

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN
DEPARTEMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT
INSTITUT UNR



Faunistische Untersuchung verschiedener Schwimmteichbautypen

Semesterarbeit

von
Hennet Tom, Hertach Matthias
Bachelorstudiengang 2012
Abgabedatum: 26.06.2014, 12:00 Uhr
Studienrichtung Umweltingenieurwesen

Fachkorrektoren:
Frei Matthias,
ZHAW, Grüental, 8820 Wädenswil

Aregger Bruno,
ASC, Sallenbachstrasse 17, 8055 Zürich

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war es, die faunistische Vielfalt in den verschiedenen Teichbautypen zu untersuchen und die Faktoren zu finden welche diese fördern oder hemmen. Dazu wurde bei der Feldarbeit mithilfe der Methode nach PLOCH die Diversität des Makrozoobenthos aufgenommen. Neben den Probenentnahmen wurden auch die äusseren Faktoren der nahen Umgebung (<100m) wie Vegetation und Kleinstrukturen aufgenommen. Neben den Daten aus der Feldarbeit, wurde noch Analysen der weiteren Umgebung (<2000m) gemacht. Dazu wurden Karten des GIS-Browsers verwendet um nach Flachmooren oder anderen wertvollen Lebensräumen zu suchen. Nach den Bestimmungen im Labor wurden alle vorhandenen Daten zusammengetragen und analysiert. Die faunistische Diversität wurde mit mehreren ökologischen Indizes berechnet. Nun wurden die Resultate der Indizes mit den Umgebungsanalysen verglichen. Dazu wurden Netzdiagramme erstellt um die Resultate besser zu visualisieren und vergleichen zu können. Dabei fiel auf dass Faktoren wie Vegetation, Kleinstrukturen und Sauerstoffsättigung durchaus förderlich für die Diversität sind, jedoch nicht als Garantie für eine reichhaltige Fauna zu verstehen sind. Viel wichtiger ist dabei die Umgebung des Schwimmteiches. Nahegelegene Gebiete wie zum Beispiel Flachmoore, Wälder oder offene Gewässer haben einen wichtigen Einfluss auf das Ökosystem Schwimmteich. Die Schwimmteiche können bei der Migration der Tiere als Trittbretter oder Larvengewässer genutzt werden. Wenn diese Gebiete in der Umgebung fehlen oder durch Siedlungen und Strassen blockiert sind, kann der Schwimmteich noch so natürlich gestaltet sein, die Diversität wird tief bleiben.

Abstract

The goal of this work was to analyze the faunistic diversity in the different construction types of swimming-ponds and to find the factors that affect the diversity. The microinvertebrates were caught in the fieldwork by using the method of PLOCH. Besides the catching of invertebrates, the surrounding factors like vegetation or microhabitats in the first hundred meters were evaluated. For the evaluation of the further surroundings (<2000m), the GIS-Browsers were used to look for fens and other valuable habitats. After the speciation of the microinvertebrates, the faunistic diversity was calculated with several ecological indexes. Now the results of the calculation of indexes and the results of the analysis of the surroundings were compared. For a better overview, the results were visualized in radar-plots. The results show, that factors like vegetation, microhabitat or oxygen-saturation are beneficial for the diversity, but they are no guarantee for a high faunistic diversity. More important are the surrounding habitats. Nearby fens, forests or open waters are highly beneficial for the ecosystem swimming-pond. Animals could use the pond as a resting place during migration, or as larval habitat. If these areas are non-existent or blocked by settlements and streets, the diversity would stay low.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen Schwimmteichbau	2
2.1	Ökosystem Schwimmteich	2
2.2	Zonen des Schwimmteichs.....	2
2.2.1	Schwimmzone	2
2.2.2	Regenerationszone	3
2.2.3	Ufer und Umgebung	4
2.3	Schwimmteichbautypen	4
2.3.1	Zuordnung der gewässerökologischen Leitbilder zu den Kategorien	5
3	Biologie	6
3.1	Makrozoobenthos/ Makrozooinvertebraten.....	6
3.1.1	Ephemeroptera	7
3.1.2	Diptera	8
3.1.3	Trichoptera.....	8
3.1.4	Coleoptera	8
3.1.5	Odonata	9
3.2	Amphibien	11
3.2.1	Allgemeines Vorkommen der Amphibien.....	11
3.2.2	Migration	11
3.3	Fische	12
3.4	Vögel.....	12
3.5	Säugetiere.....	12
4	Material und Methoden.....	13
4.1	Feldmethode	13
4.1.1	Materialliste	13
4.1.2	Durchführung	13
4.1.3	Umgebung	14
4.1.4	Beobachtung.....	15

4.1.5	Messsonde.....	15
4.2	Laboruntersuchung	15
4.3	Auswertung Indizes.....	15
4.3.1	Simpson-Index	15
4.3.2	Shannon-Index.....	16
4.3.3	Evenness-Index	16
4.3.4	Jackknife-Methode	16
4.4	Spinnendiagramm	17
5	Resultate.....	18
5.1	Im Schwimmteich	18
5.1.1	Retoheim (Kategorie 1)	18
5.1.2	Gemperle (Kategorie 1 „mini“).....	18
5.1.3	Hochuli (Kategorie 2).....	19
5.1.4	Leutenegger (Kategorie 2)	20
5.1.5	Lindenmann (Kategorie 4).....	21
5.1.6	Rungger (Kategorie 4).....	21
5.1.7	Rupp (Kategorie 4).....	22
5.1.8	Widmer (Kategorie 4)	23
5.1.9	Barth (Kategorie 5).....	23
5.1.10	Egloff (Kategorie 5)	23
5.1.11	Küttel (Kategorie 5)	24
5.1.12	Obrist (Kategorie 5).....	25
5.2	Gesamtübersicht aller gefundenen Familien	25
5.3	Nahe Umgebung (<100 Meter).....	27
6	Diskussion.....	28
6.1	Feldbegehung	28
6.2	Umfang der Proben.....	28
6.3	Methoden	28
6.4	Zeitmanagement	28

6.5	Faunistische Vielfalt der Schwimmteiche.....	29
6.5.1	Schwimmteich Retoheim (Kategorie 1)	29
6.5.2	Schwimmteich Gemperle (Kategorie 1)	30
6.5.3	Schwimmteich Hochuli (Kategorie 2)	30
6.5.4	Schwimmteich Leutenegger (Kategorie 2)	31
6.5.5	Schwimmteiche Lindenmann, Rungger, Rupp, Widmer (Kategorie 4)	31
6.5.6	Schwimmteiche Küttel und Egloff (Kategorie 5)	32
6.5.7	Schwimmteiche Obrist und Barth (Kategorie 5)	32
6.6	Spinnennetzdiagramme	33
6.7	Hypothesen	35
6.8	Ausblick.....	36
7	Schlussfolgerung.....	37
8	Literaturverzeichnis	38

1 Einleitung

In dieser Arbeit werden verschiedene Schwimmteichbautypen auf ihre faunistische Vielfalt untersucht. Dabei wird der Teich als System betrachtet, welches durch die unterschiedlichen Bauweisen gleichermassen funktioniert. Das grundsätzliche Ziel ist daher auch bei allen Varianten dasselbe. Wie schon der Name sagt, soll ein Schwimmteich ein naturnahes Badeerlebnis bieten. Bei der Frage nach der Natürlichkeit gehen jedoch die Meinungen schon weit auseinander. Was ist Naturnah? Diese Frage ist wohl für Jeden anders zu beantworten. Diese Meinungsverschiedenheit spiegelt sich den auch in den verschiedenen Bauweisen wieder. Neben den grünesäumten Teichen, in denen das Wasser dem von natürlichen Stillgewässern gleichkommt, treten heute vermehrt modernere Ansätze mit einer grossen Vielfalt an Technik auf, bei welchen sich viele Anlagen optisch gar nicht mehr von einem gechlorten Pool unterscheiden. Die Technik des 21. Jahrhunderts setzt sich immer mehr durch. Heute finden sich in Schwimmteichen dieselben technischen Einrichtungen wie in vielen konventionellen Swimmingpools. Die Erfolgsgeschichte begann mit der Diskussion um Chlor und die Gefahren bei dessen Verwendung. Der Ruf nach alternativen Wasseraufbereitungsmethoden wurde laut. Die heutigen Schwimmteichbauer sind gezwungen, die biologischen Reinigungsverfahren zu optimieren um den Schwimmteich als Produkt weiter zu verbessern (Fortmann, 2007). Durch diese Verbesserungen finden verschiedenste Lebensformen den Weg in den Schwimmteich. Dieser wird im Gegensatz zum Pool als Ersatzlebensraum genutzt. Ein Ziel der Arbeit ist es eine Aussage darüber machen zu können, welche ökologischen Aspekte für die Fauna von Schwimmteichen wichtig sind. Besonders interessant herauszufinden ist es, welche Bedingungen gegeben sein müssen, damit sich eine grosse Biodiversität in den Schwimmteichen einstellt. Um diese Frage zu beantworten haben wir 3 Hypothesen aufgestellt, die im Laufe der Arbeit untersucht werden.

H1: Je weniger verbaute Flächen (Strassen und dichte Siedlungen) im Umkreis von 2000m vorhanden sind, desto höher ist die Diversität in den Schwimmteichen.

H2: Je mehr ökologisch interessante Biotope (Naturschutzgebiete, Feuchtgebiete, Amphibienlaichgebiete, Flüsse, Bäche, Weiher, Seen oder andere Teichanlagen) im Umkreis von 2000m vorhanden sind, desto höher ist die Diversität in den Schwimmteichen.

H3: In Schwimmteichtypen der Kategorien 1 und 2 ist die Biodiversität grösser als in jenen der Kategorien 4 und 5.

Sollten wir in Zukunft in der Lage sein Schwimmteiche so zu gestalten, dass Mensch und Tier sie gleichermassen nutzen können, könnten Schwimmteiche in Zukunft einen wichtigen Beitrag für den Artenschutz leisten. Zukünftige Teichbesitzer zu mobilisieren könnte entscheidend für die Förderung von naturkonservierenden Projekten sein.

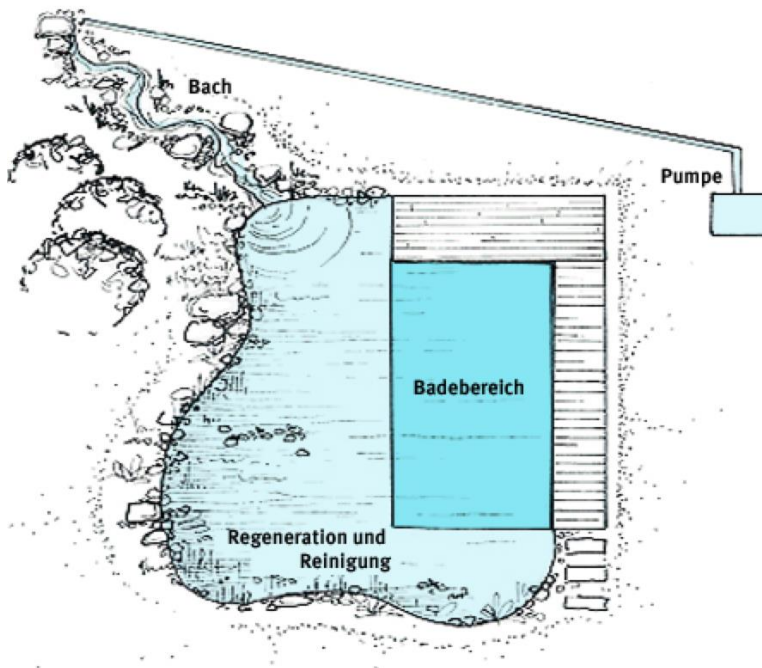
2 Grundlagen Schwimmteichbau

2.1 Ökosystem Schwimmteich

Ökologische Begriffe

Um Laien den Einstieg in diese Arbeit zu ermöglichen werden im Folgenden verschiedene Begriffe und Sachlagen kurz erklärt. Durch die Untersuchung wie sich in Schwimmteichen eine möglichst hohe Biodiversität entwickeln kann, wird oftmals näher auf den Schwimmteich als Lebensraum eingegangen. Nach Linder (2005) heisst der Lebensraum in der Ökologie das Biotop; darin bilden die Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen eine Lebensgemeinschaft, die Biozönose. Die Einheit von Lebensraum und Lebensgemeinschaft, die sich aus der Summe aller Beziehungen ergibt, bezeichnet man als Ökosystem.

2.2 Zonen des Schwimmteichs



In Schwimmteichanlagen ist es üblich eine Schwimmzone und eine Regenerationszone zu haben. Diese werden anschliessend vorgestellt, es wird dabei vor allem auf die ökologischen Aspekte der Zonen hingewiesen. In Abbildung 1 sind die Zonen des Schwimmteiches ersichtlich

Abbildung 1: Zonen des Schwimmteichs (SVBP, 2014)

2.2.1 Schwimmzone

Die Schwimmzone ist der einzige Ort im Teich welchen der Mensch betritt. Sie simuliert gewissermassen das freie Wasser (*Pelagial*) in natürlichen Teichen. „Diese Zone wird von aktiv schwimmenden Tieren (*Nekton*), sowie von kleinsten schwebenden Formen (*Plankton*) genutzt“ (Engelhardt, 2008). Teilweise können auch Larven von Zweiflüglern (*Diptera*) beobachtet werden, welche im freien Wasser auf Beutefang gehen. Pflanzen sind in allen Fällen nicht vorhanden. Meistens ist der Schwimmbereich um die 150cm tief. Die Grösse der Zone ist je nach

Teichgrösse und Bedürfnisse sehr unterschiedlich. Es ist jedoch zu bemerken, dass die Schwimmzone mit zunehmender Technik auch zunimmt. Dies ist auch weil die technischen Schwimmteichbautypen (4 und 5) im Vergleich zu den technikfreien Typen (1 und 2), nur geringen Platz für die Regeneration benötigen. In Tabelle 1 sind die Kategorien und ihre Werte abgebildet. Meistens ist die Schwimmzone mit Naturstein oder Holz abgegrenzt.

Tabelle 1: Einteilung der Schwimmteiche in Kategorien (SVBP, 2013)

Leitbild	Kategorie	Funktionsbeschreibung	Durchströmter biologischer Filter	Verhältnis Oberflächen des Filtermaterials zur Beckenoberfläche	Reduzierendes Sediment	Pflanzzone (%)	Uferzone-Föhrichtzone mit Wassertiefe bis m 1.00	Unterwasser- u. Schwimmblattpflanzzone mit Wassertiefe m 0.50 bis 1.5	Umwälzung (%) des Gesamtwasservolumens pro Tag (Skimmer + Filter)	Automatisierte Oberflächenreinigung (z.B. Skimmer) Betriebszeit in h/d	Filterbetrieb in h/d	Bodenpflege
stehende Gewässer	1	keine Pumpe	nein	kein	ja	50-70	ja	ja	0	0	0	1x/a
	2	Oberflächenreinigung	nein	kein	ja	50-60	ja	ja	<30	<10 bzw. 2x 1Std./Tg.	0	1-2x/a
	3	Oberflächenreinigung + intervallweiser Wasseraustausch zwischen Nutzungs- und Regenerationsbereich	nein	kein	ja	45-55	ja	ja	<50	<10 bzw. 2x 1Std./Tg.	<15	1-3x/a
Fließende Gewässer	4	Oberflächenreinigung + Filter aus Kies oder anderen inaktiven, angeströmten Materialien	ja	>= 50:1	nein	30-50	nein	nein	>100	<=24	24	>1x/Wo.
	5	Oberflächenreinigung + Filter mit speziellen Filtersubstraten, welche dem Biofilm lokal Mangelnährstoffe zur Verfügung stellen (z.B. N, K auf Zeolith)	ja	system-bezogen	nein	>5	nein	nein	>100	<=24	24	>1x/Wo.
	5a	Gleich wie Kategorie 5 jedoch ohne Biofilm im Badebereich.										

2.2.2 Regenerationszone

Als Regenerationszone gelten die bepflanzen Flächen des Schwimmteichs. Insbesondere Sumpfpflanzen die freie Wurzeln bilden, sind für die Wasserreinigung von grosser Bedeutung. Auch für alle Wasserbewohner ist diese Fläche zentral. Pflanzenteile jeglicher Art dienen manchen Tieren als Nahrung und bieten den Lebewesen einen Lebensraum (siehe ökologische Nische). „Darüber hinaus bieten Pflanzen Möglichkeiten zur Eiablage: Zahlreiche Tiere legen ihre Laichballen und -schnüre im Blattwerk untergetauchter Pflanzen ab (Amphibien), andere heften ihre Eier auf die Ober- oder Unterseite von Schwimmblättern. Schliesslich bohren die Weibchen einiger Insektenarten ihre Eier mit einem Legeapparat in pflanzliches Gewebe ein (Libellen der Familie der Edellibellen (*Aeshnidae*)). Pflanzenteile werden auch für den Bau von Larvengehäusen verwendet (...) Blätter und Stängel der Pflanzen bieten zudem Verstecke, Halt und Unterschlupf für Räuber, die dort auf Beute lauern, oder für die zahllosen Pflanzenfresser (...) Eine besonders wichtige Rolle spielen die Pflanzen aber für die Atmung der Tiere. In den oberen Wasserschichten werden durch die Fotosynthese grosse Mengen Sauerstoff frei“ (Engelhardt, 2008).

Je vielfältiger eine Regenerationszone aufgebaut ist desto mehr Mikrohabitate werden geschaffen, je höher die Diversität der Habitate, desto eher finden unterschiedliche Arten einen Lebensraum. (Mahabadi et al. 2005)

2.2.3 Ufer und Umgebung

Neben der Schwimm- und der Regenerationszone wird in dieser Arbeit auch das Ufer, sowie die nahe (<100m) und die weitere Umgebung (<2000m) um den Schwimmteich betrachtet. Bereits Apitzsch, Bührle (2013) deutet darauf hin, dass „sowohl die Gestaltung von Uferbereichen und umliegendem Garten, als auch die nähere Umgebung“ eine Rolle bei ökologischen Untersuchungen spielt. Mittels eines Untersuchungsformulars (siehe Anhang B) wurde die Gestaltung des Ufers, die nähere und weitere Umgebung in allen besuchten Objekten aufgenommen.

2.3 Schwimmteichbautypen

Schwimmteiche sind funktionell betrachtet nachempfundene Systeme unserer natürlichen Gewässer. Zwischen den natürlichen Gewässern und künstlich gebauten Gewässern gibt es immer gewisse morphologische Gemeinsamkeiten. Somit werden auch Schwimmteiche einem gewässerökologischen Leitbild untergeordnet. In Tabelle 2 sind diese Leitbilder aufgelistet (SVBP, 2013).

Tabelle 2: Zuordnung des gewässerökologischen Leitbildes (SVBP, 2013)

Technische Kategorie	Gewässerökologisches Leitbild
Kategorie 1	Flachwasserseen, Weiher
Kategorie 2	Flachwasserseen, Weiher windexponiert
Kategorie 3	Uferabschnitt von leicht durchströmten Flachwasserseen, Auengewässer
Kategorie 4	Langsam fliessender Tieflandfluss, Unterlauf eines Flusses, stark durchströmter See
Kategorie 5	Mittel bis Oberlauf von Tieflandflüssen

2.3.1 Zuordnung der gewässerökologischen Leitbilder zu den Kategorien

„Für die Kategorien 1 bis 3 haben die gewässerökologischen Leitbilder natürlichen Stillgewässern zu entsprechen, die eine hohe Artenvielfalt im Wasserkörper aufweist. Das natürliche Nahrungsnetz mit Produzenten, Destruenten bis Konsumenten zweiter Ordnung (ohne Fische, jedoch mit Amphibien und deren Larven) als Basis eines stabilen, biologischen Gleichgewichts ist vorhanden... Für die Kategorien 4 und 5 haben die gewässerökologischen Leitbilder natürlichen Fliessgewässern zu entsprechen, die eine hohe Artenvielfalt an Biofilm aufweisen...“ (SVBP, 2013). Alle Eigenschaften der Kategorien sind im Anhang A ersichtlich.

Aus faunistischer Sicht betrachtet ist die Kategorie 1 mit dem Maximum an Zooplankton, Benthos und (In-) Vertebraten (alle +++) sehr interessant. Auch die Pflanzen sind in solchen Anlagen mit dem Maximum an Helophyten (Sumpf- und Uferpflanzen) und Hydrophyten (Wasserpflanzen) stark vertreten (SVBP, 2013).

In der Kategorie 2 nehmen einzig die (In-) Vertebraten um einen Punkt ab. Zusätzlich zu erwähnen ist die leichte Zunahme von Biofilm gegenüber der Kategorie 1 (SVBP, 2013).

Die Kategorie 3 wird bei vielen Spezialisten als keine wirkliche Kategorie bezeichnet. Sie ist ein Zusammenkommen der Kategorien 1,2 und 4,5. Aus faunistischer Sicht ist zu bemerken, dass alle Organismen gegenüber den Kategorien 1 und 2 um ein bis zwei Punkten abnehmen. Der Biofilm hingegen nimmt einen weiteren Punkt zu (SVBP, 2013).

Die Kategorie 4 verzeichnet noch einzelne Vorkommen von Zooplankton und (In-) Vertebraten, doch das Benthos ist hier schon nicht mehr erwähnt. Der Biofilm ist beinahe am Maximum (++++) angelangt (SVBP, 2013).

Schlussendlich die Kategorie 5, welche keine Vorkommen von Zooplankton und (In-) Vertebraten mehr verzeichnet. Der Biofilm ist bei solchen Anlagen jedoch auf dem Maximum (SVBP, 2013).

3 Biologie

Um eine Aussage über Tierarten welche in Schwimmteichen vorkommen machen zu können, muss man die Objekte besuchen und Untersuchungen tätigen. Diese haben zum Ziel verschiedene quantitative und qualitative Werte hervorzubringen. Wichtig zu beachten ist, dass bei jeder Begehung nach Möglichkeit dieselben Bedingungen herrschen (Jahreszeit, Wetter) und bei der Entnahme der Proben immer nach derselben Methode vorgegangen wird. So können stichhaltige Aussagen gemacht werden.

Es gibt bis anhin keine grosse Sammlung von Literatur, welche sich mit der Fauna in und um Schwimmteiche befasst. Die vorhandenen Dokumentationen basieren auf Beobachtungen und Vergleichen mit ähnlichen Gewässern wie Seen, Bäche, Tümpel oder Teiche. Durch ein Untersuchungskonzept soll nun gezeigt werden, welche Tierarten mit grosser Wahrscheinlichkeit in den verschiedenen Schwimmteichbautypen erwartet werden können. Diese Arten werden im folgenden Abschnitt kurz vorgestellt.

3.1 Makrozoobenthos/ Makrozooinvertebraten

Als Makrozoobenthos werden alle wirbellosen Tiere des Benthals (Gewässerboden) bezeichnet welche von Auge noch erkennbar sind ($>0.5\text{mm}$). Kleinere Tiere werden unter dem Begriff Zooplankton zusammengefasst und gehören nicht mehr zum Makrozoobenthos. Unter den Begriff Makrozoobenthos fallen Schnecken, Egel, Würmer, Muscheln, Krebse, Milben und Insektenlarven (Siehe Abbildung 2).

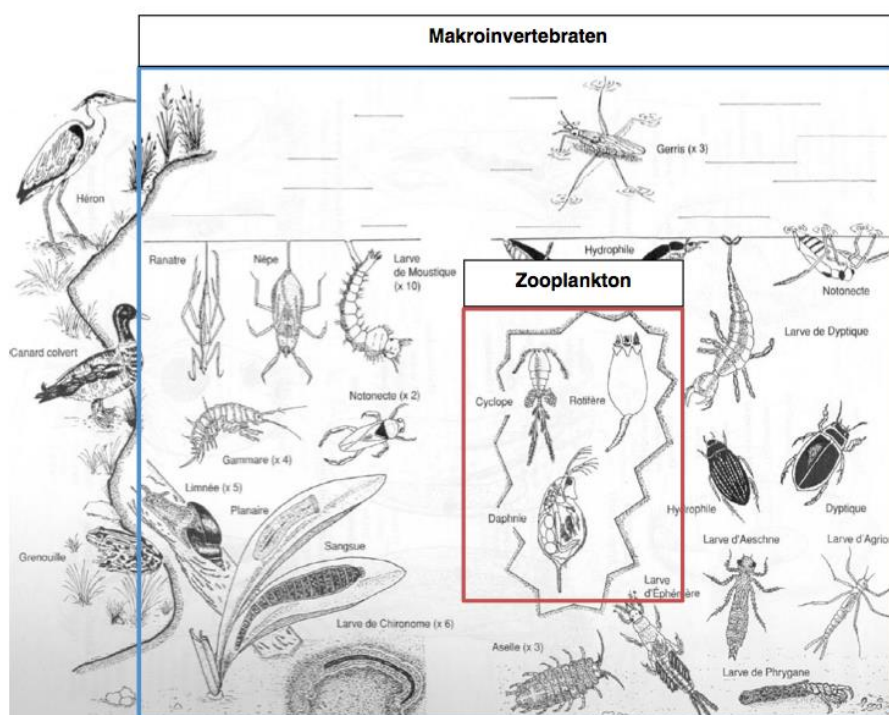


Abbildung 2: Unterteilung von Teichlebewesen in Makrozoobenthos und Zooplankton (Junge, 2014)

Das Makrozoobenthos spielt in der Nahrungskette eine erhebliche Rolle. Ein grosser Teil dieser Lebewesen sind Allesfresser. Sie leben von totem Pflanzenmaterial, Algen, Wasserpflanzen aber auch Aas. Zudem sind sie eine der Hauptnahrungsquellen für Fische aber auch andere räuberische Teichbewohner. Bei einem allfälligen Absterben, werden sie von Bakterien abgebaut, was wieder Nährstoffe für Wasserpflanzen zur Verfügung stellt.

Aufgrund der geringen Mobilität dieser Organismen, lassen sich diese auch gut als Bioindikatoren für Gewässer verwenden. In sauberen und sauerstoffreichen Gewässern ist die Artenzahl sehr hoch, in einem Gewässer mit einem hohen Nährstoffeintrag wird dagegen die Individuenzahl sehr hoch sein (Junge, 2014). Folgend werden die wichtigsten Organismen des Makrozoobenthos vorgestellt.

3.1.1 Ephemeroptera

Erstes Beispiel für den Makrozoobenthos sind die Eintagsfliegen (*Ephemeroptera*). Die Eintagsfliege verbringt einen Grossteil ihres Lebens im Wasser. Als Larven verbringen sie zwischen einem und drei Jahren im Wasser. Sie ernähren sich vor allem von pflanzlichem Material, selten sind sie räuberisch. Für Fische stellt die Eintagsfliegenlarve eine optimale Beute dar und dient ihnen somit als wichtige Nahrung. Nach mehreren Häutungen als Larve entwickelt sich die Larve zu einem Subimago. Das Subimago ist schon beflügelt, ist jedoch noch nicht geschlechtsreif. Nach einer zusätzlichen Häutung lebt die Eintagsfliege nur einige Stunden bis Tage. Daher kommt auch ihr Name. Ihr einziges Ziel als Imago ist die Fortpflanzung. Aufgrund verkümmerter Mundwerkzeuge kann sie nicht einmal Nahrung aufnehmen (Junge, 2014).

Nach der Paarung sterben die Männchen ab, während die Weibchen noch bis zur Eiablage weiterleben. Nachdem sie die Eier in das Wasser abgesetzt haben sterben auch die Weibchen ab. Auf der Wasseroberfläche bieten die toten Imagines eine optimale Beute für Fische, Vögel, Fledermäusen und Libellen. Aus den Eiern schlüpfen nach einigen Wochen die Larven und der ganze Zyklus beginnt von vorne (Siehe Abbildung 3) (Junge, 2014).

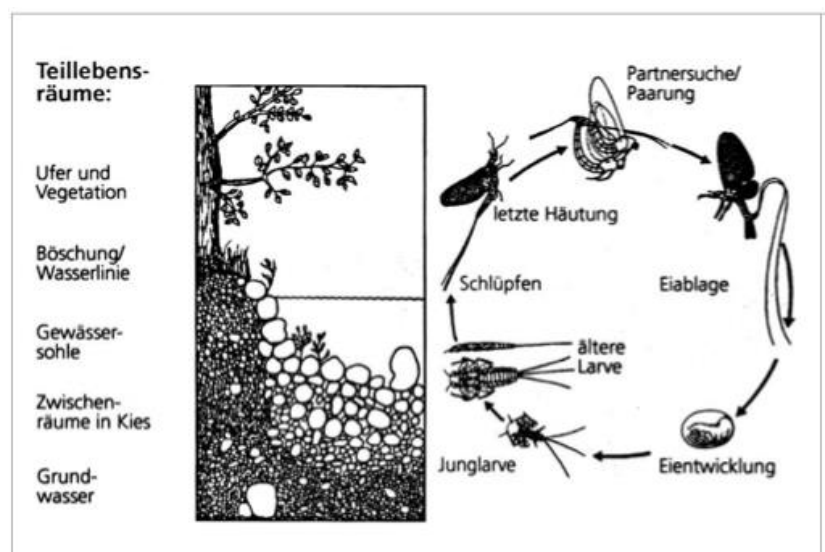


Abbildung 3: Lebenszyklus von Ephemeroptera mit Lebensräumen (Junge, 2014)

3.1.2 Diptera

Die Zweiflügler (*Diptera*) sind eine der grössten Insektengattungen der Welt. Zweiflügler durchlaufen einen holometabolen Lebenszyklus. Dies heisst, dass sich die Larven nach mehreren Larvenstadien verpuppen, woraus dann geschlechtsreife Imagines hervorkommen. Diese Imagines legen Eier, woraus wiederum Larven schlüpfen (Müller, 2008).

Die Entwicklungsgeschwindigkeit kann je nach Art und Umwelteinflüssen zwischen wenigen Wochen, bis zu einem Jahr variieren. Der Grossteil der Diptera-Larven ernährt sich von zersetzenden Substanzen. Pflanzen, Pilze und andere Invertebraten können aber auch als Nahrung vorkommen. Einige Arten sind sogar Parasiten (Müller, 2008).

Dipteren sind extrem anpassungsfähig und können deshalb auch bei Extrembedingungen überleben. Larven der *Chironomidae* (Büschelmücke) wurden in Salzseen mit einem Salzgehalt von 29% gefunden. Gewisse Arten ertragen während mehreren Stunden Temperaturen von 104°C. Andere können sogar Temperaturen von minus 190°C bis zu 70 Stunden lang ertragen (Akeret, 2008).

3.1.3 Trichoptera

Die Köcherfliege (*Trichoptera*) ist eine weitere Art, welche ihr Larvenstadium im Wasser durchläuft. Ihr Name kommt daher, dass die meisten Larven einen Köcher aus Steinchen, Blattstücken und weiteren organischen Materialien bauen. Die Larven ernähren sich entweder von pflanzlichem Material, von organischen Schwebeteilchen oder räuberisch. Einige Arten bauen Fangnetze um ihre Nahrung zu fangen. Andere (köcherlose) Larven jagen aktiv nach Beute (Müller, 2008).

Die Larven durchlaufen fünf Häutungen bevor sie sich verpuppen. Die Verpuppung dauert einige Wochen. Die Imagines können zwischen wenigen Wochen bis zu einigen Monaten überleben. Nach der Paarung werden die Eier in ein Gewässer gelegt. Aus diesen Eiern kommt dann wieder eine Larve hervor. Die Larven überwintern meist im Wasser und können sogar Wassertemperaturen von -10°C überleben (Müller, 2008).

3.1.4 Coleoptera

Die Käfer (*Coleoptera*) bilden die artenreichste Insektenordnung mit bis zu 350'000 verschiedenen beschriebenen Arten. Sie besiedeln einen Grossteil aller terrestrischen Lebensräume und kommen auch in Süssgewässern vor. Ihre Lebensweisen sind sehr vielfältig. Die Käfer welche in Süssgewässern leben verbringen im Gegensatz zu den oben genannten Gattungen ihr ganzes Leben im Wasser (Müller, 2008).

3.1.5 Odonata

Die Ordnung der Libellen (*Odonata*) umfasst die Kleinlibellen (*Zygoptera*) und die Grosslibellen (*Anisoptera*). Libellen sind hemimetabole Tiere und haben alle eine aquatische Larvenphase. In der Schweiz gibt es 73 Libellenarten (Wiedemeier, 2013). „Sämtliche Libellenlarven sind Räuber. Zwischen Wasserpflanzen oder halb im Schlamm vergraben, lauern sie auf Beute oder schleichen sich behutsam an. Die jüngsten Larven können nur kleine Beutetiere fressen (auch Einzeller). Später werden Kleinkrebse, Würmer und Wasserinsekten aller Art genommen. Die älteren Drachenfliegenlarven (*Anisoptera*) packen auch Wasserasseln, Flohkrebse, Kaulquappen, Jungfische und andere Libellen, einschliesslich der Artgenossen. Zum ergreifen der Beute dient die eigenartig umgestaltete Unterlippe (...) Die Zahl der Larvenstadien schwankt zwischen zehn und 15. Sie ist weitgehend artspezifisch festgelegt, kann aber innerhalb bestimmter Grenzen durch die ökologischen Bedingungen des Lebensraumes beeinflusst werden. Dies gilt auch für die gesamte Entwicklungszeit der Larve (vom Schlüpfen aus dem Ei bis zur Verwandlung zum Vollinsekt), die zwischen einigen Monaten und etwa fünf Jahren betragen kann (...) Die Imagines gehören zu den gewandtesten Flugtieren im Insektenreich. Die grossen Arten erreichen eine Geschwindigkeit von 15m/sec (...) Auch die Imagines sind Raubtiere, die ihre Beute (z.B. Schmetterlinge, Käfer, Fliegen, Mücken, Wespen, auch kleinere Tiere ihrer Verwandtschaft) nachjagen und sie im Flug ergreifen“ (Engelhardt, 2008). Libellen haben hohe und sehr unterschiedliche Ansprüche an ihr Fortpflanzungsgewässer. Manche Arten mögen Fließgewässer, andere sind auf Stillgewässer angewiesen. Zusätzlich müssen die Vegetation, Sonneneinstrahlung, pH-Wert, Nähr- und Sauerstoff den Anforderungen entsprechen um für die Eiablage genutzt zu werden. In der Tabelle 3 sind Larvallebensräume und Bedürfnisse der häufigsten Libellenarten aufgezeigt, die in der Schweiz vorkommen.

„Die Eier werden in Pflanzenteile ober- oder unterhalb des Wasserspiegels oder in den Schlamm eingebohrt. Einige Arten werfen sie auch während des Fluges in das Wasser ab (...) Die Eizahl schwankt je nach Art zwischen einigen hundert und über 1'500 Stück. Die Eier entwickeln sich in zwei bis fünf Wochen“ (Engelhardt, 2008). Bei einigen Arten ist die Art der Vegetation entscheidend für die Eiablage. So ist zum Beispiel die Gemeine Winterlibelle (*Sympecma fusca*), auf ein mit Röhrichten bewachsenes Ufer angewiesen (Wiedemeier, 2013). Durch die Untersuchung der Umgebung der verschiedenen Schwimmteichbautypen können Aussagen über die mögliche Besetzung von Libellen gemacht werden.

Tabelle 3: Larvallebensräume der Libellen (eigene Darstellung, Daten nach Wiedemeier,

Kleinlibellen (<i>Zygoptera</i>)				
Deutscher Name	Lateinischer Name	Larvallebensraum		Vorkommen im Schwimmteich?
Gebänderte Prachtlibelle	<i>Galaterrix splendens</i>	langsam fließende, gut besonnte Bäche und Flüsse mit reicher Ufer- und Unterwasservegetation		Nein
Blaufügelige Prachtlibelle	<i>Galaterrix virgo</i>	langsam fließende, gut besonnte Bäche und Flüsse mit reicher Ufer- und Unterwasservegetation		Nein
Gemeine Winterlibelle	<i>Sympecma fusca</i>	kleinere Stillgewässer mit Röhricht bewachsenen Ufern		Ja
Gemeine Federlibelle	<i>Platycnemis pennipes</i>	stehende und langsam fließende, nährstoffreiche und sonnige Gewässer mit reicher Unterwasservegetation und röhricht- und gehölzbestandenen Ufern		Möglich
Frühe Adonislibelle	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	kleine und mittelgrosse, stehende und langsam fließende Gewässer mit reicher Ufer- und Unterwasservegetation und stellenweise Ufergehölzen		Ja
Hufeisen-Azurjungfer	<i>Coenagrion puella</i>	stehende und langsam fließende Gewässer mit gut entwickelter Ufervegetation		Ja
Becher-Azurjungfer	<i>Enallagma cyathigerum</i>	mittelgrosse bis grosse Stillgewässer mit offenen Stellen		Ja
Grosse Pechlibelle	<i>Ischnura elegans</i>	stehende und langsam fließende, sonnige Gewässer mit Ufervegetation		Ja
Kleine Pechlibelle	<i>Ischnura pumilio</i>	kleine, pionierartige Tümpel und Teiche, Uferzonen von Seen, sowie kleine Bäche und Rinnsale. Gerne in temporären Gewässern		Nein
Grosslibellen (<i>Anisoptera</i>)				
Deutscher Name	Lateinischer Name	Larvenlebensraum		Vorkommen im Schwimmteich?
Blaugrüne Mosaikjungfer	<i>Aeshna cyanea</i>	vielfältige, stehende und langsam fließende, kleine bis mittelgrosse Gewässer, meist mit gut entwickelter Ufer- und Unterwasservegetation, stellenweise Ufergehölzen		Möglich
Braune Mosaikjungfer	<i>Aeshna grandis</i>	stehende, meso- bis eutrophe, pflanzenreiche Weiher, Altarme und Kleinseen mit stellenweise gehölzbestandenen Ufern		Nein
Grosse Königslibelle	<i>Anax imperator</i>	unterschiedliche stehende Gewässer, von Gartenteichen bis zu grossen Seen. Wichtig: gewisse von Pflanzen freistehende Wasserfläche		Ja
Zweigestreifte Quelljungfer	<i>Cordulegaster boltoni</i>	schnell fließende, schattige Waldbäche, auch kleine Rinnsale		Nein
Gestreifte Quelljungfer	<i>Cordulegaster bidentata</i>	kleinste Rinnsale, Quellaufstöße, oft an Stellen wo man kaum ein Gewässer erkennt		Nein
Gemeine Smaragdlibelle	<i>Cordulia aenea</i>	kleinere Weiher und Seen		Ja
Plattbauch	<i>Libellula depressa</i>	sonnige, vegetationsarme oder -freie Tümpel und Weiher. (Pionierart)		Nein
Vierfleck	<i>Libellula quadrimaculata</i>	sonnige Stillgewässer mit reicher Ufer- und Unterwasservegetation, stellenweise offene Wasserflächen		Ja
Grosser Blaupfeil	<i>Orthetrum cancellatum</i>	mittlere und grössere, vegetationsarme Stillgewässer mit Kies-, Sand- und Schlickboden		Möglich
Feuerlibelle	<i>Crocothemis erythraea</i>	sonnige kleinere Stillgewässer (erst seit ein paar Jahren nördlich der Alpen heimisch)		Möglich
Gebänderte Heidelibelle	<i>Sympetrum pedemontanum</i>	sonnige Stillgewässer mit starken Schwankungen des Wasserstandes und kaltem Wasser		Nein

3.2 Amphibien

Die Klasse der Amphibien umfasst drei Ordnungen, von welchen zwei in der Schweiz vertreten sind. Es gibt die Froschlurche (*Anura*) und die Schwanzlurche (*Caudata oder Uroleda*). Alle einheimischen Amphibienarten, mit Ausnahme der Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) durchlaufen das Eier- und das Larvenstadium in verschiedenen Gewässern. Bevorzugt werden temporäre Stillgewässer welche frei von Räuber sind. Nur der Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) nutzt kühle, schneller fliessende Waldbäche (Wiedemeier, 2013).

3.2.1 Allgemeines Vorkommen der Amphibien

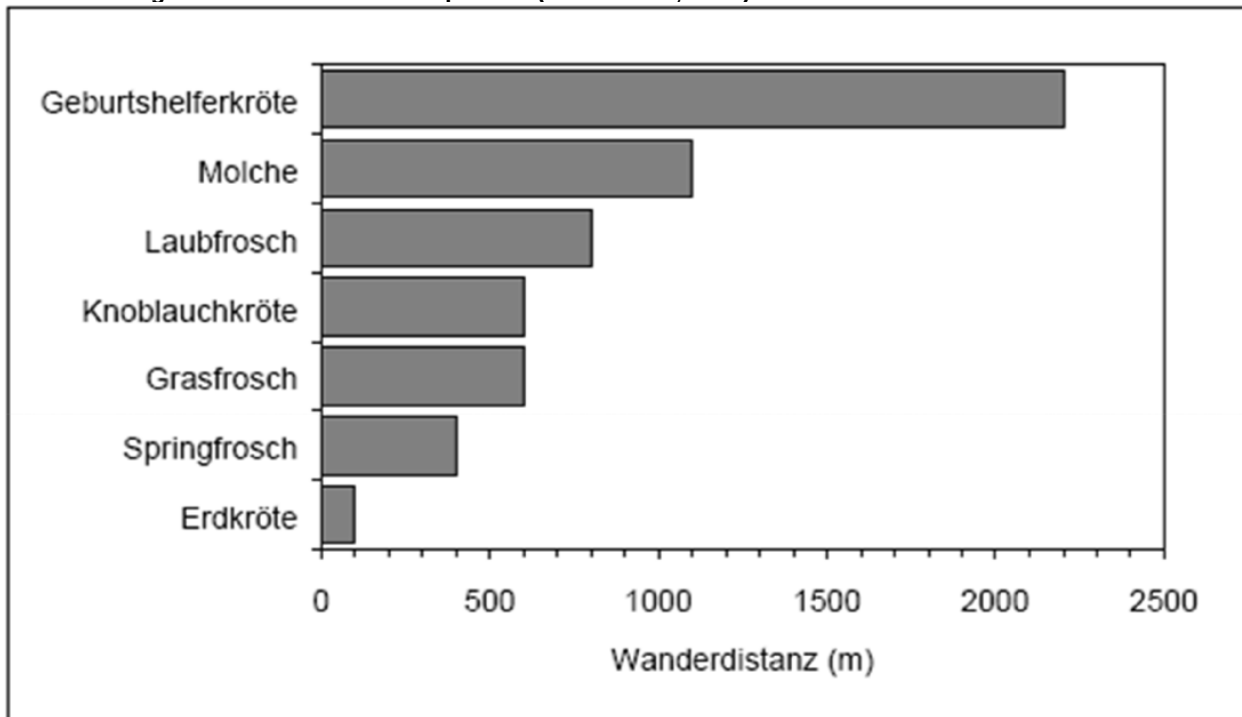
Ursprüngliche Lebensräume unserer einheimischen Amphibienarten waren Feuchtgebiete, Moore sowie Ufer stehender und langsam fliessender Gewässer. Ausserdem stellten natürliche Flussauen und Auenwälder sehr wichtige Habitate dar. Die heutige Situation ist jedoch um einiges schwieriger, denn 90% der Moore und Flussauen sind infolge Landgewinnung für die Landwirtschaft und Bauland verschwunden. Daher treten anthropogene Gewässer für die Laichablage immer mehr in den Vordergrund. Gartenteiche sind daher willkommene Standorte. In den Teichen finden die Larven kleine Wassertiere, Algen, zarte Wasserpflanzen und abgestorbenes Pflanzenmaterial. Den ausgewachsenen Individuen liefern die Gartenteiche ein üppiges Nahrungsangebot. Dieses reicht von Schnecken über Insekten, bis hin zu verschiedenster, pflanzlicher Nahrung (Wiedemeier, 2013). Wie in Aritzsch, Bührle (2013) bereits erwähnt verlassen die meisten Amphibienarten nach dem Laichen ihr Fortpflanzungsgewässer wieder. Nur wenige sind permanent im Teich anzutreffen.

3.2.2 Migration

Eine bemerkenswerte Eigenschaft von Amphibien ist ihr ausgeprägtes Migrationsverhalten. Während diesen Migrationen wandern die Tiere vom Winterlebensraum in den Fortpflanzungslebensraum um sich zu paaren. Danach wandern sie weiter in ihren Sommerlebensraum, von welchem sie dann wieder in den Winterlebensraum weiterziehen (Wiedemeier, 2013).

Diese Distanzen sind von Art zu Art verschieden. So gibt es Arten, welche Strecken von über 2000m zurücklegen und andere welche sich kaum verschieben. In Tabelle 4 sind die verschiedenen Migrationsdistanzen aufgezeigt. Mittels dieser Distanzen können Aussagen über mögliche Vorkommen an Standorten gemacht werden (Brenneisen, 2013).

Tabelle 4: Migrationsdistanzen der Amphibien (Brenneisen, 2013)



3.3 Fische

Fische werden anthropogen oder sehr selten durch Wasservögel in Schwimmteiche eingebracht. Sie sind für die Biodiversität von Schwimmteichen sehr belastend und tragen dazu bei, dass ein Teich seine regenerative Fähigkeit nicht erfüllen kann (Weixler, 2008).

3.4 Vögel

Wasservögel sind durch ihre Mobilität überall anzutreffen. Sie nutzen Schwimmteiche als Rastplatz vor dem weiterziehen, als Futterquellen und es kommt auch vor dass sie in Schwimmteichen brüten. In den meisten Fällen ziehen sie jedoch weiter. Wasservögel (vor allem Entenvögel) sind für die Ökologie von Schwimmteichen insofern von Bedeutung, da sie durch ihren Kot Nährstoffe in den Teich bringen, welcher einmal mehr die regenerative Fähigkeit schmälert. Zudem fressen Wasservögel die Pflanzen welche im Teich eine wichtige Rolle als Sauerstofflieferanten einnehmen und beim Fixieren von Feinstoffen helfen (Weixler, 2008).

3.5 Säugetiere

Grundsätzlich sind Säuger an Schwimmteichen selten anzutreffen. Die wenigen aquatischen Säuger welche in Frage kommen könnten sind die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) die Bismarrratte (*Ondatra zibethicus*) und das Nutria (*Myocastor coypus*). Diese sind für den Teich eine Gefahr, da sie alle Vegetation fressen und Höhlen in die Anlage graben (Wiedemeier 2013). Ein weiterer Punkt ist, dass Säugetiere aller Art den Schwimmteich als Wasserquelle nutzen können und in manchen Fällen rein fallen. Für solche Fälle empfehlen Fachleute, das Installieren einer einfachen Ausstiegshilfe. So können die Tiere den Teich immer wieder verlassen.

4 Material und Methoden

4.1 Feldmethode

Im Feld wurden verschiedenste Parameter für die Beurteilung des Lebensraums aufgenommen. Unter den aufgenommenen Parametern gehören der Makrozoobenthos, die Lebensraumtypen im Teich, die nähere Umgebung und eine Beobachtung von Auge.

Die Probenahme des Makrozoobenthos beruht auf der Methode nach PLOCH (Oertli et al., 2005). Dies ist eine Methode welche speziell für stehende Kleingewässer entwickelt wurde.

4.1.1 Materialliste

Für die Entnahme nach PLOCH müssen folgende Materialien vorhanden sein:

- 1 Kescher normiert 10 x 14cm, Maschenweite 500µm
- 3 weisse Kunststoffschalen 240 x 300mm
- Ethanol 80% (zur Konservierung)
- 2 Federstahl-Pinzetten
- Pro Stichprobe ein Probenahmegefäss 300ml
- 1 Massband 10m
- Wasserdichter Stift
- Stoppuhr
- HACH HQ40d Messsonde
- Bestimmungsschlüssel Muscheln und Schnecken
- Habitatbestimmungsliste nach PLOCH
- Bestimmungsschlüssel Makrozoobenthos
- Bestimmungsliteratur Makrozoobenthos nach Tachet et al. (2000)

4.1.2 Durchführung

Der erste Schritt für die Durchführung der Makrozoobenthosentnahme ist die Festlegung der Anzahl Stichproben. Dazu gibt es eine vorgeschriebene Tabelle (siehe Anhang B) welche festlegt wie viele Stichproben genommen werden müssen. Für unseren Fall lagen die Teichgrössen meist zwischen 30 und 100m². Daher wurden bei Teichen über 50m² fünf Proben genommen,

bei Teichen unter 50m² nur deren drei. Nun müssen die Lebensräume im Teich festgelegt werden. Dazu wird ein Luftbild gezeichnet und dann werden die verschiedenen Lebensräume prozentual abgeschätzt. Zur Bestimmung der Probenahmestandorten gibt es ebenfalls wieder eine Tabelle (siehe Anhang B). In dieser Tabelle wurden die Lebensraumtypen in verschiedene Kategorien eingeteilt. 2/3 der Stichproben müssen in Lebensräumen der Kategorie 4 genommen werden, die restlichen werden aus den Lebensräumen der Kategorien 1 bis 3 entnommen. Nachdem die Zuteilung der Probenahmestellen durchgeführt wurde können nun die Entnahmen gemacht werden. Der Kescher wird während 30sec in der Form einer Acht bewegt. Nach den 30sec wird der ganze Inhalt in eine weisse Kunststoffschale gegeben für die Auslese des Makrozoobenthos. Die gefundenen Larven werden in ein mit 80% Ethanol gefülltes Probenahmegefäss gegeben damit sie bis zur Bestimmung im Labor konserviert werden (Junge, 2014).



Abbildung 4: Auslegung des Probenahmematerials (eigene Dokumentation, 2014)

4.1.3 Umgebung

Für die Beurteilung der Umgebung wurden eigens entwickelte Beurteilungsbögen verwendet (siehe Anhang B). Hier werden Parameter wie die Kleinstrukturen, Vegetation, die nähere (<100m) und weitere (<2000m) Umgebung, das Umgebungssubstrat usw. untersucht.

4.1.4 Beobachtung

Da sich die Methode nach PLOCH nur auf den Makrozoobenthos bezieht wurde noch eine Beobachtung von Auge durchgeführt. Hierbei wurden während der Arbeit am Teich alle gesichteten Tiere notiert. Nach der Probenentnahme wurde der Teich und Teichrand während 5min gezielt abgesucht. Es wurde alles aufgenommen was nicht dem Makrozoobenthos angehört.

4.1.5 Messsonde

Zum Schluss wurden noch mit der HACH HQ40d Messsonde mehrere chemische Parameter untersucht. Hierbei handelt es sich um den pH-Wert, die Leitfähigkeit, den Sauerstoffgehalt und die Sauerstoffsättigung.

4.2 Laboruntersuchung

Nach der Entnahme im Feld musste das Makrozoobenthos bestimmt werden. Hierzu wurde im Labor mit Stereolupen und Bestimmungsbüchern (Tachet, 2000) gearbeitet. Da es für einen Ungeübten viel zu aufwändig wäre eine Artbestimmung durchzuführen, haben wir die Bestimmung nur bis auf das Familienniveau gemacht.

4.3 Auswertung Indizes

Nach der Bestimmung des Makrozoobenthos können alle Resultate ausgewertet werden. Für die Auswertung des Makrozoobenthos wurden verschiedenste ökologische Indizes nach Junge (2014) verwendet.

4.3.1 Simpson-Index

Der Simpson-Index gibt die Diversität von Lebewesen in einem Stillgewässer an. Üblicherweise wird er auf Artniveau bestimmt, kann aber durchaus auch auf Familienniveau durchgeführt werden. Dies muss allerdings in der Methode vermerkt werden.

Berechnet wird der Simpson-Index wie folgt:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)}$$

s = Anzahl der gefundenen Taxa

n = Gesamtzahl der Individuen

n_i = Individuenzahl einer Art i

Je näher die Zahl D an 1 liegt, desto höher ist die Diversität. Falls $D = 0$ ist, heisst das dass alle Individuen der gleichen Art/Familie angehören.

4.3.2 Shannon-Index

Der Shannon-Index gibt die Auftretenswahrscheinlichkeit für eine Art/Familie an. Dieser Index wird normalerweise auf Artniveau gemacht, kann allerdings auch auf Familienniveau gemacht werden.

Berechnet wird der Shannon-Index wie folgt:

$$H = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{n} \cdot \ln\left(\frac{n_i}{n}\right)$$

s = Anzahl der gefunden Taxa

n = Gesamtzahl der Individuen

n_i = Individuenzahl einer Art i

Je näher der Wert H bei 4 liegt, desto höher ist die Diversität der Lebewesen. Wenn der Wert 0 ist, gehören alle Individuen der gleichen Art/Familie an.

4.3.3 Evenness-Index

Über den Shannon kann man noch den Evenness berechnen. Dieser zeigt an ob alle Arten/Familien gleichmässig vorkommen, oder ob eine dominant vorherrscht.

Berechnet wird der Evenness wie folgt:

$$E = H / \ln(S)$$

H = Shannon-Index

S = Anzahl Taxa

Je näher der Wert E bei 1 liegt, desto gleichmässiger sind die einzelnen Arten/Familien vertreten. Umgekehrt gilt, je näher E bei 0, desto dominanter sind einzelne Arten/Familien vertreten.

4.3.4 Jackknife-Methode

Die Jackknife-Methode ist eine mathematische Methode um die tatsächlich vorhanden Anzahl von Arten/Familien zu schätzen.

Der Jackknife wird wie folgt berechnet:

$$S_{jk} = S_{obs} + k \cdot \frac{n-1}{n}$$

S_{jk} = Tatsächliche Vielfalt Taxa

S_{obs} = Anzahl gefundene Taxa

n = Stichprobenmenge

k = Taxa welche nur in einer Stichprobe gefunden wurde

Für die weiteren Auswertungen werden nur noch der Simpson-Index und die Jackknife verwendet. Dies daher, da die Skalierung des Simpson-Indexes verständlicher und damit aussagekräftiger ist.

4.4 Spinnendiagramm

Mit den Resultaten der Probenahme und der Umgebungsanalyse der nahen Umgebung (<100m) wurde ein Spinnennetzdiagramm erstellt. Bei den berücksichtigten Parametern handelt es sich um die Vegetation, die Kleinstrukturen, die Sauerstoffsättigung, den Simpson-Index und dem Jackknife. Die Parameter wurden so ausgewählt, da sie wichtige ökologische Indikatoren sind. Bei der Vegetation und den Kleinstrukturen handelt es sich um geeignete Mikrohabitate für kleinere Lebewesen wie zu Beispiel den Makrozoobenthos oder Amphibien. Mit der Sauerstoffsättigung kann man Schlüsse in Bezug auf die Wasserqualität machen, und auf eine allfällige Verunreinigung im Gewässer aufmerksam machen. Schlussendlich noch die ökologische Diversität und die geschätzte Gesamtanzahl an Arten. Mit diesen zwei Parametern kann man die Zusammensetzung der Fauna im Teich gut aufzeigen. Die Parameter wurden folgendermassen kategorisiert:

Vegetation	
75 - 100%	5
50 - 75%	4
25 - 50%	3
10 - 25%	2
0 - 10%	1

Kleinstrukturen	
>20%	5
>10%	4
10%	3
5%	2
0%	1

Sauerstoffsättigung	
>100 %	5
90 - 100 %	4
80 - 90 %	3
50 - 80 %	2
< 50 %	1

Simpson	
1 - 0.8	5
0.8 - 0.7	4
0.7 - 0.6	3
0.6 - 0.4	2
0.4 - 0	1

Jackknife	
20.0 - 15.0	5
15.0 - 12.0	4
12.0 - 8.0	3
8.0 - 5.0	2
5.0 - 0	1

Abbildung 5: Kategorisierung der Parameter (eigene Datenbewertung, 2014)

5 Resultate

5.1 Im Schwimmteich

Nach der Bestimmung des Makrozoobenthos im Labor wurde für jeden Schwimmteich eine Familientabelle erstellt, um die Indizes zu berechnen. Alle schwarz markierten Felder bedeuten, dass in der jeweiligen Probe keine Individuen dieser Familie gefunden wurden. Am Ende folgt eine Gesamtübersicht über alle Makrozoobenthosfamilien mit lateinischen und deutschen Familiennamen.

5.1.1 Retoheim (Kategorie 1)

In der Tabelle 5 ist zu sehen welche Familien bei der Entnahme nach PLOCH im Schwimmteich Retoheim gefunden wurden. Bei der Beobachtung wurden noch mehrere Posthornschnecken (*Planorbis corneus*) und Spitzschlammschnecken (*Lymnaea stagnalis*), zudem Wasserläufer gesehen. Kaulquappen, wahrscheinlich vom Grasfrosch (*Rana temporaria*), wurden ebenfalls sehr viele gefunden. Bei der Befragung des Teichbesitzers wurde zudem noch erwähnt dass im Sommer sehr viele Libellen und Frösche vorhanden sind.

Tabelle 5: Bestimmung Makrozoobenthos Retoheim (eigene Datenauswertung, 2014)

Familie	Proben #					Total
	1	2	3	4	5	
Baetidae	3	4	5	2	3	17
Chironomidae	7	5	7	2	2	23
Ceratopogonidae	2	1				3
Coenagrionidae	1	3		24	2	30
Phryganeidae	2		1			3
Chaoboridae		4	9	1	2	16
Aeshnidae			17		1	18
Corixidae				2		2
						112

Die Sauerstoffsättigung des Gewässers betrug 88.1%.

Die Berechnung der Indizes ergab folgende Ergebnisse:

Simpson = 0.822

Shannon = 1.608

Eveness = 0.773

Jackknife = 8.8

5.1.2 Gemperle (Kategorie 1 „mini“)

In der Tabelle 6 ist zu sehen welche Familien bei der Entnahme nach PLOCH im Schwimmteich der Familie Gemperle gefunden wurden. Bei der Beobachtung wurden überaus viele Spitz-

schlammsschnecken und Ohrschlammsschnecken (*Radix auricularia*) gefunden. Zudem wurden selbst von Auge noch viele Libellenlarven sowie aber auch adulte Libellen gesehen. Ebenfalls wurden drei Bergmolche beobachtet. Bei der Befragung der Teichbesitzer wurde noch erwähnt, dass es sehr viele Frösche gibt und der Graureiher (*Ardea cinerea*) manchmal am Teich jagt.

Tabelle 6: Bestimmung Makrozoobenthos Gemperle (eigene Datenauswertung, 2014)

Familie	Proben #			Total
	1	2	3	
Chaoboridae	6	41	14	61
Chironomidae	6	21	6	33
Ceratopogonidae	2		2	4
Baetidae	35	3	13	51
Caenidae	3	1		4
Culicidae	1			1
Notonectidae	5	3	6	14
Cordulegasteridae	3	1	1	5
Dytiscus	2	1	3	6
Coenagrionidae	28	12	35	75
				254

Die Sauerstoffsättigung des Gewässers betrug 65.4%.

Die Berechnung der Indizes ergab folgende Ergebnisse:

Simpson = 0.797

Shannon = 1.769

Eveness = 0.768

Jackknife = 10.667

5.1.3 Hochuli (Kategorie 2)

In der Tabelle 7 ist zu sehen welche Familien bei der Entnahme nach PLOCH im Teich der Familie Hochuli gefunden wurden. Zudem wurden bei einer Beobachtung noch mehrere Wasserläufer und einige Bergmolche (*Triturus alpestris*) gesehen. Zudem wurden Frösche gehört jedoch nicht gesehen.

Tabelle 7: Bestimmung Makrozoobenthos Hochuli (eigene Datenauswertung, 2014)

Familie	1	2	3	4	5	Total
Chaoboridae	79	19	17	73	63	251
Chironomidae	9	14	11	7	3	44
Coenagrionidae	1	5	1	5	2	14
Baetidae	2	4	2	5	3	16
Ceratopogonidae	1	3	1			5
Aeshnidae	1			1		2
Notonectidae		1		4		5
Corduliidae		2	1	2		5
Limnephilidae		1				1
Caenidae			3	3		6
						349

Die Sauerstoffsättigung des Gewässers betrug 106.0%.

Die Berechnung der Indizes ergab folgende Ergebnisse:

Simpson = 0.464

Shannon = 0.785

Eveness = 0.341

Jackknife = 10.667

5.1.4 Leutenegger (Kategorie 2)

In der Tabelle 8 ist zu sehen welche Familien bei der Entnahme nach PLOCH im Schwimmteich der Familie Leutenegger gefunden wurden. Bei der Beobachtung wurden mehrere Posthornschnecken, sowie Spitzschlammschnecken gefunden. Zudem wurden noch Wasserläufer, Libellenlarven, einzelne Wasserfrösche, sowie Bergmolche beobachtet.

Tabelle 8: Bestimmung Makrozoobenthos Leutenegger (eigene Datenauswertung, 2014)

Familie	Proben #			Total
	1	2	3	
Chironomidae	14	14	8	36
Notonectidae	5	9		14
Coenagrionidae	2	1	3	6
Aeshnidae	1			1
Limnaeidae	1			1
Corixidae		1		1
Chaoboridae			3	3
Gyrinus			1	1
				63

Die Sauerstoffsättigung des Gewässers betrug 109.3%.

Die Berechnung der Indizes ergab folgende Ergebnisse:

Simpson = 0.622

Shannon = 1.286

Eveness = 0.618

Jackknife = 11.333

5.1.5 Lindenmann (Kategorie 4)

In der Tabelle 9 ist zu sehen welche Familien bei der Entnahme nach PLOCH im Schwimmteich der Familie Lindenmann gefunden wurden. Bei der Beobachtung wurden mehrere Bergmolche, sowie Grasfrosch-Kaulquappen gesehen. Ebenfalls beobachtet wurden mehrere Rotfedern (*Scardinius erythrophthalmus*) und drei Koys.

Tabelle 9: Bestimmung Makrozoobenthos Lindenmann (eigene Datenauswertung, 2014)

Familie	Proben #					Total
	1	2	3	4	5	
Coenagrion			6			6
Notonectidae			2	1		3
Chironomidae		1	4	6	1	12
Cordulegasteridae		1	4	1		6
Aeshnidae			3	1		4
Asselidae		1		8	1	10
Ceratopogonidae				2		2
Gammaridae					1	1
Baetidae					1	1
						45

Die Sauerstoffsättigung des Gewässers betrug 90.7%.

Die Berechnung der Indizes ergab folgende Ergebnisse:

Simpson = 0.848

Shannon = 1.927

Eveness = 0.877

Jackknife = 12.2

5.1.6 Rungger (Kategorie 4)

In der Tabelle 10 ist zu sehen welche Familien bei der Entnahme nach PLOCH im Schwimmteich der Familie Rungger gefunden wurden. Bei der Beobachtung wurden sehr viele Kaulquappen, wahrscheinlich vom Wasserfrosch (*Pelophylax*), sowie etliche Moderlieschen (*Leucaspius delineatus*) und Wasserläufer gesehen. Bei der Befragung des Teichbesitzers wurde zudem erwähnt, dass es mehrere Wasserfrösche, Erdkröten und Molche, sowie etliche Gross- und Kleinlibellen gibt. Der Eisvogel (*Alcedo atthis*) wurde auch schon im Garten beim Schwimmteich beobachtet.

Tabelle 10: Bestimmung Makrozoobenthos Rungger (eigene Datenauswertung, 2014)

Familie	Proben #			Total
	1	2	3	
Chironomidae			1	1
Coenagrionidae		1	1	2
				3

Die Sauerstoffsättigung des Gewässers betrug 92.8%.

Die Berechnung der Indizes ergab folgende Ergebnisse:

Simpson = 0.667

Shannon = 0.636

Eveness = 0.918

Jackknife = 2.667

5.1.7 Rupp (Kategorie 4)

In der Tabelle 11 ist zu sehen welche Familien bei der Entnahme nach PLOCH im Schwimmteich der Familie Rupp gefunden wurden. Bei der Beobachtung wurden viele Bergmolche, sowie Grasfrosch-Kaulquappen gesehen. Zudem wurden einige Wasserläufer und Rotfedern beobachtet.

Tabelle 51: Bestimmung Makrozoobenthos Rupp (eigene Datenauswertung, 2014)

Familie	Proben #			Total
	1	2	3	
Baetidae	1		2	3
Caenidae	3	4	4	11
Coenagrionidae	8	2	1	11
Aeshnidae			1	1
Cordulegasteridae	1			1
Chironomidae	2	2		4
Dixidae	1			1
Ceratopogonidae	1			1
Asselidae	1	4		5
Gammaridae	2	2		4
				42

Die Sauerstoffsättigung des Gewässers betrug 74.7%.

Die Berechnung der Indices ergab folgende Ergebnisse:

Simpson = 0.783

Shannon = 1.956

Eveness = 0.849

Jackknife = 12.667

5.1.8 Widmer (Kategorie 4)

Im Schwimmteich der Familie Widmer wurden keine Tiere mit der Methode nach PLOCH gefunden. Bei der Beobachtung wurden einzig einige Koys gesehen.

Die Sauerstoffsättigung des Gewässers betrug 65.6%.

5.1.9 Barth (Kategorie 5)

In der Tabelle 12 ist zu sehen welche Familien bei der Entnahme nach PLOCH im Schwimmteich der Familie Barth gefunden wurden. Bei der Beobachtung wurden mehrere Rückenschwimmer, sowie Bergmolche gesehen. Bei der Befragung des Teichbesitzers wurde zudem erwähnt, dass es Wasserfrösche gab, der Laich allerdings entfernt werden musste.

Tabelle 62: Bestimmung Makrozoobenthos Barth (eigene Datenauswertung, 2014)

Familie	Proben #			Total
	1	2	3	
Chironomidae	6	7	7	20
Baetidae	1	1		2
Coenagrionidae		1		1
Cordulegasteridae		1		1
Ceratopogonidae			1	1
Notonectidae			1	1
				26

Die Sauerstoffsättigung des Gewässers betrug 98.8%.

Die Berechnung der Indizes ergab folgende Ergebnisse:

Simpson = 0.412

Shannon = 0.9

Eveness = 0.503

Jackknife = 8.667

5.1.10 Egloff (Kategorie 5)

In der Tabelle 13 ist zu sehen welche Familien bei der Entnahme nach PLOCH im Schwimmteich der Familie Egloff gefunden wurden. Bei der Beobachtung wurden sehr viele Bergmolche gefunden, sowie eine Erdkröte im Skimmer. Zudem wurden noch etliche Libellenlarven gesehen. Bei der Befragung der Teichbesitzer wurde erwähnt, dass es früher hunderte von Fröschen und Erdkröten gegeben hätte.

Tabelle 73: Bestimmung Makrozoobenthos Egloff (eigene Datenauswertung, 2014)

Familie	Proben #			Total
	1	2	3	
Coenagrionidae	1	1		2
Notonectidae	4	2	4	10
Physidae		1		1
				13

Die Sauerstoffsättigung des Gewässers betrug 98.4%.

Die Berechnung der Indizes ergab folgende Ergebnisse:

Simpson = 0.41

Shannon = 0.687

Eveness = 0.268

Jackknife = 3.667

5.1.11 Küttel (Kategorie 5)

In der Tabelle 14 ist zu sehen welche Familien bei der Entnahme nach PLOCH im Schwimmteich der Familie Küttel gefunden wurden. Bei der Beobachtung wurden mehrere Wasserläufer beobachtet. Zudem wurde noch ein Laichfaden, wahrscheinlich einer Erdkröte (*Bufo bufo*) gefunden. Bei der Befragung der Teichbesitzer wurde zudem erwähnt dass es manchmal auch Frösche und Molche gibt, was aber von Jahr zu Jahr variiert.

Tabelle 14: Bestimmung Makrozoobenthos Küttel (eigene Datenauswertung, 2014)

Familien	Proben #			Total
	1	2	3	
Chironomidae	1			1
Phryganeidae	1			1
Lymnaeidae			1	1
				3

Die Sauerstoffsättigung des Gewässers betrug 98%.

Die Berechnung der Indizes ergab folgende Ergebnisse:

Simpson = 0

Shannon = 1.099

Eveness = 1

Jackknife = 5

5.1.12 Obrist (Kategorie 5)

In der Tabelle 15 ist zu sehen welche Familien bei der Entnahme nach PLOCH im Schwimmteich der Familie Obrist gefunden wurden. Bei der Beobachtung wurden viele Spitzschlamm-schnecken sowie einzelne Bergmolche gesehen.

Tabelle 15: Bestimmung Makrozoobenthos Obrist (eigene Datenauswertung, 2014)

Familie	Proben #			Total
	1	2	3	
Notonectidae	2	3	3	8
Coenagrionidae	1		2	3
Chironomidae	8	32	18	58
Gomphidae		1		1
Aeshnidae			1	1
Cordulegaster		1		1
				72

Die Sauerstoffsättigung des Gewässers betrug 98.1%.

Die Berechnung der Indizes ergab folgende Ergebnisse:

Simpson = 0.341

Shannon = 0.729

Eveness = 0.407

Jackknife = 8

5.2 Gesamtübersicht aller gefundenen Familien

In der folgenden Tabelle werden alle gefundenen Familien in allen besuchten Schwimmteichen aufgelistet. Die farbliche Klassifizierung wurde anhand der Biodiversität gemacht. Je mehr verschiedene Familien in einem Schwimmteich gefunden wurden, desto grüner ist die Farbe welche der Teich erhält.

Tabelle 16: Gesamtübersicht aller gefundenen Makrozoobenthosfamilien (eigene Datenauswertung, 2014)

Teichname		Kategorie	Familien		Übersicht der Familien in allen Schwimmteichen																								
					Familien lat.																								
					Familien ger.																								
Reichheim	1	8	Aeshnidae	18	Baetidae	17	Ceratopogonidae	3	Chaoboridae	16	Chironomidae	23	Coenagrionidae	30	Corixidae	2	Phryganeidae	3											
			Edellibellen		Sub.fam. Eintagesfliegen		Bartmücken		Büschelmücken		Zuckmücken		Schlanklibellen		Ruderwanzen		Sub.fam. Köcherfliegen												
Gempeler	1	10	Baetidae	51	Caenidae	4	Ceratopogonidae	4	Chaoboridae	61	Chironomidae	33	Coenagrionidae	75	Cordulegasteridae	5	Culicidae	1	Dytiscus										
			Sub.fam. Eintagesfliegen				Bartmücken		Büschelmücken		Zuckmücken		Schlanklibellen		Quelljungfern		Stechmücken		Gelbrandkäfer										
Leutenegger	2	7	Aeshnidae	1	Chaoboridae	3	Chironomidae	36	Coenagrionidae	6	Corixidae	1	Gyrinus	1	Limnaeidae	1													
			Edellibellen		Büschelmücken		Zuckmücken		Schlanklibellen		Ruderwanzen		Taunelkäfer		Stelmücken														
Hochuli	2	10	Aeshnidae	2	Baetidae	16	Caenidae	6	Ceratopogonidae	5	Chironomidae	251	Chironomidae	44	Coenagrionidae	14	Cordulidae	5	Limnephilidae	1									
			Edellibellen		Sub.fam. Eintagesfliegen		Sub.fam. Eintagesfliegen		Bartmücken		Büschelmücken		Zuckmücken		Schlanklibellen		Faltenlibellen		Sub.fam. Köcherfliegen										
Lindermann	4	9	Aeshnidae	4	Asselidae	10	Baetidae	1	Ceratopogonidae	2	Chironomidae	12	Coenagrionidae	6	Cordulegasteridae	6	Gammaridae	1	Notonectidae										
			Edellibellen		Asseln		Sub.fam. Eintagesfliegen		Bartmücken		Zuckmücken		Schlanklibellen		Quelljungfern		Flohkrebe		Rückenschwimmer										
Rupp	4	10	Aeshnidae	1	Asselidae	5	Baetidae	3	Caenidae	11	Ceratopogonidae	1	Chironomidae	4	Coenagrionidae	11	Cordulegasteridae	1	Dixidae										
			Edellibellen		Asseln		Sub.fam. Eintagesfliegen		Sub.fam. Eintagesfliegen		Bartmücken		Zuckmücken		Schlanklibellen		Quelljungfern		Tastermücken										
Widmer	4	0																											
Runger	4	2	Chironomidae	1	Coenagrionidae	2																							
			Zuckmücken		Schlanklibellen																								
Küttel	5	3	Chironomidae	1	Limnaeidae	1	Phryganeidae	1																					
			Zuckmücken		Schlamm Schnecken		Sub.fam. Köcherfliegen																						
Egloff	5	3	Coenagrionidae	2	Notonectidae	10	Physidae	1																					
			Schlanklibellen		Rückenschwimmer		Blasenschnecken																						
Obriest	5	6	Aeshnidae	1	Chironomidae	58	Coenagrionidae	3	Cordulegasteridae	1	Gomphidae	1	Notonectidae	8															
			Edellibellen		Zuckmücken		Schlanklibellen		Quelljungfern		Flussjungfern		Rückenschwimmer																
Barth	5	6	Baetidae	2	Ceratopogonidae	1	Chironomidae	20	Coenagrionidae	1	Quelljungfern	1	Notonectidae	1															
			Sub.fam. Eintagesfliegen		Bartmücken		Zuckmücken		Schlanklibellen		Quelljungfern		Rückenschwimmer																

5.3 Nahe Umgebung (<100 Meter)

Die Umgebungsanalyse der nahen Umgebung ist in der Tabelle 17 zu sehen. Bei den Parametern Vegetation, Kleinstrukturen, Röhrichte und Gehölze wurde der Deckungsgrad als Messwert verwendet. Die jeweiligen Deckungsgrade beziehen sich auf die umliegenden 5m des Gartens.

Die dunkelgrün markierten Teiche weisen in mindestens drei Kategorien gute Werte vor. Die hellgrün markierten Teiche weisen in zwei Kategorien gute Werte vor und die Weissen nur in einer Kategorie. Die orange markierten Teiche weisen in keiner Kategorie gute Werte vor.

Tabelle 8: Resultate der Umgebungsanalyse (eigene Datenauswertung, 2014)

Umgebungsanalyse des Gartens						
Teichname	Kategorie	Vegetation	Substrat	Kleinstrukturen	Röhrichte	Gehölze
Retoheim	1	>50%	Humus	>20%	25%	0%
Gemperle	1	25%	Kies	>10%	10%	5%
Küttel	5	10%	Kies	10%	10%	5%
Egloff	5	>50%	Kies/Humus	10%	10%	10%
Lindenmann	4	>50%	Kies	5%	25%	10%
Rupp	4	>50%	Kies	5%	10%	>10%
Widmer	4	10%	Kies	0%	25%	0%
Rungger	4	>75%	Kies/Humus	>10%	10%	>20%
Obrist	5	10%	Kies	5%	0%	10%
Leutenegger	2	25%	Kies/Humus	5%	25%	10%
Barth	5	>50%	Kies	>10%	0%	10%
Hochuli	2	25%	Kies	>20%	>50%	0%

6 Diskussion

6.1 Feldbegehung

Mit den im Feld benutzten Methoden konnten viele Daten gesammelt werden die für eine Aussage notwendig sind. Mit den gesammelten Daten zu Makrozoobenthos, Wirbeltieren, Wasserqualität, naher Teichumgebung (<100m) und der weiteren Umgebung (<2000m) konnten die, mit einfachen Mitteln, messbaren Parameter erhoben werden.

6.2 Umfang der Proben

Die beprobten Schwimmteiche waren gute Beispiele der verschiedenen Schwimmteichbautypen und mit 12 Anlagen konnten gute Vergleiche erstellt werden. Um eine noch differenziertere Aussage machen zu können, müssten weitere Teiche beprobt und ausgewertet werden. Da das Einzugsgebiet der Teiche jedoch schon einigermaßen breit ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Resultate auch bei einem grösseren Umfang sich nicht extrem verändern würden.

6.3 Methoden

Die verwendete Methode zur Entnahme des Makrozoobenthos kann auch hinterfragt werden. Die Methode nach PLOCH ist für natürliche Stillgewässer vorgesehen. Meistens werden daher viel grössere Flächen beprobt (ab 50m²). Ausserdem gehen auch die Berechnungen der verschiedenen Indizes von natürlichen Flächen aus. Aus diesem Grund wurde schlussendlich auf die Berechnung des CIEPT und des IBEM, welche gängige Indizes für die Beurteilung mittlerer Stillgewässer sind, verzichtet (Junge, 2014). Die beprobten Flächen waren schlicht zu klein und der Schwimmteich kann auch nicht mit einem natürlichen Lebensraum gleichgestellt werden. Der Faktor Mensch wird bei allen diesen Berechnungen nicht berücksichtigt. Da jedoch der anthropogene Einfluss bei Schwimmteichen extrem hoch ist und viele Parameter beeinflusst (Wasserqualität, Störung des Lebensraumes durch Anwesenheit und Pflege etc.), müsste man, um diese Punkte besser zu berücksichtigen, eine eigene Methode, für vom Menschen beeinflusste Flächen entwerfen.

6.4 Zeitmanagement

Die Zeit für die Entnahme wurde von den Arbeitsbedingungen extrem eingeschränkt. Sowohl der Zeitpunkt wie auch der Rahmen konnte nicht gross verändert werden.

Die Proben wurden alle innerhalb von zwei Wochen (Ende April bis Anfangs Mai) genommen. Damit konnten jahreszeitliche und extreme Umweltveränderungen so gut wie möglich vermieden werden. Leider konnte aufgrund der zur Verfügung gestellten Zeit keine Wiederholungsrunde realisiert werden. Um eine differenzierte Aussage über die faunistische Vielfalt machen zu

können, müsste man mindestens zwei, wenn nicht sogar drei Teichbesuche zu verschiedenen Jahreszeiten (z.B. Frühling, Sommer, Spätsommer) durchführen. Dadurch könnte man sehen wie sich die Artzusammensetzung im Teich verändert und wie es auf Dauer bezüglich der Biodiversität aussieht. Mit dem gemachten Versuch konnte lediglich eine Auswertung eines momentanen Zustandes gemacht werden.

6.5 Faunistische Vielfalt der Schwimmteiche

Im Folgenden werden alle besuchten Teiche diskutiert und Punkte, welche für die faunistische Vielfalt von Bedeutung sind, hervorgehoben. Als Grundlage für die Bemerkungen gelten folgende Sachlagen:

- Kapitel Resultate
- Auswertungen der Hypothesen mit geo.admin.ch (siehe Anhang C)
- Untersuchungsformular „Arten“ (siehe Anhang B)
- Untersuchungsformular „Umgebung“ (siehe Anhang B)

6.5.1 Schwimmteich Retoheim (Kategorie 1)

Optimale Voraussetzungen für eine Makrozoobenthosentnahme. Das Wetter bedeckt, doch nicht all zu warm da dies der erste Teich des Tages war (09:45 Uhr). Die Lage des Teiches auf einer tiefer gelegenen Alpweide auf etwas mehr als 1000m.ü.M.. Der Teich umgeben von Wiesen und Weiden. Obwohl im Süden die Hauptstrasse, welche sich durch das ganze Tal zieht, wohl eine Beschneidung für die Vernetzung bedeutet, bleibt im Norden alles offen für wandernde Arten. In unmittelbarer Nähe (1200m) steht das nächste Moorgebiet mit Flachmoorvorkommen. Die Fauna dieser dauerhaft vernässten Gebiete sind meist artenärmer als diejenige anderer Feuchtgebiete, nicht desto trotz beherbergen Flachmoorgebiete einige Insektenarten die auch im Teich gefangen wurden. Als gutes Beispiel dafür gilt es die Libellen zu erwähnen. Drei der sieben Familien, welche in Flachmooren vorkommen wurden im Teich gefunden (Delarze, 2008). Aussergewöhnlich war auch die Anzahl der gefangenen Larven. Kein zweites Mal wurden so viele Larven gefangen wie an diesem Standort. Eine mögliche Erklärung ist das Alter des Teiches und die vorgenommene Pflege. Der Teich im Retoheim ist nämlich um die 4 Jahre alt und es wurden bisher noch keine Sedimente abgesaugt (mündliche Mitteilung von Thomas Vogel). Da Libellen, wie bereits beschrieben (Kapitel Odonata), ein bis fünf Jahre im Teich verbringen, sind solche Bedingungen für sie perfekt. Weiter wurden unzählige Larven von Fröschen gesichtet. Laut Thomas Vogel handelt es sich dabei um die Larven von echten Fröschen

(*Rana*). Ausserdem wurden einige Bergmolche gesehen, welche nach Thomas Vogel sehr zahlreich vorhanden sind. (Siehe Karte Retoheim im Anhang C)

6.5.2 Schwimmteich Gemperle (Kategorie 1)

Der Minitteich der Familie Gemperle konnte unter optimalen Bedingungen begutachtet werden. Der Himmel zwar bedeckt doch bei angenehmer Temperatur. Die Lage des Teiches etwas abseits von Ebnat-Kappel in einem landwirtschaftlich genutzten Gebiet. Nahe am Grundstück verläuft ein Bach und der Wald ist 500m weit entfernt. Das nächste Mooregebiet befindet sich weniger als 2000m entfernt und ist ohne irgendwelche Hindernisse zu erreichen. Mit Flach- und Hochmoorvorkommen 2000m entfernt ist dieser Teich gut vernetzt. Hierbei ist anzumerken, dass die optimalen Distanzen zu natürlichen Lebensräumen nicht bekannt sind. Die gezeigte Möglichkeit mittels Migrationsdistanzen (siehe Kapitel Amphibien) zu bestimmen, scheint nur sehr grobe Anhaltspunkte bezüglich der Vorkommen zu geben, da die Arten auch über diese Distanzen hinaus in andere Gebiete gelangen. Womöglich können sich diese Distanzen um einige Kilometer erweitern, wenn die Strecke optimal gestaltet ist (z.B natürlicher Flusslauf von Mooregebiet bis nahe an einen Schwimmteich). (Siehe Karte Gemperle im Anhang C)

6.5.3 Schwimmteich Hochuli (Kategorie 2)

Der Schwimmteich Hochuli wurde zwei Mal besucht. Das erste Mal als Test für die verwendeten Methoden und zum Schluss noch einmal um mögliche Unterschiede festzuhalten aber auch um mögliche Anpassungen in der Methodik zu erwägen. Beim ersten Besuch war ausgesprochen schönes Wetter. Sonnig und warm. Beobachtete Arten waren der Bergmolch und unzählige Larven der Büschelmücke (Ordnung *Diptera*, Familie *Chaboridae*). Diese Art war den auch in den Proben sehr stark vertreten. Von 260 gefangenen Individuen waren die Hälfte Büschelmückenlarven. Auch ohne die Hilfe der Indizes konnte davon ausgegangen werden, dass diese Art sich in diesem Schwimmteich ausgesprochen wohl fühlen muss. Wie bereits erwähnt (siehe Kapitel Diptera und Unterkapitel Schwimmteiche Lindenmann, Rupp, Widmer, Rungger (Kategorie 4)) wird das Ökosystem von dieser Art dominiert. Die Umgebung ist ähnlich derjenigen von Leutenegger, mit kleinem Stillgewässer in geringer Distanz zum Schwimmteich, einer grossen Waldfläche in <300 Metern vom Grundstück entfernt und wenig stark befahrenen Strassen. Beim zweiten Besuch informierte uns Herr Hochuli über den Ausstieg des Skimmers. Dieser sei seit zwei bis drei Wochen ausgestiegen und der Teich daher etwas trüber als normal. Die Proben ergaben auch klare Hinweise auf eine Verschlechterung der ökologischen Gewässergüte. Aus 350 gefangenen Individuen waren 250 Büschelmückenlarven. Dies entspricht einer deutlichen Steigerung gegenüber der ersten Entnahme. Dieser deutliche Trend, gekoppelt mit

dem Ausfall des Skimmers, zeigt die Entwicklung der faunistischen Vielfalt in einem nicht funktionierenden System. (siehe Karte Hochuli im Anhang C)

6.5.4 Schwimmteich Leutenegger (Kategorie 2)

Die Bedingungen bei der Besichtigung waren sehr gut. Sonnig und warm. Bereits bei der Ankunft konnten Grünfrösche beobachten die durch den Besuch aufgescheucht worden waren. Später wurden sie als Teichfrösche (*Pelophylax esculentus*) identifiziert. Der Schwimmteich war rundherum stark bepflanzt und bot daher gute Versteckmöglichkeiten für jegliche Teichbewohner. Die Suche war schliesslich nicht so erfolgreich wie dies von einer Kategorie 2 erwartet werden konnte. Die Diversität kann als mittelmässig eingestuft werden, doch die Artenzahl war erschreckend tief. Vor allem Libellenlarven wurden pro Familie immer nur ein Exemplar gefangen. Die Erklärung mag sein, dass die Teichfrösche (mindestens vier Tiere wurden gezählt) die Makroinvertebraten sehr stark regulieren. Da der Teich mit seiner geringen Grösse von ungefähr 45m² nur wenig Platz für Individuen lässt, wird angenommen, dass sich hier ein Top-Down System, also ein durch Prädation geprägtes System, eingependelt hat. Eine weitere gefundene Amphibienart ist der Bergmolch. Die Umgebung des Teiches ist aus faunistischer Sicht betrachtet interessant. Auch wenn Feuchtgebiete fehlen, steht im Westen eine grosse und dichte Waldfläche mit Fliessgewässer. In kurzer Distanz (<300m) steht ein kleiner Tümpel, von wo die Amphibien mit grosser Wahrscheinlichkeit her kommen. Zudem ist die nahe Umgebung nur bedingt von Siedlung geprägt, zur Waldfläche hin ist die Landschaft offen und nicht überbaut. Stark befahrende Strassen gibt es keine. (siehe Karte Leutenegger im Anhang C)

6.5.5 Schwimmteiche Lindenmann, Rungger, Rupp, Widmer (Kategorie 4)

Die Bedingungen bei der Feldbegehung waren an diesem Tag sehr schwierig. Es regnete den ganzen Tag und die Lufttemperatur betrug um die 12° C. Durch den Vergleich mit anderen Teichen (Kategorie 1, 2, 5) kann gesagt werden, dass dieses regnerische Wetter einen klaren Einfluss auf die erhobenen Daten genommen hat. Es wurden deutlich weniger Tiere gefangen. Umso mehr erstaunt es, dass in der Biodiversitätsfrage die Teiche Lindenmann und Rupp am besten abschneiden. Laut Junge (2014) kommt es bei den „sauberen Gewässern“ der Kategorie 4 und 5 oft vor, dass obwohl nur wenige Tiere gefangen wurden, eine grosse Diversität vorherrscht. Umgekehrt in eher belasteten Teichen (siehe Schwimmteich Hochuli) werden viele Individuen der selben Art gefangen. Die Art dominiert das Ökosystem (Schwimmteich). Im speziellen konnten beim Teich Rungger interessante Informationen durch ein Gespräch mit Herr und Frau Rungger gewonnen werden. Trotz Moderlieschen traten nie Probleme mit der Wasserreinheit auf. Der Garten kam einem gepflegten Urwald gleich, so viele Pflanzen wie an die-

sem Ort gab es kein zweites Mal. Auch die Regenerationszone war grosszügig gehalten und sehr vielfältig bepflanzt. Laut Herr Rungger hätten sie auch schon mehrmals Besuch vom Eisvogel gehabt. Allen Teichen ist gemeinsam, dass die Umgebung stark von Siedlung, teilweise auch von stark befahrenen Strassen geprägt wird. Feuchtgebiete gibt es keine in der Umgebung. Teilweise gibt es Waldflächen die in näherer Umgebung liegen, doch sind dies Wälder, in welchen die Bewirtschaftung eher intensiv ist und welche kaum Lebensräume für potenzielle Teichbewohner bieten. Diese Umstände erschweren das Besiedeln für Amphibien doch auch für Insekten. (Siehe Karten Rupp und Widmer im Anhang C)

6.5.6 Schwimmteiche Küttel und Egloff (Kategorie 5)

Bei beiden Begehungen waren die klimatischen Gegebenheiten optimal. Die Entnahme jedoch nicht sehr erfolgreich. In beiden Teichen konnten fast keine Arten gefangen werden. Dies nicht mangels Fangglück, sondern weil schlicht und einfach nichts zu fangen vorhanden war. Die Regenerationszonen klein und für Makroinvertebraten nicht lebenswert gestaltet. Trotz diesen widrigen Umständen konnten in beiden Teichen Froschlaich gefunden werden. Im Teich Egloff wurden mehrere Bergmolche gesichtet. Laut den Besitzern hatten sie vor einigen Jahren ein sehr grosses Vorkommen an Erdkröten, welche den ganzen Teich bevölkerten. Nur durch entfernen und abtransportieren der Kröten konnte die Invasion gestoppt werden. Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die Umgebung in Schwimmteichen der Kategorie 5 keinen grossen Unterschied macht, da sie sind wegen ihrer mangelnden Pflanzenvielfalt und dem übermässigen anthropogenen Einfluss (Putzen durch Mensch/Maschine) nicht als potenzielles Habitat wahrgenommen werden. Dennoch wäre es interessant zu sehen ob ein Teich der Kategorie 5 von Makroinvertebraten und Wirbeltieren besiedelt werden würde, wenn es Feuchtgebiete gleich nebenan (<500m) geben würde. Da diese sich diese Gebiete jedoch meistens weiter weg befinden, werden andere Lebensräume ausgewählt. (Siehe Karten Küttel und Egloff im Anhang C)

6.5.7 Schwimmteiche Obrist und Barth (Kategorie 5)

Diese zwei Teiche wurden am selben Tag bei guten Bedingungen besucht. In beiden Teichen wurden nur sehr wenige Tiere gefangen. Bei Barth ist anzumerken, dass die sehr kleine Regenerationszone (ungefähr 7m²), voll mit Algen war. Auf solch kleinen Flächen ist es äusserst schwierig ein funktionierendes System zu erhalten, da diese auf jegliche Einflüsse sehr stark reagieren (Delarze, 2008). Mit einer Eutrophierung muss gerechnet werden. Notwendige Massnahmen wären das regelmässige Entfernen von pflanzlichem Material. Dieser Teich hat ein

zusätzliches, externes Filtersystem. Dieses ist für Teichbewohner nicht nutzbar. (siehe Karten Obris und Barth im Anhang C)

6.6 Spinnennetzdiagramme

Für eine verbesserte Visualisierung wurde für jeden Schwimmteich ein Spinnennetzdiagramm erstellt.

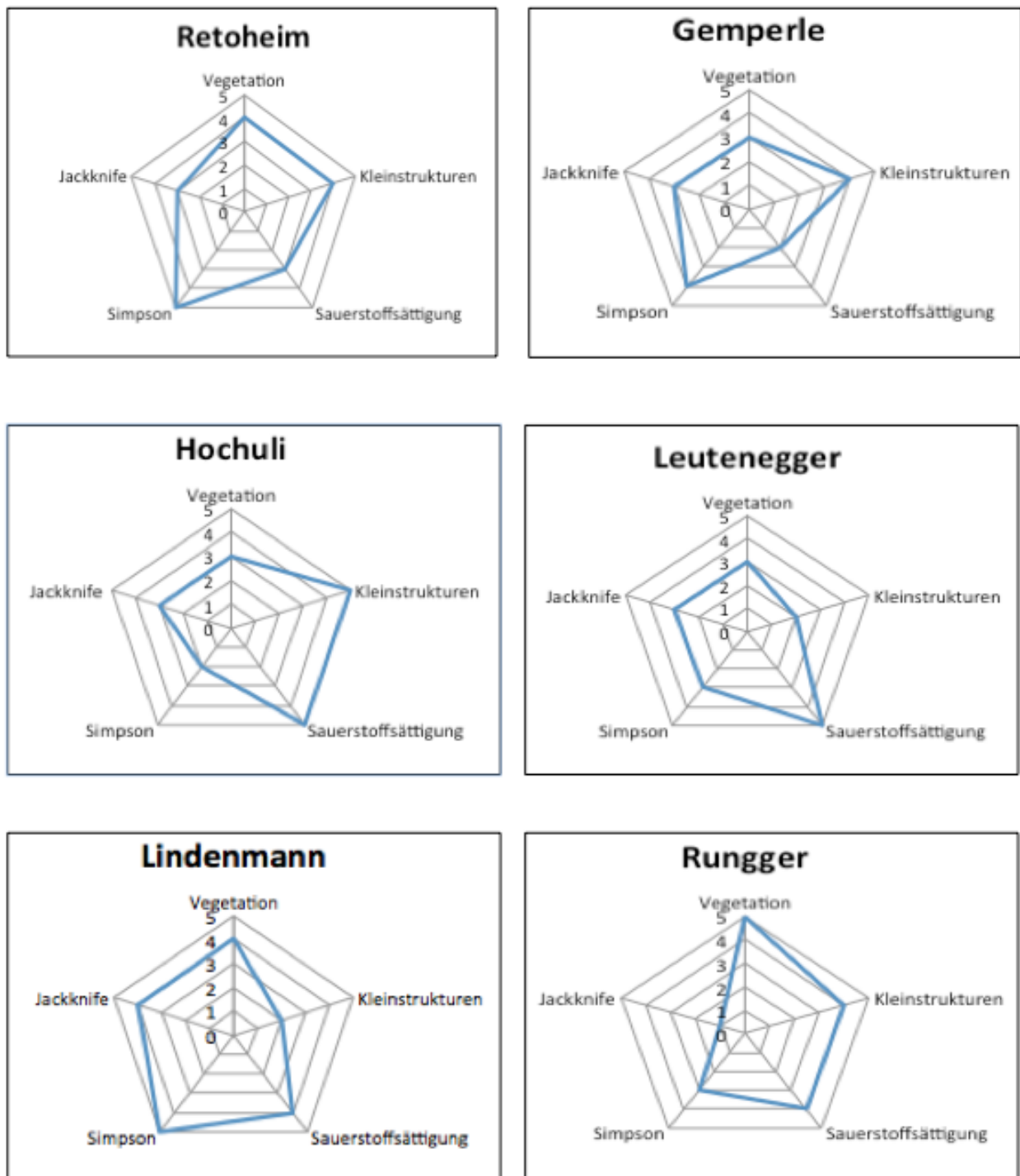


Abbildung 6: Netzdiagramme der Schwimmteiche Retoheim bis Rungger (eigene Datenauswertung, 2014)

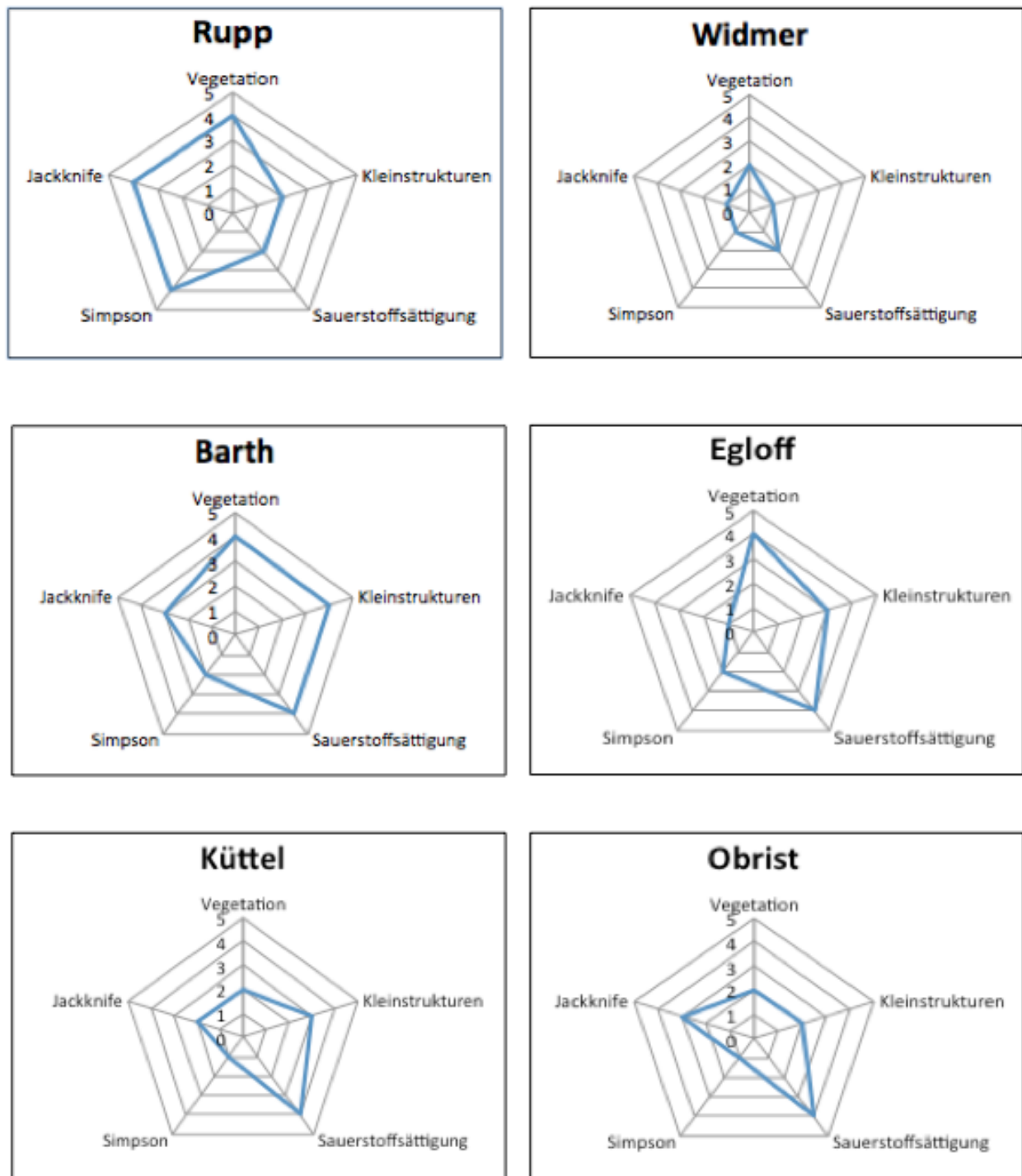


Abbildung 7: Netzdiagramm der Schwimmteiche Rupp bis Obrist (eigene Datenauswertung, 2014)

Die oben gezeigten Diagramme (Abbildung 6 und 7) zeigen viele verschiedene Bilder. Eine reiche Vegetation ist sicherlich förderlich, ist allerdings keine Garantie für eine reichhaltige Fauna. Das gleiche gilt auch für die Sauerstoffsättigung und den Kleinstrukturen. In diesen Diagrammen wird der wahrscheinlich wichtigste Faktor nicht miteinbezogen, nämlich die Umgebung. Man kann klar sagen, dass das Vorhandensein von Tieren hauptsächlich von der Umgebung abhängt.

6.7 Hypothesen

H1: Je weniger verbaute Flächen (Strassen und dichte Siedlungen) im Umkreis von 2000m vorhanden sind, desto höher ist die Diversität in den Schwimmteichen.

Die erste Hypothese konnte mit den verwendeten Methoden nicht eindeutig bewiesen werden, da keine speziellen Untersuchungen mit den Strassen gemacht wurden. Durch die Umgebungsanalysen mittels GIS-Browsers (map.geo.admin.ch), der nahen Umgebungsanalyse mittels eigener Beobachtung und der erhaltenen Werte der Makrozoobenthosentnahme kann jedoch darauf geschlossen werden, dass stark befahrene Strassen (Autobahnen, Hauptstrassen) sicher eine Grenze für Lebewesen darstellen den Schwimmteich zu besiedeln. In den Fällen wo Siedlung dominiert und die ganze Umgebung mit Häusern belegt ist, wurde keine hohe Biodiversität gefunden. (Siehe Karten Rungger, Barth, Widmer im Anhang C)

H2: Je mehr ökologisch interessante Biotop (Naturschutzgebiete, Feuchtgebiete, Amphibienlaichgebiete, Flüsse, Bäche, Weiher, Seen oder andere Teichanlagen) im Umkreis von 2000m vorhanden sind, desto höher ist die Diversität in den Schwimmteichen.

Anhand der Umgebungsanalysen konnte herausgefunden werden, dass vor allem Feuchtgebiete und Fliessgewässer einen positiven Einfluss auf die Diversität in Schwimmteichen haben müssen (siehe Karten Retoheim, Gemperle im Anhang C). So sind auch die Schwimmteiche Rupp und Leutenegger an Fliessgewässer anliegend oder gar in der Nähe eines Teiches. Beide weisen eine eher hohe Biodiversität auf (siehe Karten Rupp, Leutenegger im Anhang C). Ausserdem scheint das allgemeine Umgebungsbild einen gewissen Faktor einzunehmen. Auch wenn keine, wie in der Hypothese formulierten „interessanten Biotop“ in der Umgebung zu finden sind, gibt es verschiedene Flächen welche auch nicht vernachlässigt werden sollten. In der Karte von Lindenmann ist die Umgebung mosaikreich gestaltet und zu einem Grossteil offen. Die Siedlung ist nicht zu stark vertreten, daher einen auch eher hohe Biodiversität.

H3: In Schwimmteichtypen der Kategorien 1 und 2 ist die Biodiversität grösser als in jenen der Kategorien 4 und 5.

Wie in der Arbeit schon mehrmals erwähnt, kann man nicht davon ausgehen dass die Biodiversität in den Kategorien 1 und 2 grundsätzlich höher ist als in den Kategorien 4 und 5. Die Auswertung der Resultate zeigt, dass in Schwimmteichen der Kategorie 1 und 2 mehr Individuen gefunden werden und auch eine hohe Diversität aufweist. In Schwimmteichen der Kategorie 4 und 5 finden sich meist weniger Individuen und die Biodiversität kann extrem stark variieren. Sie reicht von Null bis an die Werte der Kategorien 1 und 2. Dies aufgrund der verschiedenen Einflüsse der nahen und weiten Umgebung.

6.8 Ausblick

In dieser Arbeit wurden grundlegende Parameter aufgenommen und in Bezug auf die entsprechende Artenvielfalt entschieden, ob der Teich aus faunistischer Sicht interessant ist.

Wenn man in Zukunft gewährleisten möchte, dass der Schwimmteich eine natürliche Funktion, sei dies als Laich-, Überwinterungs-, Sommer- oder permanentem Lebensraum einnimmt, müssen weitere Untersuchungen erfolgen. Eine mögliche Entwicklung könnte sein, dass man in Zukunft Schwimmteiche auf gewisse Leit- und Zielarten ausrichtet. Damit könnte versucht werden, pointiert Lebensräume für bedrohte Arten zurückzugewinnen. Dafür müssten jedoch die Ansprüche und Beziehungen welche die betreffenden Arten an ihren Lebensraum stellen noch besser erforscht werden. Zudem müssten mehr Menschen auf das Thema des Artenschutzes sensibilisiert werden. Je grösser das Interesse an der Natur, desto wichtiger wird sie den Menschen und mehr Projekte könnten in dieser Richtung realisiert werden.

7 Schlussfolgerung

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Schwimmteichbautypen in ihrer faunistischen Vielfalt klar unterscheiden. Die Kategorien 1 und 2 beherbergen deutlich mehr Lebewesen (Individuen Zahl) als die Kategorien 4 und 5.

Schwimmteichbautypen der Kategorie 4 und 5 können eine relativ gute Diversität aufweisen (Lindenmann, Rupp, Obrist und Barth), andererseits auch eine sehr schlechte (Küttel, Egloff, Widmer und Rungger). Das Fazit aus diesen Resultaten ist schwierig zu ziehen. Klar ist, dass die schlechten Wetterbedingungen (starker Regen) während der einen Aufnahme die Auswertung beeinflusst haben. Ausserdem gilt es, wie bereits erwähnt, die anthropogenen Faktoren zu berücksichtigen, die in den Auswertungen vernachlässigt wurden. Diese sind schwer messbar und bedürften einer weiteren, eigens dafür kreierte Methode zur Beurteilung.

Eine genauere Aussage über die Fauna (Wirbeltiere und Makrozoobenthos) an Schwimmteichen könnte mittels Wiederholungen der Aufnahme erreicht werden.

Die Umgebung des Schwimmteiches beeinflusst die faunistische Vielfalt erheblich. Vor allem die weitere Umgebung (<2000m) ist entscheidend. Ist diese Umgebung natürlich gestaltet und bietet Möglichkeiten um sich ungestört zu bewegen, ist die Besiedelung eines Teiches wahrscheinlich. Für die meisten Arten sind Trittbretflächen zentral um sich auszubreiten. Die nahe Umgebung (<100m) könnte wichtig sein für die Frage ob sich eine Spezies im betreffenden Schwimmteich dauerhaft ansiedelt oder ob sie wieder weiterzieht. Wenn ein Schwimmteich alle nötigen Ressourcen für einen Lebensraum bietet, sollte dieser grundsätzlich als permanenter Lebensraum dienen können. Dies ist jedoch nur eine Vermutung. Durch eine Untersuchung über mehrere Jahre könnte man die Lebensraumqualität des Schwimmteiches für Teichbewohner feststellen.

8 Literaturverzeichnis

Akeret, B. (2008). *Entomologiegrundlagen*. BBW.

Bührle, C., & Apitzsch, L. (2013). *Ökologische Untersuchung verschiedener Schwimmteichbautypen*. Semesterarbeit, ZHAW, Ökotechnologie, Wädenswil.

Delarze, R., & Gonseth, Y. (2008). *Lebensräume der Schweiz* (2. Auflage Ausg.). Bern, Bern, Schweiz: hep verlag ag.

Engelhardt, W. P. (2008). *Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher?* (16. Auflage Ausg.). Stuttgart, Deutschland: Franckh-Kosmos Verlag-GmbH.

Fortmann, M. D. (2007). *Das Schwimmteich-Buch* (1. Auflage Ausg.). Clenze, Deutschland: Agrimedia GmbH - Edition Limosa.

Linder, H. D., Knodel, H. P., Bayrhber, H. P., & Kull, U. P. (2005). *Linder Biologie* (22. Auflage Ausg.). Braunschweig, Deutschland: Westermann Schroedel Diesterweg.

Mahabadi, M. P.-I., Bruns, S. D.-I., Frehse, H. D.-I., Gansloser, G. P.-I., Hapatzky, D. D.-I., Kluth, W.-R. P., et al. (2005). *Schwimm- und Badeteichanlagen*. Stuttgart, Deutschland: Eugen Ulmer KG.

Meier, H. P., & Bosshard, P. B. (2013). *Fachempfehlung für den Bau von öffentlichen, künstlich angelegten Badeteichen*. SVBP, Teichbau. Rutschwil: SVBP.

Müller, A. (2008). *Systematische Biologie Stamm Arthropoda*. ETH Zürich.

Ranka J., G. C. (2014). *Biologische Gewässerbeurteilung*. ZHAW.

Tachet H., B. M. (2000). *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces*. Université Lyon: Biologie Animale et Ecologie.

Weixler, R. (2008). *Garten- und Schwimmteiche. Bau, Bepflanzung, Pflege*. Graz, Österreich: Leopold Stocker.

Wiedemeier, P. (2013). *BIO3, HS 2013: Libellen*. ZHAW, Modul Biologie3. Wädenswil: ZHAW.

Wiedemeier, P. (2013). *BIO3, HS 2013: Säugetiere*. ZHAW, Modul Biologie3. Wädenswil: ZHAW.

Wiedemeier, P. (kein Datum). *BIO3, HS 2013: Amphibien*. ZHAW, Modul Biologie3. Wädenswil: ZHAW.

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: ZONEN DES SCHWIMMTEICHS (SVBP, 2014)	2
ABBILDUNG 2: UNTERTEILUNG VON TEICHBLEBESSEN IN MAKROZOOBENTHOS UND ZOOPLANKTON (JUNGE, 2014).....	6
ABBILDUNG 3: LEBENSZYKLUS VON EPHEMEROPTERA MIT LEBENSÄUMEN (JUNGE, 2014)	7
ABBILDUNG 4: AUSLEGUNG DES PROBENAHMEMATERIALS (EIGENE DOKUMENTATION, 2014)	14
ABBILDUNG 5: KATEGORISIERUNG DER PARAMETER (EIGENE DATENBEWERTUNG, 2014)	17
ABBILDUNG 6: NETZDIAGRAMME DER SCHWIMMTEICHE HOCHULI BIS LINDENMANN (EIGENE DATENAUSWERTUNG, 2014)	33
ABBILDUNG 7: NETZDIAGRAMM DER SCHWIMMTEICHE RUPP BIS BARTH (EIGENE DATENAUSWERTUNG, 2014)	34

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: Einteilung der Schwimmteiche in Kategorien (SVBP, 2013).....	3
TABELLE 2: Zuordnung des Gewässerökologischen Leitbildes (SVBP, 2013)	4
TABELLE 3: Larvallebensräume der Libellen (Eigene Darstellung, Daten nach Wiedemeier, 2013)	10
TABELLE 4: Migrationsdistanzen der Amphibien (Brenneisen, 2013)	12
TABELLE 5: Bestimmung Makrozoobenthos Retoheim (Eigene Datenauswertung, 2014)	19
TABELLE 6: Bestimmung Makrozoobenthos Gemperle (Eigene Datenauswertung, 2014)	19
TABELLE 7: Bestimmung Makrozoobenthos Hochuli (Eigene Datenauswertung, 2014)	19
TABELLE 8: Bestimmung Makrozoobenthos Leutenegger (Eigene Datenauswertung, 2014).....	20
TABELLE 9: Bestimmung Makrozoobenthos Lindenmann (Eigene Datenauswertung, 2014)	24
TABELLE 10: Bestimmung Makrozoobenthos Rungger (Eigene Datenauswertung, 2014)	21
TABELLE 11: Bestimmung Makrozoobenthos Rupp (Eigene Datenauswertung, 2014)	22
TABELLE 12: Bestimmung Makrozoobenthos Barth (Eigene Datenauswertung, 2014)	23
TABELLE 13: Bestimmung Makrozoobenthos Egloff (Eigene Datenauswertung, 2014).....	24
TABELLE 14: Bestimmung Makrozoobenthos Küttel (Eigene Datenauswertung, 2014).....	24
TABELLE 15: Bestimmung Makrozoobenthos Obrist (Eigene Datenauswertung, 2014)	25
TABELLE 16: Gesamtübersicht aller gefundenen Makrozoobenthosfamilien (Eigene Datenauswertung, 2014)	26
TABELLE 17: Resultate der Umgebungsanalyse (Eigene Datenauswertung, 2014)	27

Anhang

Anhang A: Teichbaukategorien

Anhang B: Bewertungsformulare

Anhang C: Teichportraits

Anhang A: Teichbautypen

Anhang B: Untersuchungsformulare

Anhang C: Schwimmteichportraits