

Hochschule Wädenswil
Zürcher Fachhochschule



Ökologische Bewertung eines Weihers im Naturschutzgebiet Herzogenmatt bei
Binningen mit der Kurzmethode nach PLOCH.

Semesterarbeit 4. Semester

von

Babbi Manuel

Bachelor of science in Umweltingenieurwesen 2005

Umweltingenieurwesen

Abgabetermin: 26.07.2007, 12:00 Uhr

Fachkorrektoren:

Dr. Daniel Küry

Life Science AG, 4058 Basel

Prof. Dr. Ranka Junge

Hochschule Wädenswil, FA Umwelt und Natürliche Ressourcen, 8820 Wädenswil

Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Semesterarbeit wurde am Grossweiher im Naturschutzgebiet Herzogenmatt bei Binningen (BL) die standardisierte und zeitsparende PLOCH-Methode zur ökologischen Bewertung von stehenden Kleingewässern angewandt und getestet. Dabei wurde unter anderem der minimale Aufwand für eine möglichst vollständige Erfassung der Fauna und der ökologischen Bewertung eruiert. Ausserdem wurde ein Beitrag zur Erstellung eines Werkzeuges für Kantone und Gemeinden erarbeitet.

Bei der Untersuchung konnten insgesamt 18 Wasserkäferarten sowie 7 Wasserschneckenarten erfasst werden. Auffallend war, dass der ökologische Wert des Gewässers zwischen den beiden Beprobungsterminen unterschiedlich hoch ausgefallen war. So nahmen die Wasserschnecken auf der Skala der 80 Gewässer, an denen die PLOCH-Methode entwickelt wurde, je nach Beprobungstermin den 8. und 18. Platz ein. Die Wasserkäfer lagen mit den Plätzen 15. und 29. weiter hinten. Trotz dieser positiven Tendenz bleibt die Frage offen, wie genau die Methode schlussendlich ist, da sie stark Tagesabhängig zu sein scheint. Die Fangstatistik zeigte jedoch, dass mit nur einer Beprobung bereits die meisten Arten erfasst wurden. Zwar konnten mit einer zweiten Beprobung bei beiden Taxa noch zusätzlich neue Arten gefunden werden, doch war der Mehrwert zu klein, als dass sich dieser zusätzliche Aufwand für die ökologische Bewertung gelohnt hätte. In Anbetracht des grossen Aufwandes und der daraus resultierenden Kosten, besonders bei der Bestimmung der Wasserkäfer und der Wasserschnecken, scheint die PLOCH-Methode daher für Gemeinden und Kantone nur bedingt attraktiv zu sein.

Zusätzlich wurde die Wasserqualität des Grossweiher anhand zweier Beprobungen mittels photometrischen Untersuchungen und einer Multisonde kontrolliert. Die gemessenen Phosphatwerte von 0.539 mg/l PO₄ und 0.036 mg/l PO₄ wiesen dabei auf einen eutrophen bis hypertrophen Zustand des Weiher hin. Die gemessenen Nitratwerte waren mit 0.171 mg/l NO₃-N und 0.022 mg/l NO₃-N deutlich besser als noch vor 14 Jahren. Trotz dieser Verbesserung der Wasserqualität konnte die Nährstoffbelastung des Weiher als hoch bezeichnet werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Ziele der Untersuchung	5
1.2	Wasserkäfer.....	6
1.3	Wasserschnecken	8
2	Material und Methoden	10
2.1	Untersuchungsgebiet.....	10
2.2	Methoden Wasserchemie.....	12
2.3	PLOCH-Methode	13
2.3.1	Sammlung der Daten.....	14
2.3.2	Bestimmung und Konservierung der Fauna.....	15
2.3.3	Abschätzung des spezifischen Gesamtartenreichtums.....	15
2.3.4	Berechnung der Naturschutzwerte	16
2.3.5	Bewertung des Grossweihers mit Hilfe der Bezugssysteme.....	17
3	Ergebnisse	18
3.1	Wasserchemie	18
3.2	PLOCH-Methode	18
3.2.1	Erfasste Fauna	18
3.2.2	Spezifischer Gesamtartenreichtum	21
3.2.3	Naturschutzwerte.....	21
3.2.4	Anzahl Beprobungen - Anzahl gefundene Arten	22
3.2.5	Bewertung mit Hilfe des Bezugssystems	23
4	Diskussion	25
4.1	Wasserchemie	25
4.1.1	Gewässerbeurteilung.....	25
4.1.2	Photometrie	26
4.1.3	Multisonde	26
4.2	PLOCH-Methode	26
4.2.1	Ökologische Bewertung des Grossweihers mit den Bezugssystemen	28
4.2.2	Erfassung und Bestimmung der Fauna.....	29
4.2.3	Anzahl Beprobungen – Anzahl gefundene Arten	30
4.3	Beitrag zur Erstellung eines Werkzeugs für Gemeinden und Kantone	30
4.4	Schlussbemerkung.....	31
5	Literaturverzeichnis	33
	Anhang	35

1 Einleitung

Wasser ist das zentrale Element der Erde, ohne Wasser wäre kein Leben entstanden und somit heute auch nicht möglich. Dementsprechend hat das Wasser eine überaus grosse Bedeutung für alle erdenklichen Lebensvorgänge. Wasser ist die Voraussetzung damit die Menschen, die Pflanzen und die Tiere in ihrer ganzen Pracht gedeihen, wachsen und überleben können.

Die vom Süsswasser geprägten kleineren Stillgewässer wie Teiche, Tümpel und kleine Seen gehören diesbezüglich zu den interessantesten Lebensräumen, sowohl für den Menschen als auch für die Tiere und die Pflanzen. Solche Feuchtgebiete dienen dem Menschen als ideale naturnahe und attraktive Erholungsgebiete, für die Fauna und Flora hingegen ist diese Art von Lebensraum von grosser ökologischer Bedeutung, da sie vielen Tier- und Pflanzenarten einen Lebensraum zur Verfügung stellen. Jedes einzelne Gewässer dieser Kategorie kann für sich eine charakteristische Pflanzen- und Tierwelt beherbergen, die es zu schützen gilt. Jedoch gehören diese Ökosysteme auch zu den empfindlichsten und gefährdetsten Biotopen der heutigen Zeit. Überdüngung, Verschmutzung, Entwässerung, Trockenlegung und das Ausbringen von invasiven Arten sind die Hauptgefährdungsursachen dieser wertvollen Lebensräume.

Obwohl laut Oertli et al. (2005) davon ausgegangen werden kann, dass solche Gewässer eine grössere Biodiversität aufweisen als manch andere Wasserlebensräume und dies Grund genug wäre, solche Biotope zu erforschen und zu beobachten, gibt es nur wenige wissenschaftliche Erkenntnisse und Studien über Teich- und Tümpelökologie. Dementsprechend wurden auch nur wenige standardisierte Methoden entwickelt, um einen Weiher ökologisch zu untersuchen und die Biodiversität zu erfassen. Dies hat zur Folge, dass Fachleute für die Untersuchung von Weihern und Teichen oft Methoden adaptieren, welche in erster Linie für Fließgewässer oder Seen entwickelt wurden. Diese so erhobenen Daten sind folglich nur schwer untereinander zu vergleichen. Aufgrund dieser Tatsachen förderte die eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) die Erforschung einer standardisierten und effizienten Methode zur Erfassung der Biodiversität und der Bewertung von Teichen und Tümpeln (Oertli et al., 2005).

Anhand von 80 ausgesuchten Gewässern in der Schweiz entwickelte die Universität Genf schliesslich die PLOCH-Methode (Plans [PL] d'eau [O] suisses [CH]) (Oertli et al., 2000). Jedem dieser 80 Gewässer wurde ein ökologischer Wert zugeordnet, welcher den biologischen und ökologischen Zustand des Gewässers wiedergab. Die Eruiierung dieser Werte erfolgte durch die Erfassung fünf verschiedener Bioindikatoren, wie Wasserpflanzen, Amphibien, Libellen, Wasserkäfer und Wasserschnecken. Ausschlaggebend für die Höhe dieser Werte sind zum einen die Artenvielfalt und zum anderen die Anzahl seltener und gefährdeter Arten. Je mehr verschiedene und bedrohte Arten ein Biotop beherbergt, desto grösser fällt der ökologische Wert für dieses Gewässer aus.

Die so entwickelte PLOCH-Methode kann nun auf beliebige Teiche, Tümpel, Weiher und kleine Seen angewendet werden und hat das Ziel diese Gewässertypen zeitsparend ökologisch zu bewerten. Der daraus erhaltene ökologische Wert wird danach mit der Skala der 80 Gewässer verglichen. So lässt sich im Anschluss ableiten, wie wertvoll der untersuchte Lebensraum ist (Oertli et al., 2000).

Während dieser Semesterarbeit wurde die PLOCH-Methode am Grossweiher im Naturschutzgebiet Herzogenmatt angewendet und getestet. Insgesamt verlief der Test positiv und der ökologische Wert des Grossweiher kann als gut bezeichnet werden. Der Weiher ist im vorderen Drittel der 80 Gewässer angesiedelt. Zusätzliche wasserchemische Untersuchungen zeigten ausserdem, dass der Weiher einen eutrophen bis hypertrophen Zustand hat.

1.1 Ziele der Untersuchung

Das Ziel dieser Arbeit besteht in erster Linie darin, die PLOCH-Methode anhand der Wasserkäfer und der Wasserschnecken am Grossweiher (Abb. 2) des Naturschutzgebietes Herzogenmatt in Binningen anzuwenden und zu testen.

Mithilfe dieser Daten sollen anschliessend Aussagen zum minimalen Aufwand für eine möglichst vollständige Erfassung der Fauna und die ökologische Bewertung gemacht werden. Zudem soll ein Beitrag zur Erstellung eines Werkzeuges für Gemeinden und Kantone geleistet werden, mit welchem schnell, einfach und kostengünstig stehende Gewässer ökologisch beurteilt werden können. Dabei soll vor allem der Methodenmehrwert bei zwei bis drei Beprobungen eruiert werden. Wie viele Proben wären demnach nötig, um ein optimales Resultat bei minimalem Aufwand zu erhalten?

Ausserdem wird der Weiher während den Beprobungen zusätzlich wasserchemisch untersucht.

Eine Standardarbeitsanweisung (SOP) der PLOCH-Methode wird ebenfalls erstellt.

Ferner soll mit der vorliegenden Arbeit versucht werden, folgende Fragen zu beantworten:

- ◆ Inwiefern unterscheiden sich die drei Beprobungen untereinander?
- ◆ Was für Unterschiede gibt es bei den Berechnungen des spezifischen Gesamtartenreichtums mittels der Jackknife- und der Chao2-Methode?

Abschliessend werden die Semesterarbeit und einige Forschungsergebnisse daraus auf einer Homepage im Internet publiziert.

1.2 Wasserkäfer

Käfer sind mit über 350'000 Arten die grösste Ordnung in der Klasse der Insekten (Storch und Welsch, 2004), doch können laut Klausnitzer (1996) nur etwa 15'000 Arten davon als Wasserkäfer (Coleoptera aquatica) bezeichnet werden.

Da die Besiedlung des Süsswassers durch Käfer mehrfach und in verschiedenen geologischen Zeiträumen erfolgte, bilden die Wasserkäfer eine ökologische Gruppe und keine systematische Einheit. Tabelle 1 zeigt einen Überblick über die Systematik der Wasserkäfer.

Tab. 1: Systematik der Wasserkäfer nach Klausnitzer (1996), Storch und Welsch (2004) sowie Tachet et al. (2006).

Klasse	Insecta		
Ordnung	Coleoptera		
Unterordnungen	Adephaga (=Hydradephaga)	Myxophaga	Polyphaga
Familien	Haliplidae Hygrobiiidae Noteridae Dytiscidae Gyrinidae	Hydrosaphidae	Hydraenidae Spercheidae Hydrochidae Helophoridae Hydrophilidae Scirtidae Elmidae Dryopidae Psephenidae Chrysomelidae Curculionidae

Die Wasserkäfer lassen sich bei Ihrer Entwicklung in drei Gruppen einteilen. Die erste Gruppe umfasst Arten, welche in allen vier Metamorphosestadien, Ei, Larve, Puppe und Imaginalstadium, im Wasser leben. Für die Besiedlung neuer Gebiete kann die Imago das Gewässer vorübergehend verlassen. Bei Arten der zweiten Gruppe sind nur Ei- und Larvenstadium obligatorisch aquatisch. Die Imago kann das Gewässer zur Ausbreitung und zur Überwinterung verlassen. Die Verpuppung erfolgt an Land. Die dritte Gruppe umfasst Arten, bei der nur das Ei- und Larvenstadium im Wasser stattfindet. Die Imagines sind typische Landbewohner, können sich aber auch im Wasser aufhalten (Klausnitzer, 1996).

Sowie die Entwicklung, kann auch die Atmung unter Wasser mit unterschiedlichen Verfahren erfolgen. Die Käfer können den notwendigen Sauerstoff entweder an der Wasseroberfläche holen oder ihn direkt dem Wasser entnehmen (Klausnitzer, 1996). Für die Speicherung der Atemluft unter Wasser wird ein Luftreservoir verwendet (Harde und Severa, 2006), welches sich zwischen der Hinterleibsoberseite und den Flügeldecken befindet und deswegen auch Subelytralraum genannt wird. Manche Familien durchstossen für den Gasaustausch mit der Hinterleibsspitze die Wasseroberfläche (Abb. 1). Arten mit einer solchen Atmung haben einen starken Auftrieb und können deshalb nur unter

der Wasseroberfläche verweilen, wenn sie sich an Pflanzen festklammern. Ihr Vorkommen ist daher an pflanzenreiche Gewässer gebunden (Klausnitzer, 1996).

Andere Familien wiederum kommen mit dem Kopf zur Wasseroberfläche und leiten dann den Sauerstoff über die Fühler zu einem Luftkissen auf der Bauchseite weiter (Abb. 2). (Harde und Severa, 2006). Diese Käferarten bewegen sich deshalb oft auf dem Rücken fort (Klausnitzer, 1996). Zusätzlich gibt es noch Arten, welche überhaupt nicht zur Wasseroberfläche kommen müssen. Der gesamte Körper wird bei diesen Arten von einer dünnen Lufthülle, dem Plastron, umgeben. Der Gasaustausch erfolgt mit dem umgebenden Wasser durch Diffusion (Klausnitzer, 1994).

Anhand dieser Details kann beim Beobachten unter Umständen schon eruiert werden, um welche Familie es sich handeln könnte.

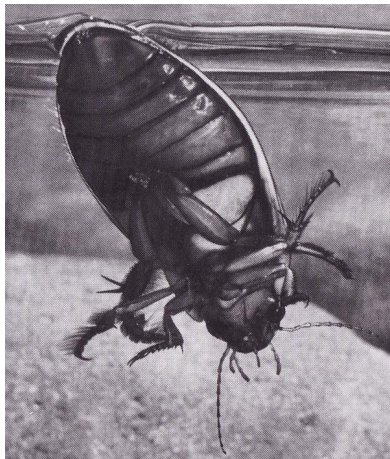


Abb. 1: *Dytiscus marginalis*: Der Käfer durchstösst mit der Abdomenspitze die Wasseroberfläche um Luft zu holen (Klausnitzer, 1996).

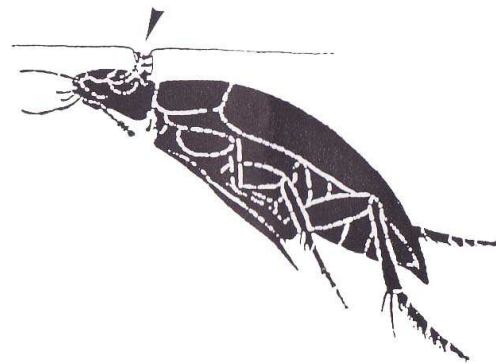


Abb. 2: *Hydrophilus piceus*: Käfer beim Luftholen an der Wasseroberfläche (Klausnitzer, 1996).

Die Körperoberfläche sowie der Bewegungsapparat sind bei den Wasserkäfern auf das Leben im Wasser angepasst. Der Körper ist stromlinienförmiger als bei den landlebenden Vertretern. Ausserdem besitzen sie Schwimmbeine anstelle von Laufbeinen. Diese sind sehr oft artspezifisch und können für die Bestimmung einer Art sehr nützlich sein. Abplattungen und Oberflächenvergrösserungen durch Haare erhöhen zudem die Schwimmleistung (Klausnitzer, 1996).

Auch die Nahrung der Wasserkäfer kann von Familie zu Familie stark variieren. So sind die Dytisciden und Gyriniden räuberisch und ernähren sich von Larven anderer Insekten, Würmern, Kaulquappen und kleineren Fischen. Dagegen sind die Halipliden algivor (Brancucci, 1994).

Insgesamt sind von den 155 gefundenen Hydradeiphagen-Arten der Schweiz 109 in der Roten Liste der Schweiz eingetragen. 97 Arten werden als gefährdet (Kategorie 0-3) und 12 Arten als potentiell gefährdet (Kategorie 4) eingestuft (Brancucci, 1994).

Die Entwässerungen von Feuchtgebieten, die Trockenlegung von Mooren, die natürliche Verlandung der Hochmoore sowie Flussbettkorrekturen und die Verschmutzung von Gewässern durch Industrie und Landwirtschaft sind Faktoren, welche die Wasserkäferfauna belasten (Brancucci, 1994).

1.3 Wasserschnecken

Der Molluskenstamm, zu dem auch die Gastropoden gehören, ist mit weit über 100'000 Arten der zweitgrösste Tierstamm nach den Gliedertieren (Glöer und Meier-Brook, 2003). Nach Angaben von Lellák (1987) umfassen die Wasserschnecken 85'000 Arten. Die restlichen 25'000 sind Muschelarten. Die Gastropoden können sowohl das Land als auch das Wasser besiedeln. Die Tabelle 2 zeigt die Systematik der Süsswasserschnecken.

Tab. 2: Systematik der Süsswasserschnecken nach Glöer und Meier-Brook (2003).

Klasse	Gastropoda				
Unterklasse	Orthogastropoda				
Ordnungen	Neritopsina	Architaenioglossa	Neotaenioglossa	Ectobranchia	Pulmonata
Unterordnung					Basommatophora
Familien	Neritidae	Viviparidae	Thiaridae Bithyniidae Hydrobiidae Emmericiidae	Valvatidae	Acroloxiidae Lymnaeidae Physidae Planorbidae Ferrissidae Ancyliidae

Die Süsswasserschnecken teilen sich in zwei Gruppen auf. In die kiemenatmenden Vorderkiemer (Prosobranchia) und die lungenatmenden Lungenschnecken (Pulmonata). Der Mündungsrand des Gehäuses der Prosobranchia (Abb. 3) ist im Gegensatz zum Mündungsrand der Pulmonata (Abb. 4) stets zusammenhängend ausgebildet und kann deshalb mit einem Deckel verschlossen werden. Dieser Deckel kann, sofern vorhanden, zur Bestimmung der Art herbeigezogen werden. Da das Gehäuse aufgrund der grossen Form- und Farbvielfalt das offensichtlichste Merkmal der Schnecken ist, bildet diese Struktur das Hauptbestimmungsmerkmal.

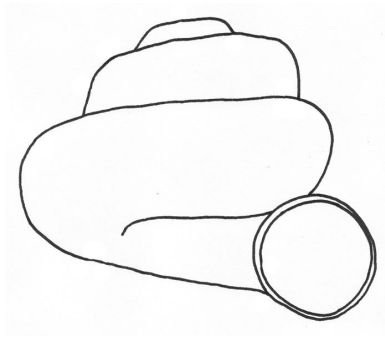


Abb. 3: Schematische Darstellung einer Prosobranchia (Babbi, 2007).



Abb. 4: Schematische Darstellung einer Pulmonata (Babbi, 2007).

Ein weiterer Unterschied zwischen den Pulmonata und den Prosobranchia ist beim Fuss zu erkennen. Bei Ersteren ist er in der Regel lang und schmal ausgebildet, während er bei den anderen häufig kurz und breit ist. Die Lungenschnecken können daher schneller kriechen, die Kiemenschnecken weisen dafür eine bessere Hafteigenschaft auf. Der breitere Fuss verhindert zudem ein schnelles Einsinken im Schlammgrund (Glöer und Meier-Brook, 2003).

Die meisten Vorderkiemer sind zudem getrennt geschlechtlich, während dem die Lungenschnecken Zwitter sind (Lellák, 1987). Aufgrund dieser Eigenschaft können sich die Pulmonata beim fehlen eines Partners selbst befruchten. Dies ermöglicht es ihnen, sich schnell in neuen Gewässern auszubreiten, was für eine Neubesiedlung durchaus von Vorteil ist (Glöer und Meier-Brook, 2003).

Die Eier können an Pflanzen, an anderen Hartsubstraten oder an Gehäusen von Artgenossen angeheftet werden. Weil Schnecken lediglich eine Lebensdauer von wenigen Jahren besitzen, laichen sie mehrmals im Jahr. Einige wenige Vorderkiemer sind zudem lebend gebärend (Glöer und Meier-Brook, 2003).

Bei der Nahrung verhalten sich die Pulmonata und die Prosobranchia wieder gleich. Algen bilden die Hauptnahrung der Wasserschnecken (Rüetschi et al., 1994). Daneben ernähren sie sich zusätzlich noch von organischen Schwebestoffen im Gewässer. Höhere Wasserpflanzen werden nur von grösseren Wasserschnecken gefressen. Einige Vorderkiemer können zum Fang von Pflanzenteilen und Mikroorganismen ihren Schleim einsetzen (Glöer und Meier-Brook, 2003).

Von den 46 in der Schweiz vorkommenden Wasserschneckenarten gelten 28 als gefährdet (Kategorie 0-3) und 8 als potentiell gefährdet (Kategorie 4) (Rüetschi et al., 1994).

Gewässerverschmutzung ist die Hauptgefährdungsursache für die Wasserschnecken. Hohe Nitrat- und Schwermetallgehalte sowie Flusskorrekturen und Trockenlegungen der Nass- und Feuchtgebiete dezimieren die Bestände der Wasserschnecken stark.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Für die Anwendung der PLOCH-Methode und für die Durchführung der wasserchemischen Untersuchungen wurde der Hauptweiher (Abb. 5) im Naturschutzgebiet Herzogenmatt in Binningen ausgewählt, weil dieser das grösste Gewässer in diesem Gebiet darstellte und sich deswegen für diese Untersuchung anbot. Zudem wurde an diesem Gewässer die PLOCH-Methode im Rahmen einer Diplomarbeit (Frei, 2007) bereits zu einem früheren Zeitpunkt getestet. Die Untersuchung erfolgte damals mit den Libellen.

Die Oberfläche des Weihers wurde auf etwa 700 – 800 m² geschätzt. Das offene, rund 3 ha grosse und vollständig vom Allschwiler Wald umgebende Areal, liegt auf etwa 300 m. ü. M auf dem Gemeindegebiet von Binningen (BL), nahe der Grenzen zu Allschwil (BL) und Bottmingen (BL) (Abb. 6).

Das Naturschutzgebiet existiert in der heutigen Form seit 1980. Es ist eine neu geschaffene und erschlossene Natur, welche zum Ziel hat, dem Menschen die Begegnung mit der Natur zu ermöglichen (Durrer, 1994).

Obwohl die Herzogenmatt ein künstlich geschaffenes Gebiet ist, bietet sie zahlreichen bedrohten und nicht bedrohten Arten einen Lebensraum. Seit 1999 gehört die Herzogenmatt zum Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (Borer, 2006).

1994 wurde die Wasserqualität von Durrer (1994) noch als schlecht eingestuft, da Jauche und Dünger von der umliegenden Landwirtschaft ins Grundwasser und somit in den Weiherbach und schliesslich auch in die Weiher eingeschwemmt wurden. Seit 1998 besitzt der Grossweiher jedoch eine Betonverschalung und wird heute nur noch vom Regenwasser gespeist (Frei, 2007). Da die Wasserqualität seit dieser Zeit trotzdem nicht regelmässig kontrolliert wurde (Jundt, 2007), wurden in dieser Arbeit auch die aktuellen Nährstoffe und die physikalischen Messgrössen erfasst.

Neben zahlreichen weiteren kleineren und grösseren Teichen und Weihern weist das Naturschutzgebiet noch viele andere Kleinstrukturen und Mikrohabitate auf, welche für die Artenvielfalt von grosser Bedeutung sind (Abb. 7). Um die Artenvielfalt zu fördern, wird das Gebiet deswegen regelmässig durch menschliche Eingriffe gepflegt. Auf diese Weise kann eine Sukzession, bei der die Waldpflanzen dominant werden und die Krautpflanzen verdrängt werden, verhindert werden. Zudem kann so der Verlandung der Weiher entgegen gewirkt werden (Durrer, 1994).



Abb. 5: Hauptweiher der Herzogenmatt (Babbi, 2007).

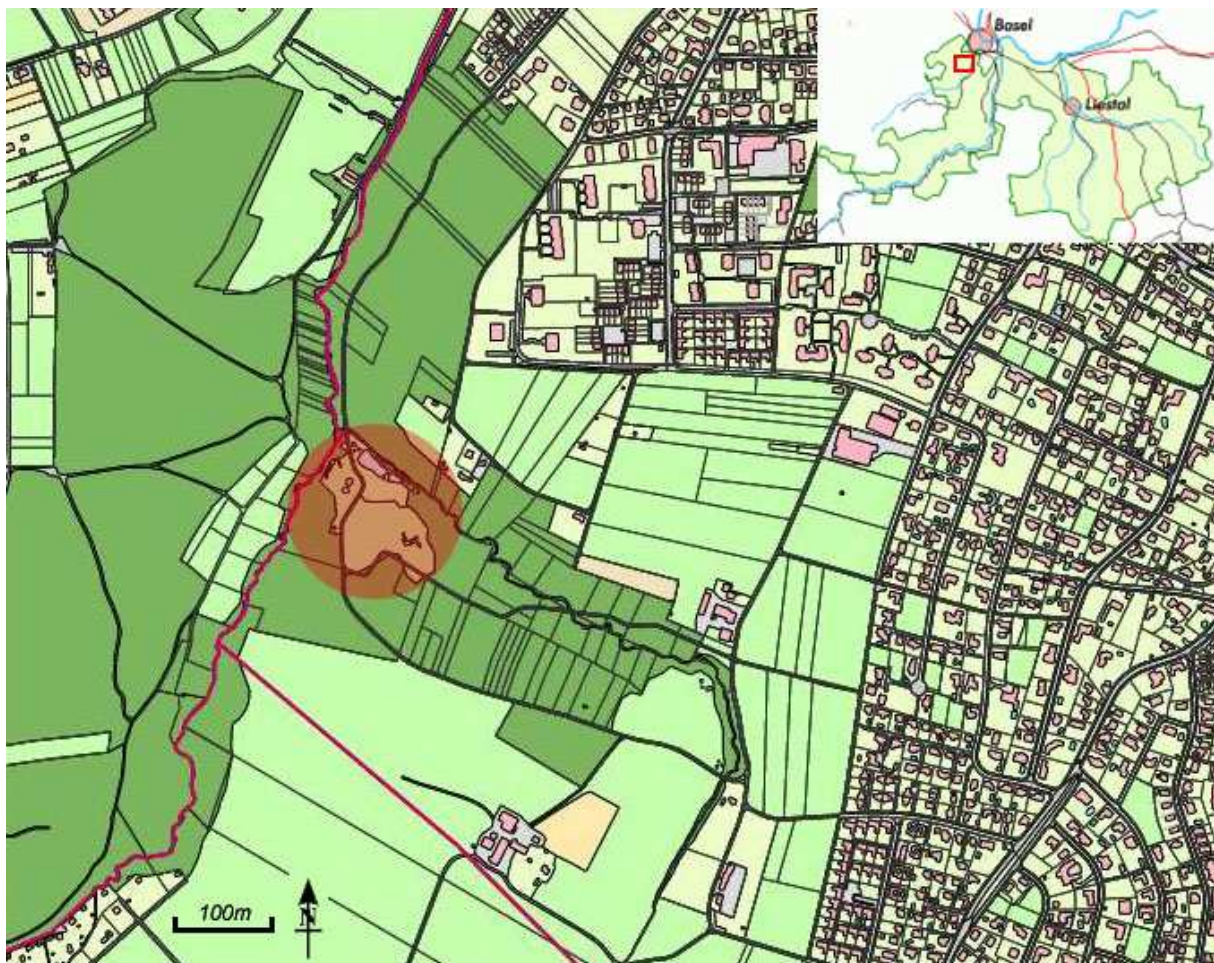


Abb. 6: Ausschnitt von Binningen mit dem rot eingefärbten Naturschutzgebiet Herzogenmatt. (Massstab 1:7000). Die Gesamtübersicht (rechts oben) zeigt den Standort der Gemeinde im Kanton Baselland (www.geo.bl.ch, bearbeitet durch Babbi, 2007).

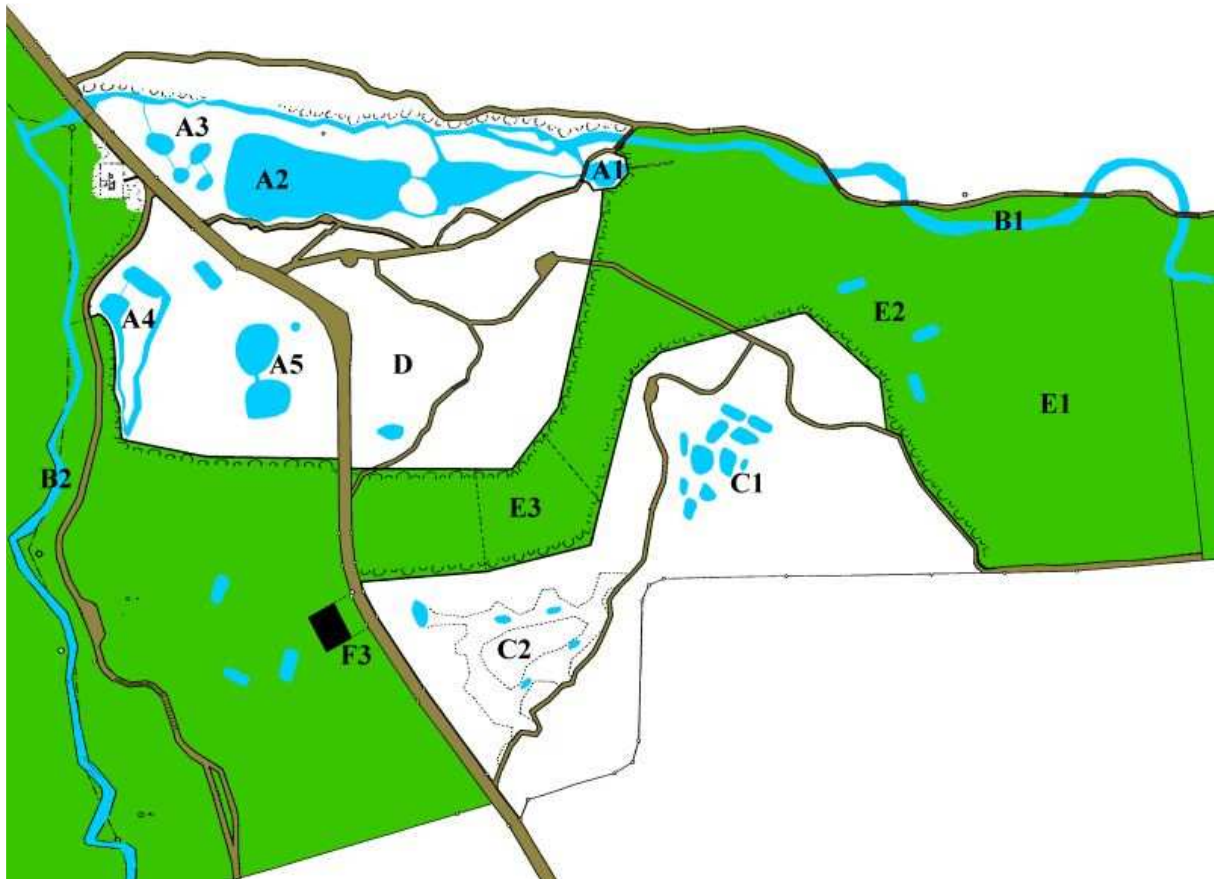


Abb. 7: Übersicht über das Naturschutzgebiet Herzogenmatt
(<http://www.computreff.ch/herzogenmatt/index.htm>).

A	BIOTOP WEIHER	B	BIOTOP BACH	C	BIOTOP ÖDLAND
A1	Absetzbecken	B1	Weierbach	C1	Sumpfwiese
A2	Hauptweiher	B2	Dorenbach	C2	Blockschutthalde
A3	Sonderbiotop Kiesweiher				
A4	Kaskadenweiher				
A5	Flachwassertümpel				
D	BIOTOP WIESE	E	BIOTOP WALD	F	ALLGEMEINES
		E1	Mischwald	F1	Informationstafel
		E2	Waldweiher	F2	Sitzarena
		E3	Gebüschkomplex	F3	Gerätehaus
		E4	Jungwuchs	F4	Feuerstelle
		E5	Feuchte Waldwiese		

2.2 Methoden Wasserchemie

Der Gesamt Phosphat- und Nitratgehalt sowie der Chemische Sauerstoffbedarf wurden mit den Dr. Lange Küvettentests und dem CADAS 30 Photometer bestimmt.

Die Summenparameter Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert und Sauerstoffgehalt wurden direkt am Gewässer mithilfe der Messsonde WTW360i ermittelt. Die Messungen erfolgten an beiden Beprobungstagen jeweils um etwa 16:00 Uhr.

Die Stellen an denen die Wasserproben für die photometrischen Untersuchungen entnommen wurden und die Standorte für die Messungen der Summenparameter sind identisch (Abb. 8).

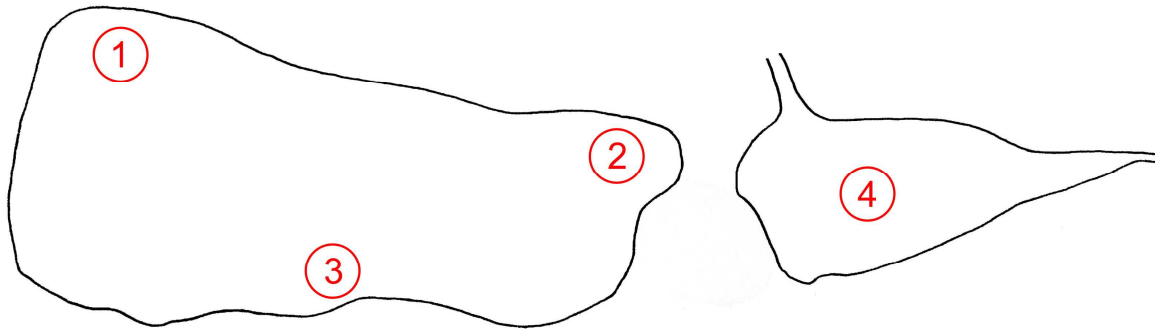


Abb. 8: Hauptweiher mit eingezeichneten Standorten der Wasserproben (Babbi, 2007).

2.3 PLOCH-Methode

Das Vorgehen beruhte auf der Benutzung mehrerer Werkzeuge. Von den fünf möglichen Taxa, welche die PLOCH-Methode für die Gewässeruntersuchung anbietet, wurden für diese Arbeit die Wasserkäfer und die Wasserschnecken ausgewählt. Für alle anderen Tiergruppen sowie auch für die Pflanzen, war der Zeitpunkt dieser Arbeit ungünstig. Selbst für das Erfassen der Wasserkäfer und der Wasserschnecken war der Zeitpunkt nicht optimal. Die PLOCH-Methode definiert für diese beiden Taxa eigentlich einen Untersuchungszeitraum zwischen Juni und August (Oertli et al., 2000). Da diese Semesterarbeit jedoch bereits im Juli abgeschlossen wurde und weil verschiedene Beprobungen miteinander verglichen wurden, erfolgten eine erste Beprobung bereits am 23. April 2007, eine zweite am 08. Mai 2007 und eine dritte am 05. Juni 2007. Aufgrund von Zeitmangel wurde während dieser Arbeit jedoch entschieden, dass die zweite Beprobung nicht ausgewertet wird.

In einem ersten Schritt wurden die Anzahl Probennahmen (n) und deren Standorte am Gewässer ermittelt. Aufgrund der Grösse der Wasseroberfläche und den vorgegebenen Kriterien für die Wahl der Standorte ergaben sich neun Beprobungsorte, welche etwa gleichmässig um den Weiher herum verteilt wurden, so dass an allen vier Uferseiten Beprobungen stattfanden (Abb. 9). Die drei Probennummern 1, 6 und 8 waren Übergänge von Wasser zu Land. Die restlichen sechs Proben erfolgten im Uferbereich. Die Proben wurden an allen Beprobungstagen an denselben Standorten durchgeführt.

Auffällig am Weiher war, dass er aus einem grossen (Abb. 5) und einem kleinen (Abb. 10) Abschnitt bestand. Im Gegensatz zum grossen Teil wurde der Kleine im Frühjahr 2007 nicht geputzt und ausgeräumt (Nobs, 2007), weswegen dieser auch mehrheitlich mit *Hippuris vulgaris* und *Nymphaea alba* überwuchert war. Die Wasserfläche des grossen Teiles war hingegen mehrheitlich offen.

Aufgrund dieser Tatsachen wurde die Probennummer 9 in die Mitte dieses Teilabschnitts versetzt, um

heraus zu finden, ob dieser Teil möglicherweise mehr Tierarten beherbergt als der grosse Teil und so das Ergebnis wesentlich beeinflusst.

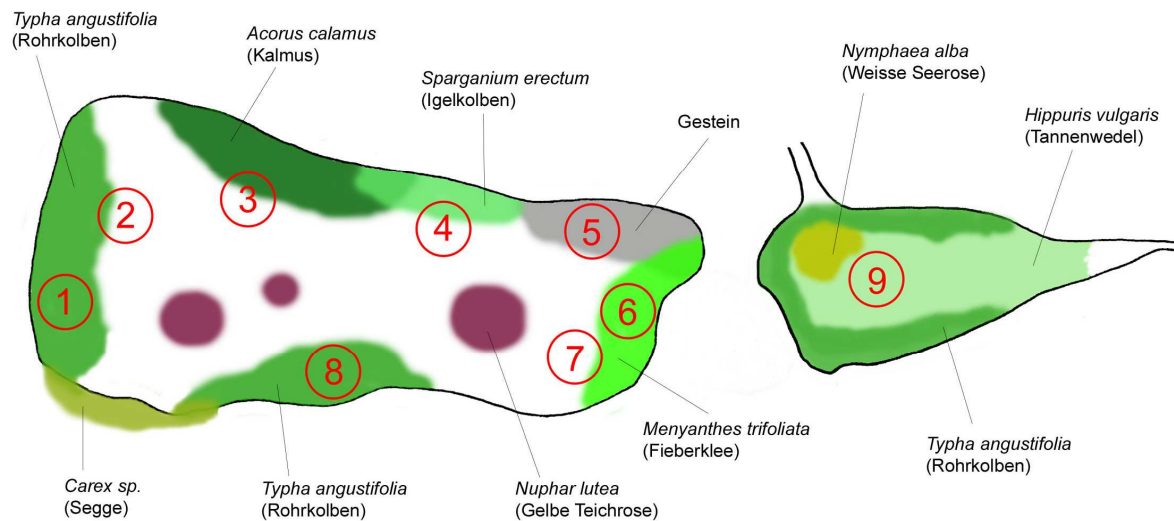


Abb. 9: Probenahmeorte der PLOCH-Methode am Hauptweiher (Babbi, 2007).



Abb. 10: Kleiner Teil des Hauptweihers (Babbi, 2007).

2.3.1 Sammlung der Daten

Während der Durchführung der ersten Beprobung herrschten den ganzen Tag über Sonnenschein und sommerliche Temperaturen. Bei der dritten Beprobung war es hingegen kühler und regnerischer. Auffallend war auch, dass die Vegetation zum Zeitpunkt der ersten Beprobung sowohl am Ufer wie

auch im Wasser deutlich weniger stark entwickelt war als bei der Durchführung der dritten Beprobung. Dies hatte zur Folge, dass es beschwerlich war das Gewässer respektive das Ufer für die Beprobung zu erreichen. Zudem hatte auch der Bewuchs an Wasserpflanzen stark zugenommen, was zur Folge hatte, dass die Probenmenge deutlich grösser ausfiel als bei der ersten Beprobung.

Für die Beprobung wurde das Fangnetz während 30 Sekunden an jedem Standort intensiv hin und her geschwenkt. Das so gesammelte Material (Pflanzen und Schlamm) wurde anschliessend in Plastikgefässe abgefüllt, mit Ethylalkohol (Brennsprit) fixiert und mit der Fundortnummer beschriftet. Das Netz hatte einen Durchmesser von etwa 30 cm und eine Maschengrösse von 0.5 mm. Die Länge des Griffs betrug 1 m.

Im Labor wurden die Wasserkäfer und Wasserschnecken aus den gesammelten Stichproben aussortiert, getrennt und pro Standort einzeln abgelegt, damit sie in einem zweiten Schritt bestimmt werden konnten. Andere Invertebraten sowie die leeren Schneckenhäuser wurden ebenfalls zurückgehalten, obwohl diese nicht in die ökologische Bewertung mit einfließen. Eventuell können diese Daten zu einem anderen Zeitpunkt für andere Untersuchungen gebraucht werden. Jede einzelne Art und jedes einzelne Individuum einer Stichprobe wurde gezählt und bei der Auswertung berücksichtigt.

2.3.2 Bestimmung und Konservierung der Fauna

Alle Bestimmungen erfolgten mit Hilfe eines Binokulars bis auf das Artenniveau. Für das Bestimmen der Wasserkäferlarven und der Imagines wurden die Schlüssel von Freude et al. (1971), Klausnitzer (1996), Dettner und Vondel (1997) und Tachet et al. (2006) verwendet. Für eine Verifizierung der Wasserkäfer wurden die Fänge Herrn Brancucci vom Naturhistorischen Museum in Basel übergeben. Die Bestimmung der Wasserschnecken erfolgte mit dem Schlüssel von Glöer und Meier-Brook (2003).

Zur Konservierung und Aufbewahrung wurden die Wasserkäfer mit Weissleim auf kleine Kartonkeile geklebt und mit Nadeln auf einen Styroporuntergrund gesteckt. Die vollen Schneckenhäuschen wurden in Gefässen mit Ethylalkohol abgelegt. Die leeren Häuschen konnten an der Luft aufbewahrt werden.

2.3.3 Abschätzung des spezifischen Gesamtartenreichtums

Die Abschätzung des spezifischen Gesamtartenreichtums erfolgte zum einen mit dem Jackknife Verfahren und zum anderen mit dem Chao2 Verfahren (Oertli et al., 2000). Mit Hilfe dieser Berechnungen konnte die Gesamtartenzahl des Herzogenmattweihers aus den bereits vorhandenen Stichproben der Wasserkäfer und Wasserschnecken abgeschätzt werden.

Der spezifische Gesamtartenreichtum mit dem Jackknife Verfahren (S_{jk}) berechnete sich mit der

Formel $S_{jk} = S_{obs} + \left(\frac{n-1}{n}\right) \times k$, wobei S_{obs} die Gesamtanzahl an gefundenen Arten war, n die

Stichprobenmenge und k Arten waren, welche an nur einem Standort gefunden werden konnten.

Der spezifische Gesamtartenreichtum mit dem Chao2 Verfahren (S^*) berechnete sich mit der Formel

$S^* = Sobs + \left(\frac{a^2}{2b}\right)$, wobei Sobs wieder für die Gesamtanzahl an gefundenen Arten stand, a für die einmaligen Arten und b für Arten, welche in zwei oder mehreren Stichproben gefunden werden konnten (Oertli et al., 2000).

2.3.4 Berechnung der Naturschutzwerte

Naturschutzwerte eines Gewässers stellen den Reichtum an bedrohten Arten und den Grad der Bedrohung dar. Die Naturschutzwerte wurden anhand der Gesamtartenliste (Tab. 5) berechnet. Für jede taxonomische Gruppe wurde der Gesamtnaturschutzwert C1 und der durchschnittliche Naturschutzwert C2 berechnet. Die Berechnung des zweiten Wertes erlaubte zum einen die mögliche Heterogenität der Stichproben (Intensität, Häufigkeit, Saison) zu kompensieren und zum anderen die Bestrafung von Ökosystemen mit wenig, aber dafür sehr seltenen Arten zu vermeiden (Oertli et al., 2000).

Die Naturschutzwerte beruhten auf dem Bedrohungsgrad der einzelnen Arten nach Brancucci (1994) sowie Rüetschi et al. (1994). Die Werte des Teiches wurde danach durch die Addierung der erhaltenen Extrapunkte (Tab. 3) für jede Art (=C1) und für den Durchschnitt (=C2) erhalten (Oertli et al., 2000).

Tab. 3: Zusatzpunkte die den Arten gemäss ihrem Bedrohungsgrad zugeteilt wurden (Oertli et al., 2000).

	Kategorien der roten Liste der Schweiz					
Fauna	0	1	2	3	4	5
Kategorie IUCN	ausgestorben	vom aussterben bedroht	stark gefährdet	gefährdet	potenziell gefährdet	-
Zusatzpunkte	32	16	12	8	4	1

Die Berechnungen für den spezifischen Gesamtartenreichtum sowie für die Naturschutzwerte erfolgten einmal für alle neun Stichprobenorte und einmal nur für die Stichproben 1 – 8, da Nummer 9, wie oben bereits erwähnt, ein Spezialfall darstellte. Ein Vergleich zwischen diesen Resultaten sollte zeigen, ob es grosse Unterschiede gab, wenn Standort Nummer 9 nicht in die Bewertung mit einfluss.

2.3.5 Bewertung des Grossweihers mit Hilfe der Bezugssysteme

spezifischer Gesamtartenreichtum

Damit der Grossweiher der Herzogenmatt am Ende ökologisch beurteilt werden konnte, musste der aus den neun Stichproben erhaltene spezifische Gesamtartenreichtum mit potentiellen Werten verglichen werden. Diese Vergleichswerte entstanden durch die Anwendung des Excel-Modells 'PREDIR'. Die erzeugten Vergleichswerte beruhten auf den potentiellen Beziehungen, welche in den 80 Gewässern bei der Entwicklung der PLOCH-Methode beobachtet wurden. Das Modell eruierte eine minimale, eine maximale und eine durchschnittliche Vorhersage des spezifischen Gesamtartenreichtums der Wasserkäfer und der Wasserschnecken und stellte diese auf einem Massstab dar. Mithilfe dieser Bezugssysteme konnten die zuvor aus den gesammelten Stichproben berechneten und beobachteten Werte des Gesamtartenreichtums quantifiziert und auf dem erstellten Beurteilungsmassstab angesiedelt werden. Durch die Lokalisierung der taxonomischen Gruppen auf diesem Massstab entstand die Abschätzung der ökologischen Qualität des Grossweihers.

Durchschnittlicher Naturschutzwert C2

Der Naturschutzwert C2 erlaubte die Erzeugung eines Beurteilungsmassstabes für jede einzelne taxonomische Gruppe. Anhand dieser erhaltenen Werte für jede einzelne Tiergruppe, konnte der Grossweiher der Herzogenmatt dann auf dem Massstab unter den 80 Referenzgewässern für jedes einzelne Taxon klassifiziert werden. Dieses Bezugssystem konnte ebenfalls mit einem Excel-Modell, dem 'EVAC2', erzeugt werden.

Sämtliche Exceldateien, welche für die Vorhersage der Werte und für die Erstellung der Bezugssysteme erforderlich waren, wurden auf der offiziellen PLOCH Homepage der Universität Genf (<http://leba.unige.ch/PLOCH/rapport/ploch1234.htm>) herunter geladen.

3 Ergebnisse

3.1 Wasserchemie

Die Daten der wasserchemischen Untersuchungen der einzelnen Standorte (Tab. 4) wurden für eine bessere Übersicht arithmetisch gemittelt. In Anbetracht der zum Teil grossen Messunterschiede zwischen der ersten und der dritten Beprobung wurde drauf verzichtet, diese nochmals zu mitteln. Die genauen Messergebnisse für jeden einzelnen Standort sind im Anhang aufgeführt.

Tab. 4: Physikalische Summenparameter und photometrische Messungen beider Beprobungstermine.

	23. April 2007	05. Juni 2007
Physikalische Summenparameter		
Temperatur (C°)	24.2	24.3
pH-Wert	7.73	7.95
Leitfähigkeit (µS/cm)	579	480
Sauerstoffgehalt (mg/l)	7.78	7.63
Photometrische Messungen		
Nitratgehalt (mg/l NO ₃ -N)	0.171	0.022
Gesamtphosphatgehalt (mg/l PO ₄)	0.539	0.036
Chemischer Sauerstoff Bedarf (mg/l O ₂)	35.0	32.2

3.2 PLOCH-Methode

3.2.1 Erfasste Fauna

Die Gesamtartenliste (Tab. 5) zeigt alle Wasserkäferarten und alle Wasserschneckenarten, die mit der PLOCH-Methode während den zwei Beprobungen erfasst wurden. Die Fangprotokolle der einzelnen Beprobungstermine sind im Anhang aufgeführt.

Tab. 5: Gesamtartenliste der im Grossweiher der Herzogenmatt gefundenen Wasserkäfer- und Wasserschneckenarten mit Angaben zum Bedrohungsgrad in der roten Liste der Schweiz und der Anzahl gefundenen Arten, aufgeteilt nach Funddatum. Die leeren Schneckenhäuschen wurden nicht berücksichtigt.

Wissenschaftlicher Name	Rote Liste CH	Anzahl (23.04.07 / 05.06.07)
Wasserkäfer (Imagines)		
<i>Acilius sulcatus</i>	-	- / 1
<i>Agabus bipustulatus</i>	-	1 / -
<i>Enochrus testaceus</i>	-	- / 6
<i>Graphoderus cinerus</i>	2	2 / -
<i>Graptodytes pictus</i>	3	1 / -
<i>Haliplus heydeni</i>	-	5 / -
<i>Haliplus immaculatus</i>	4	8 / 11
<i>Haliplus lineatocollis</i>	-	- / 1
<i>Haliplus ruficollis</i>	-	2 / -
<i>Helochares obscurus</i>	-	1 / -
<i>Hydroglyphus pusillus</i>	-	6 / -
<i>Hydrovatus cuspidatus</i>	4	3 / 5
<i>Hyphydrus ovatus</i>	-	- / 1
<i>Noterus clavicornis</i>	-	36 / 13
<i>Rhantus pulverosus</i>	-	2 / -
<i>Scirtes hemisphaericus</i>	-	- / 1
Wasserkäfer (Larven)		
<i>Noterus clavicornis</i>	-	- / 4
<i>Scirtes hemisphaericus</i>	-	17 / 7
Unbekannt (versch. Arten)	/	2 / -
Wasserschnecken		
<i>Anisus vortex</i>	3	- / 1
<i>Lymnaea peregra</i>	-	21 / 15
<i>Lymnaea stagnalis</i>	-	2 / 5
<i>Planorbarius corneus</i>	3	3 / 1
<i>Planorbis carinatus</i>	3	22 / 188
<i>Viviparus contectus</i>	2	1 / 3
Unbekannt (gleiche Art)	/	2 / -
Beschädigt	/	2 / -

In den Diagrammen für die Anzahl erfasster Arten (Abb. 11) und für die Anzahl erfasster Individuen (Abb. 12) sind jeweils beide Beprobungstermine zusammengefasst worden. Diagramme für die einzelnen Beprobungstage sind im Anhang abgebildet.

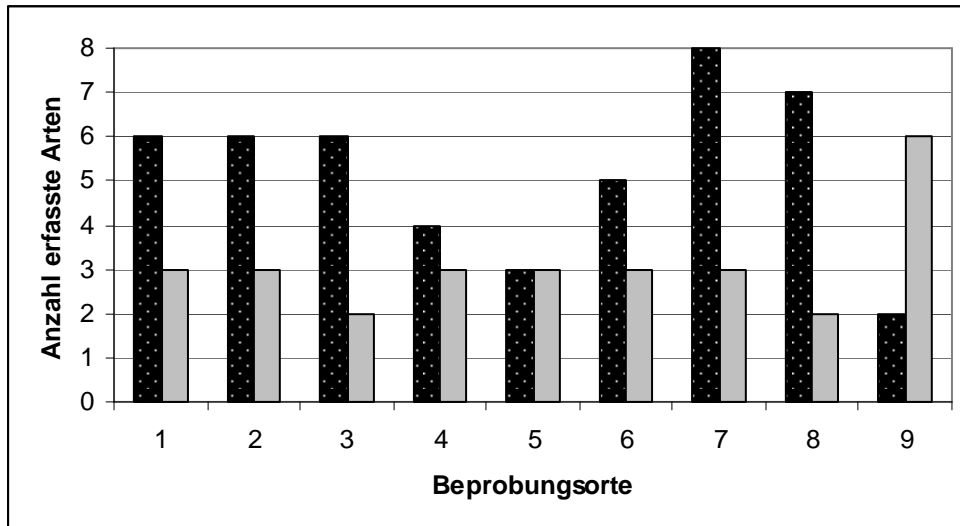


Abb. 11: Anzahl erfasste Wasserkäfer- (■) und Wasserschneckenarten (■), einzeln dargestellt für jeden der neun Standorte.

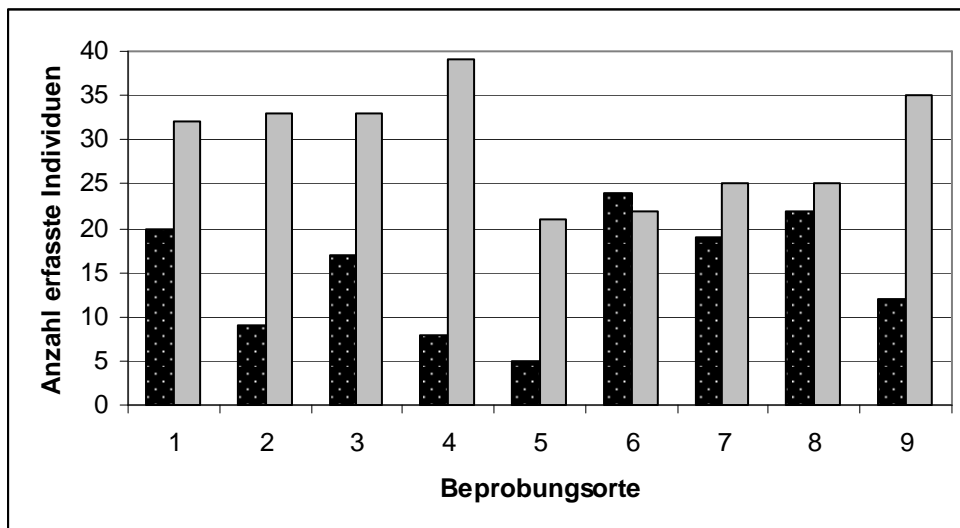


Abb. 12: Anzahl erfasste Individuen von Wasserkäfern (■) und Wasserschnecken (■), einzeln dargestellt für jeden der neun Standorte.

3.2.2 Spezifischer Gesamtartenreichtum

Die berechneten Werte für den spezifischen Gesamtartenreichtum vom 23.04.07 (Tab. 6) und vom 05.06.07 (Tab. 6) wurden jeweils einmal unter Einbezug der Stichprobe 9 berechnet und je einmal ohne Einbezug der Stichprobe 9. Da die Unterschiede der Werte sehr klein waren, wurde bei der Gesamtberechnung beider Beprobungen (Tab. 8) auf eine erneute Trennung verzichtet. Stichprobe 9 wurde demnach mitgerechnet.

Bei allen Werten handelt es sich um gerundete Werte. Die beiden Wasserkäferlarven, die nicht bestimmt werden konnten, flossen trotzdem in die Berechnung mit ein, da es sich um einmalige Arten handelte.

Tab. 6: Vergleich der Werte des spezifischen Gesamtartenreichtums mit dem Jackknife und dem Chao2 Verfahren mit den Daten der ersten Beprobung vom 23.04.07.

	Jackknife		Chao2	
	Mit Probe 9	Ohne Probe 9	Mit Probe 9	Ohne Probe 9
Wasserkäfer	19	19	18	18
Wasserschnecken	8	10	7	10

Tab. 7: Vergleich der Werte des spezifischen Gesamtartenreichtums mit dem Jackknife und dem Chao2 Verfahren mit den Daten der dritten Beprobung vom 05.06.07.

	Jackknife		Chao2	
	Mit Probe 9	Ohne Probe 9	Mit Probe 9	Ohne Probe 9
Wasserkäfer	12	12	10	10
Wasserschnecken	7	7	6	6

Tab. 8: Vergleich der Werte des spezifischen Gesamtartenreichtums mit dem Jackknife und dem Chao2 Verfahren unter Einbezug beider Beprobungen.

	Jackknife	Chao2
Wasserkäfer	28	27
Wasserschnecken	9	8

3.2.3 Naturschutzwerte

Die Naturschutzwerte, welche für die Tiergruppen eruiert wurden, sind ebenfalls einmal ohne und einmal mit Stichprobe 9 ausgerechnet worden. In Tabelle 9 sind die Werte der ersten Beprobung vom 23.04.07 dargestellt und in Tabelle 10 die Werte der dritten Beprobung vom 05.06.07. In Tabelle 11 wurden wiederum beide Beprobungen zusammengefasst.

Tab. 9: Naturschutzwerte die anhand der Daten der ersten Beprobung vom 23.04.07 berechnet wurden.

	C1		C2	
	Mit Probe 9	Ohne Probe 9	Mit Probe 9	Ohne Probe 9
Wasserkäfer	38	38	2.71	2.71
Wasserschnecken	31	31	5.17	5.17

Tab. 10: Naturschutzwerte die anhand der Daten der dritten Beprobung vom 05.06.07 berechnet wurden.

	C1		C2	
	Mit Probe 9	Ohne Probe 9	Mit Probe 9	Ohne Probe 9
Wasserkäfer	15	14	1.67	1.75
Wasserschnecken	38	30	6.33	6

Tab. 11: Berechnete Naturschutzwerte unter Einbezug beider Beprobungstermine.

	C1	C2
Wasserkäfer	42	2.3
Wasserschnecken	39	5.57

3.2.4 Anzahl Beprobungen - Anzahl gefundene Arten

Auf der Datenbasis der zwei ausgewerteten Beprobungen wurde eine Artensättigungskurve (Abb. 13) (Frei, 2007) für jede Tiergruppe erstellt. Sie zeigt, wie viele neue Wasserkäfer- und Wasserschneckenarten bei der dritten Beprobung gefunden wurden.

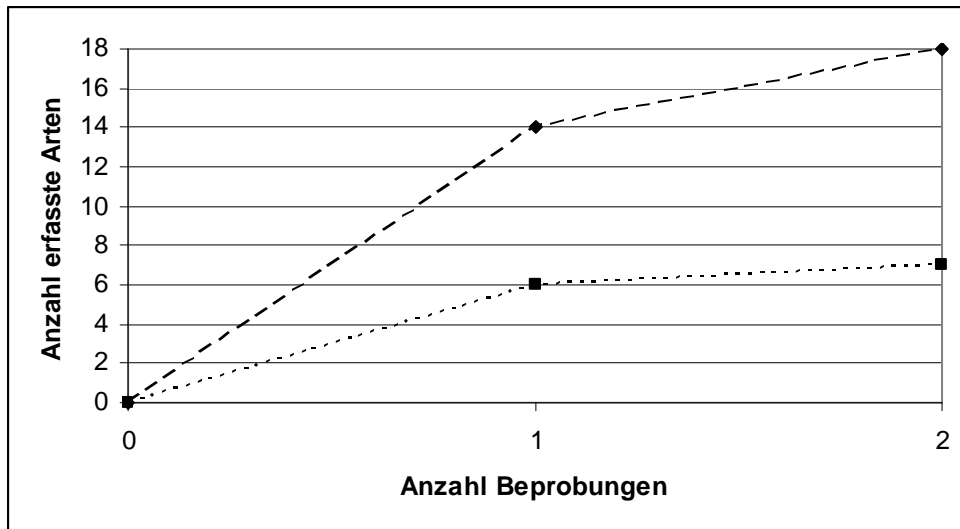


Abb. 13: Artensättigungskurve für die Wasserkäfer (♦) und die Wasserschnecken (■).

3.2.5 Bewertung mit Hilfe des Bezugssystems

Spezifischer Gesamtartenreichtum

Die im oberen Bereich der Abbildungen 14 und 15 abgebildeten Artenmengen beruhen auf den aktuellen biogeographischen, morphometrischen und chemischen Eigenschaften des Grossweiher. Der vorhergesagte Höchstwert und der vorhergesagte Minimalwert beruhen jeweils auf den optimalen beziehungsweise auf den ungünstigsten Verhältnissen aller möglichen Eigenschaften. Sie zeigen, wie viele Arten einer Tiergruppe der Weiher bei besten Bedingungen theoretisch beherbergen könnte.

Da die Auswertung der ersten und der dritten Beprobung zum Teil grosse Unterschiede zwischen den Resultaten aufwies, wurden auf den Bewertungsmassstäben für den spezifischen Gesamtartenreichtum der Wasserkäfer (Abb. 14) und der Wasserschnecken (Abb. 15) jeweils beide Ergebnisse aufgetragen. Zum Vergleich wurde auch das Gesamtergebnis beider Beprobungen dargestellt.

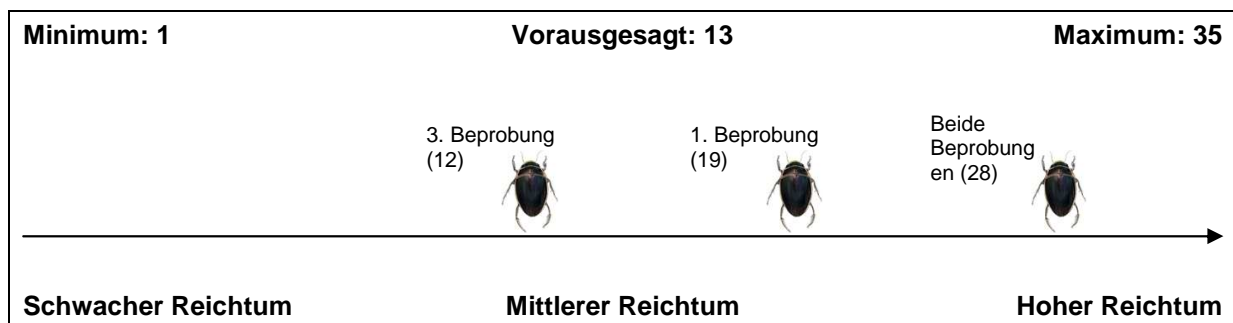


Abb. 14: Bewertungsmassstab für den spezifischen Gesamtartenreichtum der Wasserkäfer. Auf dem Massstab sind die berechneten Jackknife-Werte der einzelnen Beprobungen abgebildet.

4 Diskussion

4.1 Wasserchemie

4.1.1 Gewässerbeurteilung

Die Gewässerbeurteilung bei stehenden Gewässern beruht auf der Ermittlung des Trophiegrades. Das heisst, dass das Gewässer anhand der Nährstoffbelastung und des Sauerstoffhaushaltes in einem Trophiensystem klassifiziert werden kann (Brendelberger und Schwoerbel, 2005).

Auffallend ist, dass sowohl die Nitratwerte als auch die Phosphatwerte der zweiten Beprobung um mindestens einen Faktor zehn tiefer sind als bei der ersten Beprobung. Dementsprechend unterschiedlich ist auch die Klassifizierung im Trophiensystem. Im Vergleich mit den Grenzwerten von Brendelberger und Schwoerbel (2005) sind die Phosphatwerte der ersten Beprobung mit 0.539 mg/l PO₄ ganz klar im hypertrophen Bereich angesiedelt, währenddem die Phosphatwerte der zweiten Beprobung mit 0.036 mg/l PO₄ im eutrophen Bereich liegen. Die Nährstoffbelastung des Grossweihers kann demnach als hoch bis sehr hoch bezeichnet werden. Die gemessenen Nitratwerte von 0.171 mg/l NO₃-N und 0.022 mg/l NO₃-N sind bedeutend besser ausgefallen als noch vor 14 Jahren. Damals wurden Nitratwerte von bis zu 9 mg/l gemessen (Durrer, 1994), daher ist ganz deutlich eine Steigerung der Wasserqualität ersichtlich. Diese Verbesserung ist eindeutig auf die Sanierung des Weiherbeckens zurückzuführen. Die Betonverschalung, welche 1998 gebaut wurde (Frei, 2007) verhindert die Einschwemmung von Nährstoffen aus der Landwirtschaft. Zudem wird der Weiher nicht mehr über den Weiherbach mit Wasser gespeist, sondern nur noch durch Regenwasser.

Theoretisch müssten die Werte des Sauerstoffgehaltes ebenfalls für die Einteilung des Gewässers ins Trophiensystem verwendet werden, jedoch werden dafür Werte benötigt, welche über dem Gewässergrund gemessen werden (Horn und Uhlmann, 2001). Die Messungen während dieser Arbeit erfolgten jedoch im Litoral. Abgesehen davon stimmen die Werte des Sauerstoffgehaltes von 7.78 mg/l und 7.63 mg/l mit den Vergleichswerten von Horn und Uhlmann (2001) und den am Weiher gemessenen Temperaturen überein.

Die grossen Unterschiede bei den Phosphat- und Nitratwerten zwischen der ersten und der zweiten Beprobung können mehrere Ursachen haben. So besteht die Möglichkeit, dass die Pipette bei der ersten oder der zweiten photometrischen Untersuchung falsch eingestellt war und so die Proben zu fest oder zu wenig verdünnt wurden. Um die Ergebnisse zu verifizieren wäre mindestens eine dritte Untersuchung notwendig. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass natürliche Vorgänge im Weiher dafür verantwortlich sind. So unterliegt der Nährstoffgehalt in einem stehenden Gewässer oftmals grossen jahreszeitlichen Schwankungen. Während im Frühjahr Nährstoffe noch in reichlicher Menge zur Verfügung stehen, sinkt dieser Nährstoffgehalt bis Anfang Sommer aufgrund der Massenentwicklung des Phytoplanktons massiv ab (Horn und Uhlmann, 2001).

Die Werte des chemischen Sauerstoffbedarfs zeigen mit 35 mg/l O₂ und 32.2 mg/l O₂ während beiden Beprobungen ähnliche Werte. Diese Werte weisen ebenfalls auf einen eutrophen Zustand des Herzogenmattweihers hin (Anon., 2007). Die pH-Werte liegen mit 7.73 und 7.95 im neutralen Bereich.

4.1.2 Photometrie

Die Methode von Dr. Lange zur quantitativen Bestimmung von Elementen und Verbindungen kann als nahezu perfekt bezeichnet werden. Der geringe Zeitaufwand sowie die einfache Handhabung der Tests sind die charakteristischen Eigenschaften dieser Methode. Sie ermöglichen einen schnellen und sofortigen Einsatz im Labor. Ein Misslingen der Untersuchung kann bei sachgerechter Befolgung der beiliegenden Anleitung praktisch ausgeschlossen werden, da der ganze Vorgang einfach und verständlich ist. Einzig der hohe Preis von etwa 5.- CHF pro Küvette ist ein kleiner Nachteil. Da durch die standardmässig vorgefertigten Küvetten-Tests von Dr. Lange jedoch viel Zeit bei der Durchführung eingespart werden kann, ist der Preis vertretbar.

Eine allgemeine Schwachstelle dieser Methode ist der eingeschränkte Messbereich des Photometers, der für Nitrat zwischen 0.23 - 13.5 mg/l NO₃-N und für den Gesamtphosphat zwischen 0.15 - 4.5 mg/l PO₄ liegt. Proben mit einem sehr hohen Nährstoffgehalt müssten aufwendig verdünnt werden, was bei kleinen Ungenauigkeiten zu folgeschweren Fehlern führen kann. Liegt die Konzentration jedoch unterhalb der Messtoleranz von 0.23 mg/l NO₃-N, was bei sieben von acht Proben der Fall war, beziehungsweise unter 0.15 mg/l PO₄, was bei allen vier Proben vom 05.06.07 der Fall war, so wird die Ermittlung der genauen Werte unmöglich. Bei einer Über- aber insbesondere bei einer Unterschreitung der Werte, muss von ungenauen Ergebnissen gesprochen werden.

Zu beachten ist ausserdem, dass andere Inhaltsstoffe in der Küvette die Analyse beeinflussen können. Bei der Untersuchung des Gesamtphosphats beziehungsweise Gesamtnitrats, spielt dies keine Rolle, da durch den Aufschluss grössere Partikel aufgetrennt werden. Bei sehr geringen Gehalten wirken sich bereits kleinste Verunreinigungen der Küvettenoberfläche negativ auf das Messergebnis aus, deshalb sollten die Küvetten vor dem Messen zur Sicherheit kurz mit einem Papiertuch abgewischt werden.

4.1.3 Multisonde

Das Messen der physikalischen Messgrössen mit dem Multifunktions-Messgerät ist von geringem Zeitaufwand und einfach durchführbar. Das Gerät ist weitgehend selbsterklärend und kann mit wenig technischem Verständnis ohne Probleme sofort bedient werden. Die Resultate dürften normalerweise genau sein, ein anderweitiges Überprüfen der Ergebnisse ist in diesem Fall leider nicht möglich.

Bei der ersten Beprobung am 23.04.07 wurde die Sonde für den Sauerstoffgehalt nicht ganz ordnungsgemäss kalibriert. Die Resultate für diese Messgrösse können daher kleine Abweichungen aufweisen.

4.2 PLOCH-Methode

Die PLOCH-Methode ist eine Methode, welche relativ einfach durchführbar und schnell erlernbar ist, jedoch ist der Aufwand nicht zu unterschätzen. Wie die Auswertungen des spezifischen Gesamtartenreichtums zeigen, werden mit diesem Stichprobenverfahren nicht 100 % aller Arten entdeckt. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die häufigsten und repräsentativsten

Arten der untersuchten Lebensräume gefunden werden und dass das Gewässer trotzdem ökologisch beurteilt werden kann (Oertli et al., 2000).

Da die PLOCH-Methode anhand fünf verschiedener Taxa durchgeführt werden kann, wäre es interessant zu erfahren, ob der Aufwand für die Bewertung mit allen Tiergruppen gleich gross wäre oder ob die Untersuchung mit einer anderen Tiergruppe besser geeignet wäre, um das Gewässer ökologisch zu bewerten. Frei (2007) führte die Untersuchung mit den adulten Libellen und den Exuvien durch und er sprach beispielsweise davon, dass es möglich ist, mit nur zwei Begehungen von jeweils 30 Minuten, die Libellenarten im Gebiet zu erfassen, welche der berechnete Gesamtartenreichtum vorausgesagt hat. Im Vergleich mit anderen Methoden zur Libellenerfassung schloss die PLOCH-Methode in dieser Arbeit daher auch am besten ab, was den Aufwand und den Ertrag anbelangt.

Die Abgrenzung der Beprobungsräume und das Festlegen der Beprobungsorte erwies sich bei der ersten Beprobung als heikel, da der Hauptweiher der Herzogenmatt zu diesem Zeitpunkt noch zu wenig strukturiert war und somit zu wenig verschiedenartige Mikrohabitate aufwies. Ebenso war eine Beprobung in der Mitte des Weihers nicht möglich beziehungsweise nicht sinnvoll, da die Fläche noch weitgehend offen war, folglich keine Pflanzen vorhanden waren. Die Anzahl unterschiedlicher Habitate ist jedoch höher zu gewichten als die Anzahl der effektiven Probennahmen (Oertli et al., 2000). Dies führte schliesslich dazu, dass die 9. Stichprobe in den kleinen Teil des Grossweihers versetzt wurde. Obwohl im kleinen Teil eine zusätzliche Wasserschneckenart erfasst wurde, hat dies keinen Einfluss auf den Wert des Gesamtartenreichtums und den Naturschutzwert. Die Ergebnisse sind beinahe identisch. Auffällig ist jedoch, dass bei der dritten Beprobung der Stichprobe 9, sechs von insgesamt sieben Wasserschneckenarten gefunden werden konnten. Bei allen anderen Standorten konnten jeweils nur maximal drei unterschiedliche Arten entdeckt werden. Dies weist darauf hin, dass die grössere Konzentration an verschiedenen Wasserschneckenarten, auf den hohen Grad des Bewuchses zurück zu führen ist.

Die Diagramme mit der Anzahl erfasster Arten (Abb. 11) und der Anzahl erfasster Individuen (Abb. 12) zeigen, dass die Fänge sehr heterogen verteilt waren. So fällt zum Beispiel auf, dass Standort 5, welcher praktisch nur aus Gestein bestand, viel weniger Arten und Individuen aufwies, als zum Beispiel Standort 7, welcher einerseits viel Arten und andererseits auch viele Individuen beherbergte. Erstaunlich ist jedoch, dass sich die Standorte 1, 6 und 8 kaum von den anderen Standorten bezüglich Artenanzahl und Individuenanzahl abheben. Diese Standorte wiesen lediglich die höchsten Werte bei den Individuenzahlen der Wasserkäfer auf. Dies ist deswegen verwunderlich, da es sich bei diesen drei Standorten um die Übergangstandorte von Land zu Wasser handelt, welche von der PLOCH-Methode als besonders artenreich bezeichnet werden und deswegen auch 1/3 aller Probennahmen ausmachen müssen (Oertli et al., 2000). Aufgrund dieser Auswertung muss deshalb davon ausgegangen werden, dass die Probennahmen an diesen Standorten nicht ganz sachgemäss durchgeführt wurden.

4.2.1 Ökologische Bewertung des Grossweihers mit den Bezugssystemen

Bei Betrachtung der Bewertungsmassstäbe fällt auf, dass bei den Wasserschnecken (Abb. 15) vor allem aber bei den Wasserkäfern (Abb. 14), grosse Unterschiede zwischen den beiden Beprobungsterminen bestehen. Da bei den Wasserschnecken insgesamt viel weniger Arten vorhanden sind, sind auch die Unterschiede auf dem Massstab kleiner als bei den Wasserkäfern. Der Massstab für die Schnecken (Abb. 15) zeigt, dass die Lebensbedingungen im Weiher für diese Tiergruppe sehr gut sind, da sich die Anzahl Schneckenarten am oberen Ende des Massstabes befinden, also nahe am maximalen vorhergesagten Artenreichtum. Die Platzierungen der Wasserkäferwerte auf dem Massstab zeigen hingegen, dass bei dieser Tiergruppe noch Verbesserungen am Weiher vorgenommen werden können, um die Art zu fördern, da die Werte etwa in der Mitte des Massstabes liegen und somit lediglich Durchschnittswerte sind.

Ähnlich wie beim spezifischen Gesamtartenreichtum sind auch bei den Naturschutzwerten kleinere und grössere Unterschiede zwischen der ersten und der dritten Beprobung ersichtlich. Die Abbildung 16 für die Wasserkäfer und die Abbildung 17 für die Wasserschnecken zeigen, an welcher Stelle der Grossweiher der Herzogenmatt, mit Bezug auf die jeweiligen Taxa, auf dem Massstab der 80 Gewässer steht, an denen die PLOCH-Methode entwickelt wurde (Oertli et al., 2000). Bei der ersten Beprobung nehmen die Wasserkäfer den 15. Platz und die Wasserschnecken den 18. Platz unter den 80 Gewässern ein. Bei der dritten Beprobung belegen die Wasserkäfer den 29. Platz und die Wasserschnecken den 8. Platz.

Interessant ist die Tatsache, dass sowohl der spezifische Gesamtartenreichtum, als auch der Naturschutzwert der dritten Beprobung bei beiden Tiergruppen deutlich geringer ausgefallen ist, als bei der ersten Beprobung. Dies ist vor allem darauf zurück zu führen, dass während der dritten Beprobung einerseits weniger Arten und andererseits aber auch nur gewöhnlichere Arten erfasst wurden. Die Ursachen für diese doch grösseren Abweichungen sind schwer abzuschätzen.

Ganz allgemein könnte der Untersuchungszeitraum einen Einfluss auf die unterschiedlichen Werte gehabt haben. Im Methodenbeschrieb der PLOCH-Methode wird vorausgesetzt, dass die Beprobung zwischen Juni und August erfolgen muss (Oertli et al., 2000). Der falsche Zeitpunkt der jetzigen Untersuchung könnte dazu geführt haben, dass der Zeitpunkt, an dem die meisten Arten im Weiher vorhanden sind, noch nicht erreicht wurde. Diese Annahme wird beispielsweise dadurch unterstützt, dass die Mehrheit der Wasserschnecken nur im juvenilen Stadium gefunden wurden. Dieser Faktor könnte demnach einen Einfluss auf die Schwankungen zwischen der ersten und der dritten Beprobung gehabt haben.

Generell kann jedoch festgehalten werden, dass der ökologische Wert des Gewässers als gut bezeichnet werden kann, da die Platzierungen der beiden Taxa im vorderen Drittel der 80 Gewässer angesiedelt sind und auch die Auswertungen des spezifischen Gesamtartenreichtums positiv sind. Jedoch haben die Ergebnisse auch gezeigt, dass die Schlussbeurteilung stark von den Funden und somit auch stark tagesabhängig ist. Die berechneten Werte unter Einbezug beider Beprobungen zeigen wiederum ein anderes Resultat. Die Abweichungen sind nicht gravierend, dennoch ist kein eindeutiges Resultat ersichtlich. Deswegen bleibt die Frage offen, wie zuverlässig und genau die

POCH-Methode wirklich ist, zumal für die Untersuchung eigentlich nur ein Beprobungstermin vorgesehen ist (Oertli et al., 2000).

4.2.2 Erfassung und Bestimmung der Fauna

Von den insgesamt 18 Wasserkäferarten die erfasst wurden, konnten zwei sowohl als Larve als auch als Imago gefunden werden, zwei weitere Arten hingegen nur im Larvenstadium. Leider konnten diese beiden Arten nicht zweifelsfrei bestimmt werden. Ebenso konnte ein Haliplide nicht eindeutig bestimmt werden, da der Kopf fehlte. Insgesamt waren vier gefundene Wasserkäferarten in der Roten Liste der Schweiz eingetragen (Brancucci, 1994). Bei der am häufigsten vorkommenden Art handelte es sich um *Noterus clavicornis*. Mit 53 von insgesamt 137 Individuen machte diese Art mehr als 1/3 der Gesamtmenge aus.

Laut Brancucci (2007) ist der Fund der mediterranen Art *Hydrovatus cuspidatus* sehr interessant, da dies eine seltene Art ist und in der Nordschweiz bis anhin nur an ganz wenigen Stellen gefunden wurde. In der Schweiz sind lediglich im Tessin grössere Vorkommen bekannt.

Ein Vergleich mit Durrer (1994) zeigt, dass die Arten *Hyphydrus ovatus* und *Hydroglyphus pusillus* immer noch im Weiher vorhanden sind. Ausserdem wurden damals auch verschiedene Halipliden gefunden, doch gibt Durrer (1994) die genauen Arten nicht an, weswegen diesbezüglich kein Vergleich angestellt werden kann. Ferner wurden damals noch die Arten *Scarodyles halensis*, *Coelambus confluens* und einige Arten der Gattung *Anacaena* gefunden. Von diesen Arten konnten bei der jetzigen Untersuchung jedoch keine Art nachgewiesen werden.

Total konnten sieben verschiedene Wasserschneckenarten erfasst werden. Eine Art konnte nicht bestimmt werden. Aufgrund zu starker Beschädigung der Gehäuse konnten zwei weitere Exemplare ebenfalls nicht genau bestimmt werden, diese wurden deshalb nicht für die ökologische Bewertung berücksichtigt und flossen als Beschädigte und nicht bestimmte Arten in die Gesamtartenliste mit ein. Insgesamt waren vier Arten in der Roten Liste der Schweiz eingetragen (Rüetschi et al., 1994). Mit 210 von insgesamt 266 Individuen machte die Art *Planorbis carinatus* den grössten Anteil aus.

Die vier Arten *Lymnaea stagnalis*, *Lymnaea peregra*, *Planorbarius corneus* und *Planorbis carinatus* wurden auch schon von Durrer (1994) erwähnt und konnten auch dieses mal wieder nachgewiesen werden.

Wie sich während der Bestimmung der Fauna zeigte, können gewisse Wasserkäferarten nur sehr schwer unterschieden werden. Die vier Arten *Haliplus heydeni*, *Haliplus immaculatus*, *Haliplus lineatocollis* und *Haliplus ruficollis* der Familie der Haliplidae sind sich alle extrem ähnlich. Sie lassen sich lediglich mit Erfahrung und Genitalpräparaten sicher unterscheiden. Die Bestimmung der Wasserschnecken scheint daher auf den ersten Blick einfacher zu sein, da es weitaus weniger Arten gibt als bei den Wasserkäfern und sie meistens schon am Gehäuse zweifelsfrei bestimmt werden können. Doch wie bereits erwähnt, wurden bei den Beprobungen vor allem Jungtiere gefangen, was eine Bestimmung erschwerte, da einige charakteristische Merkmale des Gehäuses noch nicht so stark ausgebildet waren.

4.2.3 Anzahl Beprobungen – Anzahl gefundene Arten

Die Artensättigungskurve (Abb. 13) zeigt, dass sowohl bei den Wasserkäfern, als auch bei den Wasserschnecken, bereits mit der ersten Beprobung die meisten Arten erfasst werden konnten. Bei den Wasserkäfern konnten während der dritten Beprobung nur vier neue Arten und bei den Wasserschnecken sogar nur noch eine neue Art nachgewiesen werden. Die Artensättigungskurve flacht dementsprechend ab. Es wäre jedoch falsch, dies als den Beginn des Sättigungswertes zu betrachten, denn damit der Sättigungsgrad mit Bestimmtheit sichergestellt werden kann, wären weitere Beprobungen notwendig (Frei, 2007). Da diese Daten jedoch nicht vorliegen, werden zum Vergleich die einzelnen Werte des spezifischen Gesamtartenreichtums (Oertli et al., 2000) hinzugezogen. Dieser Wert zeigt, wie viele Arten eines Taxons theoretisch in einem Ökosystem leben müssten. Die Differenz zwischen diesem Wert und den tatsächlich gefundenen Arten gibt an, wie viele Arten nicht erfasst wurden. Die eruierten Werte mit dem Chao2 Verfahren sagen jeweils eine Art weniger voraus als die berechneten Werte mit dem Jackknife Verfahren. Da die Werte zwischen den beiden Verfahren daher nur geringfügige Unterschiede aufweisen, bedeutet dies, dass beide Methoden als gleichwertig zu betrachten sind.

Die Anzahl der gefundenen Arten an Wasserschnecken nach der ersten Beprobung wich nur gerade mit drei Arten vom Jackknife und nur mit zwei Arten vom Chao2 Wert ab. Dies zeigt, dass mit nur einer Beprobung fast alle Schneckenarten erfasst werden konnten. Anders sieht es hingegen bei den erfassten Wasserkäferarten aus. Obwohl zwischen der ersten und der dritten Beprobung nur wenige neue Arten gefunden wurden, sind beide Werte noch weit vom jeweils ermittelten spezifischen Gesamtartenreichtum entfernt. Es sind jeweils etwa zehn bis zwölf Arten, welche laut den Berechnungen nicht festgestellt werden konnten. Für diese Beurteilung wurden die Resultate aus Tabelle 7 verwendet.

Anhand dieser Auswertung kann nun abgeschätzt werden, wie viele Beprobungen theoretisch nötig sind, um mit möglichst wenig Aufwand möglichst viele Arten des Weihers zu erfassen. Oder anders ausgedrückt, ab wann macht es keinen Sinn mehr, den Weiher zu beproben, da der Ertrag an neu gefunden Arten nur minimal ist. Nun wäre es interessant zu erfahren, ob sich die Werte mit weiteren Beprobungen an die Werte des spezifischen Gesamtartenreichtums anpassen würden oder nicht. Wenn dies nicht der Fall wäre und die Artenzahlen auf dem gleichen Niveau verbleiben, kann davon ausgegangen werden, dass eine einzige Beprobung für eine ökologische Bewertung des Gewässers genügend ist, da der Aufwand einer zweiten Beprobung zu gross wäre, für den Ertrag der daraus abgeleitet werden könnte.

4.3 Beitrag zur Erstellung eines Werkzeugs für Gemeinden und Kantone

Wie die Resultate der Artensättigungskurven zeigen, würde es wenig bringen, wenn das Gewässer mehrmals beprobt werden würde. Es besteht zwar durchaus die Möglichkeit, dass noch zusätzliche Arten gefunden werden, doch diese Anzahl scheint nur sehr gering zu sein und hat auf die

Gesamtwertung nur einen kleinen Einfluss. Der Aufwand für eine zweite oder sogar eine dritte Beprobung wäre demnach zu gross und würde sich nicht lohnen.

Die Resultate, welche die Methode liefert, können von Gemeinden und Kantonen sicherlich sehr gut verwendet werden. Es wird schnell klar in welchen Bereichen oder für welche Tiergruppen ein Gewässer bereits gute ökologische Werte aufweist und für welche weniger gute. Durch die Darstellungen auf den Massstäben ist genau ersichtlich, in welchen Bereichen ein Gewässer noch gefördert werden könnte, um die Artenvielfalt zu erhöhen. Auch wird sofort klar ob Schutzmassnahmen am Gewässer nötig sind.

Trotz dieser Aussichten kann eine Eignung der PLOCH-Methode für Kantone und Gemeinden nur bedingt mit Ja beantwortet werden. Dies hängt vor allem mit dem Aufwand zusammen. Die Durchführung der Methode benötigt viel Zeit und ist somit auch mit hohen Kosten verbunden (Frei, 2007). Von den fünf Taxa, welche für die Untersuchung eines Gewässers vorgesehen sind, sind vor allem die Wasserkäfer und die Wasserschnecken besonders aufwändig in der Bearbeitung. Dies ist in erster Linie auf das begrenzte Wissen und die Sachkenntnis in der Taxonomie dieser Tiergruppen zurück zu führen. Für die zuverlässige Bestimmung dieser Tierarten sind zwingend Fachleute notwendig. Damit diese Probleme beseitigt werden können, müssten die Personen, welche die Methode anwenden, speziell dafür ausgebildet werden (Oertli et al., 2005). Dieser grosse Aufwand, welcher natürlich auch von der Grösse des Gewässers abhängig ist (Oertli et al., 2000), dürfte sicher ein Hauptgrund sein, welcher die Gemeinden und Kantone abschrecken könnte. Ausserdem müsste ausgerechnet werden, ob es sich überhaupt lohnen würde, extra Fachpersonal dafür auszubilden oder anzustellen. Zumal diese Personen kaum jeden Tag Gewässer beurteilen würden. Aufgrund dieser Tatsachen wäre es wahrscheinlich kostengünstiger und effizienter, wenn der Kanton oder die Gemeinde sporadisch ein externes Umwelt- oder Ökobüro für eine solche Untersuchung beauftragt.

Obwohl die PLOCH-Methode laut Oertli et al. (2005) bereits verhältnismässig ökonomisch ist, besteht trotzdem die Möglichkeit, dass die Kosten in Zukunft noch verringert werden können (Oertli et al., 2005). Deswegen wird die PLOCH-Methode gegenwärtig auf mögliche Einsparungen hin überprüft und weiter entwickelt (Frei, 2007). Eventuell könnte die Methode in diesem Zusammenhang so angepasst werden, dass das Gewässer nur anhand der Pflanzen beurteilt werden könnte. Das Fachwissen in diesem Bereich dürfte zur genüge vorhanden sein. Dies würde die PLOCH-Methode für Gemeinden und Kantone wahrscheinlich attraktiver machen. Ausserdem müssten genauere Regeln oder Anweisungen für die Beprobung der Übergangstandorte aufgestellt werden, da dies ein heikler Punkt ist. Es besteht durchaus das Risiko, dass verschiedene Anwender der PLOCH-Methode, diesen Teil der Beprobung jeweils unterschiedlich Interpretieren und Anwenden und so das Resultat verfälschen.

4.4 Schlussbemerkung

Um heraus zu finden, wie effizient die PLOCH-Methode wirklich ist und wie gross der minimale Aufwand für eine vollständige Artenerfassung tatsächlich ist, müssten mehr Untersuchungen angestellt werden. Gerade bei zwei Beprobungen ist es enorm schwierig oder sogar unmöglich,

aussagekräftige Schlüsse ziehen zu können, da die Werte nicht mit einer dritten Beprobung verglichen werden können. Daher ist es bedauerlich, dass die zweite Beprobung vom 8. Mai 2007 aufgrund des Zeitmangels nicht ausgewertet werden konnte. Möglicherweise hätten diese Daten noch zusätzliche Anhaltspunkte über die Effizienz und den minimalen Aufwand geben können.

5 Literaturverzeichnis

- Anon. (2007): Trophiesystem – Wikipedia, Die freie Enzyklopädie.
<http://de.wikipedia.org/wiki/Trophiesystem> (20.07.2007).
- Borer, G. (2006): Naturschutzgebiet Herzogenmatt, Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung.
<http://www.computreff.ch/herzogenmatt/texte/geschichte.htm> (30.06.2007).
- Brancucci, M. (1994): Rote Liste der gefährdeten Wasserkäfer (nur Hydradephaga) der Schweiz.
BAFU, Bern.
- Brancucci, M. (2007): Konservator Biowissenschaften Naturhistorisches Museum Basel (mündliche Mitteilung).
- Brendelberger, H., Schwoerbel, J. (2005): Einführung in die Limnologie. Spektrum Akademischer Verlag, München.
- Dettner, K., Vondel, v.B.J. (1997): Süßwasserfauna von Mitteleuropa, Insecta: Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Hygrobiidae. Band 20. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Durrer, S. (1994): Naturschutzgebiet Herzogenmatt. Verein zur Förderung des Naturschutzgebietes Herzogenmatt, Binningen.
- Frei, M. (2007): Erfassung von Libellen (O. Odonata) an stehenden Kleingewässern – ein Methodenvergleich. Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz, Universität Basel, Schweiz.
- Freude, H., Harde, K.W., Lohse, G.A. (1971): Die Käfer Mitteleuropas – Adephaga 2: Palpicornia, Histeroidea, Staphyloidea. Band 3. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Glöer, P., Meier-Brook, C. (2003): Süßwassermollusken. 13. Aufl. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg.
- Harde, K.W., Severa, F. (2006): Der Kosmos Käferführer. 5. Aufl. Kosmos Verlag, Stuttgart.
- Horn, U., Uhlmann, D. (2001): Hydrobiologie der Binnengewässer. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Jundt, H.U. (2007): Präsident Förderverein Herzogenmatt (mündliche Mitteilung).
- Klausnitzer, B. (1996): Käfer im und am Wasser. 2. Aufl. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Lellák, J. (1987): Muscheln und Wasserschnecken. Lingen Verlag, Köln.
- Nobs, F. (2007): Leiter Pflegearbeiten Herzogenmatt (mündliche Mitteilung).
- Oertli, B., Auderset, J., Castella, E., Juge, R., Lachavanne, J.B. (2000): Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse. (unveröffentlicht).
- Oertli, B., Auderset, J., Castella, E., Juge, R., Lehmann, A., Lachavanne, J.B. (2005): PLOCH: a standardized method for sampling and assessing the biodiversity in ponds. *Aquatic Conservation: Mar. Freshw. Ecosyst.* 15, S. 665 – 679.

- Rüetschi, J., Turner, H., Wüthrich, M. (1994): Rote Liste der gefährdeten Weichtiere der Schweiz. BAFU, Bern.
- Storch, V., Welsch, U. (2004): Systematische Zoologie. 6. Aufl. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., Usseglio-Polatera, P. (2000): Invertébrés D'eau douce – Systématique, biologie, écologie. CNRS ÉDITIONS, Paris.

Anhang

Homepage

Fangprotokolle

Messwerte Wasserchemie

SOP der PLOCH-Methode

Homepage

Die Homepage, welche für diese Semesterarbeit erstellt wurde, kann unter folgender Adresse im Internet erreicht werden:

<http://www.herzogenmatt-ploch.ch.vu/>

Sitemap

Die Navigation der Homepage wurde relativ einfach gehalten (Abb. 18). Das Hauptmenü besteht aus sechs Menüpunkten, wobei die Startseite (Abb. 19) dem Menüpunkt Home entspricht. Bei den zwei Menüpunkten Inhalt (Abb. 20) und Fauna erscheint jeweils ein kleines Untermenü mit vier beziehungsweise zwei zusätzlichen Menüpunkten.

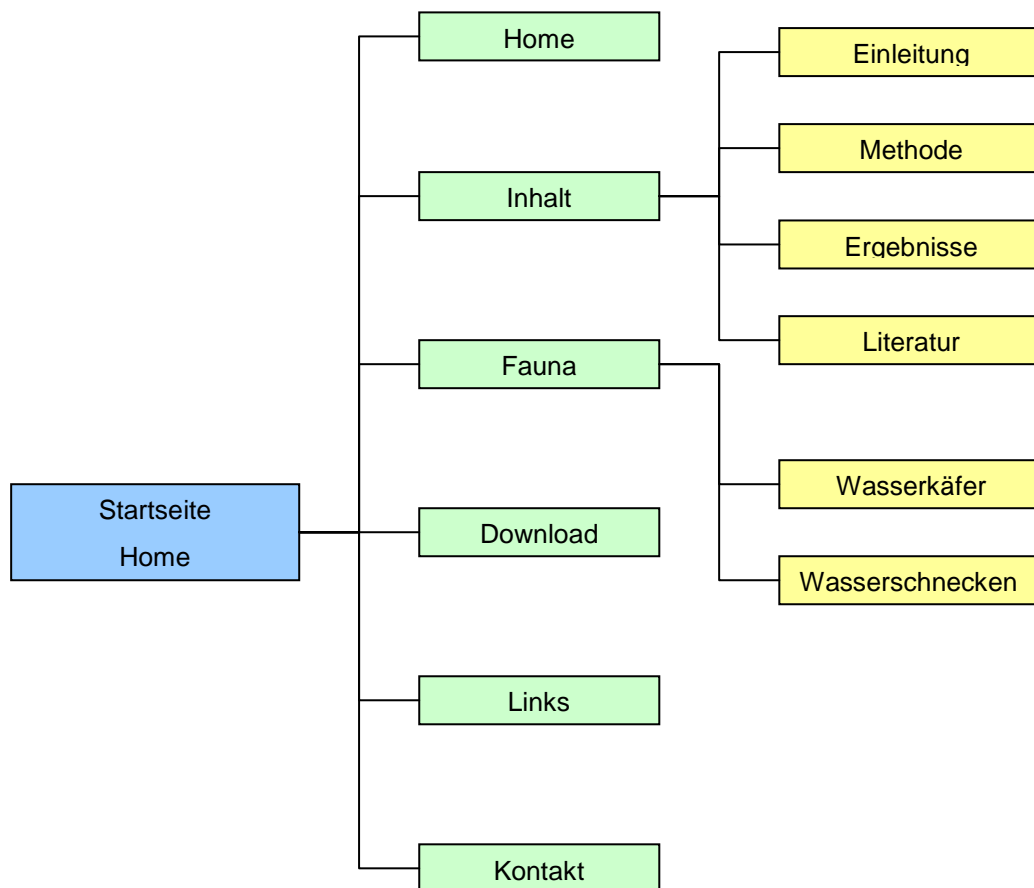


Abb. 18: Menüstruktur der Homepage (Babbi, 2007)

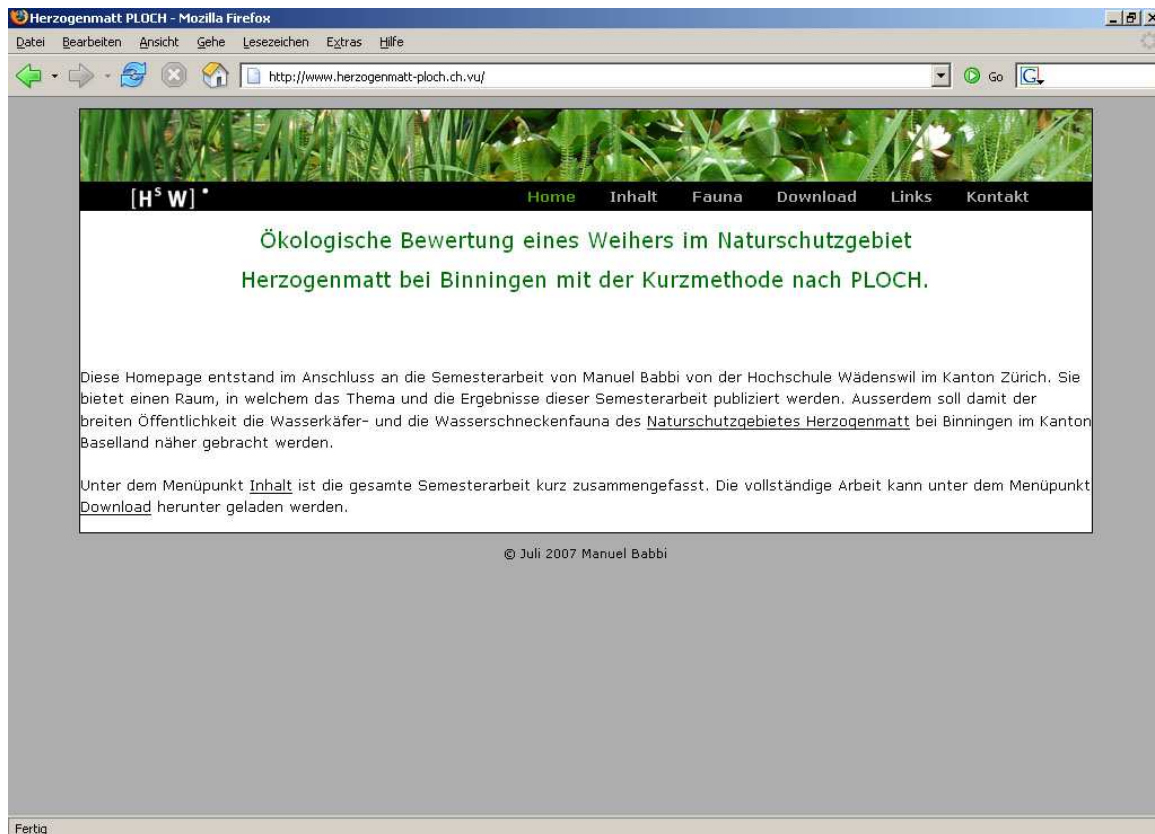


Abb. 19: Startseite der Homepage (Babbi, 2007)

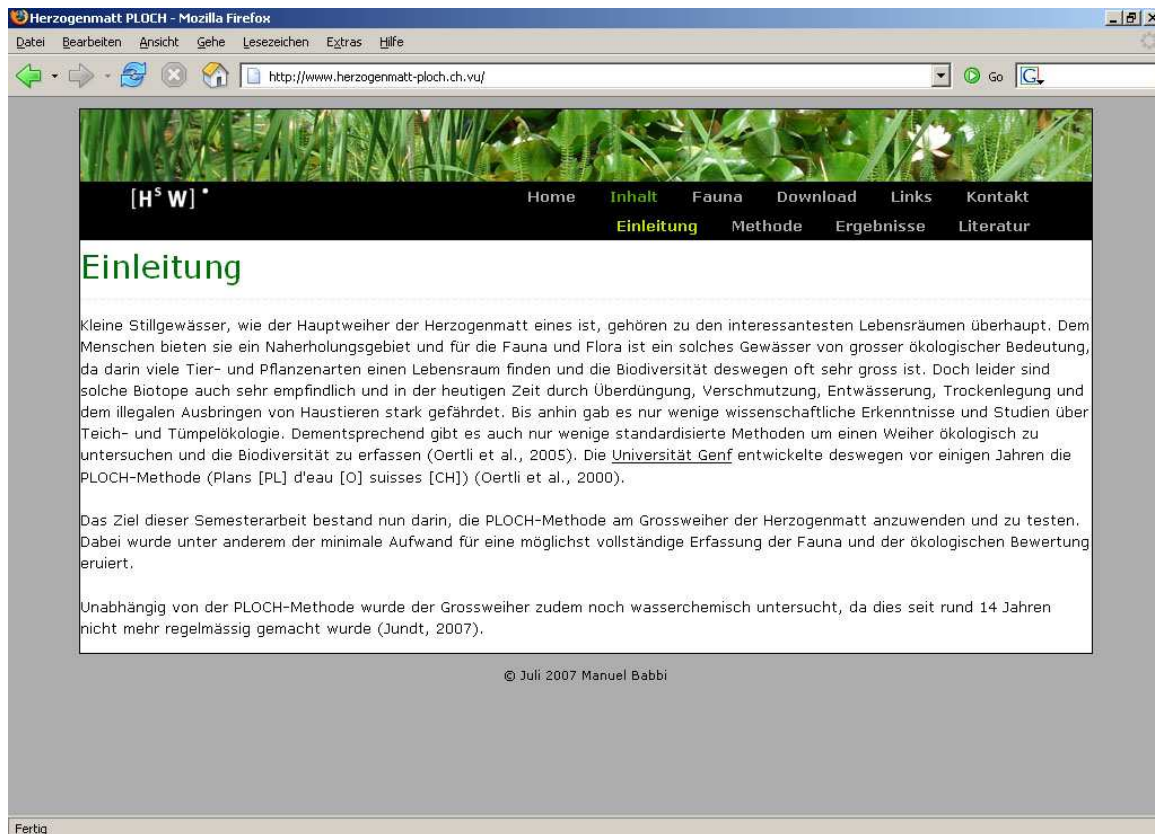


Abb. 20: Diese Seite erscheint, wenn der Menüpunkt Inhalt angeklickt wird (Babbi, 2007).

Inhalt der Homepage

Die Homepage ist im Wesentlichen eine Kurzzusammenfassung der Semesterarbeit. Wer die Semesterarbeit im Detail studieren will, kann die Arbeit im PDF Format unter dem Menüpunkt Download herunterladen. Des Weiteren wurden zusätzlich Fotos von allen gefundenen Wasserkäferarten (Abb. 21) und Wasserschneckenarten abgebildet. Bei einem Klick auf das kleine Vorschaufoto, erscheint der Käfer in einer grossen Auflösung. Die Fotos sind nach Familien geordnet und mit einem Begleittext zu jeder Familie versehen. Zusätzlich wurden eine Seite mit Links und eine Seite mit Kontaktadressen aufgeschaltet.

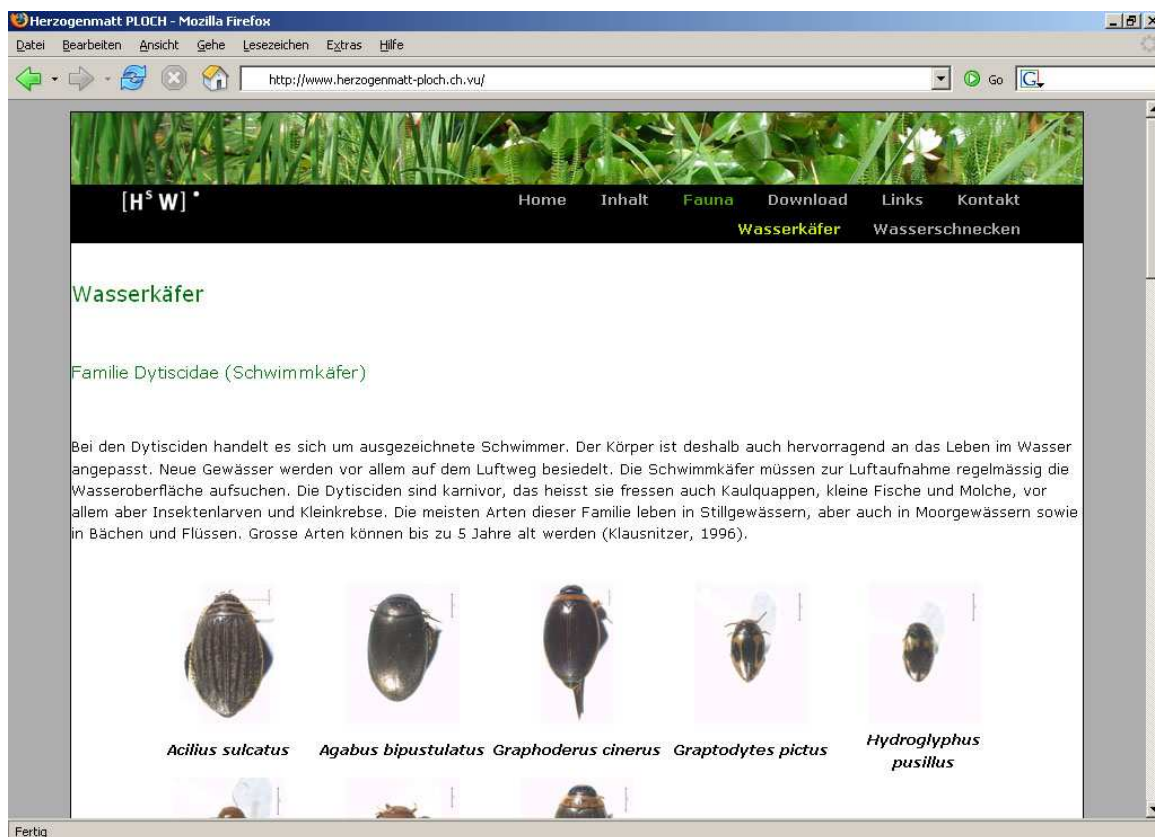


Abb. 21: Diese Seite erscheint, wenn zuerst der Menüpunkt Fauna und anschliessend der Menüpunkt Wasserkäfer angeklickt wird (Babbi, 2007).

Fangprotokolle

Die Tabellen 12, 13, 14 und 15 zeigen die Fangprotokolle der einzelnen Beprobungstermine.

Tab. 12: Auflistung aller bei der ersten Beprobung am 23.04.07erfassten Wasserkäfer- (Larven und Imagines) und Wasserschneckenarten, aufgeführt mit der Anzahl Individuen für jeden einzelnen Standort. In der letzten Spalte sowie in den untersten zwei Zeilen sind jeweils die Summen der Individuen und der Arten für jeden Standort zusammengefasst.

Art	Standorte									Anz. Individuen pro Art
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Coleopteren Imagines										
<i>Agabus bipustulatus</i>							1			1
<i>Graphoderus cinereus</i>	1	1								2
<i>Graptodytes pictus</i>								1		1
<i>Haliplus heydeni</i>				1		3	1			5
<i>Haliplus immaculatus</i>	2					3	2	1		8
<i>Haliplus ruficollis</i>	2									2
<i>Helochares obscurus</i>								1		1
<i>Hydroglyphus pusillus</i>							6			6
<i>Hydrovatus cuspidatus</i>		1					2			3
<i>Noterus clavicornis</i>	9		5	4		2	3	4	9	36
<i>Rhantus pulverosus</i>							2			2
Anz. Individuen pro Standort	14	2	5	5	0	8	17	7	9	
Anz. Arten pro Standort	4	2	1	2	0	3	7	4	1	
Coleopteren Larven										
<i>Unbekannt</i>				1	1					2
<i>Scirtes hemisphaericus</i>	1	2	2			6	1	5		17
Anz. Individuen pro Standort	1	2	2	1	1	6	1	5	0	
Anz. Arten pro Standort	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
Gastropoden										
<i>Lymnaea peregra</i>						1			20	21
<i>Lymnaea stagnalis</i>	1					1				2
<i>Planorbarius corneus</i>		1							2	3
<i>Planorbis carinatus</i>	3	3	1	2	1	4	4	2	2	22
<i>Viviparus contectus</i>				1						1
<i>Unbekannt</i>							2			2
<i>beschädigt</i>				1				1		2
Anz. Individuen pro Standort	4	4	1	3	1	6	6	2	24	
Anz. Arten pro Standort	2	2	1	2	1	3	2	1	3	

Bivalvia										
<i>Pisidium sp.</i>						1				1

Tab. 13: Auflistung aller bei der ersten Beprobung am 23.04.07 erfassten leeren Wasserschneckenhäuschen, aufgeführt mit der Anzahl Individuen für jeden einzelnen Standort. In der letzten Spalte sowie in den untersten zwei Zeilen sind jeweils die Summen der Individuen und der Arten für jeden Standort zusammengefasst.

Art	Anzahl Individuen/Standorte									Anz. Individuen pro Art
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Gastropoden										
<i>Lymnaea peregra</i>		1				1			2	4
<i>Lymnaea stagnalis</i>	1			2		3				6
<i>Planorbarius corneus</i>	5		1							6
<i>Planorbis carinatus</i>	6	3	2	3		6	6			26
<i>Viviparus contectus</i>				1		2		1		4
Unbekannt	1									1
Unbekannt (zwei beschädigt, eine Landschnecke)	2		1							3
Anz. Individuen pro Standort	13	4	3	6	0	12	6	1	2	
Anz. Arten pro Standort	4	2	2	3	0	4	1	1	1	

Tab. 14: Auflistung aller bei der ersten Beprobung am 05.06.07 erfassten Wasserkäfer- (Larven und Imagines) und Wasserschneckenarten, aufgeführt mit der Anzahl Individuen für jeden einzelnen Standort. In der letzten Spalte sowie in den untersten zwei Zeilen sind jeweils die Summen der Individuen und der Arten für jeden Standort zusammengefasst.

Art	Standorte									Anz. Individuen pro Art
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Coleopteren Imagines										
<i>Acilius sulcatus</i>								1		1
<i>Enochrus testaceus</i>	1	1	3					1		6
<i>Halipus immaculatus</i>	1		1	1	3	3		2		11
<i>Halipus lineatocollis</i>		1								1
<i>Hydrovatus cuspidatus</i>		1	1			3				5
<i>Hyphydrus ovatus</i>			1							1
<i>Noterus clavicornis</i>	2		3	1		3	1	2	1	13
<i>Scirtes hemisphaericus</i>								1		1

Unbekannt weil Kopf ab		1								1
Anz. Individuen pro Standort	4	3	9	2	3	9	1	7	1	
Anz. Arten pro Standort	3	3	5	2	1	3	1	5	1	
Coleopteren Larven										
<i>Noterus clavicornis</i>		2			1			1		4
<i>Scirtes hemisphaericus</i>	1		1			1		2	2	7
Anz. Individuen pro Standort	1	2	1	0	1	1	0	3	3	
Anz. Arten pro Standort	1	1	1	0	1	1	0	2	2	
Gastropoden										
<i>Anisus vortex</i>									1	1
<i>Lymnaea peregra</i>			1	3	3		4		4	15
<i>Lymnaea stagnalis</i>	1				1	1			2	5
<i>Planorbarius corneus</i>	1								1	2
<i>Planorbis carinatus</i>	26	28	31	33	16	15	15	22	2	188
<i>Viviparus contectus</i>		1						1	1	3
Anz. Individuen pro Standort	28	29	32	36	20	16	19	23	11	
Anz. Arten pro Standort	3	2	2	2	3	2	2	2	6	

Tab. 15: Auflistung aller bei der ersten Beprobung am 05.06.07 erfassten leeren Wasserschneckenhäuschen, aufgeführt mit der Anzahl Individuen für jeden einzelnen Standort. In der letzten Spalte sowie in den untersten zwei Zeilen sind jeweils die Summen der Individuen und der Arten für jeden Standort zusammengefasst.

Art	Anzahl Individuen/Standorte									Anz. Individuen pro Art
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Gastropoden										
<i>Anisus vortex</i>									1	1
<i>Lymnaea peregra</i>	1				2		2		3	8
<i>Lymnaea stagnalis</i>			1	1	1				1	4
<i>Planorbarius corneus</i>	2	3			1	1				7
<i>Planorbis carinatus</i>	3		1	1		6				11
<i>Viviparus contectus</i>	1	1			2					4
Anz. Individuen pro Standort	7	4	2	2	6	7	2	0	5	
Anz. Arten pro Standort	4	2	2	2	4	2	1	0	3	

Die Abbildungen 22, 23, 24 und 25 stellen die Fangergebnisse der Beprobungen graphisch dar. Bei den Schnecken wurden nur die vollen Häuschen mitgezählt.

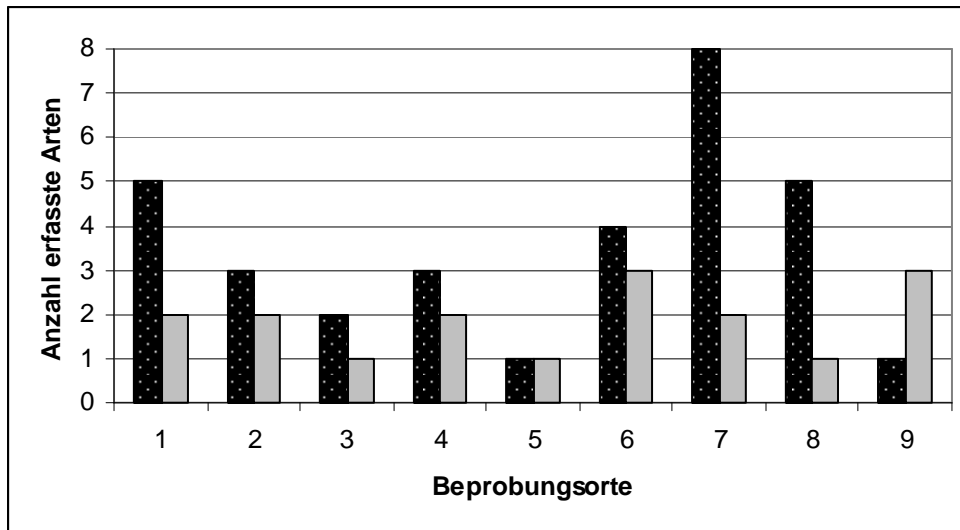


Abb. 22: Anzahl erfasste Wasserkäfer- (■) und Wasserschneckenarten (■) der ersten Beprobung vom 23.04.07, einzeln dargestellt für jeden der neun Standorte.

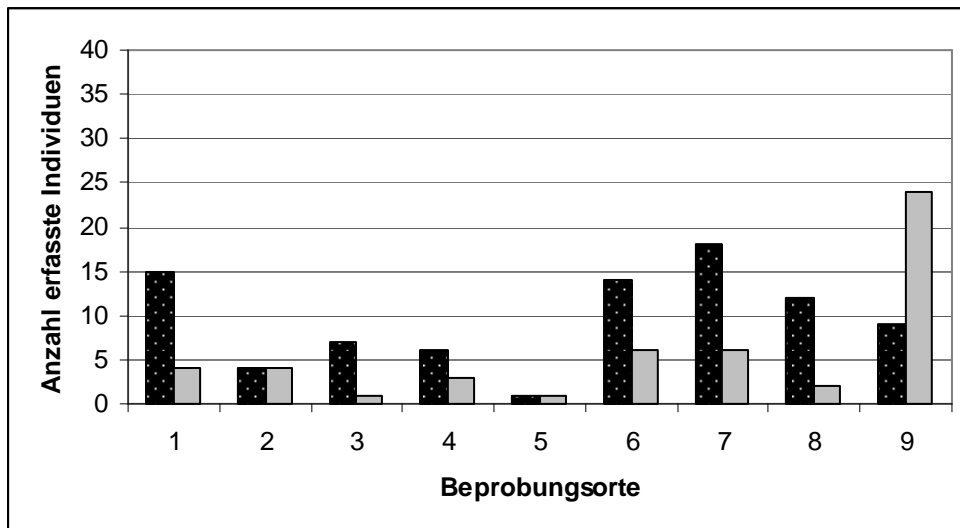


Abb. 23: Anzahl erfasster Individuen von Wasserkäfern (■) und Wasserschnecken (■) der ersten Beprobung vom 23.04.07, einzeln dargestellt für jeden der neun Standorte.

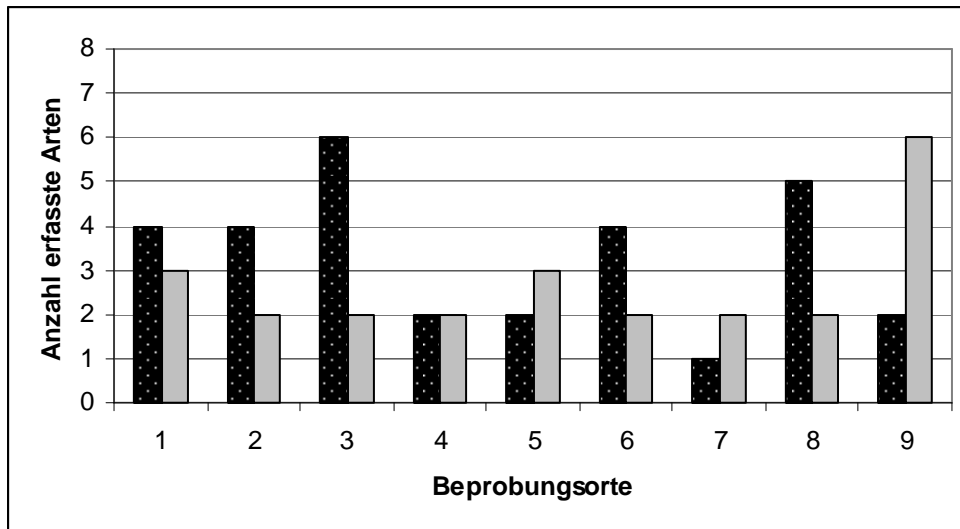


Abb. 24: Anzahl erfasste Wasserkäfer- (■) und Wasserschnellenarten (■) der dritten Beprobung vom 05.06.07, einzeln dargestellt für jeden der neun Standorte.

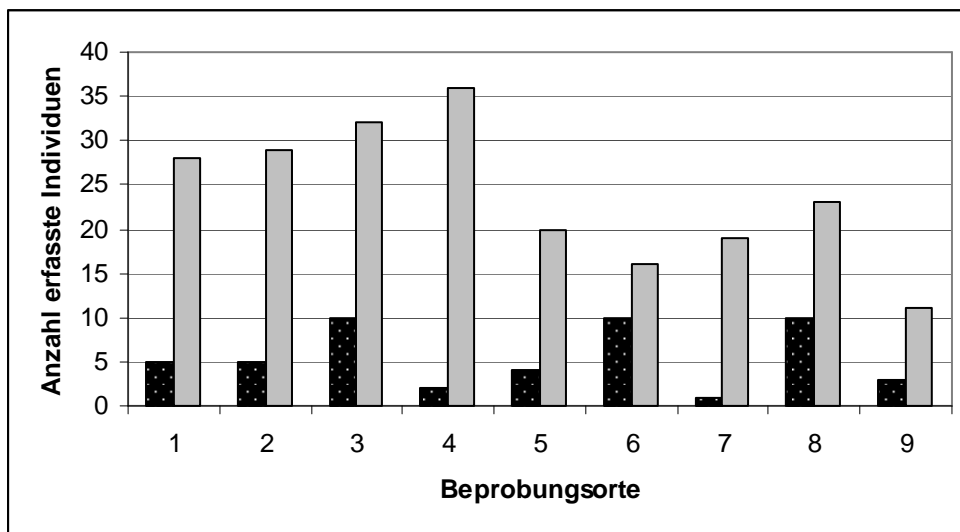


Abb. 25: Anzahl erfasster Individuen von Wasserkäfern (■) und Wasserschnellen (■) der dritten Beprobung vom 05.06.07, einzeln dargestellt für jeden der neun Standorte.

Messwerte Wasserchemie

Die mit der Multisonde gemessenen physikalischen Summenparameter sind für jeden Beprobungsort einzeln aufgelistet (Tab. 16).

Tab. 16: Die Ergebnisse der ersten Beprobung vom 23.04.07 sind links und die Ergebnisse der zweiten Beprobung vom 05.06.07 sind rechts dargestellt.

Standort	Temperatur		pH-Wert		Leitfähigkeit		Sauerstoffgehalt	
	(°C)				(µS/cm)		(mg/l)	
1	25.8	25.2	7.45	7.91	641	448	6.82	7.60
2	24.2	24.0	7.62	8.01	557	441	7.56	7.48
3	23.8	24.8	7.75	8.03	566	447	6.91	8.12
4	22.9	23.1	8.11	7.86	551	582	9.83	7.32

Die mit dem Photometer ausgewerteten Messergebnisse der Wasserproben sind ebenfalls für jeden einzelnen Beprobungsort aufgelistet (Tab. 17).

Tab. 17: Photometrische Messungen. Die Ergebnisse der ersten Messung (23.04.07) sind links und die Ergebnisse der zweiten Messung (05.06.07) sind rechts dargestellt.

Standort	Nitratgehalt		Phosphatgehalt		Chemischer Sauerstoff Bedarf (mg/l O ₂)	
	(mg/l NO ₃ -N)		(mg/l PO ₄)			
1	0.179	0.022	0.736	0.035	37.1	23.9
2	0.254	0.008	0.275	0.035	36.1	40.0
3	0.215	0.012	0.241	0.030	31.5	30.1
4	0.034	0.047	0.905	0.043	35.2	34.8

SOP der PLOCH-Methode

Prinzip

Die PLOCH-Methode wurde von Oertli et al. (2000) an der Universität Genf entwickelt und dient der ökologischen Bewertung von Teichen, Weihern und kleinen Seen. Bei der Durchführung dieser Methode müssen die Wasserkäfer und die Wasserschnecken mit einem standardisierten Verfahren erfasst und ausgewertet werden. Diese Bewertungsmethode beruht auf der Benutzung mehrerer Werkzeuge, welche es erlauben, das Gewässer aufgrund der spezifischen Diversität und der Menge an bedrohten Arten ökologisch zu qualifizieren (Oertli et al., 2000).

Anwendungsbereich

Die Grösse des zu untersuchenden Gewässers spielt keine Rolle. Der Aufwand ist umso grösser, je grösser auch das Gewässer ist.

Die Beprobung sollte jeweils zwischen Juni und August erfolgen (Oertli et al., 2000).

Diese SOP gilt nur für die Wasserkäfer und die Wasserschnecken.

Material

- ◆ Es wird ein Eimer benötigt, in welchen die Probennahmen hineinbegeben werden können.
- ◆ Diverse kleine Behälter, in welche die Proben abgepackt werden können, damit sie später im Labor ausgewertet werden können. Es wird pro Probennahmeort mit etwa zwei bis drei Behältern (100 ml) gerechnet.
- ◆ Ethylalkohol (Brennsprit) um die Proben zu fixieren
- ◆ Fangnetz mit einem Durchmesser von etwa 20 cm und einer maximalen Maschengrösse von 0.5 mm. Die Grifflänge sollte mindestens einen Meter betragen (Oertli et al., 2000).
- ◆ Sehr hilfreich sind zudem verschiedenen Utensilien wie zum Beispiel Löffel und Plastikbecken. Sie erleichtern das Abpacken und das aussortieren der Tiere.

Ausführung

I Sammlung der Daten

PLOCH

In einem ersten Schritt werden die Anzahl Probennahmen (n) für das Gewässer ermittelt. Diese Anzahl ist abhängig von der Grösse der Wasserfläche (A in m²).

Nachdem die Probenanzahl festgelegt wurde, muss definiert werden, an welchen Orten am Gewässer die Proben genommen werden. Die möglichen Beprobungsorte (Tab. 18) sind sehr vielfältig.

Tab. 18: Mögliche günstige Habitate für Wasserkäfer und Wasserschnecken an denen die Beprobungen durchgeführt werden können (Oertli et al., 2000).

Habitat	
1.	Hydrophyten (Wasserpflanzen)
1.1.1.1.	Untergetauchte Pflanzen mit geteilten oder gefiederten Blättern
1.1.1.2.	Untergetauchte Pflanzen mit schmalen, linealen Blättern (<i>Potamogeton pusilus</i> , <i>P. pectinatus</i> , <i>Zanichellia palustris</i>)
1.1.2.1	Untergetauchte Pflanzen mit grossen, wenig eingeschnittenen Blättern (<i>Potamogeton crispus</i> , <i>P. lucens</i> , <i>P. perfoliatus</i>)
1.1.2.2	Vorwiegend kleinblättrige, welche nicht geschnitten sind. (<i>Elodea</i>)
1.1.3.	Characeen
1.2.1.	Schwimblätter (<i>Trappa natans</i> , <i>Hydrocharis sp.</i> , <i>Potamogeton natans</i> , <i>Polygonum amphibium</i> , ...)
1.2.2.	Kleine Schwimblätter (<i>Lemna sp.</i>)
1.3.	Moose
1.4.	Algen (<i>Cladophora</i> , ...)
1.5	Andere Hydrophyten (<i>Menynthes trifoliata</i> , ...)
2.	Helophyten (Sumpfpflanzen)
2.1.	Überschwemmte Röhrichte (<i>Glyceria maxima</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Phalaris sp.</i> , <i>Typha sp.</i>)
2.2.	Grosse Simsen (<i>Scirpus lacustris</i> , ...)
2.3.	Überschwemmte Sümpfe
2.4.1.	<i>Alisma sp</i> , <i>Equisetum sp.</i> , ...
2.4.2.	<i>Eleocharis sp.</i> , Sümpfe mit kleinen Simsen oder Binsen
2.5.	Andere Helophyten
3.	Andere Habitate als Hydrophyten und Helophyten
3.1.	Anhäufung toter Blätter
3.2.1.	Bewegliches Mineralsubstrat (Sand, Kies)
3.2.2.	Festes Mineralsubstrat (Kiesel, Blöcke, ...)
3.3.	Andere
4.	Schnittstelle/Übergänge Wasser-Land
4.1.	Kleine Sumpfpflanzen
4.2.	Wurzeln
4.3.	Erdböschungen
4.4.	Mineralsubstrat
4.5.	Grosse organische Einzelteile (tote Blätter, Überreste von Wasserpflanzen)
4.6.	Grosse Sumpfpflanzen
4.7.	Andere Übergänge

Die Auswahl der Standorte für die Probennahmen erfolgt proportional an das Vorkommen der jeweiligen Lebensräume. Wobei während der Beprobung darauf geachtet werden muss, dass 1/3 aller Probennahmen an Übergängen stattfinden, also an Lebensräumen der Kategorie 4. Die restlichen 2/3 der Probennahmen können frei in den anderen drei Kategorien (1-3) verteilt werden. Ausserdem muss darauf geachtet werden, dass die Probennahmen nur an Lebensräumen erfolgen, an denen die Abdeckung mindestens 1 % und die Tiefe nicht mehr als 2 m beträgt (Oertli et al., 2000).

Bei der Auswahl der Standorte für die Probennahmen können einige besondere Fälle auftreten:

Wenn nur noch eine Probennahme zu machen ist, aber noch zwei Lebensräume mit einer gleichen Abdeckung vorhanden sind, wird derjenige Lebensraum ausgewählt, welcher in der Tabelle 18 über einem anderen steht. Somit werden zum Beispiel Standorte mit Hydrophyten (Kategorie 1.) den Standorten mit Helophyten (Kategorie 2.) vorgezogen, wobei Standorte mit Pflanzen, welche die Blätter ganz unter Wasser haben (1.1), den Pflanzen mit schwimmenden Blättern (1.2) wiederum vorgezogen werden (Oertli et al., 2000).

Ausserdem ist die Zahl der gezählten Habitate wichtiger als die Zahl der effektiven Probennahmen. Das heisst, wenn es mehr Lebensräume als Probennahmen gibt, müssen zuerst die niedrigeren und anschliessende die höheren Lebensräume zusammengefasst werden. Dies bedeutet, dass zum Beispiel die Lebensräume 2.4.2. und 2.4.1. zusammengefasst werden können. Die Beprobung erfolgt dann jeweils 15 Sekunden in jedem Lebensraum. Der letzte Spezialfall tritt dann ein, wenn ein Lebensraum, zum Beispiel *Typha angustifolium*, in einem Gewässer an mehreren Orten vorkommt. Dann müssen die insgesamt 30 Sekunden für die Beprobung auf die einzelnen Standorte aufgeteilt werden (Oertli et al., 2000).

Sobald die Standorte für die Probennahmen definiert sind, kann mit der Beprobung begonnen werden. Jedoch sollte vor Beginn darauf geachtet werden, dass die zu untersuchenden Lebensräume und Zonen nicht durch Wellen oder Schattenwurf gestört werden, da die Wasserkäfer sonst fliehen. Anschliessend wird das Fangnetz während 30 Sekunden am zu untersuchenden Standort intensiv hin und her geschwenkt. Dabei füllt sich das Netz neben zahlreichen Invertebraten noch zusätzlich mit allerlei Material wie Schlamm, Pflanzen und Steinen (Oertli et al., 2000).

Nachdem die Beprobung ordnungsgemäss durchgeführt wurde, wird das so gesammelte Beprobungsmaterial inklusiv Wasserpflanzen, Schlamm, Dreck und Steinen noch vor Ort in kleine Plastikgefässe abgefüllt und mit Ethylalkohol fixiert. Um beim Aussortieren der Fauna im Labor Zeit zu sparen, wäre es sinnvoll, wenn die Probemenge einen Liter nicht überschreitet.

Im Labor müssen die Wasserkäfer und Wasserschnecken dann aus den gesammelten Stichproben aussortiert, getrennt und pro Standort einzeln abgelegt werden, damit sie in einem zweiten Schritt bestimmt werden können. Alle anderen Invertebraten sowie die leeren Schneckenhäuser werden normalerweise nicht zurückgehalten. Jeder Wasserkäfer und jede Wasserschnecke muss bis auf die Art hinunter bestimmt werden. Jedes einzelne Individuum einer Stichprobe wird gezählt und fliesst in die Bewertung mit ein (Oertli et al., 2000).

Wasserchemie

Damit die Werte am Schluss mit Modellen verglichen werden können, müssen folgende Angaben des Gewässers bekannt sein: Die Höhe über Meer, die Oberflächengrösse, die durchschnittliche Tiefe, die Uferlänge, das Alter, die Leitfähigkeit des Wassers, die Transparenz des Wassers, der pH-Wert, der Gesamtphosphatgehalt, der Nitratgehalt, der Anteil an Wasserpflanzen mit Schwimmblättern und der Anteil an Unterwasserpflanzen.

II Schätzung des spezifischen Gesamtartenreichtums

Um den spezifischen Gesamtartenreichtum zu erhalten, gibt es zwei Methoden. Zum einen die Jackknife Methode und zum anderen die Chao2 Methode. Mit diesen Verfahren wird die Gesamtartenzahl eines Ökosystems aus den bereits vorhandenen Stichproben der Wasserkäfer und Wasserschnecken abgeschätzt (Oertli et al., 2000). Die Differenz zwischen dem berechneten Wert mit einer dieser zwei Methoden und der tatsächlich gefangenen Artenanzahl gibt an, wie viele Arten nicht erfasst werden konnten.

III Berechnung der Naturschutzwerte

Naturschutzwerte eines Gewässers stellen den Reichtum an bedrohten Arten und den Grad der Bedrohung dar.

Für jede taxonomische Gruppe werden zwei Naturschutzwerte berechnet, der Gesamtnaturschutzwert (C1) und der durchschnittliche Naturschutzwert (C2). Jeder Art werden einige Punkte, je nach Grad der Bedrohung, zugeteilt. Dieser Bedrohungsgrad richtet sich nach der roten Liste der Schweiz. In Tabelle 19 sind die jeweils zu vergebenden Extrapunkte aufgelistet. Der C1-Wert entsteht, wenn alle Punkte aller Arten addiert werden. Der C2-Wert entsteht, wenn der C1-Wert durch die Anzahl erfassten Arten dividiert wird (Oertli et al., 2000).

Tab. 19: Zusatzpunkte die den Arten gemäss ihrer Bedrohung zugeteilt werden (Oertli et al., 2000).

	Kategorien der roten Liste der Schweiz					
Fauna	0	1	2	3	4	5
Kategorie IUCN	ausgestorben	vom aussterben bedroht	stark gefährdet	gefährdet	potentiell gefährdet	-
Zusatzpunkte	32	16	12	8	4	1

IV Ökologische Bewertung mit Hilfe der Bezugssysteme

Spezifischer Gesamtartenreichtum

Damit das Gewässer ökologisch beurteilt werden kann, muss der errechnete spezifische Gesamtartenreichtum mit potentiellen Werten verglichen werden. Diese Vergleichswerte entstehen

durch die Anwendung des Excel-Modells 'PREDIR'. Das Modell eruiert aufgrund der Eigenschaften des Gewässers eine minimale, eine maximale und eine durchschnittliche Vorhersage des spezifischen Gesamtartenreichtums der Wasserkäfer und der Wasserschnecken. Diese Werte bilden den Wertebereich des Massstabes. Die Auswertung durch Bezugssysteme erlaubt schlussendlich die Quantifizierung des zuvor abgeschätzten spezifischen Gesamtartenreichtums jedes Taxons. Diese Werte können dann auf dem Massstab angesiedelt werden. Anhand dieser Informationen kann dann der ökologische Wert des Gewässers aufgrund der Artenvielfalt abgeschätzt werden (Oertli et al., 2000).

Naturschutzwerte

Der Naturschutzwert C2 ermöglicht die Erzeugung eines Beurteilungsmassstabes für jede einzelne taxonomische Gruppe. Dafür müssen die berechneten Naturschutzwerte C2 in das Excel-Modell 'EVAC2' eingegeben werden. Das Modell errechnet dann, an welcher Stelle das untersuchte Gewässer auf dem Massstab unter den 80 Referenzgewässern, für jedes einzelne Taxon, klassifiziert wird (Oertli et al., 2000).

Sämtliche Exceldateien, können auf der offiziellen PLOCH Homepage der Universität Genf (<http://leba.unige.ch/PLOCH/rapport/ploch1234.htm>) herunter geladen werden.

Berechnungen

Anzahl Probennahmen: $n = 4.01 + 0.25 \times e^{(\log(10)A)}$

Jackknife: $S_{jk} = S_{obs} + \left(\frac{n-1}{n}\right) \times k$

Chao2: $S^* = S_{obs} + \left(\frac{a^2}{2b}\right)$

Sjk / S*	Gesamtreichtum
Sobs	Anzahl der Arten, die in den n Stichproben gefunden wurden
k / a	Anzahl der einmaligen Arten (in einer Stichprobe)
n	Anzahl Stichproben
b	Anzahl Arten die in 2 oder mehr Stichproben vorkommen

Literatur

Oertli, B., Auderset, J., Castella, E., Juge, R., Lachavanne, J. B. (2000): Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse. (unveröffentlicht).