



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Wildschweinsuhlen als Habitat für Libellen im Lainzer
Tiergarten“

verfasst von / submitted by

Victoria Pail, BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien, 2020 / Vienna 2020

Studienkennzahl lt. Studienblatt
/
degree programme code as it
appears on the student record
sheet:

UA 066 879

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Naturschutz und
Biodiversitätsmanagement /
Conservation Biology and Biodiversity
Management

Betreut von / Supervisor:

Univ. Doz. Mag. Dr. Andreas Chovanec

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Mag. Dr. Andreas Chovanec: Lieber Andi, danke für dein umfangreiches Wissen über Libellen, deine Ideen, Anregungen und Verbesserungsvorschläge – all das hat entscheidend zum Gelingen meiner Arbeit beigetragen!

Weiters möchte ich mich bei Dr. Günther Gollmann für sein Expertenwissen über die Gelbbauchunken und den Lainzer Tiergarten bedanken und bei Mag. Ing. Rainer Rubik für seine Auskunft über die Standorte und die netten Begegnungen im Freiland! An dieser Stelle auch ein Dankeschön an die Forstdirektion Lainz und die Magistratsabteilung 49 für ihr Entgegenkommen bei den Bewilligungen!

Mein größter Dank gilt meinen Eltern, Erika und Hannes Pail, die mir in meinem Leben so vieles ermöglicht haben und mich immer auf meinem Weg unterstützen. Besonders in den Wochen nach meiner Bilddarm-OP inmitten meiner Freilandarbeit wart ihr, zusammen mit meinem Freund Maximilian Kargl, eine unersetzbare Hilfe! Ohne euch drei hätte ich es wirklich nicht geschafft, danke!!

Doris, danke für deine Gesellschaft und Hilfe bei den Laborbeobachtungen – es war ein sehr spannender und lustiger erster Beobachtungstag zusammen mit dir und Andi! Und Iris, danke für deinen Tipp mit den Wildschweinsuhlen im Lainzer Tiergarten!

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Material und Methoden.....	6
2.1	Untersuchungsgebiet Lainzer Tiergarten.....	6
2.1.1	Geologie und Klima.....	6
2.1.2	Naturschutz	6
2.1.3	Geschichte des Lainzer Tiergartens	6
2.1.4	Wildbestand	7
2.2	Standortbeschreibungen	8
2.2.1	Große Auhofer Stockwiese.....	13
2.2.2	Scheibenwiese	14
2.2.3	Hochwiese	15
2.2.4	Aumüllerwiese.....	16
2.2.5	Schattenwiese.....	17
2.3	Freilandhebungen	18
2.3.1	Räuber-Beute-Interaktionen	18
2.3.2	Exuvienfunde	18
2.3.3	Bodenständigkeit.....	18
2.3.4	Abundanzklassen	19
2.3.5	Index	19
2.4	Statistische Analysen	20
2.5	Laborbeobachtungen	21
3	Ergebnisse	23
3.1	Index	23
3.2	Arten	24
3.3	Exuvienfunde	27
3.4	Räuber-Beute-Interaktionen	29
3.5	Laborbeobachtungen	33
3.5.1	Interaktion zwischen Larven von <i>Libellula depressa</i> mit Kaulquappen von <i>Bombina variegata</i>	33
3.5.2	Interaktion zwischen Larven von <i>Libellula depressa</i> mit Kaulquappen von <i>Rana dalmatina</i>	36
4	Diskussion.....	37
4.1	Freilandhebungen	37
4.1.1	Sicher bodenständige Arten	38
4.1.2	Besondere Funde.....	44
4.1.3	Nicht bodenständige Arten	46
4.1.4	Standorte	47
4.2	Exuvienfunde	48
4.3	Räuber-Beute-Interaktionen	49
4.4	Laborbeobachtungen	51
	Literatur	54

Abstract

In literature, wild boar wallows are mentioned as a possible reproductive habitat of *Libellula depressa* and *Libellula quadrimaculata*. For other pioneer species, such as *Orthetrum brunneum*, no information is available. This study evaluates the role of wild boar wallows as a habitat for dragonflies and determines the species diversity in this habitat, which is strongly influenced by the disturbance by wild boars (*Sus scrofa*). At five study sites in the Lainzer Tiergarten (Vienna, Austria), surveys were carried out from March to October 2018 and a total of seven autochthonous species were detected: *Libellula depressa*, *Libellula quadrimaculata*, *Orthetrum brunneum*, *Orthetrum coerulescens*, *Aeshna cyanea*, *Aeshna mixta* and *Sympetrum striolatum*. In order to distinguish the sites with respect to their wild boar impact (low or high wild boar impact), an index was developed. The sites Aumüllerwiese and Schattenwiese belong to the group with low wild boar impact, Hochwiese, Scheibenwiese and Große Auhofer Stockwiese belong to the group with high wild boar impact. There were differences in species composition between the two groups, probably due to the changes in vegetation in and around the wallow-ponds caused by the activity of wild boars and the different sensitivity of dragonfly larvae to disturbance. Furthermore, the predator-prey relationship between larvae of *Libellula depressa* and tadpoles of *Bombina variegata* was investigated. Exuviae, large larvae of *Libellula depressa* (larval stages F3 – F0 according to ROBERT 1959), as well as tadpoles of *Bombina variegata* were counted in the field and their behaviour was observed in the laboratory (larval stages F2 – F0 according to ROBERT 1959). There were clear predator-prey cycles in the wallow-ponds and it was possible to detect that larvae of *Libellula depressa* are able to capture and feed tadpoles of the yellow-bellied toad and have a verified impact on the population of *Bombina variegata*. In ponds with many larvae the number of tadpoles of the yellow-bellied toad increased after the majority of the larvae had emerged. In ponds where large larvae were present during the whole year tadpole-abundances were low and no metamorphlings were found. Due to the activity of the wild boars the ponds are kept in an early succession stage and it can be assumed that the autochthonous species will dominate this habitat furthermore if the wild boar population will not be drastically reduced or abandoned. A regulation of the wild boar population in the next few years could lead to changes in the species composition at the study sites.

In der Literatur werden Wildschweinsuhlen als ein mögliches Fortpflanzungshabitat von *Libellula depressa* und *Libellula quadrimaculata* angeführt. Für andere Pionierarten, wie beispielsweise *Orthetrum brunneum*, finden sich keine Angaben dazu. Diese Studie behandelt die Rolle von Wildschweinsuhlen als Habitat für Libellen und zeigt auf, welche Artenvielfalt in diesem stark von Störung durch Wildschweine (*Sus scrofa*) geprägtem Lebensraum besteht. An fünf Suhlen-Standorten mit Quellaustritten im Lainzer Tiergarten (Wien, Österreich) wurden von März bis Oktober 2018 Erhebungen durchgeführt und es konnten insgesamt sieben sicher bodenständige Arten nachgewiesen werden: *Libellula depressa*, *Libellula quadrimaculata*, *Orthetrum brunneum*, *Orthetrum coerulescens*, *Aeshna cyanea*, *Aeshna mixta* und *Sympetrum striolatum*. Um die Standorte hinsichtlich ihrer Wildschweinintensität zu unterscheiden (niedrige oder hohe Wildschweinintensität), wurde ein Index entwickelt. Die Standorte Aumüllerwiese und Schattenwiese gehören der Gruppe mit niedriger Wildschweinintensität an, Hochwiese, Scheibenwiese und Große Auhofer Stockwiese der Gruppe mit hoher Wildschweinintensität. Es zeigten sich Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen den beiden Gruppen, die sich vermutlich aus den Veränderungen der Vegetation in und um die Suhltümpel durch die Aktivität der Wildschweine und der unterschiedlichen Empfindlichkeiten der Libellenlarven auf Störung ergeben. Des Weiteren wurde die Räuber-Beute-Beziehung zwischen Larven von *Libellula depressa* und Kaulquappen von *Bombina variegata* untersucht. Dazu wurden Exuvien, Larven von *Libellula depressa* (Larvenstadien F3 – F0 nach ROBERT 1959) und Kaulquappen von *Bombina variegata* im Freiland auf Sicht gezählt, sowie deren Verhalten im Labor beobachtet (Larvenstadien F2 – F0 nach ROBERT 1959). Es kam zu deutlichen Räuber-Beute-Zyklen in den Suhltümpeln und es konnte festgestellt werden, dass Larven von *Libellula depressa* Kaulquappen der Gelbbauchunken erbeuten und fressen können und somit einen nachweisbaren Einfluss auf die Population von *Bombina variegata* ausüben. In Tümpeln, in denen viele Larven gesichtet wurden, kam es erst wieder zu einem Anstieg der Gelbbauchunken-Kaulquappen, nachdem die Emergenz des Großteils der Larven stattgefunden hatte und viele Exuvienfunde verzeichnet werden konnten. In Tümpeln in denen ganzjährig große Larven vorhanden waren, waren die Abundanzen der Kaulquappen gering und es konnten keine Metamorphlinge gesichtet werden. Da die Tümpel durch die Suhllaktivität der Wildschweine stets in frühen Sukzessionsstadien gehalten werden, ist anzunehmen, dass die dort bodenständigen Arten diesen Lebensraum auch weiterhin dominieren werden, sollte der Schwarzwildbestand nicht aufgelassen oder drastisch reduziert werden. Durch eine Regulation des Schwarzwildbestandes könnte es künftig zu Veränderungen der Artenzusammensetzung an den Standorten kommen.

1 Einleitung

Libellen besiedeln ein breites Spektrum verschiedener Gewässertypen (WILDERMUTH & KÜRY 2009, CHOVANEC et al. 2014, WILDERMUTH & MARTENS 2014). Ihre Habitate reichen von Mooren, kleinen Wiesentümpeln oder Quellrinnsalen bis zu großen Flüssen und den Uferbereichen großer Seen (WILDERMUTH & KÜRY 2009). Insgesamt kommen in Österreich 78 Libellenarten vor (Stand Ende 2019, siehe auch HOLZINGER et al. 2015). Durch ihr Ausbreitungsverhalten besiedeln sie rasch neue, geeignete Habitate (CHOVANEC et al. 2014).

Wildschweinsuhlen wirken womöglich durch ihre relativ hohe Störungsrate als Lebensraum für Libellen eher ungeeignet. Das Vorkommen von Gelbbauchunken (*Bombina variegata*) in diesem Habitat im Lainzer Tiergarten ist gut bekannt (GOLLMANN et al. 1998, MIESLER & GOLLMANN 2000, GOLLMANN & GOLLMANN 2012, ZACHARIOUDAKIS 2012). Auch Vorkommen von *Rana dalmatina* oder *Rana temporaria* in Wildschweinsuhlen sind belegt (MIESLER & GOLLMANN 2000, GOLLMANN & GOLLMANN 2012) und konnten im Rahmen der Freilandbeobachtungen beobachtet werden. Die zentrale Fragestellung der vorliegenden Arbeit ist, ob Wildschweine (*Sus scrofa*) durch die Bildung von Suhlen Pionierhabitate schaffen, die neben Gelbbauchunken auch von Libellen angenommen werden.

BÖNSEL (1999) beschreibt zwar einen positiven Einfluss von Wildschweinen auf die Entwicklung von Habitaten von *Aeshna subarctica* in wiedervernässten Regenmooren, jedoch erfolgt die Schaffung der von Libellen besiedelten Moor-Schlenken nicht ausschließlich durch das Suhilverhalten der Wildschweine, sondern auch durch den Einfluss des Rothirsches (*Cervus elaphus*). Außerdem werden die Schlenken noch nicht während der Nutzung als Suhle besiedelt, sondern erst in einem späteren Sukzessionsstadium. Auch OTT (2013) erwähnt Wildschweine, die Vertiefungen in Quellbereichen schaffen, welche als potenzielles Habitat für *Cordulegaster bidentata* dienen, allerdings durch Aufwühlen des Bodens, vermutlich auf der Suche nach fressbaren Libellenlarven.

Von WILDERMUTH & MARTENS (2014) sowie von STERNBERG & BUCHWALD (2000) werden Plattbauch (*Libellula depressa*) und Vierfleck (*Libellula quadrimaculata*) erwähnt, die Wildschweinsuhlen als Lebensraum annehmen. Besonders *Libellula depressa* benötigt als Pionierart stehende, seichte und gut besonnte Kleingewässer im frühen Sukzessionsstadium.

Die Entwicklung von Gelbbauchunken dauert vom Abbläichen bis zur Metamorphose, je nach Temperatur, Nahrungsangebot und Dichte, ein bis über drei Monate. Damit eine

Gelbbauchunken-Population längerfristig stabil bleibt, benötigt sie immer wieder Gewässer in frühen Sukzessionsstadien. Im Wienerwald werden sonnige Suhlenareale, die Vegetation enthalten bzw. Deckungsmöglichkeiten bieten, bevorzugt. Schattige, strukturarme Suhlenareale werden weitgehend gemieden. Wildschweine tragen im Lainzer Tiergarten wesentlich zur Entstehung von Pioniergewässern bei, da sie sich in Feuchtwiesen im Bereich von Quellaustritten suhlen und dadurch laufend neue Tümpel schaffen. Ohne das Suhilverhalten der Wildschweine würden diese Tümpel mit der Zeit durch Bewuchs und Sedimentation verschwinden (GOLLMANN & GOLLMANN 2012).

Eine weitere Problemstellung der Arbeit war, ob die Intensität des Wildschweineinflusses eine Auswirkung auf die Artenzusammensetzung der Libellen an den verschiedenen Standorten hat. Eine vergleichbare Studie (SAMWAYS & GRANT 2008) zeigt, dass die Störungsintensität von Elefanten einen Einfluss auf die Libellenzönose hat.

Libellen besitzen einen amphibiotischen Lebenszyklus. Ihre Larven spielen als räuberische Wasserinsekten eine wesentliche Rolle in aquatischen Ökosystemen (REBORA et al. 2004, RAMOS & VAN BUSKIRK 2012, GVOŽDÍK & SMOLINSKY 2015) und haben besonders in temporären, fischfreien Gewässern einen großen Einfluss auf die Überlebensraten von Froschlurch-Gemeinschaften (CHOVANEK 1992). Sie fangen ihre Beute mittels Fangmaske, ein unter dem Kopf zusammengeklapptes Labium mit seitlichen Fanghaken (Labialpalpen) (WARINGER 2006, WILDERMUTH & MARTENS 2014).

Anders als bei den Aeshnidae, deren Fangmaske flach ist und nur die Kopfunterseite bedeckt, besitzen Libellulidae eine schüsselförmige Fangmaske, die die untere Gesichtshälfte bedeckt (KOHL 1998). Die Labialpalpen der Fangmaske sind bei den Libellulidae oft nur schwach gezähnt, die Augen klein, weniger als die Hälfte des Kopfseitenrandes einnehmend. Während Aeshnidae-Larven im freien Wasser oft aktiv auf Jagd gehen, leben die Larven von Libellulidae im Bodenschlamm oder Detritus von stehenden Gewässern (WILDERMUTH & MARTENS 2014). Besonders die Gattungen *Orthetrum* und *Libellula* zeigen ein ausgeprägtes Lauerverhalten, bei dem die Larven bis auf die vordere Kopfhälfte und die Hinterleibsspitze vollständig im Substrat vergraben sind (WARINGER 2006). Um ein Tier zu erbeuten, wird die Fangmaske durch internen Körperdruck herausgeschnellt und mit den Labialpalpen ergriffen. Der Ausschlag der Fangmaske von *Libellula depressa* wird sowohl durch mechanische als auch optische Reize ausgelöst, wobei mechanische Reize (Bewegungen der Beutetiere im Schlamm) bei der Beutewahrnehmung dominieren (REBORA et al. 2004, WARINGER 2006).

Schon die Studie von CALDWELL et al. (1980) über den Zusammenhang zwischen der Körpergröße von räuberischen Libellenlarven und ihrem Fangernfolg bei Kaulquappen zeigte: Je größer eine Libellenlarve ist, desto höher ist die Zahl an gefressenen oder verwundeten Kaulquappen. Auch Bewegungsmuster von Froschlurch-Larven, die sich je nach Art unterscheiden, haben Einfluss auf den Fangernfolg von Libellenlarven (CHOVANEK 1992). GVOŽDÍK & SMOLINSKY (2015) betonen außerdem die Rolle der Körpergröße der Beute unabhängig von unterschiedlichen Bewegungsmustern der Beutearten.

Im Rahmen dieser Masterarbeit wird festgestellt, ob zwischen den Larven von *Libellula depressa* und Kaulquappen von *Bombina variegata* und *Rana dalmatina* in Wildschweinsuhlen des Lainzer Tiergartens Räuber-Beute-Interaktionen bestehen, d. h. ob allfällige Einflüsse der räuberischen Libellenlarven auf die Unkenpopulation nachweisbar sind und ob Libellenlarven verschiedener Stadien aufgrund der Morphologie ihrer Fangmaske und ihrer Körpergröße Kaulquappen verschiedener Größe greifen können. Ein qualitatives Versuchsdesign lieferte erste Aufschlüsse.

Die Studie von CALDWELL et al. (1980) konnte zwar eindeutige Effekte von Libellenlarven auf Kaulquappen nachweisen, sie bezog sich allerdings auf Aeshnidae-Larven (*Anax junius*), deren Körperlänge zwischen 20 und 45 mm lag und Kaulquappen von *Hyla gratiosa*. Auch CHOVANEK (1992) führte seine Versuche mit Aeshnidae-Larven (*Aeshna cyanea*) durch, die eine Körperlänge > 39 mm aufwiesen. Die Libellenlarven der vorliegenden Studie hatten alle eine Körperlänge unter 23 mm und gehörten der Familie der Libellulidae an, deren Augengröße und Fangmaskenmorphologie sich deutlich von *Anax* unterscheidet (HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 1993, KOHL 1998). Die Ergebnisse von CALDWELL et al. (1980) und CHOVANEK (1992) können daher nicht auf die vorkommenden Arten der Suhltümpel umgelegt werden.

Um mögliche Beeinflussungen von *Libellula depressa*-Larven auf den Fortpflanzungserfolg von *Bombina variegata* und *Rana dalmatina* festzustellen, sind entsprechende Beobachtungen im Labor durchgeführt worden, da derartige Interaktionen im Freiland kaum nachzuweisen sind. Auch das Verhalten der potenziellen Beute (Kaulquappen) bei Anwesenheit der Räuber (Libellenlarven), z. B. in Form von Verhaltensmodifikationen, ist im Freiland in den Suhlen sehr schlecht ersichtlich.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet Lainzer Tiergarten

Der Lainzer Tiergarten ist ein Naturschutz- und Erholungsgebiet im Westen der Stadt Wien. Das Gebiet hat eine Gesamtfläche von 2.450 Hektar, 79% davon sind bewaldet. Die vorkommenden Waldtypen sind Eichen-Hainbuchen-Wald, Zerreichenwald, bodensaurer Eichenwald und Rotbuchenwald. Bedeutende Wiesentypen sind Trespen-Halbtrockenrasen, Pfeifengras-Streuwiesen, kleine Heideflächen oder Bürstlingsrasen. Traditionell standen die Jagd und der Tierbestand im Vordergrund, die Holznutzung war nicht vorrangig. Das Areal wird von einer circa 22 km langen Mauer umgeben, die in ihren Grundzügen in den Jahren 1782 bis 1787 zur Hege des Wildbestands errichtet wurde (STADT WIEN 2019).

2.1.1 Geologie und Klima

Der Lainzer Tiergarten liegt im Grenzgebiet zwischen pannonischem und ozeanischem Klima, daher kommt es zwischen dem östlichen und dem westlichen Bereich zu wesentlichen Temperaturunterschieden. Geologisch betrachtet befindet sich das Areal in der Flyschzone, charakteristisch für diese Zone sind zahlreiche Bäche und Gräben (STADT WIEN 2019). An Hängen kommt es durch häufige Pseudogley-Vorkommen immer wieder zu Vernässungen und Quellaustritten (KÖBL 2017).

2.1.2 Naturschutz

Seit 1941 steht der Lainzer Tiergarten als Naturschutzgebiet unter Schutz. 2008 trat die aktuell gültige Verordnung (46/2008) der Wiener Landesregierung für das Naturschutzgebiet Lainzer Tiergarten in Kraft und löste die erste Fassung von 1988 ab (MA22 2008). Durch die Anerkennung der United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) 2005 wurde der Lainzer Tiergarten Teil des Biosphärenparks Wienerwald. Der Johannser Kogel wurde als Kernzone ausgewiesen. Seit 2008 ist der Lainzer Tiergarten auch Europaschutzgebiet und gehört somit zum europäischen Schutzgebietsnetzwerk Natura 2000 (STADT WIEN 2019).

2.1.3 Geschichte des Lainzer Tiergartens

Bereits 1457 erfolgte eine erste Erwähnung des „Thier- und Saugarten“ zu Laab im Walde, in dem der Kaiserhof seine Jagdrechte ausübte (LAINZER-TIERGARTEN.AT 2019). Durch Tausch und Kauf erwarben die Habsburger nach und nach Gründe des heutigen Lainzer Tiergartens, welche 1755 von Privat- in Staatsbesitz umgewandelt wurden. Später kamen durch Erwerb, Tausch oder Abtretungen weitere Flächen des Areals in kaiserlichen Besitz.

Nach wechselnden Besitzverhältnissen (Erklärung zum Staatsvermögen, Verwaltung durch den Kriegsgeschädigtenfonds, Übergabe an den Bundesschatz) wurde der Lainzer Tiergarten 1938 der Stadt Wien übergeben.

Durch die Trassierung der Westautobahn wurden Gründe im Norden des Tiergartens ausgeschieden und als Ersatz dafür 90 Hektar Grundbesitz in Laab im Walde angekauft. Seitdem befindet sich der Lainzer Tiergarten nicht mehr zur Gänze auf Wiener Stadtgebiet (WIEN GESCHICHTE WIKI 2019).

Insgesamt führen 6 Eingänge (Pulverstampftor Auhof, Nikolaitor, St. Veiter Tor, Lainzer Tor, Gütenbachtor und Laabertor) in den Tiergarten. Ab 1919 war der Tiergarten an Wochenenden für die Bevölkerung geöffnet. Als das Gebiet 1941 zum Naturschutzgebiet erklärt wurde, erhielt die Bevölkerung keinen Zutritt mehr. Die Wiedereröffnung erfolgte 1955, seit 1974 ist der Eintritt frei (LAINZER-TIERGARTEN.AT 2019). In den Monaten November bis März ist der Eintritt in den Lainzer Tiergarten nur beschränkt möglich.

2.1.4 Wildbestand

Aktuell kommen im Lainzer Tiergarten die Schalenwildarten Rot-, Reh-, Dam-, Muffel- und Schwarzwild (Wildschweine) vor. Der Schalenwildbestand wird auf Grundlage von Managementplänen reguliert und Fütterungen wurden bis 2020 schrittweise aufgelassen. Andere Wildarten (z.B. Marder, Füchse, Vögel), werden nicht bejagt. Ausnahmen davon gibt es bei kranken oder verletzten Tieren oder bei Seuchengefahr (ARBEITSGRUPPE LAINZER TIERGARTEN 2015).

Im Zuge der Überarbeitung des Managementplans für das Europaschutzgebiet wurde 2015 ein neues Jagdkonzept für den Lainzer Tiergarten erarbeitet. Die beiden Schalenwildarten Schwarzwild und Rehwild sollen in einer lebensraumkonformen Populationsgröße erhalten bleiben (STADT WIEN 2019).

Geplant ist das Auslaufenlassen des gesamten Bestands von Dam- und Muffelwild, da diese nicht zu den heimischen Wildarten gehören und eine Konkurrenz um Ressourcen für die anderen Wildarten darstellen. Der Lainzer Tiergarten ist als Lebensraum für Rotwild ungeeignet, daher soll auch der Rotwildbestand dauerhaft reduziert werden (STADT WIEN 2019).

Die Regulation des Schwarzwildbestandes bis 2020 auf eine lebensraumkonforme Wilddichte orientiert sich an einem Monitoring-System zur Vegetationsentwicklung. Im 5-

Jahres-Durchschnitt sollen nicht mehr als ca. 10% der Wiesen von Wildschweinen durchwühlt sein (ARBEITSGRUPPE LAINZER TIERGARTEN 2015). Das Ausmaß der Wühlstellen auf den Wiesen hängt allerdings nicht nur von den Bestandszahlen des Schwarzwilds ab, sondern wird auch durch die Witterung, vor allem in den Sommer- und Wintermonaten, und durch das Nahrungsangebot natürlicher Ressourcen abseits der Wiesen beeinflusst. Durch die vielen Einflussfaktoren schwankt das Ausmaß der Wühlstellen und der Wühlintensität stark von Jahr zu Jahr. In den letzten Jahren wurde mehr als ein Drittel der Wildschweinfutterstellen aufgelassen, eine weitere Reduktion der Fütterungsstandorte wird angestrebt. Ziel ist es, nur noch in absoluten Notsituationen Futter bereitzustellen (KÖßL 2017).

Wildschweine besitzen neben dem Wühlverhalten zur Futtersuche auch ein ausgeprägtes Suhilverhalten. Das Suhlen der Wildschweine im Schlamm dient im Sommer in erster Linie der Wärmeregulation und ganzjährig zur Abwehr von Insekten und Parasiten. Bei großer Hitze werden Suhlen mehrmals täglich aufgesucht und die Tiere verweilen für einige Zeit im Schlamm (HENNING 1994, MEYER 2018).

2.2 Standortbeschreibungen

Im Rahmen dieser Studie wurden 5 Wildschweinsuhlen-Standorte im Lainzer Tiergarten (Wien, Österreich) im Zeitraum zwischen März und Oktober 2018 untersucht. Ihre Lage ist in Abbildung 4 zu sehen und den Koordinatenangaben in Tabelle 1 zu entnehmen, die sich jeweils auf den Standort-Mittelpunkt beziehen. Gewählt wurden Standorte, die typische, fast durchgehend besonnte Wildschwein-Suhltümpel auf Wiesen mit Quellaustritten repräsentierten.

Ein Standort setzte sich aus einzeln abgrenzbaren Tümpeln (auch als Suhltümpel oder Wildschweinsuhlen bezeichnet, siehe Abbildung 2 und Abbildung 3), Wühlfeldern (siehe Abbildung 1) und der umgebenden Wiesenfläche zusammen. Die Größenangaben in Tabelle 1 beziehen sich immer auf den gesamten Standort. Die Ausdehnung der Tümpel variierte im Jahresverlauf. Als Wühlfelder werden Flächen bezeichnet, die eine hohe, durch Wildschweine verursachte Dynamik besitzen. Im Rahmen dieser Studie wurden nur vernässte Wühlfelder untersucht, da die mit Wasser gefüllten Vertiefungen ein potenzielles Habitat für Libellen bilden. Aufgrund der hohen Dynamik dieses Lebensraumes hatten die Wühlfelder wechselnde Ausbreitungen.



Abbildung 1: Vernässtes Wühlfeld mit hoher, durch die Suhllaktivität der Wildschweine verursachter Dynamik, Große Auhofer Stockwiese, 19.09.2018

Die untersuchten Flächen wiesen etwa die gleiche Größe auf und wurden über den Online-Stadtplan der STADT WIEN (<https://www.wien.gv.at/stadtplan/>) vermessen. Aufgrund der Quellaustritte waren die Standorte auch während der heißen Sommermonate vernässt, es konnte jedoch keine Durchströmung beobachtet werden. Die Tümpel wurden immer wieder von Wildschweinen besucht, die sich darin suhlten und für einige Zeit im Schlamm verweilten. Bei den Begehungen wurden regelmäßig frische Spuren (Trittspuren, Abdrücke, Haarreste) gefunden (siehe Abbildung 2 und Abbildung 3). Bei einigen Begehungen konnten auch Wildschweine vor Ort angetroffen werden, die dann aufschreckten und aus den Tümpeln und vom Standort flohen.



Abbildung 2: Suhltümpel auf der Scheibenwiese, 05.06.2018



Abbildung 3: Suhltümpel auf der Aumüllerwiese, 20.09.2018

Einzelne Tümpel innerhalb der Standorte wurden zur näheren Beobachtung der Interaktionen zwischen Larven von *Libellula depressa* (LL) und Kaulquappen (KQ) von *Bombina variegata* herangezogen: Tümpel „1“ auf der Hochwiese, Tümpel „2“ auf der Hochwiese, Tümpel „3“ auf der Hochwiese, Tümpel „4“ auf der Hochwiese, Tümpel „A“ auf der Aumüllerwiese und Tümpel „B“ auf der Aumüllerwiese (siehe Kapitel 3.4). Eine genaue Verortung aller Tümpel der Hochwiese und Aumüllerwiese ist in den Abbildungen 4 und 5 zu finden. Die Mahd aller Standorte erfolgte nach dem 01.08.2018 und umfasste 50-90% aller Flächen.



Abbildung 4: Aumüllerwiese inkl. Verortung der Tümpel (2018). Für die Interaktionsbeobachtungen herangezogene Tümpel inklusive Beschriftung (A, B). Quelle: Stadt Wien - ViennaGIS (<https://www.wien.gv.at/stadtplan/> download am 26.09.2019)

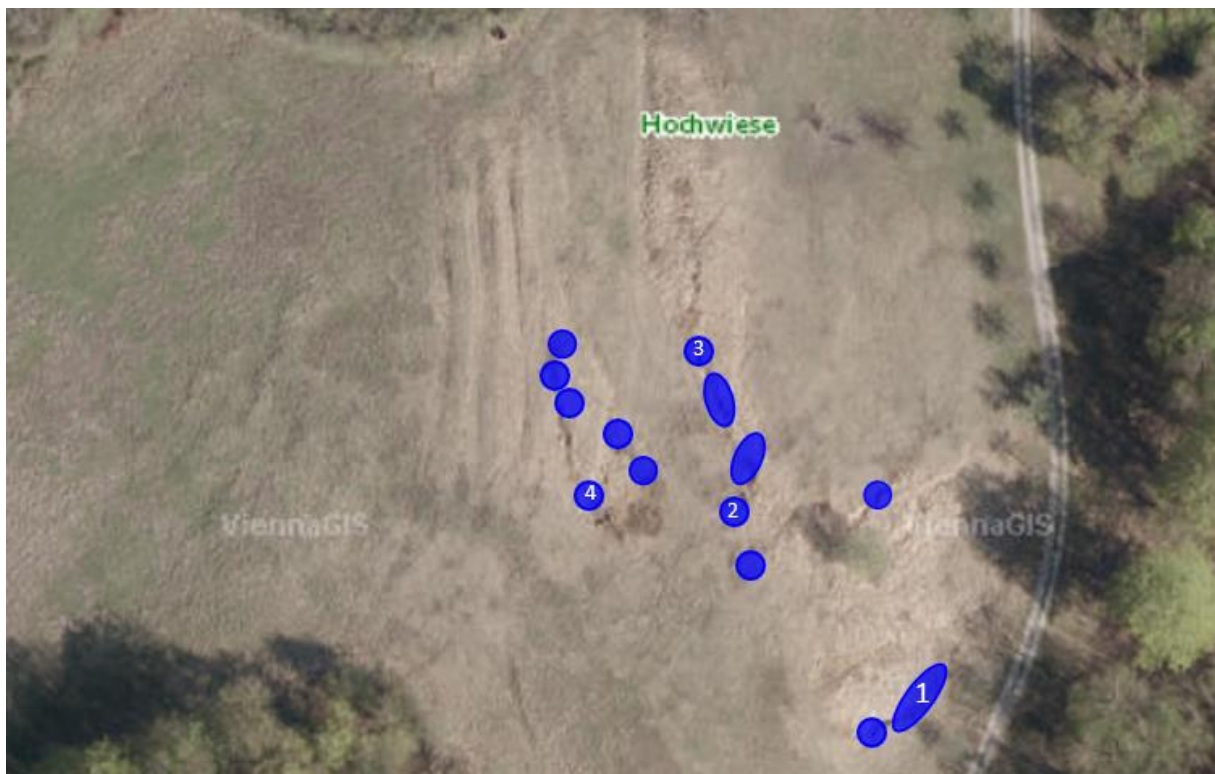


Abbildung 5: Hochwiese inkl. Verortung der Tümpel (2018). Für die Interaktionsbeobachtungen herangezogene Tümpel inklusive Nummerierung (1-4). Quelle: Stadt Wien - ViennaGIS (<https://www.wien.gv.at/stadtplan/> download am 17.09.2019)

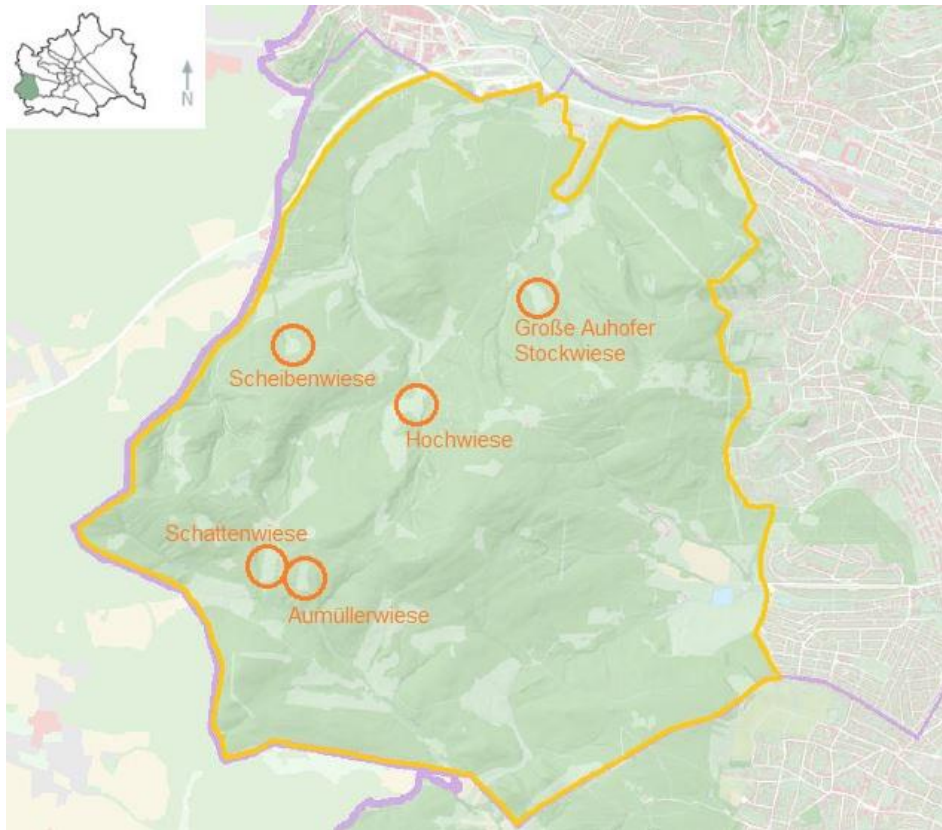


Abbildung 6: Lainzer Tiergarten (Außengrenze orangene Linie) inkl. der Erhebungsstandorte. Quelle Lainzer Tiergarten + Umgebung: Stadt Wien – ViennaGIS <https://www.wien.gv.at/stadtplan/> Quelle Übersichtsplan Wien: <https://www.lainzer-tiergarten.at/plan.html> (download am 24.09.2019)

Abbildung 6 zeigt die Lage der Erhebungsstandorte im Lainzer Tiergarten. Die Scheibenwiese liegt innerhalb der Wildruhezone, alle anderen untersuchten Standorte befinden sich in näherer Umgebung zu Wanderwegen. Die Standorte selbst sind aufgrund des Wegegebots nicht für Besucher zugänglich.

Tabelle 1: Standorteigenschaften

Standort	Koordinaten Standort- Mittelpunkt	Hanglänge	Standort- größe in m ²	Tümpelfläche (min-max) in m ² ; % der Gesamtfläche	Wühlfeld vernässt % der Gesamtfläche	Wühlfeld trocken % der Gesamtfläche
Große Auhofer Stockwiese	48°11'15.6"N 16°13'55.7"O	NW	16.500	Tümpelfeld, nicht in Einzeltümpel unterteilt	25%	35%
Scheibenwiese	48°11'03.0"N 16°12'19.7"O	NW	11.600	10 – 30 m ² ; 0,09-0,26%	15%	20%
Hochwiese	48°10'47.2"N 16°13'07.4"O	N	13.000	4 – 24 m ² ; 0,03-0,18%	0%	6%
Aumüllerwiese	48°10'02.0"N 16°12'23.8"O	S	11.500	6 – 18 m ² ; 0,05-0,16%	3%	7%
Schattenwiese	48°10'04.7"N 16°12'10.9"O	SW	14.700	10 – 14 m ² ; 0,07-0,1%	1%	3%

2.2.1 Große Auhofer Stockwiese

Der Standort wies eine deutliche Hanglage auf, die im oberen Bereich abflachte und in ein zusammenhängendes Tümpelfeld überging. Das Tümpelfeld (Abbildung 7) war durchgängig vernässt, verlor im Laufe des Sommers allerdings an Wasserfläche. Am Übergang der Wiesenfläche zum Tümpelfeld befanden sich vereinzelt Gehölze, darunter erstreckte sich ein trockenes Wühlfeld. Ein Teil des Standorts wurde von einer Forststraße begrenzt, alle anderen Seiten waren von Wald umgeben (Abbildung 8). Von der Forststraße führten trockene, teilweise spärlich bewachsene Fahrspuren durch die Wiesenfläche bis zum oberen Waldrand. Um die Flächengröße vergleichbar zu halten, wurde die direkt an die Forststraße grenzende Wiesenfläche nicht kartiert, erst ab einer Entfernung der Forststraße von circa 50 m. Zu beiden Seiten des Hanges verliefen Bachläufe am Waldrand. In einer Entfernung von knapp 100 m zum Standort befand sich im Wald eine Futterstelle für Wildtiere.



Abbildung 7: Große Auhofer Stockwiese, Teil des Tümpelfeldes, 16.05.2018



Abbildung 8: Große Auhofer Stockwiese, Satellitenaufnahme. Quelle: google/maps vom 05.10.2018

2.2.2 Scheibenwiese

Die Scheibenwiese lag als einziger Standort weit in der Wildruhezone. Die Wiesenfläche wurde von einer Forststraße durchquert, welche allerdings nicht geschottert und nur durch leichte Reifenspuren zu erkennen war. Auf der Wiesenfläche des Standorts befanden sich ein automatischer Futter-Apparat für Wildtiere, um den immer wieder deutliche Wildschweinspuren erkennbar waren, sowie eine circa 150 m² große, umzäunte Versuchsfläche der Universität für Bodenkultur, auf der einige Gehölze aufkamen (Abbildung 10). Ein Tümpel (Abbildung 9) lag deutlich abgegrenzt in der Wiesenfläche, die anderen Tümpel lagen in einem zusammenhängenden, von Schilf umgebenen Tümpelfeld am nordwestlichen Rand des Standorts.



Abbildung 9: Scheibenwiese, Tümpel auf Wiesenfläche, 06.09.2018



Abbildung 10: Scheibenwiese, Satellitenaufnahme. Quelle: Google/maps vom 05.10.2018

2.2.3 Hochwiese

Im Rahmen dieser Arbeit wurde nur der nördliche Teil der Hochwiese (Abbildung 12) untersucht, da sich hier der Großteil der Suhltümpel befand und die Flächengröße somit mit den anderen Standorten vergleichbar war. Dieser Teilabschnitt wird in der Arbeit allgemein als „Hochwiese“ bezeichnet. Die Hochwiese wies mit 16 Tümpeln die größte Anzahl an deutlich abgrenzbaren Einzelgewässern (Abbildung 11) auf und daher wurden die Interaktionen von Libellenlarven und Kaulquappen an diesem Standort näher untersucht. Die Wassertiefe der Tümpel betrug zwischen 0,5 und 11 cm. Am östlichen Rand der Hochwiese querte eine geschotterte Forststraße, die auf einer Seite von Obstbäumen gesäumt war. Parallel zu der Forststraße verlief im Wald ein Bach. Die Fläche fiel Richtung Norden leicht ab.



Abbildung 11: Tümpel auf Hochwiese, 22.05.2018

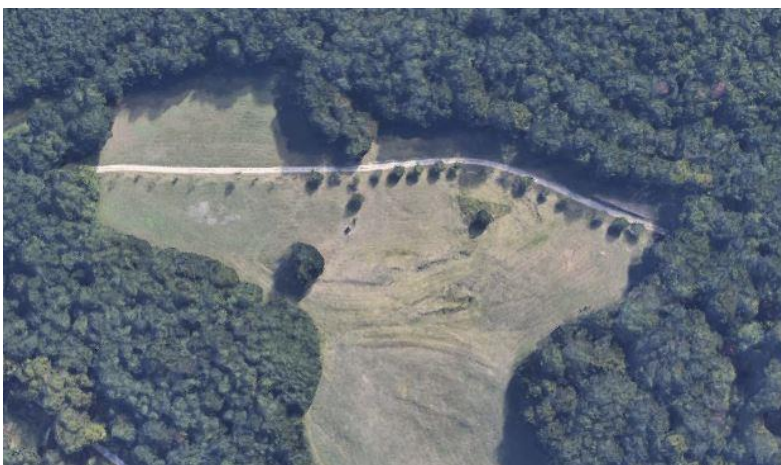


Abbildung 12: Hochwiese, Satellitenaufnahme. Quelle: Google/maps vom 05.10.2018

2.2.4 Aumüllerwiese

Die Aumüllerwiese lag in Hanglage Richtung Süden. Zwei vernässte Bereiche lagen am unteren Ende des Hangs, ein größeres, teilweise vernässtes Wühlfeld im oberen Bereich. Ein weniger stark frequentierter Suhltümpel war schon teilweise mit Schilf bewachsen (Abbildung 13) und eine Forststraße querte den südwestlichen Teil der Fläche (Abbildung 14). In der näheren Umgebung verlief ein Bach im Wald. Auf der Wiesenfläche des Standorts befand sich eine circa 150 m² große, umzäunte Versuchsfläche der Universität für Bodenkultur, auf der einige Gehölze aufkamen. Ein circa 100 m breiter Waldstreifen trennte den Standort von der Schattenwiese (Kapitel 2.2.5).



Abbildung 13: Tümpel, Aumüllerwiese, 06.09.2018



Abbildung 14: Aumüllerwiese, Satellitenaufnahme. Quelle: Google/maps vom 05.10.2018

2.2.5 Schattenwiese

Die Schattenwiese wies das kleinste Wühlfeld der Standorte auf, es lag größtenteils im nordöstlichen Bereich der Fläche. Ein kleiner Teil des Wühlfelds reichte in einen beschatteten, aber gehölzfreien Weg, der zum Standort führte, dieser Bereich wurde im Rahmen der Erhebungen nicht untersucht. Quer durch den Standort, der in Hanglage Richtung Südwesten lag, zogen sich zwei trockene Gräben. Im oberen und im mittleren Bereich (Abbildung 16) des südlichen Grabens befand sich jeweils ein ständig vernässter Tümpel (Abbildung 15). Die Schattenwiese, welche in unmittelbarer Nähe zum Gasthof Hirschgstemm lag, wurde an allen Seiten von Wald umgeben. Parallel zum westlichen Rand der Fläche verlief ein Bach im Wald.



Abbildung 15: Schattenwiese, Tümpel in Wiesenfläche, 01.05.2018



Abbildung 16: Schattenwiese, Satellitenaufnahme. Quelle: Google/maps vom 05.10.2018

2.3 Freilanderhebungen

Um das Artenspektrum von Libellen möglichst vollständig zu erfassen, fanden insgesamt 32 Begehungen von Ende März bis Ende Oktober 2018 in einem Intervall von 5 bis 15 Tagen statt. Die kürzesten Begehungsintervalle gab es auf der Hochwiese, da hier zusätzlich zu den Imagines noch die Abundanzen von Libellenlarven ab circa 1 cm Körperlänge (Larvenstadien F3 – F0 nach ROBERT 1959, siehe Tabelle 10) sowie Laich und Kaulquappen von *Bombina variegata* erfasst wurden. Die Begehungen fanden an sonnigen, möglichst windstillen bzw. windarmen Tagen zwischen 9:30 und 17:00 mitteleuropäischer Sommerzeit statt, wobei Beginn und Ende je nach Witterung und Öffnungszeiten des Lainzer Tiergartens variierten.

Die Erfassung von Imagines erfolgte mittels Fernglas oder per Fotonachweis. In wenigen Fällen mussten die Tiere mit einem Kescher gefangen werden, wurden aber umgehend nach der sofortigen Bestimmung wieder entlassen. Die Bestimmung der Imagines erfolgte nach DIJKSTRA (2006). Bei den Erhebungen wurden die Standorte abgegangen, die alle eine ungefähre Wiesenlänge von 100 m aufwiesen, in der Wiesenfläche befanden sich die Tümpel. Dies machte eine Zuteilung adulter Libellen in die Abundanzklassen nach CHOVANEC et al. 2012 möglich (siehe Tabelle 2).

2.3.1 Räuber-Beute-Interaktionen

Für die Beobachtungen der Räuber-Beute-Interaktionen wurden Libellenlarven (Larvenstadien F3 – F0 nach ROBERT 1959), Laich und Kaulquappen von *Bombina variegata* in den Gewässern auf Sicht gezählt. In manchen Fällen wurden einzelne Libellenlarven für einen Fotonachweis kurzfristig aus dem Tümpel genommen, aber es erfolgten keine größeren Eingriffe in die Gewässer, um die Entwicklung von *Bombina variegata* nicht negativ zu beeinflussen.

2.3.2 Exuvienfunde

Exuvien wurden gezielt gesammelt und als Bodenständigkeitsnachweis der jeweiligen Art miteinbezogen. Bestimmt wurden sie mit den Bestimmungsschlüsseln von HEIDEMANN & SEIDENBUSCH (1993) und KOHL (1998).

2.3.3 Bodenständigkeit

Die Kriterien der Bodenständigkeit orientieren sich an der Arbeit von CHOVANEC (2018). Eine sichere Bodenständigkeit einer Art an einem Standort wurde durch Funde von Exuvien und/oder frisch geschlüpften Individuen belegt. Eine Art wurde als wahrscheinlich bodenständig an einem Standort angenommen, wenn Reproduktionsverhalten (Kopula, Tandem, Eiablage) beobachtet werden konnte und/oder die nachgewiesenen Imagines in

den Abundanzklassen 3, 4 oder 5 eingestuft wurden. Die Annahme einer möglichen Bodenständigkeit betrifft Arten, deren ökologische Ansprüche eine Fortpflanzung an dem Standort nicht ausschließen. Sie erfolgte bei allen Fundsituationen von Individuenzahlen in den Abundanzklassen 1 oder 2 bei einer oder mehreren Begehungen, jedoch ohne Fortpflanzungsverhalten beobachten zu können.

2.3.4 Abundanzklassen

Die Häufigkeiten der an den Standorten gesichteten adulten Libellen werden in Abundanzklassen (CHOVANEK et al. 2012) angegeben: 1 – Einzelfund; 2 – selten; 3 – häufig; 4 – sehr häufig; 5 – massenhaft (siehe Tabelle 2). Einzelfunde betreffen Sichtungen von einem Individuum bei mehreren Begehungen. Arten, bei denen nur ein Individuum bei einer einzigen Begehung gesichtet wurde, werden zusätzlich wie folgt angegeben: E – einmalige Sichtung.

Die Zuteilung in Abundanzklassen berücksichtigt den Raumanspruch der Libellenfamilien (CHOVANEK 2018). Eine Einstufung der Individuenzahl jeder nachgewiesenen Art erfolgte über den in der Untersuchungsperiode maximalen Individuen-Tagesbestand pro Standort.

Tabelle 2: Einteilung der Individuenzahlen adulter Libellen pro 100 m in Abundanzklassen nach CHOVANEK et al. (2012)

	1 Einzelfund	2 selten	3 häufig	4 sehr häufig	5 massenhaft
Zygoptera ohne Calopterygidae	1	2 - 10	11 - 25	26 - 50	> 50
Calopterygidae und Libellulidae	1	2 - 5	6 - 10	11 - 25	> 25
Anisoptera ohne Libellulidae	1	2	3 - 5	6 - 11	> 11

2.3.5 Index

Um die Standorte hinsichtlich ihrer Wildschweinintensität zu unterscheiden, wurde ein Index entwickelt. Für die Einteilung in Gruppen niedriger Wildschweinintensität und hoher Wildschweinintensität, wurde der Mittelwert, der in Tabelle 3 angeführten Faktoren berechnet und mit 2 multipliziert. Das Ergebnis ist ein Wert zwischen 0 und 1 und zeigt in welche Intensitätsgruppe der Standort fällt: Ist der Wert > 0,5 gehört der Standort der Gruppe mit hoher Wildschweinintensität an, ist der Wert $\leq 0,5$ gehört der Standort der Gruppe mit niedriger Wildschweinintensität an.

Tabelle 3: Werte hinsichtlich der Wildschwein-Attraktivität der Standorte, zur Berechnung des Index

Standort	Entfernung zu Fußgängerweg (Standort-Mittelpunkt)	Entfernung zu Forststraße in km (Standort-Mittelpunkt)	Futterhaus in 500m Umkreis (Standort-Mittelpunkt, ja =1, nein = 0, Gewichtung · 0,2)	Experteneinschätzung Standortattraktivität für Wildschweine (Revierförster, 0 = schlecht, 1 = sehr gut)
Schattenwiese	0,137	0,137	0	0,5
Aumüllerwiese	0,250	0,250	0	0,5
Hochwiese	0,150	0,150	0	0,9
Große Auhofer Stockwiese	0,170	0,170	0,2	0,7
Scheibenwiese	0,680	0	0,2	0,9

Den Faktoren „Entfernung zu Forststraße“ und „Entfernung zu Fußgängerweg“ liegt die Annahme zu Grunde, dass Wildschweine Standorte bevorzugen, die eine größere Entfernung zu Straßen oder Wegen aufweisen, um sich ungestört im Lebensraum aufhalten zu können.

Der Index wurde anschließend mit den Sichtungen der Trittsuren auf den Standorten verglichen. An den beiden Standorten, die laut Index zu der Gruppe mit niedriger Wildschweinintensität gehören, wurden die wenigsten Trittsurenansichtungen verzeichnet.

2.4 Statistische Analysen

Für die statistischen Berechnungen wurde die freie Software R in der Version 3.4.2 (2017-09-28) verwendet. Um Unterschiede in der Libellenfauna der Standorte abzubilden, wurden Dendrogramme erstellt. Für die Erstellung der Dendrogramme wurde die Methode „Hierarchical Clustering“ (single linkage) mittels „Euclidean Distance“ angewandt.

Um festzustellen, ob Standorteigenschaften, mit Ausnahme der Wildschweinintensität, Unterschiede in der Libellenzönose hervorrufen, wurde ein Dendrogramm berechnet und analysiert, das ausschließlich Standortparameter enthielt. Es wurden nur Parameter miteinbezogen, die einen relevanten Einfluss auf Libellen haben könnten: Minimale Ausdehnung der gesamten Tümpelfläche auf einem Standort in m², maximale Ausdehnung der gesamten Tümpelfläche auf einem Standort in m², Flächengröße der Standorte in Hektar, durchschnittliche Wassertemperatur der Tümpel pro Standort, Richtung der Hanglage der Standorte. Da die Ausdehnung des Tümpelfeldes der Großen Auhofer Stockwiese nicht erhoben werden konnte, sind für diesen Standort in dieser Kategorie keine Daten vorhanden, dies muss bei der Interpretation des Dendrogramms berücksichtigt werden.

Die auf statistischen Analysen beruhenden Vergleiche der Libellenfauna der Standorte wurden mit dem maximalen Individuen-Tagesbestand der Arten, die in der Untersuchungsperiode an den Standorten nachgewiesen werden konnten, durchgeführt. Dadurch erfolgte keine Verzerrung der Daten durch eine Zuordnung in Abundanzklassen. Arten, die nicht in die Kategorie möglicherweise, wahrscheinlich oder sicher bodenständig fallen, wurden von den Berechnungen ausgeschlossen.

2.5 Laborbeobachtungen

Die Beobachtungen der Larven von *Libellula depressa* mit Kaulquappen von *Bombina variegata* und *Rana dalmatina* fanden im Aquarienraum des Departments „Functional and Evolutionary Ecology“ (Limnologie), UZA 1 Biozentrum, Althanstraße, 1090 Wien zwischen dem 17.05.2018 und dem 29.05.2018 statt. Für die Beobachtungen wurden 3 Behälter mit den Maßen 17 cm Breite, 20 cm Länge, 10 cm Höhe vorbereitet. In die Behälter wurden schlammige Standortsedimente (Höhe: 0,5 cm) und Standortwasser (Höhe im Behälter: 2,5 cm) eingebracht, um Bedingungen zu schaffen, die jenen der Suhlen ähnlich sind. Ein Behälter enthielt kein Substrat, um festzustellen, ob die Libellenlarve ohne Sedimentschicht besser auf die Beute reagiert (Vergleich siehe Abbildung 17).

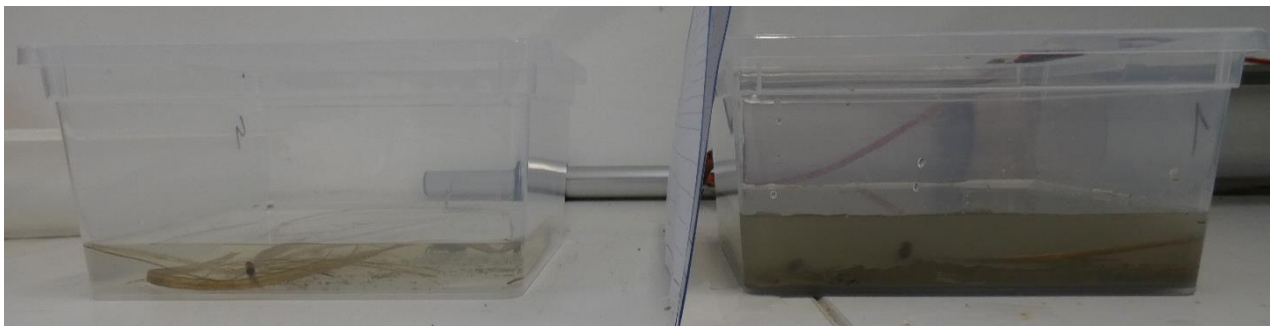


Abbildung 17: Behälter ohne Sediment (links) und Behälter mit Sediment (rechts)

Für die Beobachtungen wurden 3 Larven von *Libellula depressa* verschiedener Stadien (Tabelle 4) aus den Suhlen entnommen. Larve Nr.1 und Nr.3 waren komplett unversehrt, Larve Nr. 2 fehlten am rechten mittleren Bein Klaue und Tarsus. Diese Beeinträchtigung wurde wegen des Algenbewuchses der Larve bei der Entnahme nicht bemerkt, sondern erst bei der Haltung in einem Behälter ohne Sediment zu Beginn der Beobachtungen. REBORA et al. (2004) zeigte, dass es beim Beutefangverhalten von *Libellula depressa*-Larven keine erkennbaren Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Individuen gab, das Geschlecht der Larven wurden daher außer Acht gelassen.

Tabelle 4: Eigenschaften der entnommenen Larven von *Libellula depressa*.
Larvenstadien nach ROBERT 1959

Larvennummer	Körperlänge	Breite Kopf	Larvenstadium
Nr.1	14,5 mm	3,5 mm	F2
Nr.2	18,5 mm	4,5 mm	F1
Nr.3	23 mm	5,8 mm	F0

Im Sinne einer guten Akklimatisierung der Tiere wurden die Libellenlarven 3,5 Stunden vor Versuchsbeginn in die Behälter gesetzt. Anschließend wurden Kaulquappen von *Bombina variegata* zur Beobachtung der Interaktionen, dazugesetzt.

Kaulquappen verschiedener Größen (Tabelle 5) von *Bombina variegata* und *Rana dalmatina* wurden am Tag vor Beginn der Beobachtungen aus verschiedenen Suhltümpeln des Lainzer Tiergartens entnommen. Nach Ende der Beobachtungen wurden die Kaulquappen wieder in die Entnahmetümpel entlassen. In dieser Arbeit wird die Gesamtlänge der Kaulquappen (Messung der Gesamtlänge inklusive Schwanzlänge) angegeben.

Tabelle 5: Art und Größe der entnommenen Kaulquappen

Art	Gesamtlänge in mm (mit Schwanz)	Körperlänge in mm (ohne Schwanz)
<i>Rana dalmatina</i>	25	11,0
<i>Rana dalmatina</i>	24	9,5
<i>Rana dalmatina</i>	19	8,0
<i>Rana dalmatina</i>	18	8,0
<i>Bombina variegata</i>	17	6,5
<i>Bombina variegata</i>	15	6,0
<i>Bombina variegata</i>	13	5,5
<i>Bombina variegata</i>	12	5,3

3 Ergebnisse

3.1 Index

Auf Grundlage des Index und der Trittspurennachweise können die Wildschweinsuhlen-Standorte im Lainzer Tiergarten in jene mit hoher Wildschweinintensität und jene mit niedriger Wildschweinintensität unterteilt werden (Tabelle 6).

Tabelle 6: Einteilung der Standorte nach Wildschweinintensität und Trittspurensichtungen

Standort	INDEX Gesamtwert	Trittspurensichtungen / Begehungen	Wildschweinintensität
Schattenwiese	0,39	47%	niedrig
Aumüllerwiese	0,50	74%	niedrig
Hochwiese	0,60	88%	hoch
Große Auhofer Stockwiese	0,62	95%	hoch
Scheibenwiese	0,89	84%	hoch

Der Gruppe mit niedriger Wildschweinintensität gehören die Standorte Aumüllerwiese und Schattenwiese an. Große Auhofer Stockwiese (siehe Abbildung 18), Scheibenwiese und Hochwiese konnten der Gruppe mit hoher Wildschweinintensität zugeordnet werden.



Abbildung 18: Männchen von *Libellula depressa* bei intensiv genutztem Suhltümpel der Großen Auhofer Stockwiese am 08.07.2018

3.2 Arten

Im Rahmen der Begehungen konnten an den 5 Erhebungsstandorten insgesamt 22 Arten nachgewiesen werden, von denen 32% an mindestens einem Standort als sicher bodenständig eingestuft wurden (Tabelle 7). Die 7 sicher bodenständigen Arten gehören alle zu der Gruppe der Großlibellen (*Anisoptera*): *Aeshna cyanea*, *Aeshna mixta*, *Libellula depressa*, *Libellula quadrimaculata*, *Orthetrum brunneum*, *Orthetrum coerulescens*, *Sympetrum striolatum*. Die sichere Bodenständigkeit wurde bei allen Arten bis auf *Aeshna mixta* (Sichtung eines frisch geschlüpften Exemplars) durch den Fund von Exuvien festgestellt.

Tabelle 7: Einstufung der Bodenständigkeit einer Art an mindestens einem Standort

Bodenständigkeit	sicher bodenständig	wahrscheinlich bodenständig	möglicherweise bodenständig	nicht bodenständig
Zygoptera				
<i>Calopteryx virgo</i> (Linnaeus, 1758)				x
<i>Lestes barbarus</i> (Fabricius, 1798)				x
<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)		x		
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)				x
<i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)				x
<i>Ischnura pumilio</i> (Charpentier, 1825)			x	
<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (Sulzer, 1776)		x		
Anisoptera				
<i>Aeshna cyanea</i> (Müller, 1764)	x			
<i>Aeshna mixta</i> (Latreille, 1805)	x			
<i>Anax imperator</i> (Leach, 1815)		x		
<i>Gomphus vulgatissimus</i> (Linnaeus, 1758)				x
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linnaeus, 1758)				x
<i>Cordulegaster bidentata</i> (Selys, 1843)			x	
<i>Libellula depressa</i> (Linnaeus, 1758)	x			
<i>Libellula quadrimaculata</i> (Linnaeus, 1758)	x			
<i>Orthetrum brunneum</i> (Fonscolombe, 1837)	x			
<i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758)				x
<i>Orthetrum coerulescens</i> (Fabricius, 1798)	x			
<i>Sympetrum meridionale</i> (Selys, 1841)			x	
<i>Sympetrum sanguineum</i> (Müller, 1764)				x
<i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840)	x			
<i>Sympetrum vulgatum</i> (Linnaeus, 1758)			x	
Gesamt	7	3	4	8

Tabelle 8: Nachgewiesene Arten in Abundanzklassen nach CHOVANEC et al. (2012), inklusive einmalige Sichtungen (E) und Bodenständigkeit (rot – sicher bodenständig, orange – wahrscheinlich bodenständig, gelb – möglicherweise bodenständig) nach Standorten getrennt

Standort	Hochwiese	Große Auhofer Stockwiese	Scheibenwiese	Aumüllerwiese	Schattenwiese
Zygoptera					
<i>Calopteryx virgo</i>	E		E		
<i>Lestes barbarus</i>					E
<i>Coenagrion puella</i>	E	2	2	2	
<i>Enallagma cyathigerum</i>					E
<i>Ischnura elegans</i>		E			
<i>Ischnura pumilio</i>	1	E	E	E	E
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	3	2		3	3
Anisoptera					
<i>Aeshna cyanea</i>	2	2	1	1	2
<i>Aeshna mixta</i>				E	
<i>Anax imperator</i>	3	3	2	3	
<i>Gomphus vulgatissimus</i>		E			
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	2	E	E		
<i>Cordulegaster bidentata</i>		1	2	E	
<i>Libellula depressa</i>	4	4	4	4	4
<i>Libellula quadrimaculata</i>	4	3	3	3	2
<i>Orthetrum brunneum</i>	4	5	4	2	3
<i>Orthetrum cancellatum</i>		E			
<i>Orthetrum coerulescens</i>	2	2	2	2	2
<i>Sympetrum meridionale</i>				1	
<i>Sympetrum sanguineum</i>		E	E		E
<i>Sympetrum striolatum</i>	1	3	1	E	1
<i>Sympetrum vulgatum</i>	2	E	E	2	

In Tabelle 8 ist deutlich zu sehen, dass *Libellula depressa* und *Orthetrum brunneum*, beides Pionierarten, an allen Standorten als sicher bodenständig nachgewiesen wurden, also eine gewisse Ähnlichkeit zwischen allen Standorten besteht. Der Bodenständigkeitsnachweis der übrigen, sicher bodenständigen Arten erfolgte jeweils nur an einem der 5 Standorte, was darauf schließen lässt, dass standortspezifische Unterschiede bestehen.

Auffällig ist auch, dass der Nachweis mancher Arten an nur einem Standort fehlt, wie *Anax imperator* auf der Schattenwiese, oder *Pyrrhosoma nymphula* auf der Scheibenwiese. Diese beiden Arten wurden ansonsten jedoch in den Abundanzklassen 2 oder 3 nachgewiesen und als möglicherweise oder wahrscheinlich bodenständig eingestuft.

Andere Arten wurden wiederum nur an einem Standort nachgewiesen, wie *Sympetrum meridionale* auf der Aumüllerwiese, *Orthetrum cancellatum*, *Ischnura elegans* und *Gomphus vulgatissimus* auf der Großen Auhofer Stockwiese, *Enallagma cyathigerum* und *Lestes barbarus* auf der Schattenwiese oder *Aeshna mixta* auf der Scheibenwiese.

Dendrogramm der Clusteranalyse: Standortparameter

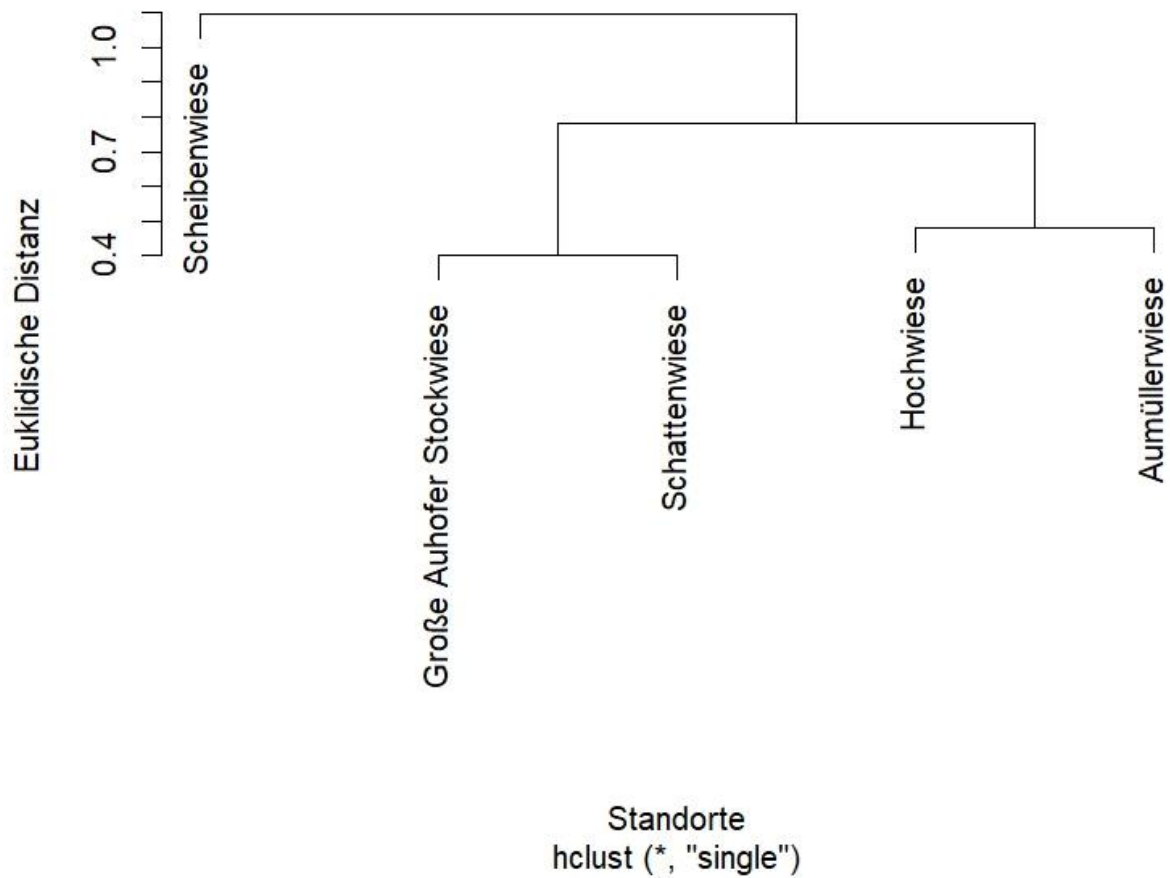


Abbildung 19: Dendrogramm der Standortparameter, hierarchische Clusteranalyse (single linkage) mittels Euklidischer Distanz, erstellt mit R (Version 3.4.2)

Die größte Ähnlichkeit hinsichtlich ihrer Standortparameter weisen die Große Auhofer Stockwiese und die Schattenwiese sowie die Hochwiese und die Aumüllerwiese auf (siehe Abbildung 19). Am deutlichsten grenzt sich die Scheibenwiese ab, hier wurden die höchsten Tümpeltemperaturen und die größte Ausdehnung der Tümpelfläche gemessen. Da diese Daten für die Große Auhofer Stockwiese nicht vorhanden sind – die Ausdehnung der Tümpelfläche in diesem Ausmaß war nicht messbar – ist auch eine engere Gruppierung der Standorte möglich. Die Scheibenwiese lag als einziger Standort in der Wildruhezone.

Dendrogramm der Clusteranalyse: möglicherweise bis sicher bodenständige Libellenarten

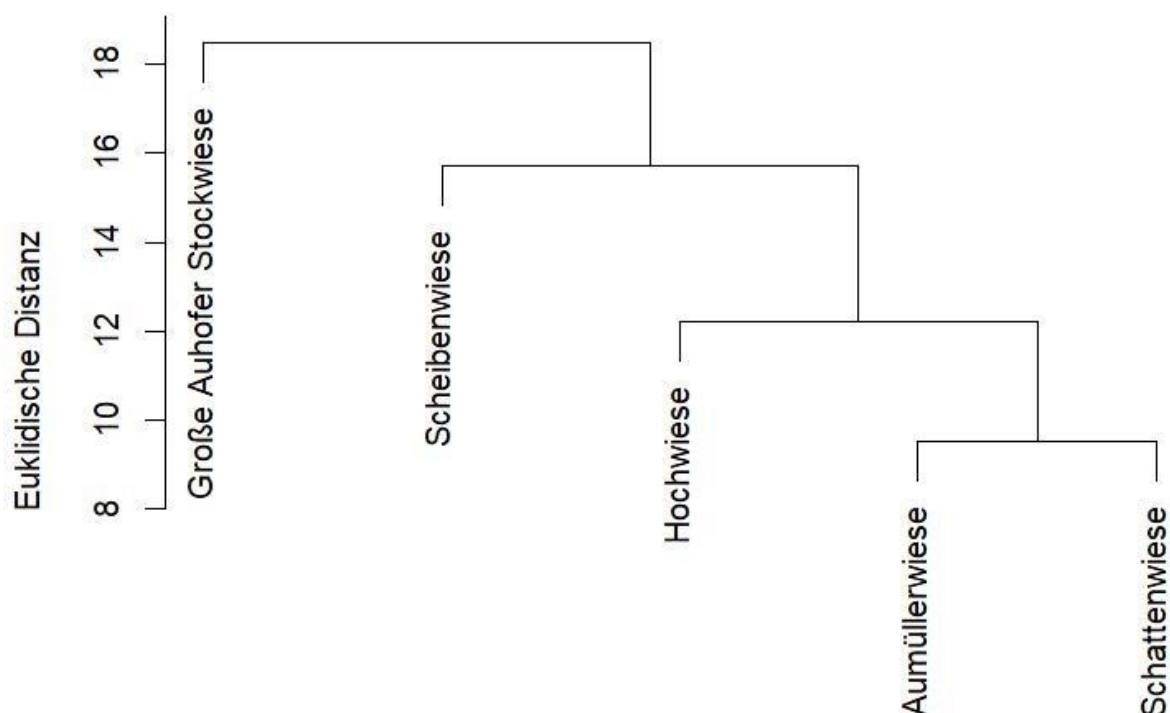


Abbildung 20: Dendrogramm der möglicherweise, wahrscheinlich und sicher bodenständigen Libellenarten. Hierarchische Clusteranalyse (single linkage) mittels Euklidischer Distanz, erstellt mit R (Version 3.4.2)

Das Dendrogramm in Abbildung 20 zeigt die Ähnlichkeit der Standorte hinsichtlich ihrer Artengemeinschaft von möglicherweise, wahrscheinlich und sicher bodenständigen Libellen. Aumüllerwiese und Schattenwiese, die Standorte mit niedriger Wildschweinintensität, weisen die höchste Ähnlichkeit in ihren Artengemeinschaften auf. Die Standorte der Gruppe mit hoher Wildschweinintensität weisen sowohl zu denen mit niedriger Wildschweinintensität als auch untereinander eine größere Unähnlichkeit auf.

3.3 Exuvienfunde

Exuvien wurden vom 25.04.2018 bis zum 20.07.2018 gefunden. An den Standorten wurden insgesamt 227 Exuvien von 6 verschiedenen Anisoptera-Arten gefunden (siehe Tabelle 9). Mit 75% stammt der Großteil der gefundenen Exuvien von *Libellula depressa*, den zweitgrößten Anteil mit 19% machen Exuvien von *Orthetrum brunneum* aus. Weitere Exuvien stammen von *Aeshna cyanea*, *Libellula quadrimaculata*, *Orthetrum coerulescens* und *Sympetrum striolatum*. 8 Funde waren, aufgrund ihres schlechten Zustands, nicht auf Artniveau bestimmbar.

Im Fundzeitraum gab es, mit Ausnahme der Hochwiese, 9 Begehungen pro Standort. Auf der Hochwiese fanden in demselben Zeitraum 14 Begehungen statt, also um 55% mehr als an den anderen Standorten.

Tabelle 9: Anzahl gefundener Exuvien nach Arten und Standorten getrennt

Art	Aumüllerwiese	Große Auhofer Stockwiese	Hochwiese	Schattenwiese	Scheibenwiese	Gesamt
<i>Libellula depressa</i>	61	5	54	33	17	170
<i>Orthetrum brunneum</i>	8	9	22	1	4	44
<i>Aeshna cyanea</i>				2		2
<i>Orthetrum coerulescens</i>	1					1
<i>Libellula quadrimaculata</i>			1			1
<i>Sympetrum striolatum</i>			1			1
Unbestimmt	3	2	2	1		8
Gesamt	73	16	80	37	21	227

Exuvien von *Libellula depressa* wurden von 25.04.2018 bis 30.06.2018 gefunden. Der Schlupf erfolgt für gewöhnlich synchronisiert innerhalb einiger Tage (siehe Abbildung 21), Nachzügler können sich allerdings vereinzelt auch noch Ende Juni verwandeln (STERNBERG & BUCHWALD 2000). Der lange Zeitraum in dem Exuvien von *Libellula depressa* gefunden wurden, ist daher nicht ungewöhnlich. Exuvien von *Orthetrum brunneum* wurden von 15.05.2018 bis 20.07.2018 gefunden, 2 Exuvien von *Aeshna cyanea* am 23.06.2018, eine Exuvie von *Libellula quadrimaculata* am 22.05.2018 und eine Exuvie von *Sympetrum striolatum* am 20.07.2018.



Abbildung 21: Mehrere Exuvienfunde (siehe Pfeile) von *Libellula depressa* am 27.04.2018, Aumüllerwiese

3.4 Räuber-Beute-Interaktionen

Die Abbildungen 22 bis 27 zeigen die Abundanzen von *Libellula depressa*-Larven (Larvenstadien F3-F0 bzw. 8., 9. und 10. Häutung), Laich von *Bombina variegata*, unterteilt in jüngeren Laich (vor dem Schwanzknospenstadium) und älteren Laich (nach dem Schwanzknospenstadium), *Bombina variegata*-Kaulquappen sowie die Anzahl der Exuvienfunde in ausgewählten Tümpeln. Die Bestimmung der Larvenstadien richtete sich nach der Entwicklungstabelle nach ROBERT (1959) in Tabelle 10, diese zeigt, dass Larven ab circa 1 cm Körpergröße dem Larvenstadium F3 oder älter angehören. Larven, die kleiner waren, wurden vermehrt im Spätsommer gefunden, im Frühling waren hauptsächlich weiter entwickelte Larven in den Suhltümpeln anzutreffen. Falls neben *Libellula depressa*-Exuvien auch Exuvien einer anderen Art gefunden wurden, wurde dies in der Grafik vermerkt.

Tabelle 10: Entwicklung von *Libellula depressa* (Plattbauch) nach ROBERT 1959, S.379, Maße in mm

Zeitspanne	Mittlere Daten	Phase	Länge Körper	Breite Kopf	Breite Abdomen
-	13. V.	Eiablage	-	-	-
4 Wochen	10. VI.	Schlüpfen Larve	1,4	0,4 - 0,45	0,4
7 Tage	17. VI.	1. Häutung	1,7 - 2	0,6 - 0,65	0,65 - 0,7
7 Tage	24. VI.	2. Häutung	2,3 - 2,7	0,8	0,95 - 1
7 Tage	1. VII.	3. Häutung	3 - 3,5	1 - 1,1	1,2 - 1,4
7 Tage	8. VII.	4. Häutung	4 - 5	1,4 - 1,45	1,9 - 2
8 Tage	16. VII.	5. Häutung	5 - 6	1,6 - 1,7	2 - 2,4
9 Tage	25. VII.	6. Häutung	7,5 - 8	2,1 - 2,3	3 - 3,4
10 Tage	4. VIII.	7. Häutung	9 - 11	2,6 - 2,8	3,9 - 4,5
12 Tage	16. VIII.	8. Häutung	12 - 14,5	3 - 3,6	4,5 - 5,8
14 Tage	30. VIII.	9. Häutung	15 - 20	4 - 4,5	6,3 - 7
16 Tage	15. IX.	10. Häutung	22,5 - 25,5	(5,2) 5,5 - 6	(7,6) 8 - 9
8 Monate	15. V.	Verwandlung	-	-	-

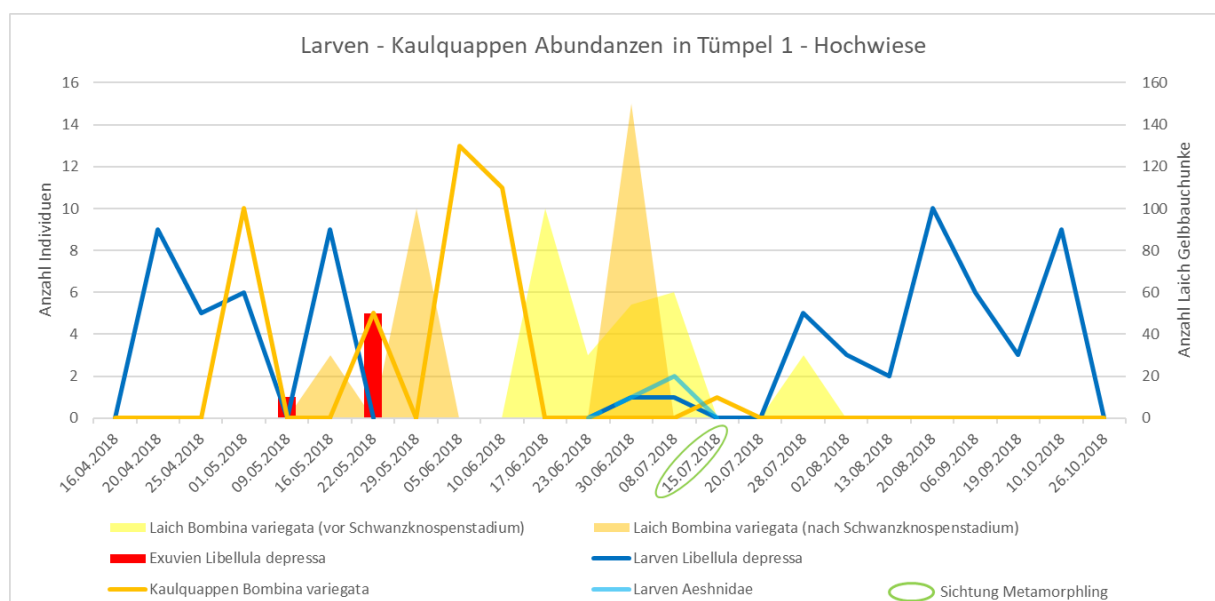


Abbildung 22: Abundanzen in Tümpel „1“ der Hochwiese

In Tümpel „1“ der Hochwiese gab es sehr hohe Zahlen von Gelbbauchunken-Laich sowie eine sehr lange Periode, in der Gelbbauchunken ablaichten. In Abbildung 22 kann man sehr gut die Abfolge von Räuber-Beute Zyklen erkennen: Erst nachdem die Emergenz des Großteils der Larven stattgefunden hatte, kommt es wieder zu einem Anstieg der Gelbbauchunken-Kaulquappen. Als gegen Ende Juli die Abundanzen der Räuber wieder stiegen, waren keine Kaulquappen mehr im Tümpel zu beobachten. Insgesamt wurden hier 6 Exuvien von *Libellula depressa* gefunden, andere Libellenarten waren bei den Exuvienfunden nicht vertreten. Am 15.07.2018 konnte ein Metamorphling von *Bombina variegata* gesichtet werden.

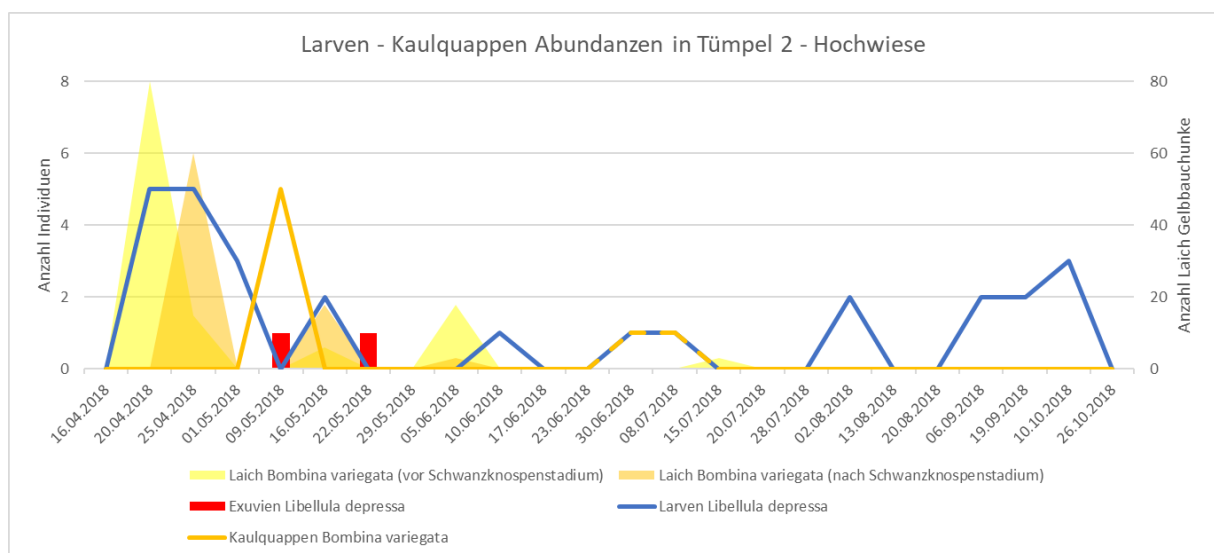
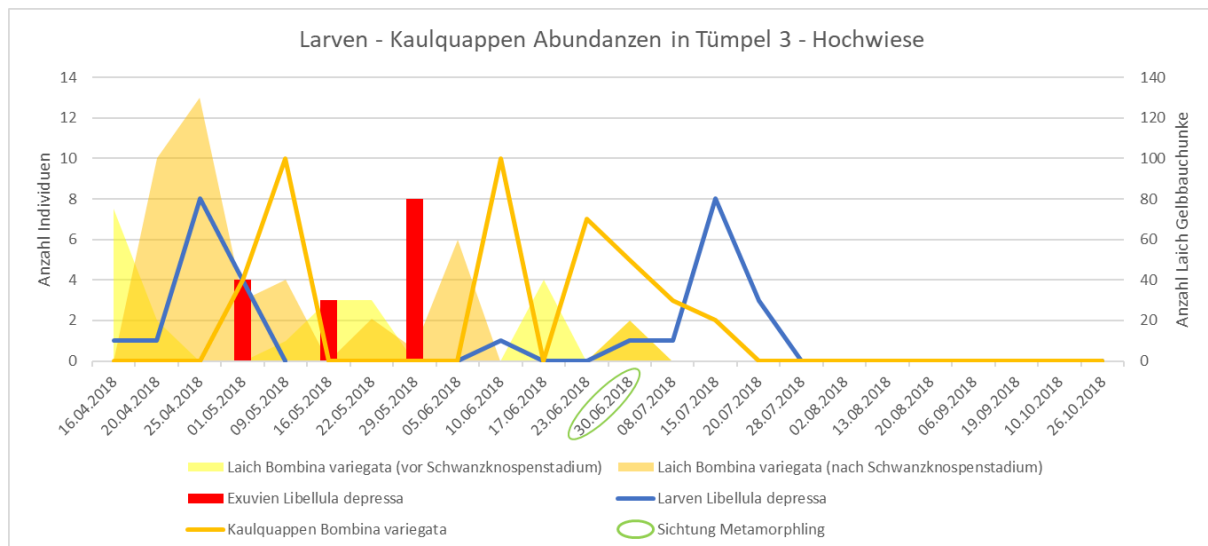
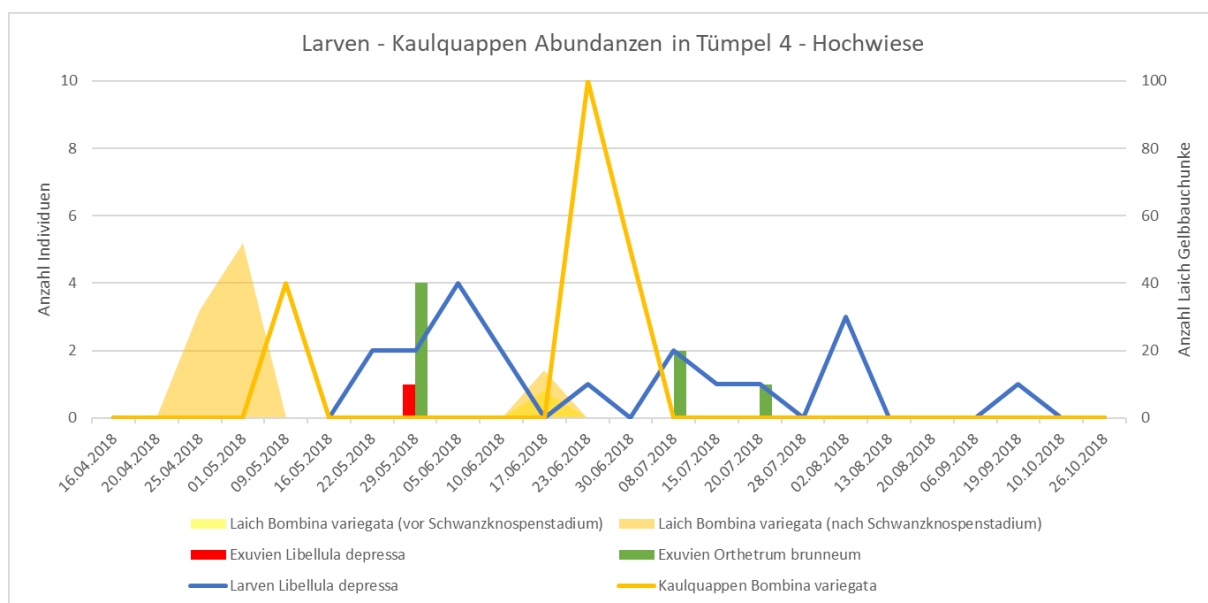


Abbildung 23: Abundanzen in Tümpel „2“ der Hochwiese

Von Ende Juni bis Anfang August, also nach der eigentlichen Schlupfzeit von *Libellula depressa*, wurde in Tümpel „2“ (siehe Abbildung 23) immer wieder eine Larve (es kann sich hierbei auch um verschiedene Individuen handeln) gesichtet, jedoch ohne, dass nach dem 22.05.2018 noch Exuvien gefunden wurden. Die maximale Sichtung von *Libellula depressa*-Larven an einem Tag im Tümpel betrug 5 Individuen, am Gewässer wurden allerdings nur 2 Exuvien gefunden, beide von *Libellula depressa*. Womöglich wurden nicht alle Exuvien gefunden, da die Hochwiese allerdings die höchsten Begehungsfrequenzen von allen Standorten aufweist, sind andere Gründe für das Fehlen weiterer Exuvienfunde anzunehmen. Metamorphlinge von *Bombina variegata* konnten in diesem Tümpel keine gesichtet werden.



Die maximale Sichtung von Libellenlarven an einem Tag betrug in Tümpel „3“ der Hochwiese 8 Individuen, insgesamt wurden aber 15 Exuvien von *Libellula depressa* gefunden. Es ist daher anzunehmen, dass sich mehr Larven in dem Tümpel befanden, als gesichtet wurden. In Abbildung 24 ist deutlich erkennbar, dass die Larvensichtungen abnahmen, als die ersten Exuvien gefunden wurden. In dieser Zeitspanne entwickelten sich zwar einige Kaulquappen, deren Abundanzen nahmen aber noch von den weiteren Schlupfereignissen von *Libellula depressa* wieder ab. Erst nach dem letzten Schlupf von *Libellula depressa* in Tümpel „3“ konnten wieder einige Kaulquappen gesichtet werden. Am 30.06.2018 wurde ein Metamorphling angetroffen.



In Tümpel „4“ wurden an einem Tag maximal 4 *Libellula depressa*-Larven gesichtet, es wurde hier allerdings nur eine Exuvie dieser Art gefunden. Generell waren die Abundanzen der Libellenlarven in Tümpel „4“ im Vergleich zu den anderen Tümpeln eher gering und somit war der Räuberdruck auf die Kaulquappen kleiner. Dennoch konnte in diesem Tümpel kein Metamorphling gesichtet werden. Tümpel „4“ ist, wie auch in Tümpel „2“, zu keiner Zeit frei von Prädatoren (siehe Abbildung 25). Auch in den Sommermonaten, in denen Gelbbauchunken-Kaulquappen metamorphosieren, waren hoch entwickelte Larven (Prädatoren) in den Suhlen anzutreffen. Von *Orthetrum brunneum* wurden bei Tümpel „4“ 7 Exuvien gefunden.

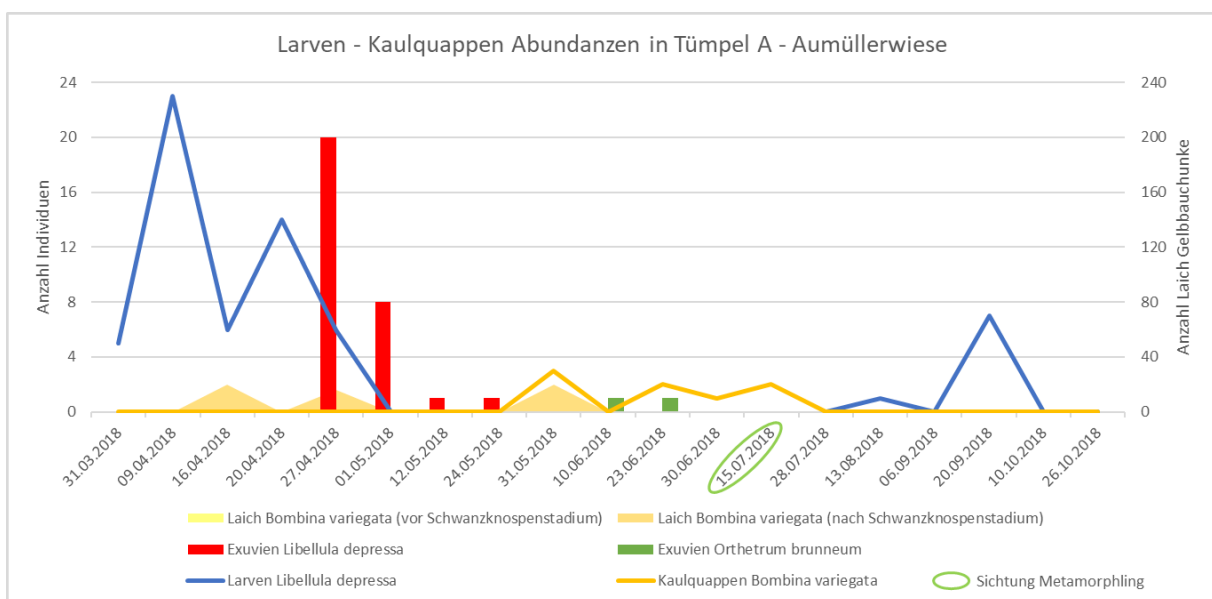


Abbildung 26: Abundanzen in Tümpel „A“ der Aumüllerwiese

Bei Tümpel „A“ der Aumüllerwiese wurden insgesamt 30 Exuvien von *Libellula depressa* und 2 Exuvien von *Orthetrum brunneum* gefunden. Die maximale Sichtung von *Libellula depressa*-Larven betrug 23 Individuen an einem Tag (siehe Abbildung 26). Die hohen Abundanzen der Libellenlarven lassen darauf schließen, dass der Großteil, womöglich alle, der geschlüpften Kaulquappen aus dem Laich von April den Libellenlarven zum Opfer gefallen sind. Erst nach dem Schlupf von 30 Larven wurden in Tümpel „A“ Kaulquappen beobachtet, am 15.07.2018 wurde ein Metamorphling von *Bombina variegata* gesichtet. Larven des Stadiums F3, oder älter, waren erst wieder Mitte August in Tümpel „A“ anzutreffen.

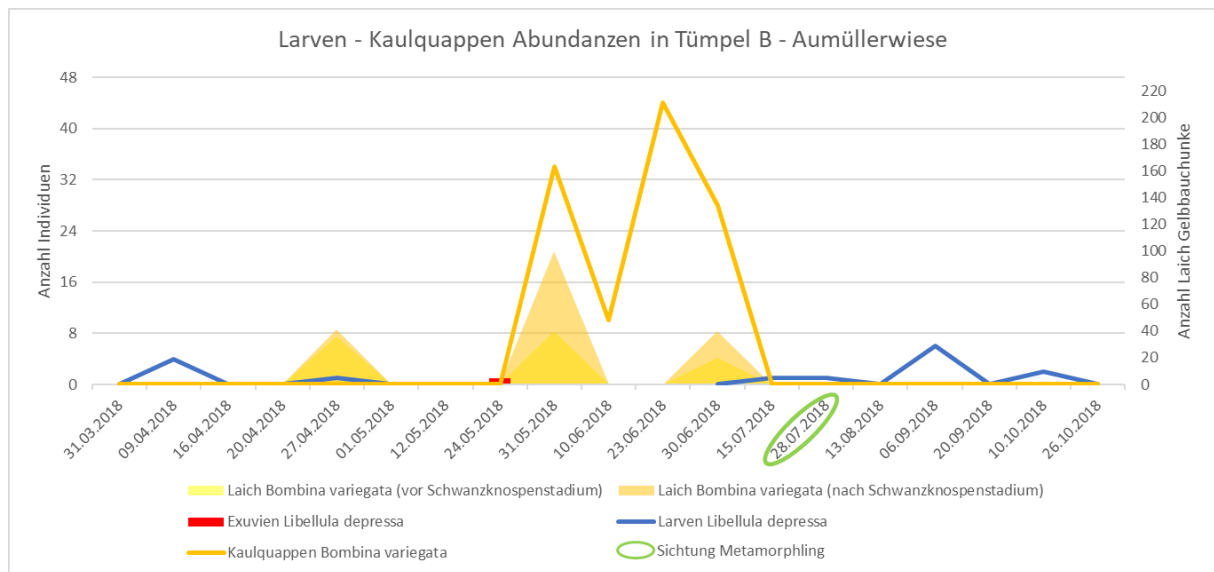


Abbildung 27: Abundanzen in Tümpel „B“ der Aumüllerwiese

In Tümpel „B“ der Aumüllerwiese sind, wenn auch nicht so stark ausgeprägt, Räuber-Beute-Abfolgen erkennbar (Abbildung 27). Vor dem Schlupf von *Libellula depressa* konnten maximal 4 Larven an einem Tag beobachtet werden, es wurde allerdings nur eine Exuvie gefunden. Die Kaulquappen-Abundanzen waren in diesem Tümpel vergleichsweise hoch, womöglich aufgrund der geringen Prädatoren-Dichte. Am 28.07.2018 wurden 2 Metamorphlinge von *Bombina variegata* angetroffen.

3.5 Laborbeobachtungen

In den Tabellen 11 bis 16 ist der Versuchsablauf von *Libellula depressa*-Larven (LL) mit Kaulquappen (KQ) von *Bombina variegata* bzw. von *Rana dalmatina* beschrieben.

3.5.1 Interaktion zwischen Larven von *Libellula depressa* mit Kaulquappen von *Bombina variegata*

Tabelle 11: Libellenlarve Nr. 1 (F2) mit 4 Kaulquappen von *Bombina variegata* (jeweils 13 mm), Behälter mit Sediment

Datum	Uhrzeit	Verhalten
17.05.2018	13:51	KQ werden in den Behälter zu LL Nr. 1 eingebracht.
17.05.2018	16:00	LL zeigte noch keine Reaktion. LL wird bis zum nächsten Tag mit KQ im Behälter exponiert.
18.05.2018	10:05	Häutung der LL über Nacht. 2 KQ unversehrt. 1 KQ mit Bissspur an der Schwanzspitze. 1 KQ gefressen (keine ersichtlichen Überreste).

Libellenlarve Nr. 1 (Larvenstadium F2) zeigte während der ersten 2 Stunden der Anwesenheit der Kaulquappen von *Bombina variegata* (jeweils 13 mm Gesamtlänge) keine Reaktion (siehe Tabelle 11), vermutlich aufgrund der in Kürze bevorstehenden Häutung. Erst am nächsten Tag konnte Beutefang festgestellt werden, nachdem sich die Libellenlarve über Nacht gehäutet hatte. Zwei Kaulquappen blieben unversehrt, eine trug eine Bissspur an der Schwanzspitze davon, eine weitere wurde komplett von der Libellenlarve verspeist. Es blieben keine ersichtlichen Überreste zurück, womöglich waren diese in der Sedimentschicht nicht zu erkennen.

Um festzustellen, ob auch größere Kaulquappen von der Libellenlarve erbeutet werden können, wurde diese für weitere Tage mit größeren Kaulquappen von *Bombina variegata* zusammengesetzt (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Libellenlarve Nr. 1 (F1) mit 4 Kaulquappen von *Bombina variegata* (13 mm, 15 mm, 17 mm, 17 mm), Behälter mit Sediment

Datum	Uhrzeit	Verhalten
18.05.2018	11:06	KQ werden in den Behälter zu LL Nr. 1 eingebracht.
22.05.2018	10:15	KQ 15 mm mit angebissener Schwanzspitze. Alle anderen KQ (13 mm, 17 mm, 17 mm) gefressen (keine ersichtlichen Überreste). LL weist inzwischen eine Körperlänge von 17 mm auf. Ende der Beobachtungen mit LL Nr. 1.

Es wurden zwei Kaulquappen erbeutet, deren Gesamtlänge die Körperlänge der Libellenlarve zu Beginn der Beobachtungen um 2 mm überragte. Wann die Libellenlarve diese Kaulquappen erbeutet hat, konnte nicht beobachtet werden. Libellenlarve Nr. 1 wies zu Beginn der Beobachtungen eine Körperlänge von 15 mm auf, nach deren Ende eine Körperlänge von 17 mm. Bei den in Tabelle 12 angeführten Beobachtungen gehört Libellenlarve Nr. 1 aufgrund ihrer Größenzunahme und der vorherigen Häutung schon dem Larvenstadium F1 an.

Tabelle 13: Libellenlarve Nr. 2 (F1) mit 4 Kaulquappen von *Bombina variegata* (jeweils 15 mm), Behälter ohne Sediment

Datum	Uhrzeit	Verhalten
17.05.2018	14:04	KQ werden in den Behälter zu LL Nr. 2 eingebracht.
17.05.2018	14:05	LL richtet sich zu den KQ aus, die sich aktiv in dem Behälter bewegen, zeigt aber keine weitere Reaktion.
17.05.2018	14:13	LL nur ca. 1,5 cm von KQ entfernt, trotz kurzer Distanz keine Reaktion auf Beute.
17.05.2018	14:50	LL zeigte noch keine Reaktion. LL wird bis zum nächsten Tag mit den KQ im Behälter exponiert.
18.05.2018	10:05	Alle KQ unversehrt. KQ schwimmen unmittelbar (< 1cm Abstand) vor LL, diese zeigt keine Reaktion.

Libellenlarve Nr. 2 (Larvenstadium F1) wechselte zwar immer wieder innerhalb des Behälters ihren Standort, zeigte allerdings auch dann keine Reaktion auf die Kaulquappen von *Bombina variegata*, wenn sich diese unmittelbar vor ihr aufhielten (siehe Tabelle 13). Um festzustellen, ob die Libellenlarve eine Reaktion auf kleinere Kaulquappen zeigt, wurde die Libellenlarve für weitere Tage mit anderen Kaulquappen von *Bombina variegata* zusammengesetzt (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14: Libellenlarve Nr. 2 (F1) mit 4 Kaulquappen von *Bombina variegata* (13 mm, 15 mm, 15 mm, 15 mm), Behälter ohne Sediment

Datum	Uhrzeit	Verhalten
18.05.2018	10:10	KQ werden in den Behälter zu LL Nr. 2 eingebracht.
18.05.2018	12:00	2 KQ fressen den Algenbewuchs der LL ab, LL zeigt keine Reaktion darauf.
22.05.2018	10:20	LL liegt tot mit dem Bauch nach oben in dem Behälter. Alle KQ sind unversehrt.

Auch im weiteren Versuchsdesign zeigte die Libellenlarve keine Reaktion auf die Kaulquappen und ließ sogar den Algenaufwuchs auf ihrem Chitin von den Kaulquappen abgrasen (siehe Tabelle 14). Am Ende der Exposition mit den Kaulquappen lag die Libellenlarve tot in ihrem Behälter, die Kaulquappen waren lebendig und unversehrt.

Abschließend wurde noch die Interaktion von Libellenlarve Nr. 3 (Larvenstadium F0) mit Kaulquappen von *Bombina variegata* beobachtet (siehe Tabelle 15). Trotz der kurzen Exposition von Libellenlarve Nr. 3 mit Kaulquappen von *Bombina variegata* konnte die Libellenlarve innerhalb von 15 min zwei Kaulquappen mit einer Gesamtlänge von 12 mm erbeuten und fressen, die erste Kaulquappe wurde 2 Minuten nach deren Einbringen erbeutet. Die Beobachtungen wurden nach 27 min beendet, damit keine weiteren Gelbbauchunken-Kaulquappen zu Schaden kommen.

Tabelle 15: Libellenlarve Nr. 3 (F0) mit 4 Kaulquappen von *Bombina variegata* (12 mm, 12 mm, 17 mm, 17 mm), Behälter mit Sediment

Datum	Uhrzeit	Verhalten
17.05.2018	14:13	KQ werden in den Behälter zu LL Nr. 3 eingebracht.
17.05.2018	14:15	LL macht einen ersten Angriff auf eine KQ (12 mm), fängt und frisst sie. Der Darm der KQ wird übriggelassen.
17.05.2018	14:30	LL fängt die zweite KQ mit 12 mm Gesamtlänge und frisst sie. Der Darm der KQ wird übriggelassen.
17.05.2018	14:40	Die verbleibenden zwei KQ (jeweils 17 mm) werden aus dem Behälter unbeschadet entnommen.

3.5.2 Interaktion zwischen Larven von *Libellula depressa* mit Kaulquappen von *Rana dalmatina*

Libellenlarve Nr. 3 wird nach der Exposition mit Kaulquappen von *Bombina variegata* auch mit *Rana dalmatina*-Kaulquappen exponiert, um einen Vergleich der Beute-Attraktivität zwischen den beider Arten für *Libellula depressa*-Larven herzustellen.

Tabelle 16: Libellenlarve Nr. 3 (F0) mit 4 Kaulquappen von *Rana dalmatina* (18 mm, 19 mm, 24 mm, 25 mm), Behälter ohne Sediment

Datum	Uhrzeit	Verhalten
28.05.2018	14:42	KQ werden in den Behälter zu LL Nr. 3 eingebracht.
28.05.2018	15:15	LL schlägt zweimal mit ihrer Fangmaske erfolglos auf KQ (18 mm). Bei den größeren KQ (> 20 mm) zeigt die LL keine Reaktion.
28.05.2018	15:26	LL verfehlt KQ (18 mm).
28.05.2018	15:55	LL schlägt mit ihrer Fangmaske erfolglos auf KQ (24 mm).
28.05.2018	16:00	LL wird bis zum nächsten Tag mit den KQ im Behälter exponiert.
29.05.2018	10:15	KQ (18 mm): gefressen (keine ersichtlichen Überreste). KQ (19 mm): 1 Biss an der Oberseite des Flossensaums. KQ (24 mm): die letzten 2,5 mm Flossensaum abgebissen. KQ (25 mm): unversehrt.

Wie in Tabelle 16 ersichtlich ist, wurde eine Springfrosch-Kaulquappe mit 18 mm Körperlänge erbeutet. Die anderen Kaulquappen wurden zwar als Beute wahrgenommen, denn zwei Kaulquappen (19 mm, 24 mm) hatten Verletzungen von Angriffen der Libellenlarve davongetragen, allerdings konnte die Libellenlarve die Kaulquappen nicht überwältigen. Eine Kaulquappe mit 25 mm Gesamtlänge blieb bis zum Ende der Beobachtungen komplett unversehrt.

4 Diskussion

4.1 Freilandenerhebungen

Die vorliegende Arbeit belegt, dass Wildschweinsuhlen auf Wiesenstandorten ein Habitat für Libellen darstellen und sich in diesem Lebensraum verschiedenen Arten erfolgreich reproduzieren können. Die Pionierarten *Libellula depressa* und *Orthetrum brunneum* wurden an allen Standorten als sicher bodenständig nachgewiesen, auf der Großen Auhofer Stockwiese und der Scheibenwiese, beides Standorte mit hoher Wildschweinintensität, waren diese die einzigen sicher bodenständigen Arten. Der Einfluss von Wildschweinen fördert demnach das Auftreten von Pionierarten, denn durch das Suhilverhalten der Wildschweine werden Lebensräume geschaffen, die von diesen Arten erfolgreich als Reproduktionshabitat angenommen werden.

Da die Tümpel durch die Suhllaktivität der Wildschweine stets in frühen Sukzessionsstadien gehalten werden, ist anzunehmen, dass die als bodenständig eingestuften Arten diesen Lebensraum auch weiterhin dominieren werden, sollte der Schwarzwildbestand nicht aufgelassen oder drastisch reduziert werden. Durch eine Regulation des Schwarzwildbestandes auf eine lebensraumkonforme Wilddichte bis 2020 (ARBEITSGRUPPE LAINZER TIERGARTEN 2015) kann es zu Veränderungen der Artenzusammensetzung an den Standorten kommen.

4.1.1 Sicher bodenständige Arten

Libellula depressa

Die gute Anpassung von *Libellula depressa* an Pionierstandorte ist vermutlich der Grund, dass 75% der gefundenen Exuvien von *Libellula depressa* stammen und die Art an allen Standorten als sicher bodenständig in der Abundanzklasse 4 (sehr häufig) eingestuft wurde. Die wärmeliebende Art ist typisch für zweitweise trockenfallende, flache Stillgewässer (STERNBERG & BUCHWALD 2000, RAAB & PENNERSTORFER 2006), pflanzt sich selbst in vegetationsfreien Gewässern rasch fort und kann sich auch in künstlichen, vegetationslosen Wasserbecken entwickeln (DIJKSTRA 2006, WILDERMUTH & MARTENS 2014). Selbst das geringe Nahrungsangebot in Wildschweinsuhlen scheint diese Art in ihrer Entwicklung kaum einzuschränken. Die wärmeliebenden Larven halten sich bevorzugt in lichtdurchflutetem Flachwasser auf (siehe Abbildung 28), die höhere Temperatur in diesem Gewässerbereich lässt auch eine schnellere Entwicklung zu (STERNBERG & BUCHWALD 2000). Weiters spricht für eine häufige Besiedelung von Wildschweinsuhlen, dass die Art Gewässer bevorzugt, deren Ufer überwiegend frei von Gehölzen sind und die Larven Trockenfallen oder Durchfrieren des Gewässers tolerieren (STERNBERG & BUCHWALD 2000). Möglicherweise kommt *Libellula depressa* durch die Bevorzugung von flachen, lichtdurchströmten, vegetationsarmen Gewässern, wie es bei den Standorten in dieser Arbeit der Fall ist, häufiger in Wildschweinsuhlen vor und hat dort bessere Überlebenschancen als andere Arten, was auch die hohe Anzahl von Exuvienfunden erklärt (Abbildung 29). STERNBERG & BUCHWALD (2000) beschreiben in Gewässern mit lehmig-tonigem Untergrund ein häufig syntopes Vorkommen mit der Gelbbauchunke, was auch im Rahmen dieser Studie belegt werden konnte.



Abbildung 28: Mit Algen bewachsene Larve von *Libellula depressa* in einem nur wenige cm tiefen Suhltümpel, Hochwiese, 25.04.2018



Abbildung 29: Frisch geschlüpftes Weibchen von *Libellula depressa* auf Exuvie, Aumüllerwiese, 27.04.2018

Libellula quadrimaculata

Zwar sind Wildschweinsuhlen als Lebensraum des Vierfleck (Abbildungen 30 und 31) bekannt (STERNBERG & BUCHWALD 2000, WILDERMUTH & MARTENS 2014), allerdings waren die Abundanzen dieser Art nicht annähernd so groß, wie von *Libellula depressa*. Lediglich auf der Hochwiese wurde *Libellula quadrimaculata* ebenfalls in Abundanzklasse 4 (sehr häufig) nachgewiesen, es wurde im gesamten Erhebungszeitraum allerdings nur eine Exuvie gefunden. Obwohl sich die Arten in den Grundzügen ihrer Biologie und ihrer Lebensraumsansprüche ähneln und auch syntop an einem Gewässer vorkommen können (STERNBERG & BUCHWALD 2000), gibt es Unterschiede, die sich auf die Abundanzen und die Bodenständigkeit im Untersuchungsgebiet auswirken. *Libellula quadrimaculata* bevorzugt vegetationsreiche Gewässer und löst *Libellula depressa* in der Sukzessionsfolge ab (STERNBERG & BUCHWALD 2000). Da die Suhltümpel durch die Wildschweine häufig in einem vegetationsfreien und sehr primären Zustand gehalten werden, dominiert die thermophile Art *Libellula depressa* und *Libellula quadrimaculata* erreicht überwiegend nur geringe Abundanzen, welche sich in den Exuvienfunden spiegeln. Weitere Standorteigenschaften erklären die geringeren Abundanzen des Vierfleck, im Vergleich zu *Libellula depressa*: Der Vierfleck entwickelt sich für gewöhnlich semivoltin und kann, wie der Plattbauch, auch mehrwöchiges Austrocknen des Gewässers überstehen (WILDERMUTH & MARTENS 2014), besiedelt jedoch hauptsächlich Gewässer mit permanenter Wasserführung und bevorzugt kühlere Gewässer als *Libellula depressa* (STERNBERG & BUCHWALD 2000). Die Larven halten sich bevorzugt in Flachwasserbereichen von Röhrlichtzonen auf (STERNBERG & BUCHWALD 2000), die auf den Standorten dieser Arbeit jedoch nur in geringem Ausmaß vorhanden waren. Die Larven graben sich oberflächlich oder meist gar nicht im Schlamm ein (STERNBERG & BUCHWALD 2000, WILDERMUTH & MARTENS 2014) und stellen sich bei Berührung tot (WILDERMUTH & MARTENS 2014). Wenn Wildschweine in den Tümpeln suhlen, könnte dieses Verhalten nachteilig sein, denn womöglich fallen die Larven häufiger suhlenden Wildschweinen zum Opfer als Larven des Plattbauchs.



Abbildung 30: *Libellula quadrimaculata*, Große Auhofer Stockwiese, 05.06.2018



Abbildung 31: *Libellula quadrimaculata*, Große Auhofer Stockwiese, 05.06.2018

Orthetrum brunneum

Der Südliche Blaupfeil (Abbildungen 32 und 33) ist eine Pionierart, die häufig zusammen mit *Libellula depressa* an Gewässern vorkommt und in weiterer Sukzessionsabfolge von *Orthetrum coerulescens* abgelöst wird (STERNBERG & BUCHWALD 2000). Im Rahmen der vorliegenden Studie konnten auf der Großen Auhofer Stockwiese beachtliche Abundanzen beobachtet werden, *Orthetrum brunneum* wurde hier in der Abundanzklasse 5 (massenhaft) nachgewiesen. Das ist in dieser Studie das einzige Auftreten einer Art in dieser Abundanzklasse. Imagines des Südlichen Blaupfeils zeigen eine Vorliebe für Rohböden und vegetationsarme Kiesflächen (STERNBERG & BUCHWALD 2000) und waren auf der Großen Auhofer Stockwiese oft in den trockenen und spärlich bewachsenen Fahrspuren sitzend zu beobachten, die vom Wanderweg ein Stück weit in den Standort laufen. *Orthetrum brunneum* besiedelt bevorzugt stehende oder langsam fließende Gewässer im vegetationsarmen Pionierstadium (STERNBERG & BUCHWALD 2000, WILDERMUTH & MARTENS 2014) und ist typisch für kleine quellnahe Rinnsaale mit geringer Wassertiefe (STERNBERG & BUCHWALD 2000). Aufgrund der speziellen Ansprüche dieser Art wird ein Habitat oft nur für wenige Jahre besiedelt und ist dann aufgrund zunehmender Verlandung ungeeignet. In Wiesenbächen oder -gräben kommt der Südliche Blaupfeil in quellnahen Fließgewässern vor, die durch Störungsdynamik eine lückige Emersvegetation aufweisen (STERNBERG & BUCHWALD 2000). Eine der wesentlichsten Voraussetzungen für ein Vorkommen von *Orthetrum brunneum* ist jedoch, dass die Gewässer ganzjährig eisfrei sind (STERNBERG & BUCHWALD 2000). Die Habitatanforderungen des Südlichen Blaupfeils entsprechen den Wildschweinsuhlen in dieser Studie, denn diese befanden sich alle auf Wiesen mit Quellaustritten, wodurch die Suhltümpel im Winter eisfrei blieben, und hatten eine geringe Wassertiefe. *Orthetrum brunneum* besiedelt häufig Gewässer, die eine Mindestgröße von 1,5 m² aufweisen mit einer Tiefe von weniger als 10 cm (WILDERMUTH & MARTENS 2014). Möglicherweise begünstigt die Ausdehnung und Vernetzung des Tümpelfeldes der Großen Auhofer Stockwiese zusätzlich das Vorkommen der Art an diesem Standort und erklärt dort deren massenhaftes Vorkommen.



Abbildung 32: Paarungsrade von *Orthetrum brunneum*, Scheibenwiese, 15.07.2018



Abbildung 33: Männchen von *Orthetrum brunneum*, 05.06.2018

Orthetrum coerulescens

Der Kleine Blaupfeil besiedelt besonnte, quellnahe, stehende oder langsam fließende Gewässer mit dichter emerser und submerser Vegetation (siehe Abbildung 34) (WILDERMUTH & MARTENS 2014, STERNBERG & BUCHWALD 2000). In der Sukzessionsabfolge löst *Orthetrum coerulescens* die Pionierart *Orthetrum brunneum* ab (STERNBERG & BUCHWALD 2000). *Orthetrum coerulescens* war an allen Standorten selten (Abundanzklasse 2) anzutreffen und wurde, mit Ausnahme der Aumüllerwiese, als möglicherweise bodenständig eingestuft. Auf der Aumüllerwiese, ein Standort mit niedriger Wildschweinintensität, wurde eine Exuvie des Kleinen Blaupfeils gefunden, die Art gilt dort somit als sicher bodenständig. Durch gelegentliche Störung, in dieser Studie durch suhlende Wildschweine verursacht, wird der Pioniercharakter des Lebensraumes und somit die Konkurrenzart *Orthetrum brunneum* gefördert, so kann sich diese gegen *Orthetrum coerulescens* durchsetzen (STERNBERG & BUCHWALD 2000), was die geringen Abundanzen des Kleinen Blaupfeils erklärt. Möglich ist, dass die Art bei abnehmender Wildschweindichte konkurrenzstärker wird und bei einem starken Rückgang oder Auflösen der Wildschweinpopulation *Orthetrum brunneum* an den Standorten gänzlich ablöst.



Abbildung 34: *Orthetrum coerulescens* bei einem Tümpel mit niedriger Wildschweinintensität, Schattenwiese, 15.07.2018

Aeshna cyanea

Aeshna cyanea wurde an allen Standorten in den Abundanzklassen 1 (Einzelfund) oder 2 (selten) nachgewiesen und mit Ausnahme der Schattenwiese (sicher bodenständiges Vorkommen) (Abbildung 36) als vermutlich bodenständig klassifiziert. Die Blaugrüne Mosaikjungfer weist eine breite ökologische Plastizität auf und besiedelt ein weites Gewässerspektrum (RAAB & PENNERSTORFER 2006, STERNBERG & BUCHWALD 2000). *Aeshna cyanea* bevorzugt Gewässer in mittleren Sukzessionsstadien, deren Wasserfläche noch teilweise unbewachsen ist, Pioniergewässer werden allerdings auch als Habitat angenommen. Die schattentoleranten Imagines weichen allzu großer Hitze aus, oft werden stark besonnte Gewässer gemieden (STERNBERG & BUCHWALD 2000). Ein suboptimales Habitat sind Gewässer in sehr jungen Sukzessionsstadien (STERNBERG & BUCHWALD 2000), was die geringen Abundanzen an den Standorten erklärt. Der Fund von 2 Exuvien auf der Schattenwiese belegt, dass eine erfolgreiche Reproduktion in jungen Gewässern möglich ist. Gesammelt wurden die beiden Exuvien dort im besonnten Bereich eines vernässten Wühlfelds, nachdem der Schlupf der Individuen (Abbildung 35) abgewartet wurde. Die mit Wasser gefüllten Vertiefungen im Wühlfeld sind primär durch Wildschweine entstanden, werden aber nicht regelmäßig als Suhle genutzt und sind vermutlich durch Suhlen und durch Aufwühlen des Bodens bei der Nahrungssuche entstanden. Sowohl STERNBERG & BUCHWALD (2000), als auch WILDERMUTH & MARTENS (2014) nennen wassergefüllte Fahrspuren als Habitat, das von *Aeshna cyanea* vorübergehend besiedelt wird. Eine erfolgreiche Reproduktion in Suhltümpeln, die nicht hoch frequentiert sind (Standorte mit niedriger Wildscheinintensität), ist nicht auszuschließen und *Aeshna cyanea* wurde aus diesem Grund in die statistischen Analysen miteinbezogen. In hochfrequentierten Suhlen reproduziert sich die Art aufgrund der sehr starken Besonnung durch fehlende Vegetation vermutlich nicht, denn *Aeshna cyanea* bevorzugt beschattete Gewässer (DIJKSTRA 2006, STERNBERG & BUCHWALD 2000).



Abbildung 35: Frisch geschlüpftes Individuum von *Aeshna cyanea* auf Exuvie, Schattenwiese, 23.06.2018



Abbildung 36: Schlupfhabitat *Aeshna cyanea*, rote Pfeile markieren Exuvien, Schattenwiese, 23.06.2018

Aeshna mixta

Aeshna mixta

Der Fund eines frisch geschlüpften Individuums von *Aeshna mixta* (siehe Abbildung 37) belegt die sichere Bodenständigkeit dieser Art. Gesichtet wurde die Herbst-Mosaikjungfer auf der Aumüllerwiese, einem Standort mit niedriger Wildschweinintensität. Dort saß die frisch geschlüpfte Libelle bei einem nicht sehr stark frequentierten Suhltümpel, der schon teilweise mit Schilf bewachsen war. Da die Art zwar thermisch begünstigte Gewässer besiedelt, aber normalerweise in größeren Gewässern mit deutlicher Röhrlichtzone vorkommt (WILDERMUTH & MARTENS 2014), ist das Vorkommen der Herbst-Mosaikjungfer an diesem Standort als sporadisch einzustufen. Falls die Suhle in den nächsten Jahren verstärkt von Wildschweinen besucht wird, ist zu erwarten, dass diese Art wieder gänzlich verschwindet.

Sympetrum striolatum

Die wärmeliebende Große Heidelibelle (siehe Abbildung 38) hat eine Vorliebe für eher strukturarme Stillgewässer, bevorzugt werden Gewässer im Pionierstadium (DIJKSTRA 2006, WILDERMUTH & MARTENS 2014). Somit stellen auch die Wildschweinsuhlen dieser Studie ein attraktives Habitat für *Sympetrum striolatum* dar. Die Larven der Großen Heidelibelle schwimmen bei Störung schnell davon und können kürzeres Trockenfallen der Gewässer im Schlamm vergraben überstehen (WILDERMUTH & MARTENS 2014). Beides sind Vorteile für ein Überleben in Wildschweinsuhlen und machen eine erfolgreiche Reproduktion in den Suhlen möglich. Dies belegt ein Exuvienfund vom 20.07.2018 auf der Hochwiese.



Abbildung 37: *Aeshna mixta*, Aumüllerwiese, 28.07.2018



Abbildung 38: *Sympetrum striolatum*, Große Auhofer Stockwiese, 20.08.2018

4.1.2 Besondere Funde

Lestes barbarus gilt in Österreich als „stark gefährdet“, *Sympetrum meridionale* als „vom Aussterben bedroht“ (RAAB & PENNERSTORFER 2006, WILDERMUTH & MARTENS 2014). Die beiden Arten zählen daher als besondere Funde dieser Studie. Andere Arten, wie *Cordulegaster bidentata*, wurden eher oft, *Ischnura pumilio* und *Pyrrhosoma nymphula* wurden selten an den Standorten angetroffen.

Lestes barbarus

Am 15.07.2018 wurde auf der Schattenwiese ein Männchen von *Lestes barbarus* gesichtet (Abbildung 39). Die Südliche Binsenjungfer kommt für gewöhnlich an temporären Kleingewässern vor, die ganztägig besonnt sind und sich rasch erwärmen (WILDERMUTH & MARTENS 2014). *Lestes barbarus* gilt in Österreich als „stark gefährdet“ (RAAB & PENNERSTORFER 2006, WILDERMUTH & MARTENS 2014). Die Standorte dieser Studie stellen mit ihren besonnten, teilweise temporären Suhltümpeln ein potenzielles Fortpflanzungshabitat für diese Art dar. Trotz genauer Suche konnte im gesamten Begehungszeitraum jedoch nur ein Individuum nachgewiesen werden. Weitere Untersuchungen zu dieser Art wären anzustreben.



Abbildung 39: *Lestes barbarus*, Schattenwiese, 15.07.2018

Ischnura pumilio

Die Kleine Pechlibelle besiedelt Gewässer in frühen Sukzessionsstadien, wie sonnenexponierte flache Weiher oder auch mit Wasser gefüllte Fahrspuren. Nach wenigen Entwicklungsperioden verschwindet die Art wieder (RAAB & PENNERSTORFER 2006, WILDERMUTH & MARTENS 2014). *Ischnura pumilio* wurde an allen Standorten als Einzelfund oder in Abundanzklasse 1 gesichtet. Durch ihre gute Anpassung an Pionierstandorte hätte man sie häufiger antreffen müssen.

Pyrrhosoma nymphula

Als eine der wenigen Libellenarten, die in Österreich als „nicht gefährdet“ gelten, besiedelt *Pyrrhosoma nymphula* vorwiegend Kleingewässer, wie Weiher mit gut ausgebildetem Verlandungsgürtel (RAAB & PENNERSTORFER 2006). Da die Larven mehrwöchiges Trockenfallen des Entwicklungsgewässers überstehen können (RAAB & PENNERSTORFER 2006), und die Art keine hohen Ansprüche an die Wasserqualität des Gewässers hat (WILDERMUTH & MARTENS 2014), kann sich *Pyrrhosoma nymphula* in Wildschweinsuhlen vermutlich gut entwickeln und war daher, mit Ausnahme der Scheibenwiese (keine Sichtungen), in den Abundanzklassen 2 und 3 anzutreffen.

Sympetrum meridionale

Jeweils ein Individuum der Südlichen Heidelibelle wurde am 23.06.2018 und am 15.07.2018 auf der Aumüllerwiese gesichtet. Bei beiden Tieren war eine rote Milbenlarve, vermutlich *Arrenurus papillator*, an einem Flügel angeheftet, bei einem Tier am linken Hinterflügel, bei dem anderen Tier am linken Vorderflügel. STERNBERG & BUCHWALD (2000) beschreiben einen Befall von roten Milben schon fast als „Artcharakteristikum“ der Südlichen Heidelibelle, da neben dieser Art nur noch *Sympetrum fonscolombii* regelmäßig von Milben befallen wird. Die beiden Arten sind jedoch eindeutig voneinander zu unterscheiden und somit kommt bei den Sichtungen nur die Südliche Heidelibelle in Betracht. *Sympetrum meridionale* gilt als wanderfreudig und hat hohe Wärmeansprüche, in Mitteleuropa besiedelt die Art vermutlich regelmäßig auch sommertrockene Tümpel, oft zusammen mit *Lestes*-Arten (STERNBERG & BUCHWALD 2000). Eventuell stammen die gesichteten Individuen nicht von der Aumüllerwiese, sondern diese wurde nur vorübergehend als Revier angenommen. Ein mögliches Schlupfhabitat wäre, neben der Aumüllerwiese, auch die naheliegende Schattenwiese, bei der *Lestes barbarus* gefunden wurde. *Sympetrum meridionale* gilt in Österreich als „vom Aussterben bedroht“ (WILDERMUTH & MARTENS 2014) und zählt daher zu den besonderen Funden im Rahmen dieser Studie.

Cordulegaster bidentata

Auf den Standorten Große Auhofer Stockwiese und Scheibenwiese gilt *Cordulegaster bidentata* als möglicherweise bodenständig. STERNBERG & BUCHWALD (2000) nennen den unmittelbaren Quellbereich als Larvenhabitat, dieser ist meist stark beschattet und weist eine geringe bis kaum nachweisbare Oberflächenströmung auf. Allerdings berichten STERNBERG & BUCHWALD (2000) auch von Larven, die sich in stehenden Gewässern entwickeln konnten. Auf der Scheibenwiese wurden bei mehreren Begehungen zwei adulte Individuen im Zeitraum vom 17.06.2018 bis zum 15.07.2018 am selben Ort angetroffen, einem besonnten Quellbereich mit mehreren durchsuhnten Tümpeln nahe dem Waldrand (siehe Abbildung 40).

Es ist unklar, ob die Tiere in einem Gewässer im umliegenden Wald geschlüpft sind und sich nur zur Nahrungssuche auf der Scheibenwiese aufgehalten haben, oder einem der Tümpel am Standort entstammen. Da die adulten Tiere bei mehreren Begehungen angetroffen wurden, ist anzunehmen, dass sie die Tümpel als Revier angenommen haben und gelten daher als möglicherweise bodenständig. Die relativ starke Hangneigung in diesem Bereich der Scheibenwiese spricht für eine Besiedelung der Gestreiften Quelljungfer, denn typische Habitate dieser Art zeichnen sich durch eine starke Hangneigung und geringe Abflussmengen im Quellbereich aus (WILDERMUTH & MARTENS 2014).



Abbildung 40: *Cordulegaster bidentata* im besonnten Bereich der Scheibenwiese, in der Nähe eines Suhl­tümpel sitzend, 17.06.2018

4.1.3 Nicht bodenständige Arten

Vereinzelt wurden an den Standorten Arten angetroffen, die mit hoher Sicherheit nicht in diesem Habitat geschlüpft sind, sondern nur kurzzeitig verweilen. *Calopteryx virgo*, *Gomphus vulgatissimus* und *Onychogomphus forcipatus* reproduzieren hauptsächlich in Fließgewässern (STERNBERG & BUCHWALD 2000, WILDERMUTH & MARTENS 2014). Für *Gomphus vulgatissimus* und *Onychogomphus forcipatus* werden zwar auch Stillgewässer als Fortpflanzungshabitat angegeben, allerdings beschränken sich diese bei *Gomphus vulgatissimus* auf stehende Altgewässer, größere Abbaugewässer, die Brandungszone größerer Seen sowie Fischteiche (STERNBERG & BUCHWALD 2000) und bei *Onychogomphus forcipatus* auf Seen mit offenen Brandungszonen, Kiesgruben und große Weiher mit offenen Uferbereichen (WILDERMUTH & MARTENS 2014). Die an den Suhlstandorten gesichteten

Individuen (Abbildungen 41 und 42) stammten vermutlich aus den umliegenden Bächen und waren womöglich zur Jagd auf Beutetiere oder als Irrgäste auf den Suhli-Standorten anzutreffen. Auf der Hochwiese wurden zwei Individuen von *Onychogomphus forcipatus* gleichzeitig gesichtet, ansonsten handelte es sich immer um einmalige Sichtungen.



Abbildung 41: Männchen von *Onychogomphus forcipatus* am Schotterweg der Hochwiese, 05.06.2018



Abbildung 42: *Calopteryx virgo* Männchen, 30.06.2018, Hochwiese

4.1.4 Standorte

Hinsichtlich der Standortparameter grenzt sich die Scheibenwiese am deutlichsten von den anderen Standorten ab (siehe Abbildung 19). Hier wurden die höchsten Tümpeltemperaturen sowie die größte Ausdehnung der Tümpelfläche gemessen. Da diese Daten für die Große Auhofer Stockwiese nicht vorhanden waren – die Ausdehnung der Tümpelfläche war in diesem Ausmaß nicht messbar – ist anzunehmen, dass sich die Scheibenwiese deshalb von den anderen Standorten abgrenzt. Diese Abweichung erklärt allerdings nicht die unterschiedlichen Artenzusammensetzungen der Standorte im Abbildung 20.

Betrachtet man das Dendrogramm der möglicherweise, wahrscheinlich und sicher bodenständigen Libellenarten (Abbildung 20) hinsichtlich der Wildschweinintensitäten der Standorte, ist sichtbar, dass die beiden Standorte mit niedriger Wildschweinintensität (Aumüllerwiese und Schattenwiese) eine Gruppe bilden und die weiteren Standorte erst ab zunehmender euklidischen Distanz Ähnlichkeiten in ihrer Artenzusammensetzung aufweisen. Das ist ein Hinweis darauf, dass die Wildschweinintensität an den Standorten einen Einfluss auf die Artenzusammensetzung hat. Die unterschiedlichen Artengemeinschaften ergeben sich vermutlich aus den Veränderungen der Vegetation in und um die Suhltümpel, durch die Aktivität der Wildschweine, durch die unterschiedlichen Empfindlichkeiten der Libellenlarven auf Störungen sowie deren daraufhin mehr oder weniger erfolgreiche Entwicklung.

Regelmäßig genutzte Suhlen weisen keine bis kaum submerse Vegetation, sowie niedrigen Bewuchs um den Tümpelrand auf, was sie für viele Arten als Reproduktionshabitat unattraktiv macht. Eine niedrigere Suhllaktivität der Wildschweine führt womöglich auch zu besseren Überlebenschancen der Larven, da weniger Larven durch suhlende Wildschweine zu Schaden kommen, als in hochfrequentierten Suhlen. Die robusten Larven von *Libellula depressa* haben in diesem Fall einen Vorteil dadurch, dass sie, im Schlamm vergraben, besser geschützt sind; sie werden von suhlenden Wildschweinen weniger beeinflusst als Larven anderer Arten. Es konnte im Rahmen dieser Studie nicht beobachtet werden, dass Wildschweine in den Suhlen aktiv nach im Schlamm vergrabenen Libellenlarven suchen, dieses Verhalten wird aber nicht ausgeschlossen.

Ob das Verweilen der Wildschweine in den Suhl-tümpeln auch einen Einfluss auf das Paarungsverhalten adulter Libellen hat, ist unklar, wird aber nicht vermutet. Paarungsverhalten mehrerer Arten konnte an allen Standorten beobachtet werden, auch wenn sich eine Person unmittelbar neben dem Tümpel aufhielt. Ob Libellen bei der Anwesenheit von Wildschweinen, die sich direkt im Gewässer aufhalten, ihr Paarungsverhalten ungestört weiterführen, konnte am Standort nicht beobachtet werden. Wurde bei einer Begehung ein Wildschwein in einer Suhle sitzend entdeckt, schreckte das Tiere unmittelbar auf und flüchtete in den umliegenden Wald.

Wenn in den heißen Sommermonaten ein Tümpel trockenfällt, ist zu vermuten, dass die Larven von *Libellula depressa* naheliegende, noch vernässte Tümpel aufsuchen. Von den 16 untersuchten Tümpeln der Hochwiese fielen 6 Tümpel saisonal mindestens einmal trocken (2 Tümpel erstmals im Mai, 4 Tümpel erstmals im August). Die restlichen 10 Tümpel waren durchgängig vernässt und bildeten mögliche Refugien für die Larven der ausgetrockneten Tümpel. Die Studie von PIERSANTI et al. (2007) konnte nachweisen, dass *Libellula depressa*-Larven im F-1 Stadium dazu tendieren, austrocknende Tümpel zu verlassen und auch unter trockenen Bedingungen über Land schreiten. PIERSANTI et al. (2007) berichten von einer Larve, die eine Distanz von 66 m zurücklegte. Das Trockenfallen eines Gewässers können *Libellula depressa*-Larven aber auch im Schlamm vergraben oder unter Blättern und Wurzeln versteckt mindestens 8 Wochen lang überstehen, bei sehr starker Trockenheit fallen die Larven in eine Art Trockenstarre (STERNBERG & BUCHWALD 2000).

4.2 Exuvienfunde

Die gefundenen Exuvien belegen zweifelsfrei, dass sich einige Libellenarten in Wildschweinsuhlen erfolgreich reproduzieren konnten. Auffällig ist jedoch, dass nur Exuvien von Anisoptera gefunden wurden und keine Zygoptera-Exuvien, obwohl beispielsweise an

den Standorten Hochwiese, Aumüllerwiese und Schattenwiese Paarungsverhalten von *Pyrrhosoma nymphula* beobachtet werden konnte. Die Art wurde an diesen Standorten aufgrund fehlender Exuvienfunde oder frisch geschlüpfter Individuen nur als wahrscheinlich bodenständig eingestuft. Es ist anzumerken, dass bei einer Probennahme am 26.04.2019, im Rahmen eines anderen Projekts, bei einer Suhle der Aumüllerwiese eine Zygoptera-Exuvie gefunden wurde, die belegt, dass sich auch Kleinlibellen erfolgreich in Wildschweinsuhlen reproduzieren können.

Die meisten Exuvien wurden auf der Hochwiese gefunden, was darauf zurückzuführen ist, dass dieser Standort am häufigsten kartiert wurde und somit frische Exuvien gefunden werden konnten, bevor diese durch die Suhllaktivität der Wildschweine oder durch Witterung zerstört wurden.

Auch auf der Aumüllerwiese konnten sehr viele Exuvienfunde verzeichnet werden (siehe Tabelle 9). Allein an den Erhebungstagen 27.04.2018 und 01.05.2018 wurden insgesamt 46 Exuvien von *Libellula depressa* gefunden (Abbildung 43). Warum sich die Fundzahlen an diesem Standort von den Standorten mit ähnlicher Begehungshäufigkeit so stark unterscheiden, ist unklar.



Abbildung 43: Frisch geschlüpftes Männchen von *Libellula depressa* auf seiner Exuvie sitzend, 27.04.2018, Aumüllerwiese

Die wenigsten Exuvien-Funde waren auf der Großen Auhofer Stockwiese zu verzeichnen, ein möglicher Grund dafür wäre die hohe Wildschweinaktivität an diesem Standort. Ein Anteil an Exuvien könnte unmittelbar nach dem Schlupf der Libellen durch suhlende Wildschweine zerstört worden sein.

4.3 Räuber-Beute-Interaktionen

Da sich die Larven von *Libellula depressa* oft im Schlamm vergraben, ist anzunehmen, dass die absoluten Abundanzen der Larven in den Tümpeln höher sind als die beobachteten Abundanzen (Larvenstadien F3 – F0), die in den Grafiken ersichtlich sind. Beispiele dafür sind Tümpel „A“ (Abbildung 26), in dem an einem Tag zeitgleich maximal 24 *Libellula depressa*-Larven gesichtet wurden, allerdings 30 Exuvien gefunden wurden oder Tümpel „3“ (Abbildung 24), in dem an einem Tag zeitgleich maximal 8 *Libellula depressa*-Larven gesichtet und 15 Exuvien gefunden wurden, wo also fast doppelt so viele Larven in den Tümpeln vorhanden waren wie beobachtet werden konnten.

Während *Libellula depressa* in Österreich als „nicht gefährdet“ gilt (RAAB & PENNERSTORFER 2006, OASIS 2019), wird die Gelbbauchunke in Österreich auf der Roten Liste als „gefährdet“ eingestuft (GOLLMANN & GOLLMANN 2012, OASIS 2019). Beide Arten teilen sich im Lainzer Tiergarten denselben Lebensraum.

In den meisten der beobachteten Tümpel (Tümpel „1“, „3“, „A“, „B“) war die Abfolge der Räuber-Beute-Zyklen zwischen Libellenlarven und Kaulquappen gut erkennbar. In diesen Tümpeln fand auch eine Abfolge in der Entwicklung der beiden Arten statt und es konnten Metamorphlinge der Gelbbauchunke gesichtet werden. Der Metamorphling, der in Tümpel „1“ Mitte Juli gesichtet wurde, stammte wahrscheinlich aus einem der Laichballen, die abgelegt wurden, kurz nachdem der Großteil der *Libellula depressa*-Larven den Tümpel Ende Mai verlassen hatte. Wie in Tabelle 10 ersichtlich ist, findet die 7. Häutung zum Stadium F3 ungefähr Anfang August statt. Der Anstieg der Zahl der Larven in den Stadien F3-F0 Anfang August in Tümpel „1“ ist auf die fortschreitende Entwicklung der nächsten Generation von *Libellula depressa* zurückzuführen. Obwohl bis Ende Juli Gelbbauchunken weiterhin ablaichten (siehe Abbildung 22), ist anzunehmen, dass die Kaulquappen aus diesen Laichballen schon der nächsten Larvengeneration zum Opfer gefallen sind, denn es konnten zu späteren Zeitpunkten keine Metamorphlinge mehr in den Tümpeln gesichtet werden.

Ein ähnlicher Ablauf erfolgte in den anderen Tümpeln, wie beispielsweise in Tümpel „3“ (Abbildung 24): Auch hier wurde Ende Juni ein Metamorphling gesichtet, der sich vermutlich in dem Zeitfenster entwickelte, als keine Prädatoren im Gewässer waren. Dieses Zeitfenster lag zwischen der Emergenz der ersten Larvengeneration (Ende April/ Anfang Mai) und dem Schlupf der zweiten Generation, bzw. waren die Larven der zweiten Generation in den Monaten Mai und Juni, als die Gelbbauchunken metamorphosierten, noch in sehr frühen Larvenstadien, in denen sie vermutlich keinen Einfluss auf die Kaulquappen hatten.

Trotz relativ geringer Abundanzen von *Libellula depressa*-Larven in Tümpel „2“ und in Tümpel „4“ konnten in diesen Gewässern keine Metamorphlinge gesichtet werden. Ein möglicher Grund könnte die ständige Anwesenheit von Larven sein (siehe Abbildung 23 und 25), denn auch nach der eigentlichen Schlupfzeit von *Libellula depressa*, bis maximal Ende Juni in niederen Lagen (STERNBERG & BUCHWALD 2000), wurden im Juli Larven im Stadium F3, oder älter, in den Tümpeln gesichtet. Die letzten Exuvien von *Libellula depressa* wurden am 30.06.2018 gefunden, ein späterer Schlupf ohne Fund der Exuvien ist daher sehr unwahrscheinlich. Womöglich vollenden nicht alle Larven in den Suhltümpeln ihre

Entwicklung innerhalb eines Jahres und verweilen somit auch im Juli noch hoch entwickelt im Gewässer.

RAAB & PENNERSTORFER (2006) und STERNBERG & BUCHWALD (2000) gehen von einer meist einjährigen Entwicklungsdauer im Tiefland und einer zweijährigen Entwicklungsdauer in mittleren Berglagen aus. WEISHEIT (1995) beschreibt einjährige Entwicklungszyklen von *Libellula depressa* selbst unter ungünstigen Bedingungen (starke Temperaturschwankungen im Tages- und Jahresverlauf, geringes Nahrungsangebot), wie es in den Suhltümpeln der Fall ist. In der Literatur wird für *Libellula depressa* jedoch häufiger eine zweijährige Entwicklungsdauer angegeben (BEUTLER 1989, CORBET et al. 2005, RAAB & PENNERSTORFER 2006, PIERSANTI et al. 2007, WILDERMUTH & MARTENS 2014).

Die ungünstigen Bedingungen in den Suhltümpeln (geringes Nahrungsangebot, starke Temperaturschwankungen, Beeinträchtigungen der Libellenlarven durch suhlende Wildschweine, hohe Dynamik des Lebensraums, hohe Konkurrenzichte unter den Larven) könnten dazu führen, dass nicht alle dort vorkommenden Libellenlarven ihre Entwicklung innerhalb eines Jahres abschließen können und somit auch während der Sommermonate immer einige Libellenlarven in den Suhlen zurückbleiben, die einen Räuberdruck auf die Kaulquappen von *Bombina variegata* ausüben. Im Rahmen der Laborbeobachtungen wurden zwei Larven von *Libellula depressa* im Aquarienraum gehalten, um sie nach dem Schlupf eindeutig auf Artniveau zu bestimmen. Da eine Larve bis zu dem 01.07.2018 noch nicht geschlüpft war, wurde sie wieder ins Freiland entlassen. Dies belegt zwar keine zweijährigen Entwicklungszyklen, könnte aber ein weiterer Hinweis darauf sein.

In Tümpel „A“ (siehe Abbildung 26) wurde von Gelbbauchunken nur wenig Laich abgelegt. Möglicherweise mieden Gelbbauchunken aufgrund der hohen Larvendichte dieses Gewässer, was schon im Vorfeld zu geringeren Kaulquappen-Abundanzen als in den anderen beobachteten Tümpeln führte.

4.4 Laborbeobachtungen

Libellenlarve Nr. 1 (F2, später F1)

Es ist anzunehmen, dass Libellenlarve Nr. 1 (F2) beim ersten Versuchsablauf (Tabelle 11) die Kaulquappe (13 mm) erst nach ihrer Häutung erbeutet hat und aufgrund der kurzen Restdauer des Versuchs nach der Häutung die anderen Kaulquappen nicht mehr erbeutet werden konnten. Lediglich eine Kaulquappe hatte eine Bissspur davongetragen.

In Tabelle 12 ist zu sehen, dass Libellenlarve Nr. 1 (mittlerweile Stadium F1) – hier mit 15 mm, später mit 17 mm Körperlänge – durchaus in der Lage ist, auch Kaulquappen von *Bombina variegata* zu erbeuten, die die gleiche Gesamtlänge haben wie sie, womöglich auch größer sind. Das heißt, F1-Larven von *Libellula depressa* können einen Einfluss auf die Kaulquappen-Population von *Bombina variegata* in den Wildschweinsuhlen ausüben. Da sich die Larve erst kurz zuvor gehäutet hatte und die Körpergröße einer Larve im Stadium F1 nur um 0,5 mm überragte, ist anzunehmen, dass auch schon F2-Larven von *Libellula depressa* einen Einfluss auf die Kaulquappen-Population von *Bombina variegata* ausüben können.

Am 25.04.2018 konnte in einem Suhltümpel der Hochwiese einmalig eine Larve (Libellulidae, Körpergröße 22,5 mm, F0) beobachtet werden, wie sie eine Kaulquappe von *Bombina variegata* (Gesamtlänge circa 1 cm) fing und fraß. Um quantitative Aussagen über den Einfluss von *Libellula depressa*-Larven verschiedener Larvenstadien auf die Population der Gelbbauchunke im Lainzer Tiergarten machen zu können, wären weitere detaillierte Untersuchungen nötig.

Libellenlarve Nr. 2 (F1)

Libellenlarve Nr. 2 (F1) zeigte keine Reaktion auf die Kaulquappen von *Bombina variegata* und lag am Ende der Beobachtungen tot in dem Behälter. Die Kaulquappen aus demselben Behälter wie Larve Nr. 2, sowie alle anderen Libellenlarven blieben während der Beobachtungen unversehrt, was darauf schließen lässt, dass Faktoren des Versuchsaufbaus für den Tod der Larve auszuschließen sind. Möglicherweise hat der Tod von Larve Nr. 2 mit einer früheren Verletzung zu tun, die mit dem Fehlen von Klaue und Tarsus am rechten mittleren Bein einherging (siehe Abbildung 44). Im Vergleich zu Anisoptera-Larven können Larven von *Libellula depressa* verlorene Gliedmaßen nur schlecht regenerieren (STERNBERG & BUCHWALD 2000).



Abbildung 44: Libellenlarve Nr.2 (F1) mit fehlender Klaue und fehlendem Tarsus am rechten mittleren Bein

Libellenlarve Nr. 3 (F0) und Unterschiede der Kaulquappen von *Bombina variegata* und *Rana dalmatina*

Um einen Vergleich der Attraktivität zwischen den Kaulquappen von *Rana dalmatina* und von *Bombina variegata* für die Larven von *Libellula depressa* herzustellen, wurde Libellenlarve Nr. 3 (F0) nacheinander mit Kaulquappen beider Arten exponiert.

Trotz der kurzen Exposition (27 min) von Libellenlarve Nr. 3 (F0) mit Kaulquappen von *Bombina variegata* konnte die Libellenlarve innerhalb von 15 min zwei Kaulquappen mit je einer Gesamtlänge von 12 mm erbeuten und fressen (siehe Tabelle 15). Es ist anzunehmen, dass bei einer längeren Exposition auch die weiteren Kaulquappen der Libellenlarve zum Opfer gefallen wären.

Bei der längeren Exposition (20 h 33 min) mit Kaulquappen von *Rana dalmatina* wurde von der Libellenlarve nur die kleinste Kaulquappe (18 mm) gefressen. Größere Kaulquappen wiesen zwar Angriffsspuren auf, konnten aber nicht erbeutet werden (siehe Tabelle 16). Womöglich fing die Libellenlarve nur die Kleinste der Kaulquappen, weil diese aufgrund ihrer Größe schlechtere Fluchtchancen hatte (GVOŽDÍK & SMOLINSKY 2015), oder mit der Fangmaske leichter zu greifen war als die größeren Individuen. Ob es der Libellenlarve (F0) aufgrund der Morphologie ihrer Fangmaske generell nicht möglich war, die beiden größeren Kaulquappen (19 mm, 24 mm) von *Rana dalmatina* zu erbeuten, oder es ihr nur im Rahmen dieser Beobachtung nicht gelang, ist unklar.

Das Risiko für *Rana dalmatina*-Kaulquappen von einer Libellenlarve erbeutet zu werden, ist geringer als das von Unken-Kaulquappen, da sie sich in ihrem Mobilitätsverhalten unterscheiden. Während *Rana dalmatina*-Kaulquappen sich hauptsächlich immobil am Gewässerboden aufhalten und seltene, aber dafür sehr schnelle Bewegungen machen (CHOVANEC 1992), halten sich Unken-Kaulquappen meist zur Nahrungssuche am Gewässergrund auf und zeigen bei der Nahrungsaufnahme wellenförmige Schwanzbewegungen (GOLLMANN & GOLLMANN 2012). Der Ausschlag der Fangmaske von *Libellula depressa* wird sowohl durch mechanische als auch visuelle Reize ausgelöst (REBORA et al. 2004) und könnte somit häufiger durch die Bewegungen von *Bombina variegata*-Kaulquappen ausgelöst werden. Die unterschiedlichen Bewegungsmuster der Kaulquappen können die unterschiedlichen Fangerfolge erklären. Der geringere Fangerfolg von Kaulquappen von *Rana dalmatina* könnte auch mit dem kräftigen Körperbau der Kaulquappen zu tun haben. Vermutlich waren die Kaulquappen von *Rana dalmatina* dadurch resistenter gegen Angriffe der Libellenlarve und somit eine weniger attraktive Beute.

Literatur

ARBEITSGRUPPE LAINZER TIERGARTEN (2015): Neue Wege für das Wildtiermanagement im Lainzer Tiergarten: zukunftsorientiert, tierschutzgerecht und ökologisch, Ergebnis-Papier

BEUTLER H. (1989): Terrestrische Überwinterung der Larven von *Platetrum depressum* (Linnaeus, 1758) (Odonata, Libellulidae). Entomologische Nachrichten und Berichte 33: 37-40

BÖNSEL A. (1999): Der Einfluß von Rothirsch (*Cervus elaphus*) und Wildschwein (*Sus scrofa*) auf die Entwicklung der Habitate von *Aeshna subarctica* Walker in wiedervernässten Regenmooren (Anisoptera: Aeshnidae). Libellula 18(3/4): 163-168

CALDWELL J.P., THORP J.H., JERVEY T.O. (1980): Predator-Prey Relationships Among Larval Dragonflies, Salamanders, and Frogs. Oecologia (Berl.) 46: 285-289

CHOVANEC A. (1992): The influence of tadpole swimming behaviour on predation by dragonfly nymphs. Amphibia-Reptilia 13 (1992): 341-349

CHOVANEC A. (2018): Libellenkundliche Untersuchungen am restrukturierten Unterlauf der Naarn (Oberösterreich) im Jahr 2018. Im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung Abt. Wasserwirtschaft

CHOVANEC A., WARINGER J., WIMMER R. & SCHINDLER M. (2014): Dragonfly Association Index: Bewertung der Morphologie von Fließgewässern der Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer durch libellenkundliche Untersuchungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

CHOVANEC A., WIMMER R., RUBEY W., SCHINDLER M., WARINGER J. (2012): Hydromorphologische Leitbilder als Grundlage für die Ableitung gewässertyp-spezifischer Libellengemeinschaften (Insecta: Odonata), dargestellt am Beispiel der Bewertung der restrukturierten Weidenbach-Mündungsstrecke (Marchfeld, Niederösterreich). Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum 23: 83-112

CORBET P., SUHLING F., SOENDGERATH D. (2005): Voltinism of Odonata: a review. International Journal of Odonatology, 9:1, 1-44

DIJKSTRA K-D. (2006): Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe. British Wildlife Publishing, United Kingdom

GOLLMANN B. & GOLLMANN G. (2012): Die Gelbbauchunke. Von der Suhle zur Radspur. Beiheft der Zeitschrift für Feldherpetologie 4. Laurenti-Verlag, Bielefeld

GOLLMANN G., GOLLMANN B., BAUMGARTNER C. (1998): Oviposition of yellow-bellied toads, *Bombina variegata*, in contrasting water bodies. In: MIAUD C. & GUYÉTANT R. (eds): Le Bourget du lac, France. SHE 1998: 139-145

GVOŽDÍK L. & SMOLINSKY R. (2015): Body size, swimming speed, or thermal sensitivity? Predator-imposed selection on amphibian larvae. BMC Evolutionary Biology 15:238

HEIDEMANN H. & SEIDENBUSCH R. (1993): Die Libellenlarven Deutschlands und Frankreichs: Handbuch für Exuviensammler. Bauer, Keltern-Weiler.

HENNING R. (1994): Schwarzwild: Biologie – Verhalten – Hege und Jagd. BLV, München Wien

HOLZINGER W., CHOVANEC A., WARINGER J. (2015): Checklisten der Fauna Österreichs: Odonata (Insecta). Biosystematic and Ecology Series. 31

KOHL S. (1998): Odonata: Anisoptera-Exuvien (Grosslibellen-Larvenhäute) Europas: Bestimmungsschlüssel

KÖBL J. (2017): Homogenisierung von Wiesen des Lainzer Tiergartens durch naturschutzfachlich begründete Bewirtschaftungsvorschriften. Institut für Botanik, Universität für Bodenkultur Wien

LAINZER-TIERGARTEN.AT (2019): <https://www.lainzer-tiergarten.at/geschichte.html> (download am 01.04.2019)

MA22 – Wiener Umweltschutzabteilung (2008): Naturschutzbericht 2008. Wien

MEYER M. (2018): Wasser ist Leben: Suhlen und Tränken – Anziehungspunkte im Revier. <https://www.jagderleben.de/praxis/wasser-leben-suhlen-traenken-anziehungspunkte-revier> (download am 17.07.2019)

MIESLER M. & GOLLMANN B. (2000): Populationsstruktur, Wachstum und Fortpflanzung der Gelbbauchunke, *Bombina variegata* (LINNAEUS, 1758): Ergebnisse aus einer Ein-Jahres-Studie im Lainzer Tiergarten (Wien, Österreich) (Anura: Discoglossidae), Herpetozoa 13 (1/2): 45-54

OASIS (2019): Österreichisches Artenschutz-Informationssystem (Version 2.0), <https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/artenschutz/oasis/>

OTT J. (2013): Erfassung der Gestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentata*) SELYS, 1843 im Naturpark und Biosphärenreservat Pfälzerwald (Insecta: Odonata). Fauna Flora Rheinland-Pfalz 12: Heft 3, 2013: 1039-1074

PIERSANTI S., REBORA M., SALERNO G., GANIO E. (2007): Behaviour of the larval dragonfly *Libellula depressa* (Odonata Libellulidae) in drying pools. Ethology Ecology & Evolution 19: 127-136

RAAB R. & PENNERSTORFER J. (2006): Verbreitung und Ökologie der Libellenarten in Österreich: Die Libellenarten Österreichs – In: RAAB R., CHOVANEC A. & PENNERSTORFER J. (Hrsg.), Libellen Österreichs: 59-278, Springer, Wien New York

RAMOS O., VAN BUSKIRK J. (2012): Non-interactive multiple predator effects on tadpole survival. Oecologia (2012) 169:535-539

REBORA M., PIERSANTI S., GAINO E. (2004): Visual and mechanical cues used for prey detection by the larva of *Libellula depressa* (Odonata Libellulidae), Ethology Ecology & Evolution 16: 133-144

ROBERT P.-A. (1959): Die Libellen: Odonaten. Kümmerly & Frey, Bern

SAMWAYS M.J. & GRANT P.B.C. (2008): Elephant impact on dragonflies. Journal of Insect Conservation (2008) 12: 493-498

STADT WIEN (2019): <https://www.wien.gv.at/umwelt/wald/erholung/lainzertiergarten/lebensraum/> (download am 29.03.2019)

STADT WIEN: Online Stadtplan der Stadt Wien (2019): <https://www.wien.gv.at/stadtplan/>

STERNBERG K. & BUCHWALD R. (2000): Die Libellen Baden-Württembergs, Band 2: Großlibellen (Anisoptera). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

WARINGER J. (2006): Biologie der Libellen. – In: RAAB R., CHOVANEC A. & PENNERSTORFER J. (Hrsg.), Libellen Österreichs: 5-34

WEISHEIT K. (1995): Einjährige Entwicklung der Pionierart *Libellula depressa* (Odonata: Libellulidae). Entomologische Nachrichten und Berichte 39: 94-95

WIEN GESCHICHTE WIKI (2019): https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Lainzer_Tiergarten (download am 29.03.2019)

WILDERMUTH H. & KÜRY D. (2009): Libellen schützen, Libellen fördern. Leitfaden für die Naturschutzpraxis. Schweizerische Arbeitsgemeinschaft Libellenschutz (SAGLS)

WILDERMUTH H. & MARTENS A. (2014): Taschenlexikon der Libellen Europas. Alle Arten von den Azoren bis zum Ural im Portrait. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim

ZACHARIOUDAKIS J. (2012): Deskriptive Analyse des Verhaltens der Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) im Freiland. Universität Wien