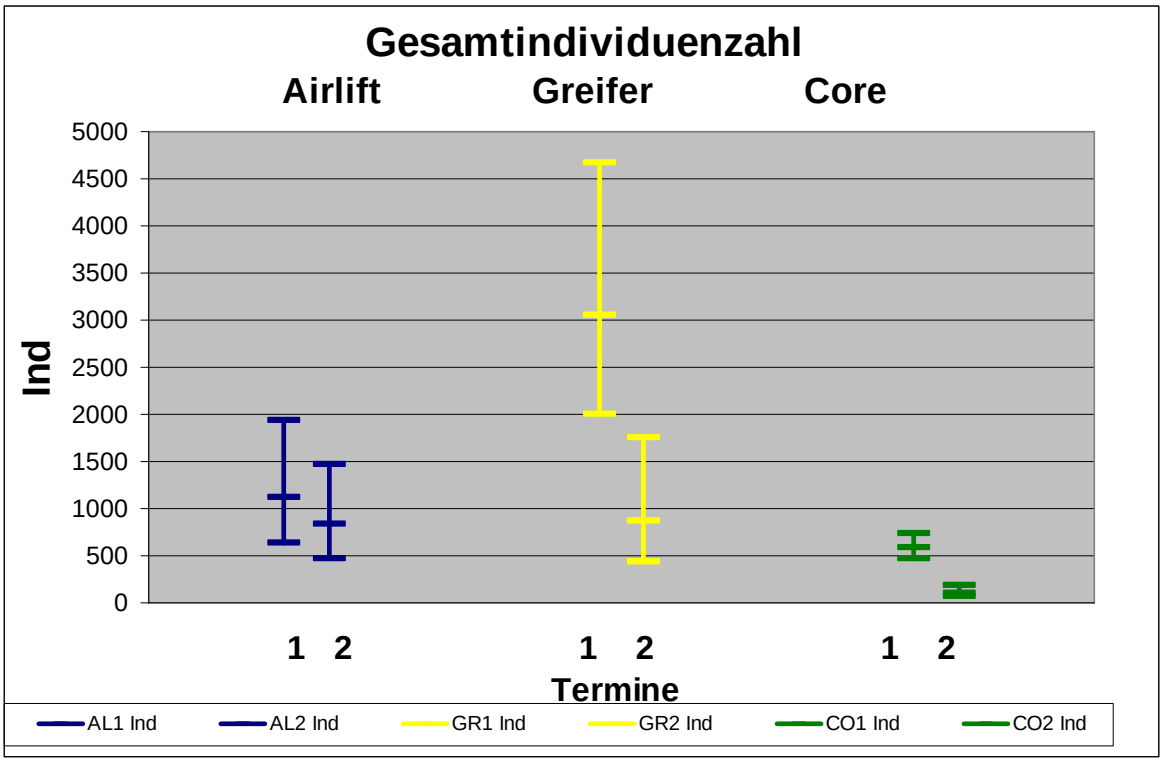

Abbildung 32: Errechnete Mittelwerte der gefangenen Individuen für den 1. und 2. Termin

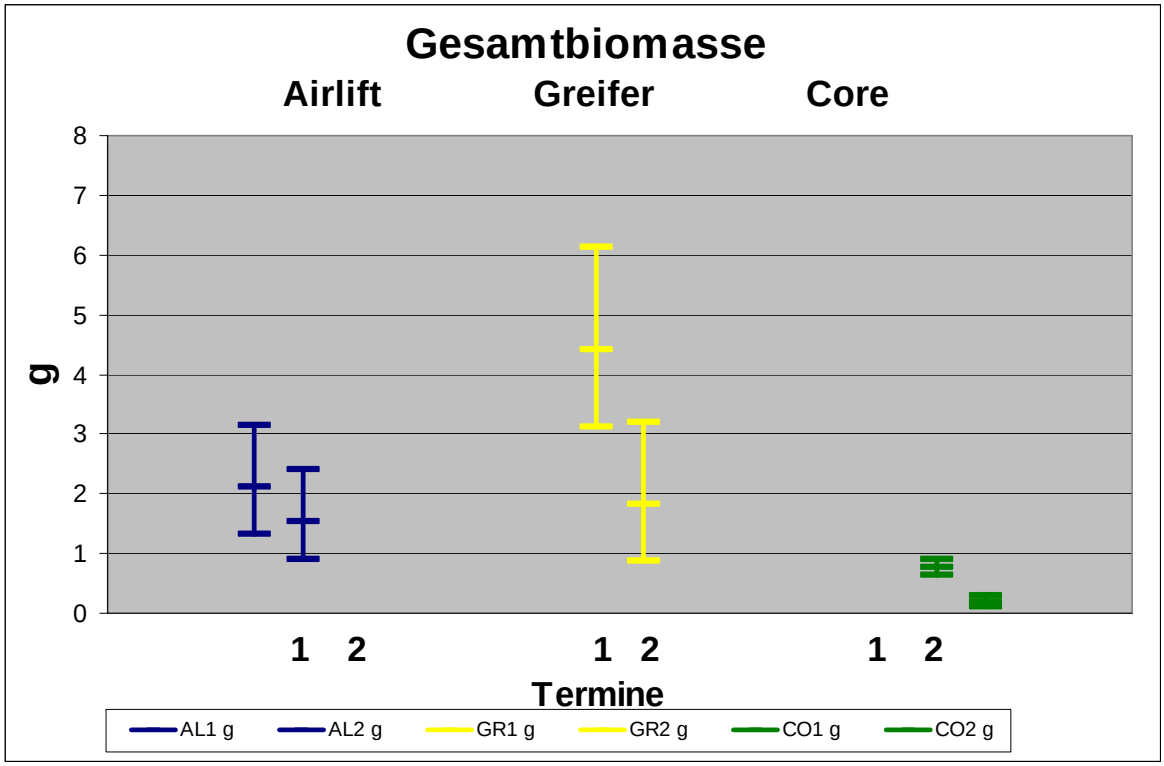

Abbildung 33: Errechnete Mittelwerte der Biomassen in Gramm für den 1. und 2. Termin

Individuenzahlen

Der *Van Veen Greifer*, mit der größten Grundfläche, erzielt mittels des errechneten Mittelwerts von 3054,384 Individuen die absolut höchste Individuenzahl am ersten Probenentnahmetermin. Der *Air-Lift-Sampler*, mit seiner etwas geringeren Grundfläche hat bereits weniger als die Hälfte (36,30%) der Individuen gefangen wie der *Van Veen Greifer*. Der *Uwitec-Corer* mit der geringsten Grundfläche erzielt auch die geringste Menge an absolut gefangenen Individuen, welche sich in etwa auf ein Fünftel (19,06%) der gefangenen Individuen von *Van Veen Greifer* belaufen.

Ebenfalls am zweiten Termin holte der *Van Veen Greifer* in Summe mit 871,685 die meisten Individuen aus dem Hafensediment. Der *Air-Lift-Sampler* erzielte mit 831,414 Individuen in etwa 95,38% der Individuenzahl vom *Van Veen Greifer*. Der *Uwitec-Corer* hingegen mit 105,343 Individuen erreichte nur 12,08% vom *Van Veen Greifer* Individuenumfang.

Biomassen

Die Aufteilung der Biomassen verhält sich proportional ähnlich der Verteilung der Individuenzahl der einzelnen Probenentnahmegeräte. Der *Van Veen Greifer* holte sowohl am ersten (4,421 g) als auch am zweiten Termin (1,860 g) die höchsten Biomassen aus dem Winterhafen Linz. Der *Air-Lift-Sampler* erzielte mit 2,106 g am ersten Termin und 1,540 g am zweiten Termin die zweithöchste Biomassenausbeute. Der *Uwitec-Corer* holte mit 0,759 g am ersten und 0,186 g am zweiten Termin die geringsten Biomassen aus dem Hafensediment.

Die Differenz der Absolutsummen der Individuenanzahl und Biomassen vom ersten und zweiten Termin beruht mit aller Wahrscheinlichkeit auf der Tatsache, dass zwischen dem ersten und zweiten Termin Baggerungsarbeiten durchgeführt wurden. Baggerungs- und Aushubarbeiten führen zu einer erheblichen Störung des Habitates und einem enormen Substanzverlust.

6.3.2 Vergleich der auf einen Quadratmeter bezogenen Werte

Sobald die erzielten Ergebnisse der Sedimentprobenentnahmegeräte auf einen Quadratmeter hochgerechnet wurden (siehe Abbildungen 34 und 35) ist eine deutliche Rangverschiebung zu sehen und die Ergebnisse sind untereinander vergleichbar.

Individuenzahlen

Am ersten Sedimentprobenentnahmetermin erzielte der *Uwitec-Corer* mit 100212,38 Individuen das höchste Fangergebnis aller drei Sedimentprobenentnahmegeräte. Der *Van Veen Greifer* liegt mit den hochgerechneten 61087,684 Individuen pro Quadratmeter zwischen dem Fangergebnis vom *Uwitec-Corer* und dem Fangergebnis vom *Air-Lift-Sampler*. In anderen Worten erzielte der *Van Veen Greifer* in etwa 60,96% der Fangleistung vom *Uwitec-Corer*. Der *Air-Lift-Sampler* hat mit 26685,238 Individuen ca. 26,63% Fangleistung wie die des *Uwitec-Corers*.

Bei dem zweiten Sedimentprobenentnahmetermin liegen die Fangergebnisse ganz knapp beieinander. Der *Air-Lift-Sampler* erzielte mit 20009,959 Stück die höchste Individuenzahl. Der *Uwitec-Corer* erreichte ein sehr ähnliches Ergebnis, da die 18135,015 gefangenen Individuen 90,63% des *Air-Lift-Samplers* ausmachen. Mit 17433,694 Individuen erzielt der *Van Veen Greifer* die geringste Ausbeute. Dieses Gerät kommt trotzdem auf stattliche 87,13% des Ergebnisses vom *Air-Lift-Sampler.*

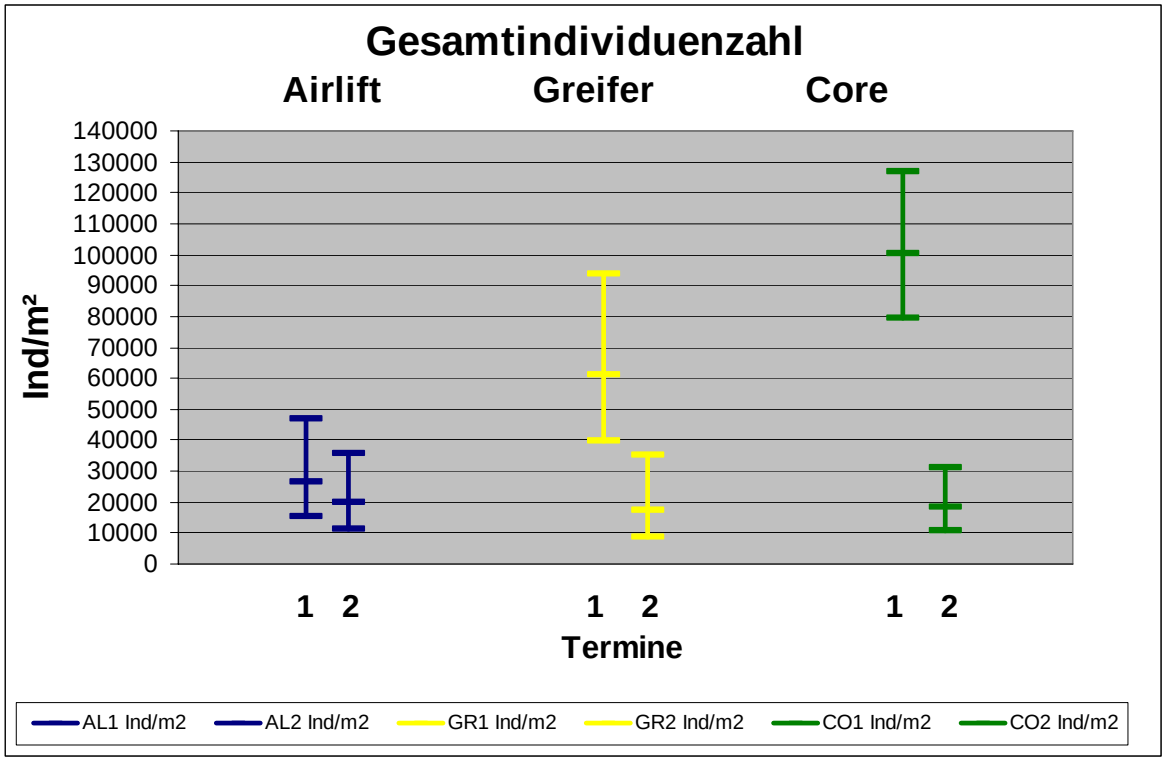

Abbildung 34: Errechnete Mittelwerte der Individuen pro m^2 für den 1. und 2. Termin

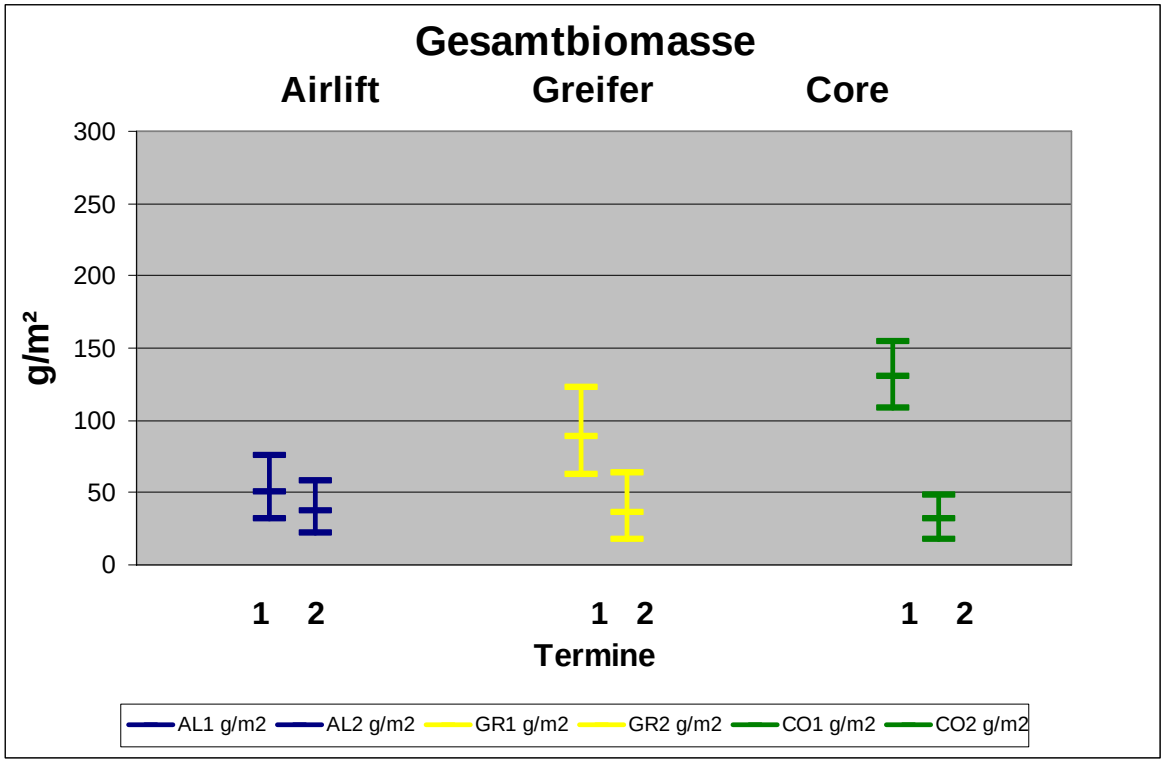

Abbildung 35: Errechnete Mittelwerte der Individuen pro m^2 für den 1. und 2. Termin

Biomassen

Ebenso wie bei den Individuenzahlen verhalten sich die dazugehörig erzielten Biomassen. Am ersten Termin der Sedimentprobenentnahme brachte der *Uwitec-Corer* mit 130,750 g die höchste Biomasse an die Wasseroberfläche. Im Mittelfeld bewegt sich der *Van Veen Greifer* mit 88,416 g, was eine Biomassenfangleistung von 67,62% im Vergleich zum *Uwitec-Corer* ergibt. Der *Air-Lift-Sampler* hat mit 50,692 g die geringste Biomasse am ersten Termin gefördert. Diese 50,692 g machen nur 38,77% der *Uwitec-Corer* Fangleistung aus.

Am zweiten Sedimentprobenentnahmetermin liegen die Biomassenzahlen in etwa in gleicher Stufung wie die Individuenzahlen vom selbigen Termin. Der *Air-Lift-Sampler* hob mit 37,056 g die höchste Biomassenzahl vom zweiten Termin. Mit 36,178 g bewegt sich der *Van Veen Greifer* bei einer 97,63 % Fangleistung wie die des *Air-Lift-Sampler*. Der Uwitec-Corer erzielt mit 32,021g ganze 85,25% der *Air-Lift-Sampler* Fangleistung.

Interessant ist der Aspekt, dass der *Uwitec-Corer* trotz seiner geringsten Besammelungsfläche am ersten Probenentnahmetermin die höchste hochgerechnete Individuenzahl und Biomasse erzielt. Da in nur wenigen Fällen die Populationen von benthischen Organismen homogen ausfällt, sondern sich eher durch eine Vielzahl von Einflussfaktoren (Nahrungsangebot, Eiablage, etc.) zu Patches (Verklumpungen) zusammenrotten (Elliott, 1977), ist die Grundfläche eines Probenentnahmegerätes von Bedeutung. So bestätigt diese Arbeit ebenfalls die Tatsache, welche in der Diplomarbeit „Vergleich der Sammeleffizienz von Surber- und Hess-Sampler in mesolithalen Bettsediment“ (Pachinger, 1996) aufgezeigt worden ist. Geräte mit einer kleinen Probenentnahmefläche liefern bei einer ausreichenden Anzahl von Parallelproben die effizienteren Ergebnisse liefern. So zeigte ebenfalls J.M. Elliott (1977) basierend auf Beall (1939), Finney (1946) und Taylor (1953), dass Besammelungsgeräte mit kleiner Besammelungsfläche bei geklumpten Organismen unter dem Aspekt erhöhter Parallelproben effizientere Ergebnisse liefern.

6.3.3 Signifikanztest

Um eine Aussage über die Signifikanz der Differenzen zwischen den einzelnen Ergebnissen zu treffen wurden diese einem t-Test unterzogen. Die Berechnungen des t-Tests wurden laut Kapitel 2.4.4 durchgeführt. Der Signifikanztest wurde zuerst für die Individuenzahldaten und Biomassendaten vom ersten und zweiten Sedimentprobenentnahmetermin der einzelnen Geräte durchgeführt. Für diesen t-Test wurden die reinen Rohdaten herangezogen, da noch nicht die Geräte untereinander verglichen werden. Die Signifikanzen der Daten vom ersten und zweiten Termin sind in den Tabellen 23 und 24 ersichtlich. Tabelle 23 behandelt die Individuenzahl und Tabelle 24 die dazugehörigen Biomassen.

Tabelle 23: Ergebnisse t-Test Individuenzahl zwischen 1. und 2. Termin

t-Test GR1-GR2	t-Test CO1-CO2	t-Test AL1-AL2
0,007524525	1,46783E-06	0,340520766

Tabelle 24: Ergebnisse t-Test Biomassen zwischen 1. und 2. Termin

t-Test GR1-GR2	t-Test CO1-CO2	t-Test AL1-AL2
0,013878429	6,44376E-08	0,327657339

Das Signifikanzniveau liegt bei 0,05, also bei 5 Prozent. Ergebnisse die mittels des t-Tests errechnet wurden, werden also signifikant betrachtet, wenn diese unter 0,05 liegen. Sobald Werte über 0,05 liegen unterscheiden sind die vorliegenden Datensätze nicht signifikant von einander. Die mit dem *Van Veen Greifer* entnommenen Sedimentproben ergeben in der Individuenzahl und ebenfalls der Biomassen Signifikanzergebnisse von 0,007524525 und 0,013878429. Mit dem *Van Veen Greifer* konnten also eindeutige Unterschiede zwischen dem ersten und zweiten Probenentnahmetermin bewiesen werden. Dies würde auf eine klare Beeinträchtigung des Habitates durch die Baggerungsarbeiten hinweisen.

Ebenfalls der *Uwitec-Corer* weist auf eine eindeutige Habitatstörung hin. Dessen Ergebnisse erzielten sogar noch signifikantere Unterschiede als der *Van Veen Greifer*. Der t-Test ergab 1,46783E-06 für die Individuenzahl und 6,44376E-08 für die Biomassen. Dieses Ergebnis bestätigt die Aussage des *Van Veen Greifers*.

Beim Vergleich der Daten des ersten und zweiten Termins vom *Air-Lift-Sampler* wurden die ersten Vermutungen bestätigt. Der Signifikanztest ergab für die Individuen 0,340520766. Die Biomassen vom ersten und zweiten Termin erzielten beim t-Test einen Wert von 0,327657339. Bei einem Signifikanzniveau von 0,05 liegen die errechneten Werte weit über dem Niveau. Somit haben die Baggerungsarbeiten, laut *Air-Lift-Sampler* keine signifikante Habitatstörung mit sich geführt. Bei der Anwendung des t-Tests auf die einzelnen Großgruppen des *Air-lift-Samplers* (siehe Tabelle 25) ergibt sich die Tatsache, dass nur die Individuenzahl der Großgruppe Mollusca signifikante Unterschiede aufweist. Mollsuca werden auf Grund ihrer harten Schale nicht durch das Auffangnetz des *Air-Lift-Samplers* gepresst.

Tabelle 25: Ergebnisse Air-Lift-Sampler t-Test Individuen und Biomassen zwischen 1. und 2. Termin

t-Test (AL1;AL2)	Individuen	Biomasse
Anelida	**0,36860881**	**0,49692343**
Mollusca	***0,02600666***	**0,17245632**
Chironom.	**0,08164506**	**0,32089438**

Hafensediment vom Winterhafen in Linz wird von mindestens 95 % Annelida besiedelt. Die Großgruppe der Annelida ist jene, bei der der *Air-Lift-Sampler* Werte weit ab vom Signifikanzniveau erzielt. Dies beruht mit aller Wahrscheinlichkeit auf dem Zusammenspiel von zu weichem Köperbau der Individuen und zu harschem Förderverfahren.

Erst wenn die Signifikanzen der Geräte untereinander berechnet und verglichen werden sollen, müssen die Rohdaten, welche auf einen Quadratmeter hochgerechnet sind verwendet werden.

Ergebnisse der t-Tests, von Individuenzahl und Biomassen, des ersten Termins sind in Tabelle 26 und 27 ersichtlich.

Tabelle 26: Ergebnisse t-Test Individuenzahl der Geräte vom 1. Termin untereinander

t-Test (AL1-GR1)	t-Test (AL1-CO1)	t-Test (CO1-GR1)
0,01594258	**3,987E-05**	**0,04483763**

Tabelle 27: Ergebnisse t-Test Biomassen der Geräte vom 1. Termin untereinander

t-Test (AL1-GR1)	t-Test (AL1-CO1)	t-Test (CO1;GR1)
0,02514376	**4,990E-05**	**0,04997274**

Der hochgerechnete Datensatz des *Air-Lift-Samplers* zeigt durch den t-Test signifikante Unterschiede bei geförderten Individuenzahl und ebenfalls bei der Biomasse im Vergleich zum Datensatz des *Van Veen Greifers*. Dieses Ergebnis bekräftigt die Vermutung, dass der *Air-Lift-Sampler* Annelida stark unterschätzt.

Die signifikanten Differenzen zwischen den Datensätzen des *Uwitec-Corer* und dem *Air-Lift-Sampler* werden durch das Ergebnis des t-Tests bestätigt. Im direkten Vergleich liefert der *Uwitec-Corer* gleich um drei Zehnerpotenzen signifikant unterschiedliche Datensätze zum *Air-Lift-Sampler* als der *Van Veen Greifer*.

Das der *Van Veen Greifer* und der *Uwitec-Corer* sehr ähnliche Ergebnisse liefern, zeigt der t-Test mit deren Datensätzen. Sowohl in der Individuenzahl als auch bei der Biomasse ist das Signifikanzniveau beinahe erreicht. Bei der Individuenzahl beläuft die Differenz zum Signifikanzniveau 0,00516237 und bei der Biomasse 0,00002726. Es kann die auf jeden Fall behauptet werden, dass der *Van Veen Greifer* und der *Uwitec-Corer*, im Gegensatz zum *Air-Lift-Sampler* die ähnlichsten Ergebnisse erzielen.

Tabelle 28: Ergebnisse Van Veen Greifer - Uwitec-Corer t-Test Individuen und Biomassen vom 1. Termin

t-Test (GR1-CO1)	Individuen	Biomasse
Anelida	***0,04473494***	**0,06564035**
Mollusca	**0,74636248**	**0,48178426**
Chironom.	**0,15085379**	**0,15711237**

Bis auf die Großgruppe der Annelida wurden bei den Fangergebnissen (Mollusca & Chironom.) sehr ähnliche Resultate erzielt. Dies gilt für die Individuen als auch für die Biomassen. Bei den Annelida Individuenzahlen herrscht nur eine relativ geringe Differenz zwischen den Fangergebnissen, da der Wert des t-Tests, mit 0,04473494 sich nahe an der Signifikanzgrenze bewegt.

Die Analyse der Daten auf Signifikanzen, vom zweiten Sedimentproben-entnahmetermin sind in den Tabellen 29 und 30 ersichtlich.

Tabelle 29: Ergebnisse t-Test Individuenzahl der Geräte vom 2. Termin untereinander

t-Test (AL2-GR2)	t-Test (AL2-CO2)	t-Test (CO2-GR2)
0,72261945	0,74812525	0,53717617

Tabelle 30: Ergebnisse t-Test Biomassen der Geräte vom 2. Termin untereinander

t-Test (AL2-GR2)	t-Test (AL2-CO2)	t-Test (CO2-GR2)
0,7154173	0,35015443	0,25493702

Sämtliche t-Testergebnisse belegen, dass sowohl bei der Individuenzahl als auch bei der Biomasse keine signifikanten Differenzen vorliegen. Beim zweiten Termin handelt es sich, durch Baggerungsarbeiten, um ein teilweise stark gestörtes Hafensedimenthabitat. Damit wird auch die Population der Fischnährtiere stark verringert, was die sehr ähnlichen Ergebnisse erklärt. Ebenfalls wurde durch die Erfahrung vom ersten Probenentnahmetermin berücksichtig, dass der *Air-Lift-Sampler* beim Fördern und Schlämmen die Individuen mit fragilem Körperbau durch das Auffangnetz gepresst werden. Dabei wurde hauptsächlich die Schlämmzeit stark verkürzt, wodurch ebenfalls die Ergebnisse in einen ähnlichen Bereich rückten.

Streuung

Bei der Analyse von den Datensätzen sind nicht nur die Mittelwerte von Interesse, sondern auch die Streuung der Parallelproben um den Mittelwert. Die 15 gezogenen Parallelproben, welche jeweils mit den einzelnen Sedimentprobenentnahmegeräten am ersten und zweiten Termin gewonnen, wurden jeweils mit einem 95% Konfidenzintervall versehen. Damit reicht das Intervall von den unteren 2,5 % bis zu den oberen 97,5 %. Werte, welche sich außerhalb dieses Konfidenzintervalls befinden sind nicht zu berücksichtigen, da diese nicht mehr in den Vertrauensbereich sind.

Mit der Berechnungsmethode, beruhend auf Bootstrap, ist es möglich von den bestehenden Datensätzen neue zu generieren. Im speziellen wurden neue Datensatzkombinationen generiert, welche mit weniger Parallelproben bestückt sind. Die Datensätze wurden für 2-15 Parallelproben erstellt und dazu jeweils die Streuung berechnet. Mit diesem Verfahren wurden Vergleiche möglich, wie sich die Streuungen bei einer geringeren Anzahl von Parallelproben verhalten. In den Tabellen 31 und 32 sind die Individuenzahlen und Biomassen mit vom ersten und zweiten Termin ersichtlich, welche mittels Bootstrapmethode errechnet wurden. Mit beinhaltet sind auch die oberen und unteren Vertrauensgrenzen.

Tabelle 31: Errechnete Individuen 1. und 2.Termin, 2-15 Parallelproben

Individuen	1. Termin				2.Termin		
Parallelproben	MW AL	2,5% AL	97,5% AL	Pp	MW AL	2,5% AL	97,5% AL
2	26998,3452	6614,91659	109964,2655	2	20712,0497	5001,24967	85539,9965
3	26405,7703	8673,11019	80293,52023	3	20060,5325	6314,07352	63620,9599
4	26612,3262	10033,8873	70516,86134	4	19716,7477	7140,81884	54366,1583
5	26588,4367	11248,0736	62805,64433	5	19864,1425	8245,00203	47809,718
6	26837,8756	12164,4354	59176,3111	6	19833,5581	8867,73608	44322,9867
7	26485,4359	12790,3053	54816,99102	7	19889,4192	9180,60557	43056,9795
8	26431,2841	13122,3068	53213,85299	8	19960,214	9713,98534	40987,3664
9	26190,4814	13396,4149	51181,43731	9	20034,1864	10195,2378	39345,8834
10	26325,1951	13954,0115	49645,39287	10	20110,5046	10633,0642	38016,28
11	26340,7814	14226,9453	48751,78232	11	20104,5507	10985,3756	36777,1827
12	26476,1882	14939,499	46907,49462	12	20073,0075	11231,3538	35860,189
13	26488,8761	15405,7179	45533,02598	13	20041,652	11345,896	35387,9282
14	26424,3361	15610,4485	44717,83902	14	20106,7499	11665,6392	34643,1675
15	26393,4586	15984,9949	43569,09671	15	20180,0989	11934,4998	34111,1538
Parallelproben	MW CO	2,5% CO	97,5% CO	Pp	MW CO	2,5% CO	97,5% CO
2	99024,0353	55241,6328	177398,8909	2	18271,1736	4740,68859	69066,0485
3	99504,0982	61743,9137	160292,7409	3	17978,0519	6038,81391	52867,8895
4	100156,999	67478,2977	148621,2203	4	18215,4276	7191,04686	45745,8088
5	100304,137	69670,5589	144373,8503	5	18279,675	7896,14113	42026,3538
6	100120,124	72327,4162	138567,1651	6	18378,4014	8484,09858	39582,1301
7	99499,0991	72959,7404	135669,5167	7	18303,8507	8871,14518	37575,4374
8	99700,2949	74766,5283	132930,0805	8	18226,8888	9202,1951	35939,6639
9	99580,6877	76020,7104	130425,7638	9	18276,479	9672,0016	34401,87
10	99649,6417	77204,9405	128604,8565	10	18296,4356	10036,1599	33240,6909
11	99795,2738	78367,1885	127069,6372	11	18234,1335	10356,4052	32006,1738
12	99949,5968	79213,8872	126101,4935	12	18272,4877	10749,5014	30977,4108
13	100138,798	79934,6139	125438,7955	13	18290,4357	10882,8642	30661,5563
14	100138,414	80619,6947	124372,7129	14	18288,5276	11042,6359	30216,0009
15	100356,05	81420,6737	123685,7888	15	18320,3485	11281,5409	29684,8185

Parallelproben	MW GR	2,5% GR	97,5% GR	Pp	MW GR	2,5% GR	97,5% GR
2	61498,0379	21484,3001	175966,6149	2	17767,7954	3385,83691	92881,0029
3	61985,0373	26834,9603	143142,5521	3	17706,5522	4434,4454	70523,1599
4	61761,9581	30192,7402	126317,7742	4	17840,9015	5245,64067	60563,6636
5	61817,6997	32339,1157	118150,7544	5	17826,6269	5932,55363	53486,7991
6	61565,3998	33855,9772	111940,2084	6	17573,6806	6511,03127	47374,9037
7	61356,3948	35142,8869	107111,7563	7	17521,3731	7018,14945	43698,846
8	61589,5903	36646,4799	103500,7532	8	17610,0217	7545,12852	41065,5764
9	61403,8311	37132,3973	101531,6442	9	17510,766	8055,14074	38038,5016
10	61058,3395	37826,8523	98549,98243	10	17398,7474	8380,99573	36096,2856
11	61133,8235	38430,2365	97243,12412	11	17339,0957	8563,42729	35086,9792
12	61128,7108	39174,94	95379,17223	12	17376,4942	8863,5266	34047,3276
13	61308,6207	39659,4154	94769,69582	13	17374,89	9018,89286	33455,5817
14	61153,6153	40439,0381	92473,82557	14	17408,8089	9278,27979	32648,7718
15	61176,6443	40764,7993	91804,14366	15	17351,4341	9324,60581	32273,1465

Tabelle 32: Errechnete Biomassen 1. und 2.Termin, 2-15 Parallelproben

Biomassen	**1. Termin**				**2.Termin**		
Parallelproben	MW AL	2,5% AL	97,5% AL	Pp	MW AL	2,5% AL	97,5% AL
2	50,077222	11,9277508	128,659432	2	35,9435421	5,45580541	97,9150691
3	50,1551724	17,1219566	109,680514	3	36,9139667	9,59741813	86,395912
4	50,3680269	20,5979469	99,980287	4	37,040297	12,8589902	77,0567762
5	50,4036716	23,6567671	92,140823	5	37,1210632	14,643753	72,6496406
6	50,3883253	25,8377745	87,0163743	6	37,2370923	16,4509775	68,6865826
7	50,6724977	27,8093852	83,6118325	7	37,0063183	17,5038828	65,6579801
8	50,4978626	28,6749909	81,3502418	8	37,1520461	18,7544521	63,4538184
9	50,1793985	29,6190428	78,6137775	9	36,9367511	19,6327863	61,0925693
10	50,3127416	30,5493658	77,2276044	10	37,1394879	20,6090144	59,7863121
11	50,2951404	31,336124	75,7419095	11	37,2133314	21,0900244	59,0934125
12	50,2857561	31,944277	74,6333027	12	37,4828074	21,7808218	58,5623715
13	50,2082665	32,2737244	73,8517443	13	37,5238361	22,5459993	57,3143586
14	49,9641357	32,756397	72,3828307	14	37,5295404	23,21031	56,1857069
15	50,0330531	33,2038987	71,8074506	15	37,5719702	23,6163407	55,6120032
Parallelproben	MW CO	2,5% CO	97,5% CO	Pp	MW CO	2,5% CO	97,5% CO
2	131,791375	80,2353146	193,878955	2	32,0950399	-3,0921370	74,6058579
3	131,907556	89,1144583	181,709766	3	31,9952064	3,55481247	65,0390285
4	131,827321	93,9961251	175,03596	4	31,9472779	7,47522053	59,7533506
5	131,674392	97,9784806	169,573503	5	32,2603195	9,93528826	57,3225305
6	131,403681	100,251069	166,118967	6	32,2917819	11,2256402	55,777963
7	131,361114	103,632716	161,87742	7	31,9760649	12,5503066	53,4448896
8	131,213567	105,329569	159,512068	8	31,7250194	13,2476669	52,0438618
9	131,053997	106,782895	157,437008	9	31,7974207	14,5244376	50,6686514
10	131,242549	108,301491	156,060179	10	31,844687	15,4520768	49,6696592
11	131,263068	109,31454	154,923122	11	31,939146	16,3774915	48,7852916
12	131,489066	110,450405	154,093971	12	31,9183463	16,9195724	48,1069481
13	131,667215	111,463587	153,310066	13	31,9647753	17,6361695	47,3751576
14	131,66851	111,985739	152,714742	14	31,9779902	18,3155818	46,6204127
15	131,647976	112,570504	152,003709	15	31,9805552	18,6792838	46,2089459

Parallelproben	MW GR	2,5% GR	97,5% GR	Pp	MW GR	2,5% GR	97,5% GR
2	87,8908393	36,3179765	186,691254	2	34,1088256	0,81249102	120,673454
3	87,3381744	43,2866259	162,052424	3	35,1974315	5,59787497	99,0238034
4	88,2613653	47,9440899	152,502468	4	35,2995267	8,7151524	86,4956096
5	87,7511188	50,8351946	143,905862	5	35,8913172	10,8574197	81,2346262
6	88,0397372	53,6539924	138,478644	6	35,9571675	12,2901111	76,971007
7	87,8518193	55,7089501	133,641213	7	36,0110448	13,6648946	73,1901666
8	87,3164022	56,9618537	129,643098	8	35,7510754	14,6646232	69,6643934
9	87,2804235	58,280122	127,024416	9	35,8837211	15,7897809	67,2592736
10	87,3817257	59,2850195	125,43523	10	35,8364975	16,7263631	64,8903672
11	87,4948878	60,5793876	123,400828	11	35,6737123	17,6005935	62,4338649
12	87,6732486	61,6531017	121,985157	12	35,440019	18,3439303	60,1585981
13	87,7944684	62,8808547	120,197003	13	35,3947209	19,0372298	58,6063745
14	87,8428624	63,9616376	118,516629	14	35,4630472	19,3416798	58,1906014
15	87,9872651	64,6339475	117,784539	15	35,6023416	19,8414664	57,5980572

Die grafischen Veranschaulichungen sind in den Abbildungen 36,37,38 und 39 ersichtlich.

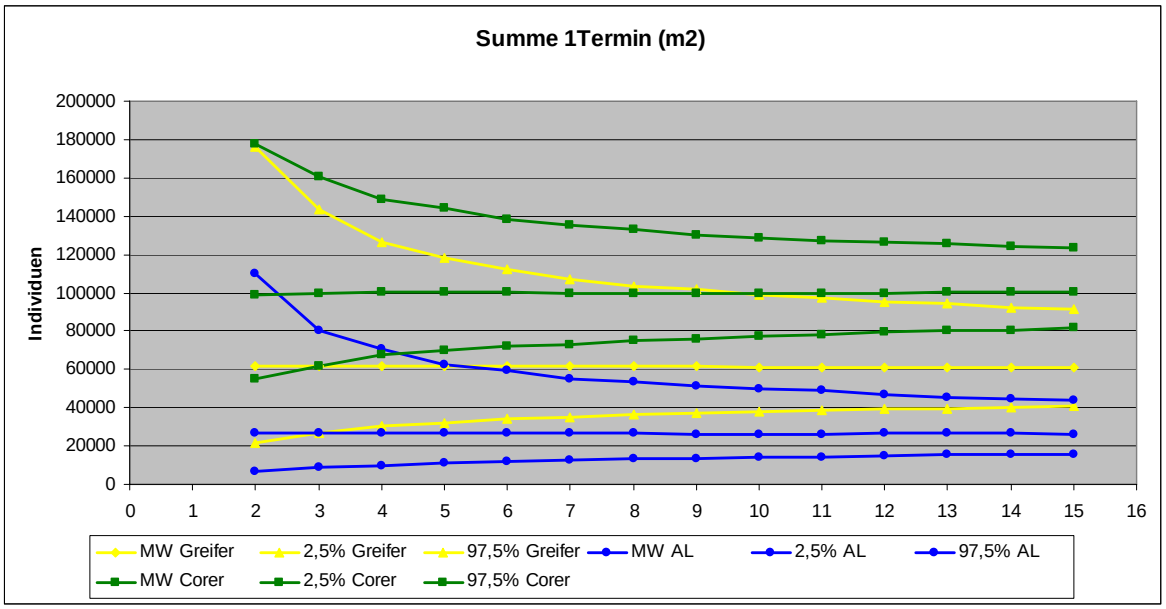

Abbildung 36: Mittelwerte und Konfidenzintervalle der Individuen vom 1. Termin

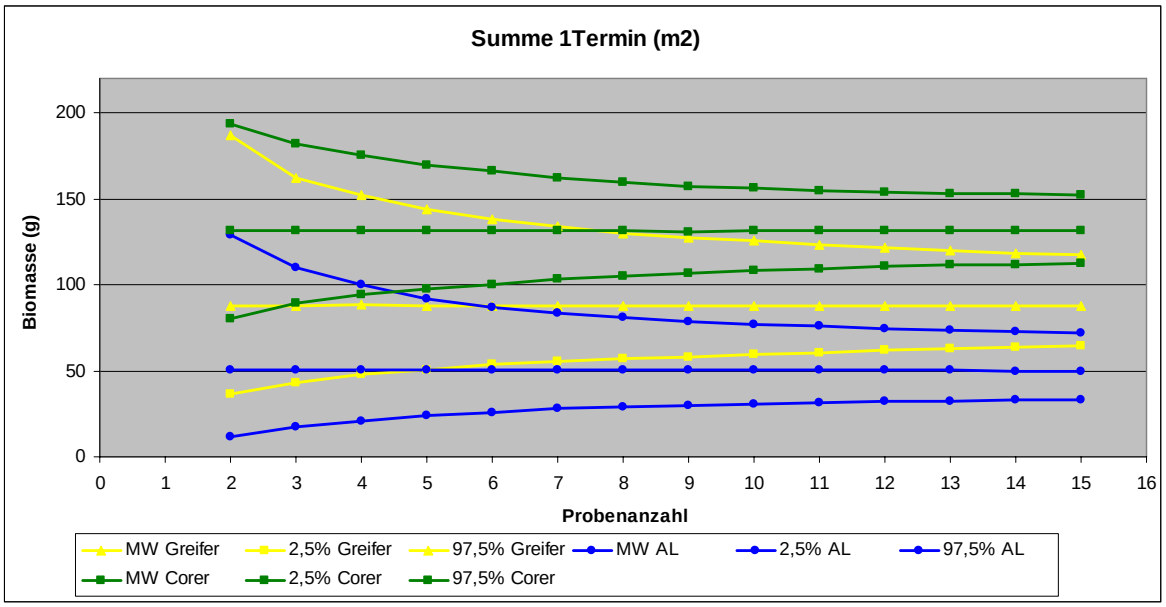

Abbildung 37: Mittelwerte und Konfidenzintervalle der Biomassen vom 1. Termin

Alle errechneten Mittelwerte vom ersten Termin halten, von zwei Parallelproben bis fünfzehn Parallelproben ihren Wert sehr konstant. Der *Uwitec-Corer* erzielt trotz seiner geringen Grundfläche das kleinste Maß an Streuung. Allerdings ist diese Aussage dahingehend zu relativieren, dass extreme Ausreißer (Einzelexemplar einer schweren Sumpfdeckelschnecke) nicht in die Analyse mit einbezogen wurde. Dies sowohl bei der Individuenzahl als auch bei der Biomasse vom ersten Termin. Der *Van Veen Greifer* liegt mit seinen errechneten Mittelwerten und auch mit der Streuung der Werte um den Mittelwert zwischen dem *Uwitec-Corer* und dem *Air-Lift-Sampler*. Der *Air-Lift-Sampler* unterschätzt die Mittelwerte stark und erzielt eine extreme Streuung um den errechneten Mittelwert.

Die errechneten Mittelwerte und die dazu ermittelten Streumaße, vom zweiten Termin sind in den folgenden Grafiken ersichtlich.

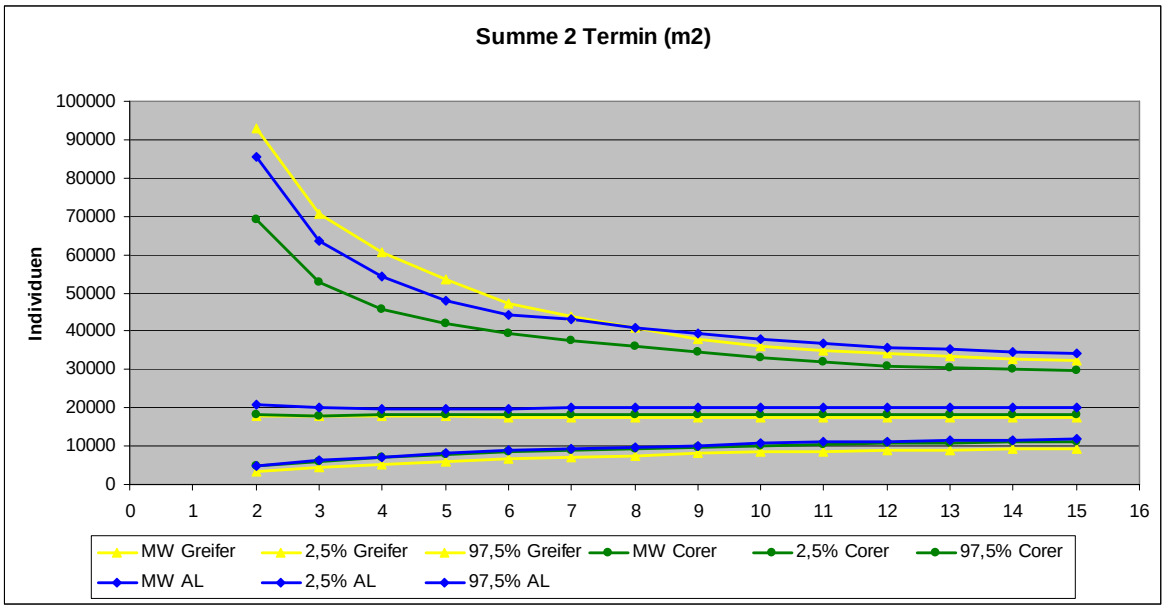

Abbildung 38: Mittelwerte und Konfidenzintervalle der Individuen vom 2. Termin

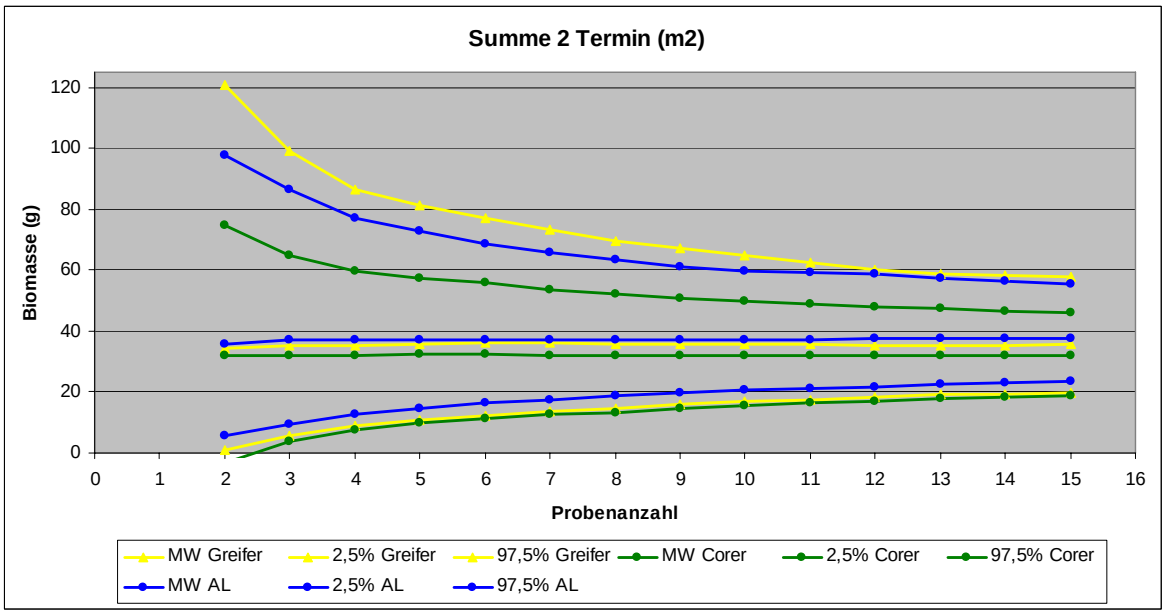

Abbildung 39: Mittelwerte und Konfidenzintervalle der Biomassen vom 2. Termin

Aus den Abbildungen 38 und 39 ist klar ersichtlich, dass die errechneten Mittelwerte vom zweiten Termin sich ähneln. Dies ist, wie schon erwähnt, auf der Tatsache beruhend, dass es sich um ein teilweise stark gestörtes Habitat handelt und die reale Anzahl von Individuen durch die Baggerungsarbeiten drastisch verringert. Ebenfalls

wurde beim *Air-Lift-Sampler* beim zweiten Termin das harsche Schlämmen gedämpft.

Prozentuelle Streuung

Um die Streuung besser in den Vergleich stellen zu können, werden die einzelnen Werte prozentuell dargestellt. Als erstes wurden sämtliche Mittelwerte als 100% angesehen und die jeweiligen Vertrauensgrenzen als Abweichung vom Mittelwert in Prozent errechnet. Die errechneten prozentuellen Werte sind in den Tabellen 33 und 34 angeführt. Damit die Tabellen besser ersichtlich sind, werden diese in den Abbildungen 40, 41, 42 und 43 grafisch dargestellt.

Tabelle 33: Errechnete Individuen in % vom 1. und 2.Termin, 2-15 Parallelproben

Individuen in %	**1. Termin**				**2.Termin**		
Parallelproben	MW AL	2,5% AL	97,5% AL	Pp	MW AL	2,5% AL	97,5% AL
2	100	24,5011928	407,300021	2	100	24,1465705	412,996289
3	100	32,845511	304,075659	3	100	31,4751043	317,144921
4	100	37,7039091	264,978194	4	100	36,217022	275,735934
5	100	42,3043814	236,21413	5	100	41,5069618	240,683523
6	100	45,3256272	220,495512	6	100	44,7107677	223,474711
7	100	48,2918438	206,970319	7	100	46,1582387	216,481834
8	100	49,6468759	201,329049	8	100	48,6667393	205,345325
9	100	51,1499377	195,419994	9	100	50,8892033	196,393718
10	100	53,0062985	188,58509	10	100	52,8731846	189,036928
11	100	54,0110981	185,081002	11	100	54,6412392	182,929642
12	100	56,4261703	177,16861	12	100	55,9525214	178,648809
13	100	58,1591982	171,894896	13	100	56,6115809	176,571912
14	100	59,0760292	169,229754	14	100	58,0185226	172,296207
15	100	60,5642298	165,075359	15	100	59,1399469	169,03363
Parallelproben	MW CO	2,5% CO	97,5% CO	Pp	MW CO	2,5% CO	97,5% CO
2	100	55,7860853	179,147305	2	100	25,946273	378,00554
3	100	62,0516288	161,091597	3	100	33,5899237	294,069067
4	100	67,3725235	148,388252	4	100	39,4777823	251,137715
5	100	69,4593074	143,936087	5	100	43,1962883	229,907554
6	100	72,240638	138,400913	6	100	46,1634197	215,373084
7	100	73,3270362	136,352508	7	100	48,4660051	205,287063
8	100	74,991281	133,329676	8	100	50,4869219	197,179367
9	100	76,3408168	130,974958	9	100	52,9204864	188,230293
10	100	77,4763854	129,057018	10	100	54,8530882	181,678507
11	100	78,5279558	127,330316	11	100	56,7968047	175,528899
12	100	79,2538337	126,165085	12	100	58,8288888	169,530342
13	100	79,8238198	125,26493	13	100	59,5003001	167,637101
14	100	80,5082601	124,200802	14	100	60,3801254	165,218335
15	100	81,131804	123,246968	15	100	61,5792921	162,031954

Parallelproben	MW GR	2,5% GR	97,5% GR	Pp	MW GR	2,5% GR	97,5% GR
2	100	34,9349359	286,133706	2	100	19,0560328	522,74917
3	100	43,292642	230,930815	3	100	25,044093	398,288492
4	100	48,8856589	204,52359	4	100	29,4023296	339,465265
5	100	52,3136833	191,127711	5	100	33,2791709	300,03881
6	100	54,9918904	181,823246	6	100	37,049901	269,578722
7	100	57,2766491	174,573093	7	100	40,0547913	249,40309
8	100	59,5010938	168,049102	8	100	42,8456514	233,194354
9	100	60,4724438	165,350667	9	100	46,0010758	217,229227
10	100	61,9519832	161,402985	10	100	48,1701098	207,464852
11	100	62,8624783	159,065994	11	100	49,3879694	202,357608
12	100	64,0859909	156,030073	12	100	51,0087161	195,938992
13	100	64,6881547	154,578092	13	100	51,9076258	192,55133
14	100	66,1269785	151,215632	14	100	53,2964652	187,541675
15	100	66,6345789	150,064039	15	100	53,7396836	185,996997

Tabelle 34: Errechnete Biomassen in % vom 1. und 2.Termin, 2-15 Parallelproben

Biomassen in %	**1. Termin**				**2.Termin**		
Parallelproben	MW AL	2,5% AL	97,5% AL	Pp	MW AL	2,5% AL	97,5% AL
2	100	23,8187151	256,922064	2	100	15,1788196	272,413522
3	100	34,1379678	218,682358	3	100	25,9994224	234,046676
4	100	40,8948855	198,499511	4	100	34,7162179	208,034985
5	100	46,9346108	182,805776	5	100	39,4486358	195,710021
6	100	51,2773036	172,691539	6	100	44,1790067	184,457428
7	100	54,8806284	165,004364	7	100	47,2997144	177,423703
8	100	56,7845637	161,096406	8	100	50,4802669	170,794949
9	100	59,026301	156,665444	9	100	53,1524449	165,397788
10	100	60,7189449	153,495123	10	100	55,4908415	160,97775
11	100	62,3044767	150,594886	11	100	56,6733038	158,796351
12	100	63,525498	148,418376	12	100	58,1088325	156,237954
13	100	64,2797026	147,090807	13	100	60,0844734	152,741203
14	100	65,5598191	144,869574	14	100	61,8454415	149,710618
15	100	66,3639267	143,520025	15	100	62,8562744	148,014605
Parallelproben	MW CO	2,5% CO	97,5% CO	Pp	MW CO	2,5% CO	97,5% CO
2	100	60,8805506	147,110504	2	100	-9,6343143	232,452922
3	100	67,5582664	137,755388	3	100	11,1104533	203,277415
4	100	71,3024619	132,776696	4	100	23,3986149	187,037377
5	100	74,40967	128,782446	5	100	30,7972407	177,687424
6	100	76,2924361	126,418808	6	100	34,7631489	172,73114
7	100	78,8914717	123,230853	7	100	39,2490653	167,140296
8	100	80,2733829	121,566749	8	100	41,7577899	164,046746
9	100	81,4800752	120,131405	9	100	45,678037	159,348306
10	100	82,5201066	118,909744	10	100	48,5232491	155,974713
11	100	83,2789765	118,024913	11	100	51,277174	152,744509
12	100	83,9996879	117,191472	12	100	53,0089254	150,718799
13	100	84,6555359	116,43754	13	100	55,1737636	148,210514
14	100	85,0512695	115,984256	14	100	57,2755877	145,789064
15	100	85,5087232	115,462245	15	100	58,4082536	144,490756

Parallelproben	MW GR	2,5% GR	97,5% GR	Pp	MW GR	2,5% GR	97,5% GR
2	100	41,3216859	212,412642	2	100	2,38205511	353,789532
3	100	49,5620915	185,545926	3	100	15,9042144	281,338153
4	100	54,3205849	172,785077	4	100	24,689148	245,033341
5	100	57,931107	163,993193	5	100	30,2508252	226,335037
6	100	60,9429266	157,291069	6	100	34,1798645	214,063043
7	100	63,4124034	152,121167	7	100	37,9463987	203,243663
8	100	65,2361438	148,475079	8	100	41,0186911	194,859574
9	100	66,773418	145,535976	9	100	44,0026296	187,436731
10	100	67,8460159	143,548584	10	100	46,6741013	181,073408
11	100	69,237631	141,037758	11	100	49,3377121	175,013647
12	100	70,3214524	139,136121	12	100	51,7604981	169,747647
13	100	71,6227979	136,907262	13	100	53,7855063	165,579422
14	100	72,8136992	134,918906	14	100	54,5403774	164,08799
15	100	73,4582981	133,865439	15	100	55,7307904	161,781655

Die dazugehörigen Grafiken sind in den nachfolgenden Abbildungen ersichtlich.

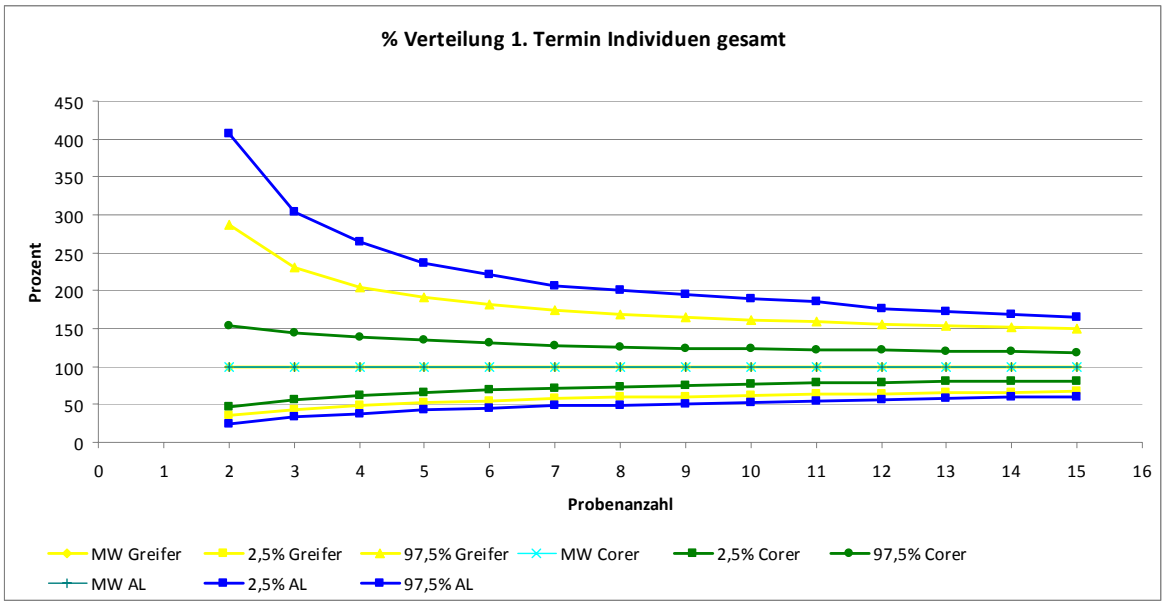

Abbildung 40: Prozentuelle Konfidenzintervalle der Individuen vom 1. Termin

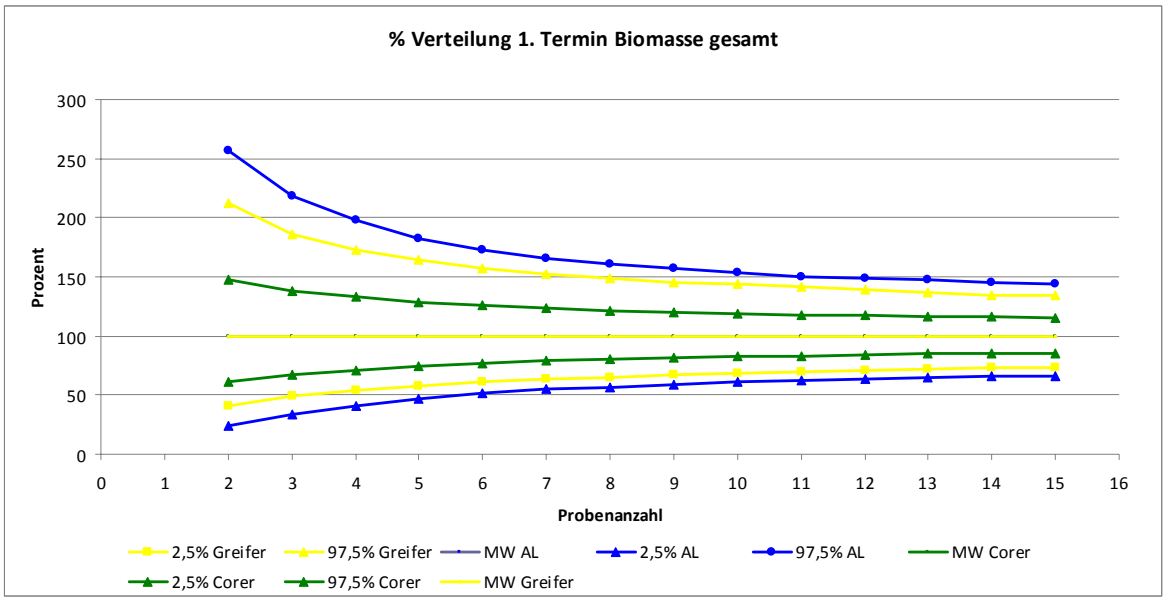

Abbildung 41: : Prozentuelle Konfidenzintervalle der Biomassen vom 1. Termin

Durch den prozentuellen Vergleich der Streumaße wird ersichtlich, dass der *Uwitec-Corer* recht enge Vertrauensgrenzen zieht. Auch an dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass diese Aussage dahingehend zu relativieren ist, dass extreme Ausreißer (Einzelexemplar einer schweren Sumpfdeckelschnecke) nicht in die Analyse mit einbezogen wurden. Da der Kernstecher senkrecht in das Sediment eindringt bleibt sich die Probenentnahmefläche stets unverändert und behält eine exakte kreisförmige Schnittkante über seine gesamte Länge. Ebenfalls penetriert der *Uwitec-Corer* tief in das Sediment, wo mit aller Wahrscheinlichkeit kein Makrozoobenthos mehr anzutreffen ist.

Der *Van Veen Greifer* liegt im Mittelfeld der Streuungen. Die erhöhte Streuung kann durch seinen Verschlussmechanismus begründet werden. Beim Aufsetzten hat der *Van Veen Greifer* noch seine volle Grundfläche von 0,05 m^2. Beim Schließen der Greiferbacken verringert sich die Grundfläche des Greifers bis die Backen geschlossen sind. Somit vollzieht der *Van Veen Greifer* keine konstant exakte Schnittkante über seine gesamte Eindringtiefe. Auch die Penetriergeschwindigkeit ist in Abhängigkeit mit der Penetriertiefe. Dadurch können Organismen in den tieferen Sedimentschichten eventuell nicht erfasst werden. Ebenfalls kann beim

Verschließen der Greiferbacken überschüssiges Sediment links und rechts herausquellen. Seine Streuung steigt langsam mit abnehmender Parallelprobenanzahl. Dennoch würde der *Van Veen Greifer* mit nur 10 Parallelproben solide Ergebnisse liefern.

Der *Air-Lift-Sampler* besitzt die höchste Streuung und der Verlauf der Vertrauensgrenzen beginnt schon mit einer recht beträchtlichen Steigung. Schon unter 13 Parallelproben vollzieht die Streuung einen rasanteren Anstieg bei der Individuenanzahl. Bei der Biomasse beginnt der markante Streuungsanstieg unter 10 Parallelproben. Die weiten Vertrauensgrenzen sind auf der harschen Arbeitsweise des *Air-Lift-Samplers* zu begründen und die dadurch variierenden Fangergebnisse. Ebenfalls ist es schwer zu vermeiden, dass während des Fördervorganges die Arbeitsplattform bzw. das Boot von der Position verdriftet wird und mehr als nur seinen Sammelzylinderdurchmesser besammelt.

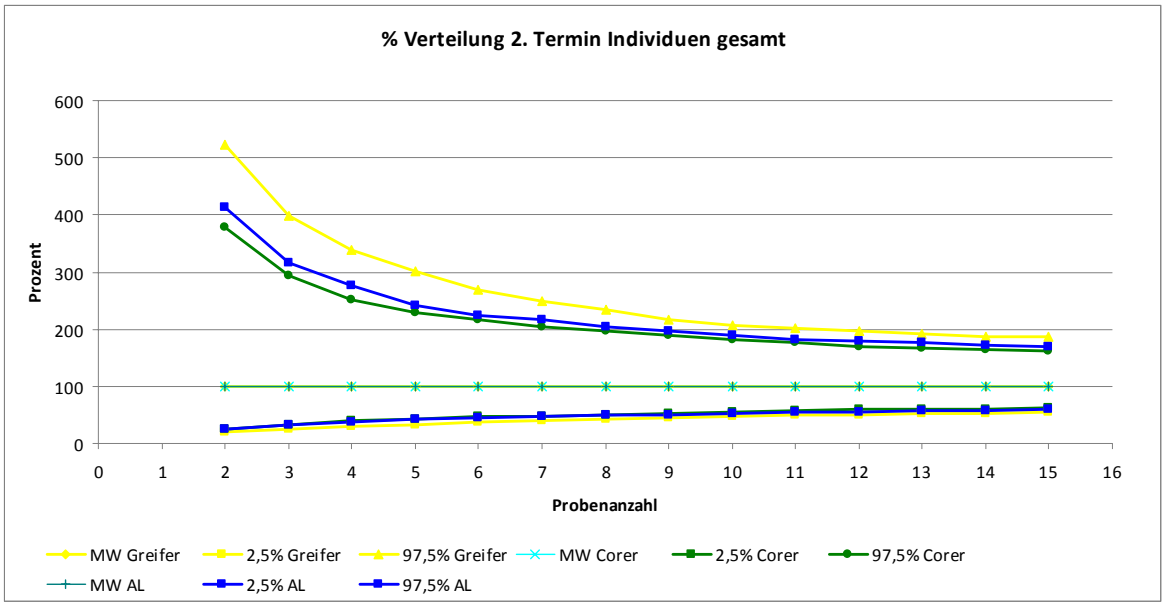

Abbildung 42: : Prozentuelle Konfidenzintervalle der Individuen vom 2. Termin

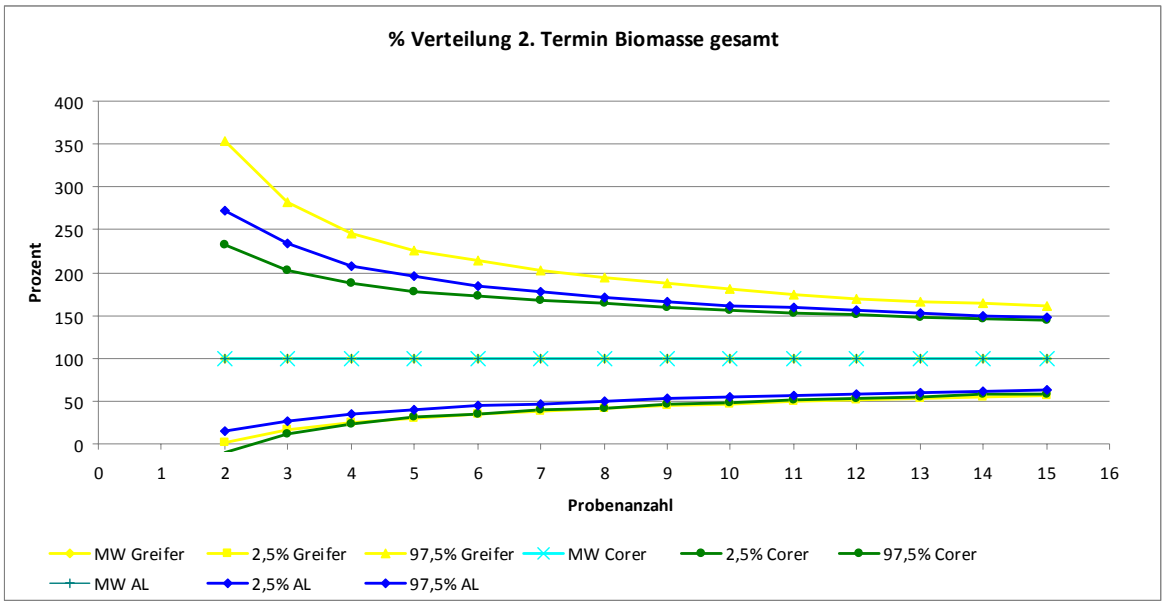

Abbildung 43: : Prozentuelle Konfidenzintervalle der Biomassen vom 2. Termin

Sämtliche Geräte wiesen beim zweiten Termin gleich von Anfang an eine höhere Streuung als beim ersten Probenentnahmetermin. Diese bewegen sich zwischen 50% und 100% vom Mittelwert. Ebenfalls verlaufen die Kurven nicht so weit von einander wie beim ersten Termin.

Mit abnehmender Parallelprobenzahl erzielte der *Uwitec-Corer*, wie beim ersten Termin, die geringsten Vertrauensgrenzen sowohl bei der Individuenzahl als auch bei den Biomassen.

Der *Air-Lift-Sampler* liegt mit seinen Konfidenzintervall zwischen dem *Uwitec-Corer* und dem *Van Veen Greifer*. Wie schon zuvor erwähnt, kann dies an der geringeren Schlämmzeit, als beim ersten Termin, liegen, wodurch weniger Organismen durch das Auffangnetz gepresst werden. Ebenfalls kann die vorliegend verringerte Organismen-abundanz, im Vergleich zum ersten Termin, zu diesem Ergebnis führen.

Der *Van Veen Greifer* hat beim zweiten Probenentnahmetermin die meiste Streuung, dennoch beginnt der markante Unterschied bei der Individuenzahl unter 9 Parallelproben und bei der Biomasse unter 10 Parallelproben.

Die stärkeren Streuungen beim zweiten Sedimentprobenentnahmetermin treten die mit aller Wahrscheinlichkeit auf, da das Hafenhabitat durch die Baggerungen nur teilweise gestört war. Somit waren nicht alle gezogenen Parallelproben immer 100%tig in der Baggerungsrille. Ebenfalls kommt es bei Baggerungsarbeiten immer zu Nachrutschungen vom umliegenden Sediment. Mit anderen Worten besteht die Probenserie vom zweiten Termin aus einem Gemisch von Proben aus einem ungestörten Habitatsbereich (außerhalb der Baggerungsrille), einem sehr stark gestörten Habitatsbereich (in der Baggerungsrille) und einem, im Übergangsbereich, gestörten Habitat (wo das Sediment in die Baggerungsrille nach gerutscht ist).

Zusammenfassend ist in Bezug auf die Biomasse-Dominanzen zwischen den beiden Probenentnahmeterminen grundsätzlich festzuhalten, dass die vorgefundenen Unterschiede äußerst gering sind und wohl im Rahmen der natürlichen Schwankungsbreite liegen. Im Hinblick auf die Beurteilung der Auswirkungen von Sedimentbaggerungen lässt sich somit feststellen, dass trotz des gravierenden quantitativen Schadens die qualitative Zusammensetzung des Makrozoobenthos unverändert bleibt.

7 Conclusio

Drei unterschiedliche Sedimentprobenentnahmegeräte, welche auf verschiedenen Arbeitsweisen basieren, wurden im Winterhafen von Linz auf ihre Fangeffizienz von Makrozoobenthos in Weichsedimenten untersucht. Dabei handelte es sich um einen *Air-Lift-Sampler* nach Pehofer, einem *Uwitec-Corer* nach Niederreiter und einem *Van Veen Greifer*. Jedes dieser Geräte wurde am 10.07.2008 und am 28.07.2008 mit jeweils fünfzehn Parallelproben getestet. Zwischen den zwei Terminen wurden Hafenbaggerungsarbeiten durchgeführt, was zu einer erheblichen Habitatstörung führt.

7.1 Conclusio Air-Lift-Sampler

Der *Air-Lift-Sampler* nach Pehofer ist ein Sedimentprobenentnahmegerät, welches aus vielen Einzelteilen besteht, da nicht nur das Kopf- und Endstück nötig sind.

Wegen seines starren Förderrohrs werden auch einige Verlängerungsteilstücke benötigt, damit es an die jeweilige Wassertiefe angepasst werden kann. Zum Betrieb dieses Gerätes wird eine große Arbeitsplattform empfohlen, da ein Kompressor mit mindestens 10 Bar Arbeitsdruck und ein dazugehöriges Stromaggregat mit genügend Treibstoff von Nöten ist. Ebenfalls müssen drei bis vier Personen den *Air-Lift-Sampler* bedienen, wobei mindestens eine Person geschultes Fachwissen über dieses Gerät besitzen sollte. Die Aufbauzeit des *Air-Lift-Samplers* beträgt mindestens eine halbe Stunde, in der Praxis aber mehr. Die Wartungsaufwand vor und nach der Probenentnahme ist im Vergleich zu den anderen Geräten relativ hoch. Ebenfalls sollte der Bootskapitän hohe Erfahrungen haben, da während der Sedimentprobenentnahme das schwimmende Gefährt eine fixe Position halten muss, um den *Air-Lift-Sampler* senkrecht aufzusetzen und betreiben.

Die Fangergebnisse des *Air-Lift-Samplers* verdeutlichten, dass dieses Gerät für Weichsedimente eher ungeeignet ist. Wegen seines hohen Förderdruckes und seiner harschen Arbeitsweise hat der *Air-Lift-Sampler* Organismen mit einem weichen Körperaufbau durch das Auffangnetz hindurchgepresst. Dadurch kommt es dazu, dass der *Air-Lift-Sampler* die Großgruppe der Annelida unterschätzt. Dieser Einfluss kann etwas gedämpft werden, indem das Sediment nicht im Auffangnetz geschlämmt wird, sonder per Hand. Organismen mit einem harten Aufbau, wie z.B. Mollusca werden relativ gut erfasst. Ebenfalls ist das Arbeiten mit diesem Gerät bei etwas höherem Wellengang wegen Bruchgefahr des starren Förderrohres bei Aufschlag auf Untergrund kompliziert. Hinzu kommt, dass im Falle der Bootsführer nicht exakt die Position halten kann, der Sammelzylinder über das Sediment schleift und somit eine größere Fläche besammelt als später mittels Sammelzylinderdurchmesser hochgerechnet wird.

Der *Air-Lift-Sampler* eignet sich sehr für den Einsatz in tiefen und schnell fließenden Gewässern. Durch sein starres Förderrohr wird dieses beim Absenken durch die Strömung nicht abgelenkt, wie bei mit Seilen abgesenkte Sedimentprobenentnahmegeräte. Ebenfalls wurden bereits damit Teile der Donau in großen Tiefen bis zu 12 m und Fliessgeschwindigkeiten >2 m/s erfolgreich beprobt (Graf et al., 2008). Der *Air-Lift-Sampler* fördert auch grobes Sediment bis zu einer Fraktionsgröße von 56 mm und ein Gewicht 750g (Pehofer, 1998).

Dieses Gerät hat seinen wichtigen Platz in der Sparte der Sedimententnahmegeräte zur Beprobung großer Flüsse eingenommen und ist nur bedingt für den Einsatz im Feinsediment geeignet. Die hohen Kosten die sich aus teurem und vielfältigem Equipment und den dazu benötigten Arbeitskräften zum Betrieb des *Air-Lift-Samplers* zusammensetzten, werden den Einsatz des *Air-Lift-Samplers* außerhalb großer Flüsse wohl nur rein wissenschaftliche Spezialfragen zulassen. Hinzu kommt, dass wegen der großen Menge an gefördertem Material dies viel Zeit im Labor bei der Analyse der Sedimente in Anspruch nimmt.

7.2 Conclusio für den Uwitec-Corer

Der *Uwitec-Corer* setzt sich aus zwei Hauptkomponenten zusammen. Diese sind der Kernstecher mit Verschlussautomatik und dem PVC-Rohr, welches in den Kernstecher eingesetzt wird. Zusätzliches Material in Form von PVC-Rohren und Verschlusskappen sind nur notwendig, wenn ungestörte Proben benötigt werden. Dieser Corer benötigt keine externe Energiequelle wie der *Air-Lift-Sampler* und kann auch von einer kleinen Arbeitsplattform oder gar einem Boot aus verwendet werden. Um den *Uwitec-Corer* zu bedienen bedarf es keiner intensiven Schulung und kann bereits nach kurzer Einweisung von jedem bedient werden. Die Vorbereitungszeit nimmt nur wenige Minuten in Anspruch und ist schnell einsatzbereit. Wartungsarbeiten nach der Sedimentprobenentnahme belaufen sich nur auf das intensive Reinigen des Gerätes und Überprüfung der Verschlussautomatik.

Die Fangergebnisse des *Uwitec-Corers* sind sehr zufrieden stellend. Trotz seiner kleinen Grundfläche erzielt dieses Gerät die höchsten auf einen Quadratmeter hochgerechneten Werte und dabei die geringsten Streuungen. Solche Ergebnisse werden erzielt, wenn eine ausreichende Zahl an Parallelproben genommen wird, da Organismen meist in geklumpten Gesellschaften (Patches) leben. So musste in vorliegender Arbeit eine schwere Sumpfdeckelschnecke von den Auswertungen eliminiert werden um die Ergebnisse „überschaubar“ zu halten. Hier wäre es von Vorteil den Uwitec-Multicorer zu verwenden, welcher sich aus 3 Einzel-Corer zusammensetzt. Der große Vorteil bei diesem Kernstecher ist die Tatsache, dass ungestörte Sedimentproben gewonnen werden, wo auch die Sedimentschichtung gut

ersichtlich ist. Das entnommene Sedimentvolumen kann ebenfalls dadurch sehr leicht bestimmt werden. Dank seiner exakten Penetrierkante entsprechen die auf einen Quadratmeter hochgerechneten Werte auch der Realität entsprechen.

Der *Uwitec-Corer* eignet sich vor allem für die Beprobung von Weichsedimenten. Potentielle Einsatzgebiete für dieses Gerät sind allem Schlammablagerungen in Häfen, Staustufen, etc. Anderes Material wie unverrottete Äste und andere Gehölze können die Funktionsfähigkeit der Verschlussautomatik beeinflussen und dadurch falsche Ergebnisse liefern. Ebenfalls kann grobes Material nicht mit diesem Gerät gefördert werden. Von der Firma Uwitec wird noch ein Corer mit Fallgewicht angeboten, welcher auch härteres Material zu penetrieren vermag. Doch es muss noch untersucht werden, wie sich die PVC-Rohre bei hartem Material verhalten und bis zu welchen Fraktionsgrößen dieser Corer geeignet ist. In Bezug auf Fördertiefen ist nur die Seillänge ein limitierender Faktor, welcher leicht mit mehr Seillänge umgangen werden kann. Ungeeignet ist der *Uwitec-Corer* für Einsätze in schnell fließenden Gewässern, da das Gerät beim Herablassen verdriftet wird und nicht exakt Senkrecht in das Sediment eindringen kann.

Die Anschaffungskosten für den *Uwitec-Corer* belaufen sich in einem akzeptabeln und auch für Privatpersonen erschwinglichen Rahmen. Laufende Kosten für Wartung und Betrieb sind recht gering, da bis auf zusätzliche PVC-Rohre wenig Material benötigt wird. Zu Warten sind hauptsächlich die Verschlussautomatik und der antreibende Gummizug. Ebenfalls kann der *Uwitec-Corer* von einer Person bedient werden, wobei Kosten für zusätzliches Personal entfallen. Durch das relativ kleine Volumen der Sedimentproben vom *Uwitec-Corer* sind die nachstehenden Laborarbeiten nicht Zeitintensiv.

7.3 Conclusio für den Van Veen Greifer

Der *Van Veen Greifer* zählt unter den gestesteten Sedimentprobenentnahmegeräten zu den ältesten und den am einfachsten zu bedienen. Dieser Greifer besteht nur aus zwei, durch ein Scharnier miteinander verbundenen Greiferbacken, wodurch keine weiteren Materialien benötigt werden. Der gesamte Aufbau ist aus robustem

rostfreiem Stahl gefertigt. Ebenso wie der *Uwitec-Corer* benötigt der *Van Veen Greifer* keine externe Energiequelle und kann von einer kleinen Arbeitsplattform oder einem Boot aus verwendet werden. Für die Bedienung des Greifers ist keine spezielle Schulung nötig und kann unter Erhalt einer kurzen Einweisung von jedem sofort bedient werden. Die Vorbereitungszeit beträgt ist Regelfall fast Null, da dieser immer sofort einsatzbereit ist. Die Wartungsarbeiten belaufen sich nur auf das Reinigen des Gerätes nach Gebrauch und eventuell im Bedarfsfall die Scharniere beweglich halten.

Der *Van Veen Greifer* erzielt zufrieden stellende Ergebnisse, die er auch durch seine größere Grundfläche erhält, da er das Sediment Patches übergreifend besammelt. Die hochgerechneten, ermittelten Werte lassen sich gut mit den Werten des *Uwitec-Corers* messen, was Bestätigung für die Richtigkeit der Werte spricht. Obwohl der *Van Veen Greifer* eine etwas höhere Streuung aufweist können schon vertretbare Ergebnisse mit weniger Parallelproben erzielt werden. Die gewonnen Proben sind teilweise gestört, da die Oberfläche zwar ungestört bleibt, aber ein Teil des unterliegenden Materials beim Verschließen seitlich herausquellen kann. Dadurch ist das entnommene Volumen etwas komplizierter zu berechnen.

Der *Van Veen Greifer* ist zweifelsfrei ein sehr verlässliches und vielseitiges Gerät. Dadurch ist das Einsatzgebiet nicht nur auf Weichsedimente beschränkt, sondern kann auch sandigen oder kiesartigen Untergrund ohne Schwierigkeiten und Modifikationen beproben. Dadurch können nicht nur Hafensedimente, Stauraumsedimente und ähnliche beprobt werden, sondern auch langsam fließende Gewässer, welche keinen Schlammigen Untergrund aufweisen. Wie beim *Uwitec-Corer* können aber unverrottete Äste und andere Gehölze die Funktionsfähigkeit des Verschlusses beeinflussen und die Probe muss demnach verworfen werden. Die Fördertiefe ist hier nur durch die Seillänge eingeschränkt, welche aber einfach der Wassertiefe angepasst werden kann. Der Einsatz in schnell fließenden Gewässern ist wegen der Verdriftungsgefahr eher ungeeignet, da der *Van Veen Greifer* nicht exakt senkrecht aufsetzten kann. Wobei er durch sein höheres Gewicht nicht so stark verdriftet wird wie der *Uwitec-Corer*, und dadurch auch bei langsam fließende Gewässern zum Einsatz kommt.

Die Anschaffungskosten für den *Van Veen Greifer* halten sich in einem geringen Maß und es fallen keine zusätzlichen Kosten für extra Equipment an, dadurch ist dies ein Beprobungsgerät für jeden erschwinglich. Die Laufenden Kosten für Wartung und Betrieb sind sehr gering, da die Wartung hauptsächlich das Reinigen ausmacht. Diese Tatsachen machen einen Betrieb auch in weniger zugänglichen Gebieten für lange Zeit nachhaltig möglich. Für den Betrieb fallen keine Kosten für zusätzliches Personal an, da dieses Gerät von nur einer Person bedient werden kann. Wegen des relativ großen entnommenen Sedimentsvolumens kommt es zu etwas längeren Laborarbeiten.

8 Literaturnachweis

BEALL, G. (1939) Methods of estimating the population of insects in a field. Biometrika, 30, 422-439.

BLOMQVIST, S. (1991) Quantitative sampling of soft-bottom sediments: problems and solutions. Marine Ecology Progress Series, 72, 295-304.

CLARKE, R. T., FURSE, M. T., GUNN, R. J. M., WINDER, J. M. & WRIGHT, J. F. (2002) Sampling variation in macroinvertebrate data and implications for river quality indicis. Freshwater Biology, 47, 1735-1751.

EKMAN, S. (1915) Die Bodenfauna des Vättern, qualitativ und quantitativ untersucht. Int. Revue ges. Hydrobiol. Hydrogr., 7, 146-204, 275-425.

ELLIOTT, J. M. (1977) Satistical Analysis of samples of Benthic Invertebrates. Freshwater Biological Association, Scientific Publication, 25.

FINNEY, D. J. (1946) Field sampling for estimation of wireworm populations. Biometrics, 2, 1-7.

GOOGLE.COM, DIGITALGLOBE, GEOCONTENT, CNES/SPOT IMAGE, GEOEYE, GEOIMAGE, A. & ATLAS, T. (2009) http://maps.google.at/maps?q=linz&oe=utf-8&rls=org.mozilla:en-US:official&client=firefox-a&um=1&ie=UTF-8&sa=N&hl=de&tab=wl.

GRAF, W., BELA, C., LEITNER, P., MOMIR, P., CHIRIAC, G., STUBAUER, I. & OFENBÖCK, T. (2008) Joint Danube Survey 2, Summary report on: Macroinvertebrates.

JUNGHWIRTH, M., HAIDVOGEL, G., MOOG, O., MUHAR, S. & SCHMUTZ, S. (2003) Angewandte Fischökologie an Fießgewässern, Wien, Facultas UTN.

MOOG, O. (2002) FAUNA AQUATICA AUSTRIACA, Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Waaserwirtschaftskataster.

MOOG, O., CHOVANEC, A., HINTEREGGER, J. & RÖMER, A. (1999) Richtlinie zur Bestimmung der saprobiologischen Gewässergüte von Fließgewässern (Richtlinie Saprobiologie). 144.

MOOG, O., GRAF, W. & OFENBÖCK, T. (2007) Benthic invertebrate neozoa in Austrian rivers. Biological Invasions from Ecology to Conservation. NEOBIOTA, 7, 132-139.

NAUMANN, E. (1917) Om profillodning i gyttje- och dyavlagringar. Sver. geol. Unders. Ser. C, 10, 1-31.

NEHRING, D. S. (2005) Neozoa (Makrozoobenthos) in den deutschen Gewässern.

NIEDERREITER, R. http://www.uwitec.at/html/corer_video.html.

OFENBÖCK, T., MOOG, O., HARTMANN, A. & STUBAUER, I. (2008) LEITFADEN ZUR ERHEBUNG DER BIOLOGISCHEN QUALITÄTSELEMENTE. A2-01e_MZB.

PACHINGER, B. (1996) Vergleich der Sammeleffizienz von Surber- und Hess-Sampler in mesolithalen Bettsediment. Institut für Wasserversorgung, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft. Wien, Universität für Bodenkultur.

PEHOFER, H. E. (1998) A new quantitative air-lift sampler for collecting invertebrates designed for operation in deep, fast-flowing gravelbed rivers. Large Rivers, 11, 213-232.

PETERSEN, C. G. J. (1913) Havets bonitering. II. Om havebundens dyresamfund og om disses betydning for den marine zoogeografi. Beretning til Landbrugsministeriet fra Den danske biologiske Station, 21, 1-42 plus addendum 1-68.

PETERSEN, C. G. J. & JENSEN, P. B. (1911) Havets bonitering. I. Havbundens dyreliv, dets naering og maengde. Beretning til Landbrugsministeriet fra Den danske biologiske Station, 20, 1-78.

SHIKANO, S. (Ed.)) (2006) Methoden der Politikwissenschaft: Neuere qualitative und quantitative Analyseverfahren, Bade-Baden, Nomos.

TAYLOR, C. C. (1953) Nature of variability in trawl catches. Fishery Bull. Fish Wildl. Serv. U.S., 54, 145-166.

VEEN, J. V. (1933) Onderzoek naar het zandtransport von rivieren. De Ingenieur, 48B.

WIRTZ, M. & NACHTIGALL, C. (2008) Deskriptive Statistik. Statistische Methoden für Psychologen Tl.1, Juventa Verlag GmbH.