

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



**Bestandserhebungen von Tagfaltern und Widderchen auf ausgewählten Dachbegrünungen
in der Schweiz**

Bachelorarbeit

von

Céline Schlatter

Bachelorstudiengang 2016

Abgabedatum: 09.01.2020

Studienrichtung Umweltingenieurswesen

Fachkorrektor 1:

Dr. Stephan Brenneisen

ZHAW LSFM, Departement N, IUNR

Fachkorrektor 2:

Dr. Alexander Szallies

ZHAW LSFM, Departement N, IUNR

Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Stichworte

Tagfalter, Widderchen, Dachbegrünung, urbane Ökosysteme, Biodiversitätsmonitoring, Bestandeserhebung, Tellizentrum, Universitätsspital Basel, Seewasserwerk Moos, Coop Lobos

Zitiervorschlag

Schlatter, C. (2020). Bestandeserhebungen von Tagfaltern und Widderchen auf ausgewählten Dachbegrünungen in der Schweiz, Bachelorarbeit ZHAW.

Quelle Titelbild: Eigenaufnahme

Zusammenfassung

Mit dem weltweiten Bevölkerungswachstum und der damit verbundenen Verdichtung der Siedlungsfläche nimmt die Bedeutung von Grünflächen in städtischen Gebieten immer mehr zu. Dachbegrünungen sind Teil dieser urbanen Grünräume. Es wurden bereits unterschiedliche wissenschaftliche Studien zur Fauna auf begrünten Dächern durchgeführt, zum Thema Schmetterlingsvorkommen auf Dachbegrünungen gibt es bisher jedoch nur vereinzelte Untersuchungen. In dieser Arbeit wurde deshalb auf vier Dächern in Aarau, Wollishofen und in der Region Basel das Vorkommen von Tagfaltern und Widderchen untersucht. Die angewendete Methodik orientierte sich dabei an der Methodik des Indikators «Z7-Tagfalter» des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz. Neben der Erfassung der Falter wurden zusätzlich auch die Proben von Barberfallen auf Raupen überprüft und unter Totholz nach Puppen und Raupen gesucht. Bei der Erhebung der adulten Tagfalter und Widderchen wurden insgesamt 141 Individuen erfasst, die zu 17 verschiedenen Arten gehören. Auf dem Seewasserwerk Moos wurde mit 102 Individuen von 14 unterschiedlichen Arten, die höchste Anzahl von Individuen und Arten erfasst. Auf den anderen drei Dachbegrünungen belaufen sich die Individuenzahlen zwischen 8 und 19 und die Artenzahlen zwischen 2 und 9. Unter den festgestellten Arten befinden sich sowohl Generalisten als auch Spezialisten. Es konnten zudem sehr seltene und potentiell gefährdete Arten nachgewiesen werden. Unter dem Totholz wurden 2 und in den Proben der Barberfallen 28 Raupen gefunden. Obwohl die Raupen nicht auf Artniveau bestimmt werden konnten, konnte so auf drei Dächern Reproduktion nachgewiesen werden.

Abstract

With the worldwide population growth and the associated expansion of settlement areas, the importance of green spaces in urban areas is increasing. Green roofs are part of these urban green spaces. Various scientific studies on the fauna on green roofs have already been carried out, but there are only a few studies on the butterfly populations on green roofs existing. For that reason, the subject of this study was the investigation of the occurrence of butterflies on four roofs in Aarau, Wollishofen and in the Basel region. The methodology applied was based on the methodology of the indicator "Z7 butterflies" of the Biodiversity Monitoring Switzerland. In addition to the detection of butterflies, samples of barber traps were also examined for caterpillars and it was searched for pupae and caterpillars under dead wood as well. In the survey of adult butterflies a total of 141 individuals were recorded, belonging to 17 different species. At the Seewasserwerk Moos, the highest number of individuals and species was recorded with 102 individuals of 14 different species. On the other three green roofs, the number of individuals found was between 8 and 19 and the number of species between 2 and 9. Among the species found there were both generalists and specialists. Furthermore, very rare and potentially endangered species could be detected. 2 caterpillars were found under dead wood and 28 caterpillars in the samples of the barber traps. Although the caterpillars could not be determined at species level, reproduction could be proofed on three roofs.

Danksagung

Ich bedanke mich bei Stephan Brenneisen und Alexander Szallies für die Betreuung während der Arbeit. Ein weiteres Dankeschön geht an die Herren Urs Leimgruber, Karsten Klein, Guillaume Vincentz, Philippe Jaccard und Marc Büchler sowie an den technischen Dienst des Tellizentrums Aarau für die Ermöglichung des Zugangs zu den Dächern. Ich bedanke mich zudem bei Jürg Schlegel, der mir die Artbestimmung zweier Individuen bestätigt hat. Ausserdem möchte ich mich bei Silvan Oberhänsli für die tatkräftige Unterstützung bei der Raupen- und Puppensuche bedanken. Ebenso danke ich meiner Familie und meinen Freunden für die mentale Unterstützung.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Theorieteil.....	4
2.1	Biologie und Lebensweise von Schmetterlingen.....	4
2.1.1	Systematik.....	4
2.1.2	Morphologie der Falter.....	4
2.1.3	Fortpflanzung und Morphologie der Eier, Raupen und Puppen.....	4
2.1.4	Überwinterungsstrategien.....	6
2.1.5	Feinde.....	6
2.1.6	Lebensräume.....	6
2.1.7	Mobilität.....	7
2.2	Dachbegrünungsarten.....	7
2.3	Vorteile von Dachbegrünungen.....	7
2.4	Ökologische Funktion von begrünten Dächern als Ersatzlebensraum.....	8
3	Material und Methoden.....	10
3.1	Untersuchte Flächen.....	10
3.1.1	Universitätsspital Basel.....	10
3.1.2	Coop Lobos Pratteln.....	11
3.1.3	Tellizentrum Aarau.....	12
3.1.4	Seewasserwerk Moos Wollishofen.....	13
3.2	Erfassung Imagines.....	14
3.3	Auswertung der Barberfallen.....	16
3.4	Erfassung von Raupen und Puppen.....	16
4	Resultate.....	17
4.1	Erfasste Tagfalter- und Widderchen-Arten.....	17
4.1.1	Coop Lobos Pratteln.....	19

4.1.2	Universitätsspital Basel.....	19
4.1.3	Tellizentrum Aarau.....	19
4.1.4	Seewasserwerk Moos Wollishofen.....	19
4.2	Referenzkartierungen	20
4.2.1	Aarau.....	20
4.2.2	Basel Riehen	21
4.3	Auswertung der Barberfallen.....	22
4.4	Raupen und Puppen unter Totholz und Steinen.....	22
4.5	Lebensraumansprüche der erfassten Tagfalter- und Widderchen-Arten	25
4.5.1	Schützenswerte Arten.....	25
4.5.2	Häufige Arten.....	26
4.6	Einbettung in das Biodiversitätsmonitoring Schweiz	28
5	Diskussion	30
5.1	Die untersuchten Dächer im Vergleich.....	30
5.2	Festgestellte Arten.....	31
5.3	Fehlende Arten	33
5.4	Förderung und Aufwertungsmassnahmen	33
5.5	Methodenkritik und Ausblick	34
6	Literatur	36
	Abbildungsverzeichnis	
	Tabellenverzeichnis	
	Anhang 1 - Bildnachweise.....	
	Anhang 2 – Aufgabenstellung	
	Anhang 3 – Eigenständigkeitserklärung.....	

1 Einleitung

Mit dem Klimawandel sowie dem weltweiten Bevölkerungswachstum und den damit verbundenen Herausforderungen, wie die Bildung von Wärmeinseln in Städten oder die Verdichtung der Siedlungsfläche, nimmt die Bedeutung von Begrünungen wie Parks, Verkehrsbegleitgrün und Gebäudebegrünungen in städtischen Gebieten immer mehr zu (Endlicher, 2012). Zu den Gebäudebegrünungen gehören nicht nur Fassaden- sondern auch Dachbegrünungen. Zusätzlich zu ihren stadtklimatischen Vorteilen (Endlicher, 2012) haben Dachbegrünungen auch ökologische Vorteile, indem sie unter anderem einen Lebensraum für Tiere und Pflanzen bieten (Sutton, 2015).

Es wurden bereits unterschiedliche Untersuchungen zur Fauna von begrünten Dächern durchgeführt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Eine Auswahl von Untersuchungen zur Fauna von Dachbegrünungen

Autor (Jahr)	Titel	Untersuchte Tiergruppen
Benvenuti (2014)	<i>Wildflower green roofs for urban landscaping, ecological sustainability and biodiversity</i>	Tagfalter
Braaker (2012)	<i>Habitat connectivity in an urban ecosystem</i>	Käfer, Spinnen, Bienen
Brenneisen (2002)	<i>Eldorado für Spinnen und Käfer: begrünte Dächer als ökologische Ausgleichsflächen</i>	Spinnen, Käfer
Brenneisen (2009)	<i>Ökologisches Ausgleichspotenzial von extensiven Dachbegrünungen: Bedeutung des Ersatz-Ökotops für den Arten- und Naturschutz und die Stadtentwicklungsplanung</i>	Vögel, Käfer, Spinnen
Brenneisen & Hänggi (2006)	<i>Begrünte Dächer - ökofaunistische Charakterisierung eines neuen Habitattyps in Siedlungsgebieten anhand eines Vergleichs der Spinnenfauna von Dachbegrünungen mit naturschutzrelevanten Bahnarealen in Basel (Schweiz)</i>	Spinnen
Danhieux (2012)	<i>Vorkommen einer seltenen Heuschreckenart – Grüne Strandschrecke</i>	Heuschrecken
Galm (2019)	<i>Ökologische Erfolgskontrolle Dachbegrünungen</i>	Heuschrecken
Heller (2018)	<i>Dachbegrünungen als Nisthabitate für bodennistende Wildbienen</i>	Wildbienen
Krummen, Mazenauer & Schaub (2013)	<i>Biodiversität auf begrünten Dächern in San Francisco und Portland</i>	Heuschrecken
Pétrémand et al. (2018)	<i>Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) communities on green roofs in Switzerland: synthesis and perspectives</i>	Käfer
Plattner (2019)	<i>Erfolgskontrolle von ökologischen Ausgleichsmassnahmen auf begrünten Dachflächen</i>	Heuschrecken
Razryadov (2012)	<i>Observational Study on Orthoptera residing on Green Roofs in Basel and Zurich</i>	Heuschrecken
Santoleri (2017)	<i>Naturnahe Gestaltung von Dachbegrünungen</i>	Heuschrecken

Speck (2009)	<i>Dachbegrünungen als Ersatzhabitats für die Blauflügelige Ödlandschrecke</i>	Heuschrecken
Starry et al. (2018)	<i>A Global Comparison of Beetle Community Composition on Green Roofs and the Potential for Homogenization</i>	Käfer
Steinmann (2014)	<i>Käfer auf Dachbegrünungen - Untersuchungen zum ökologischen Ausgleichspotential und Habitatvergleiche von Dachbegrünungen</i>	Käfer
Wang et al. (2017)	<i>Building biodiversity: drivers of bird and butterfly diversity on tropical urban roof gardens</i>	Tagfalter, Vögel
Zehnder (2010)	<i>Begrünte Dächer – Fördermöglichkeiten für bodennistende Wildbienen</i>	Wildbienen

In Rahmen einer Arbeit über die Biodiversität auf Dachbegrünungen wurde die Fauna mit Hilfe von Becherfallen, Kescher und Sichtungen erhoben (Krummen et al., 2013). Des Weiteren wurde das Vorkommen von bodennistenden Wildbienen auf Dachbegrünungen untersucht. Dabei konnten unter anderem auf dem Dach des Universitätsspitals Basel Nesteingänge von Wildbienen festgestellt werden (Zehnder, 2011). In einer weiteren Untersuchung wurden unterschiedliche bodennistende Wildbienenarten auf begrünten Dächern erfasst (Heller, 2018). Nebst Wildbienen wurde auch das Vorkommen von Heuschrecken auf Dachbegrünungen in mehreren Arbeiten untersucht (Danhieus, 2012; Galm, 2019; Plattner, 2019; Razryadov, 2012; Santoleri, 2017; Speck, 2009). So konnte mit Hilfe der Fang-Wiederfang-Methode auf einem Dach in Zürich eine stabile Population der Blauflügeligen Sandschrecke (Galm, 2019) und auf einem Dach in der Region Basel eine stabile Population der Blauflügeligen Ödlandschrecke festgestellt werden (Plattner, 2019). Auf dem Seewasserwerk Moos wurde nebst sieben anderen Arten auch eine Heuschreckenart, die als verletzlich gilt, gefunden (Plattner, 2019). Ferner wurde in vielzähligen Studien und Arbeiten die Käfer- und Spinnenfauna von Dachbegrünungen untersucht (Braaker, 2012; Brenneisen, 2002, 2009; Brenneisen & Hänggi, 2006; Pétremand et al., 2018; Starry et al., 2018; Steinmann, 2014).

Nun wurden mit den Heuschrecken, Käfern und Wildbienen einige Ordnungen der Insekten abgedeckt. Doch wie sieht es mit den Tagfaltern aus? Tagfalter eignen sich nicht nur aufgrund ihrer Attraktivität und Popularität (Rey & Wiedemeier, 2004), sondern auch wegen ihrer biologischen Eigenschaften (kurze Lebenszyklen) und Lebensraumsansprüchen gut als Indikatoren (Douglas et al., 2015; Ineichen et al., 2012; Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Die Erhebung von Tagfaltern ist zudem im Vergleich zu anderen Gruppen, wie zum Beispiel Reptilien, weniger aufwendig und kostengünstiger (Nöthiger-Koch & Schmill, 2014). Über die Ökologie, Diversität und den Schutz von Schmetterlingen in urbanen Räumen wurden schon zahlreiche Studien durchgeführt (Ramírez-Restrepo & MacGregor-Fors, 2017). Untersuchungen zum Schmetterlingsvorkommen explizit auf Dachbegrünungen gibt es bisher jedoch nur vereinzelt (Benvenuti, 2014; Wang et al., 2017). Da Tagfalter aufgrund ihrer Ansprüche den Zustand eines Lebensraumes sehr gut abbilden

(Douglas et al., 2015; Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991), sollten diese ebenfalls in die Untersuchung von Dachbegrünungen integriert werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, ein methodisches Vorgehen auszuarbeiten, wie Dachbegrünungen gezielt untersucht werden können, um das Potenzial als Lebensraum für die unterschiedlichen Lebensstadien von Tagfaltern nachzuweisen (Aufgabenstellung im Anhang). Dabei liegt der Fokus einerseits auf den Faltern, welche die Vegetation der Dachbegrünung als Nektarquelle sowie als Eiablageort benötigen und andererseits auf den Raupen und Puppen, die entweder ebenfalls auf der Vegetation oder unter Totholz, Steinen oder anderen Strukturen zu finden sind (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Mit der ausgearbeiteten Methodik soll das Vorkommen von Tagfaltern und Widderchen auf mehreren begrünten Dächern in Aarau, der Region Basel und Wollishofen untersucht werden. Mithilfe der gewonnenen Erkenntnisse sollen Massnahmen erarbeitet werden, wie unterschiedliche Tagfalter-Arten auf den begrünten Dächern gefördert werden könnten. Des Weiteren soll ein Lösungsansatz zur Integration von Dachbegrünungen in das Biodiversitätsmonitoring Schweiz erarbeitet werden.

Folgende Fragen sollen im Rahmen dieser Arbeit beantwortet werden:

- Welche Tagfalter-Arten können auf ausgewählten begrünten Dächern festgestellt werden?
- Gibt es Möglichkeiten, gewisse Tagfalter-Arten auf Dachbegrünungen zu fördern?
- Mit welchen Methoden und mit welchem Vorgehen kann der Nutzen von Dachbegrünungen für Tagfalter nachgewiesen werden?

2 Theorieteil

2.1 Biologie und Lebensweise von Schmetterlingen

2.1.1 Systematik

Die Ordnung Schmetterlinge (Lepidoptera = Schuppenflügler) gehört zu der Klasse der Insekten (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). In der Praxis werden Schmetterlinge weiter in Tag- und Nachtfalter unterteilt. Da es jedoch auch tagaktive Nachtfalter wie die Dickkopffalter gibt, handelt es sich bei dieser Unterteilung um eine Trivialeinteilung (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012). Morphologisch unterscheiden sich die beiden Gruppen durch die Fühler, die bei den Nachtfaltern glatt oder gefiedert und bei den Tagfaltern keulig verdickt sind (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012). Nachtfalter legen als weiteres differenziales Merkmal ihre Flügel in Ruhestellung ziegelartig flach übereinander, die meisten Tagfalter jedoch falten die Flügel vertikal über dem Kopf zusammen (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012). In der Schweiz sind rund 250 Tagfalter- und 2'500 Nachtfalterarten verzeichnet (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012).

2.1.2 Morphologie der Falter

Wie bei allen Insektenordnungen ist der Körper der Schmetterlinge in Kopf, Thorax und Abdomen unterteilt. Am Kopf der Falter sind die wichtigsten Sinnesorgane wie Fühler, Augen und Lippentaster zu finden (Imbeck-Löffler, 2017). Ihre Facettenaugen weisen eine geringere Sehkraft als jene von Vögeln und Säugetieren auf und sie können zum Beispiel Blüten bis zu einer Distanz von 3 bis 5 m erkennen (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Sowohl die Fühler als auch die Lippentaster dienen zur Wahrnehmung chemischer Reize (Imbeck-Löffler, 2017). Die Fühler, als eines der wichtigsten Sinnesorgane, fungieren zudem als Tastorgane (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Am Thorax befinden sich drei Beinpaare, wovon das erste Paar bei vielen Tagfalterarten zu Putzpfoten modifiziert ist (Bellmann, 2016). Am Thorax sind ausserdem zwei Flügelpaare (Hinter- und Vorderflügel) befestigt. Diese sind sowohl mit Pigment- als auch mit Duftschuppen bedeckt und von Adern durchzogen (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Das bewegliche Abdomen beinhaltet Atmungs-, Verdauungs- und Paarungsorgane (Imbeck-Löffler, 2017).

2.1.3 Fortpflanzung und Morphologie der Eier, Raupen und Puppen

Nicht nur Pheromone, sondern auch artspezifisches Balzverhalten und artspezifische Paarungsorgane sorgen bei den Schmetterlingen dafür, dass die Paarung nur unter Artgenossen stattfindet (Imbeck-Löffler, 2017; Weidemann, 1995). Die Paarung dauert meist 1.5 – 2 h (Weidemann, 1995) und kann bei Störung ohne Unterbruch im Flug fortgesetzt werden (Imbeck-

Löffler, 2017). Nach der Paarung legt das Weibchen mit Hilfe der Legeröhre je nach Art 50 – 3'000 Eier ab, die während der Ablage durch die, in der Begattungstasche befindlichen, Spermien befruchtet werden (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991).

Die Eier werden einzeln oder gehäuft an Standorten mit geeigneten mikroklimatischen Bedingungen, meist an der Raupenfutterpflanze, angeklebt oder in der näheren Umgebung abgelegt (Imbeck-Löffler, 2017; Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Die Pflanzen werden dabei entweder anhand chemischer Analysen der Pflanzeninhaltsstoffe oder aufgrund der Blattform identifiziert (Imbeck-Löffler, 2017). Von einigen Arten wie *Melanargia galathea* werden die Eier auch einfach ins Gras fallen gelassen (Imbeck-Löffler, 2017).

Nach sechs bis zehn Tagen schlüpfen die Raupen und fressen mit ihren starken Mundwerkzeugen die Eierschale (Weidemann, 1995). Die Raupen bestehen aus 14 Segmenten inklusive Kopf und besitzen drei segmentierte Beinpaare, vier Paar unechte Bauchfüsse und ein Paar Nachschieber am letzten Segment (Weidemann, 1995). Obwohl die Raupen nur über Punktaugen verfügen, können sie die Nahrungspflanze in einer Distanz von bis zu 50 cm erkennen (Imbeck-Löffler, 2017). Das Aussehen der Raupen variiert stark zwischen den Arten. So gibt es Raupen in unterschiedlichen Farben mit Warzen, Dornen oder Haaren (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Die Grösse der Raupen liegt zwischen 0.4 und 15 cm (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Da sie durch ihre Gefrässigkeit ihr Körpergewicht in einer kurzen Zeit enorm steigern, häuten sich die Raupen regelmässig (Imbeck-Löffler, 2017). Unter den Schmetterlingsarten gibt es sowohl monophage Arten, bei welchen sich die Raupen nur von einer Pflanzenart ernähren, als auch polyphage Arten, die ein breiteres Nahrungsspektrum aufweisen (Imbeck-Löffler, 2017). Das Raupenstadium dauert in Abhängigkeit von Art, Temperatur und Nährwert der Futterpflanze (Imbeck-Löffler, 2017) zwischen mehreren Wochen oder sogar Jahren (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991).

Kurz vor der Verpuppung wird die Nahrungsaufnahme der Raupen eingestellt und sie suchen während einer Wanderphase einen passenden Verpuppungsort auf (Imbeck-Löffler, 2017). Dieser kann zum Beispiel an Holzwänden, unter Moos, in der Erde oder zwischen Blättern sein (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Während dem Puppenstadium findet die Metamorphose von der Raupe zum Falter statt (Bellmann, 2016). Die Puppen der Schmetterlinge können in drei Typen eingeteilt werden: Gürtelpuppen, Stürzpuppen und Puppen in Kokons bzw. Gespinsten (Weidemann, 1995). Die Gürtelpuppen sind einerseits mit ihrer Hinterleibsspitze befestigt und zusätzlich mit Hilfe von einem Gespinstfaden an die Unterlage fixiert (Imbeck-Löffler, 2017). Die Stürzpuppen wiederum sind mit einem Haken am hinteren Ende in einem von der Raupe produzierten Gespinst verankert und hängen kopfüber (Bellmann, 2016). Der dritte Puppentyp, der vor allem bei Nachtfaltern vertreten ist, ist von einem aus Spinnseide bestehenden Kokon umhüllt (Bellmann, 2016). Die Puppenruhe dauert je nach Art durchschnittlich zwischen zwei bis vier

Wochen (Bellmann, 2016), kann aber auch nur eine Woche oder bis zu acht Jahren in Anspruch nehmen (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991).

Ein Zusammenspiel von Temperatur, Feuchtigkeit, Tageszeit sowie Lichtstärke führt zum Auslösen des Schlüpfvorgangs, welcher bei den Männchen etwas früher stattfindet als bei den Weibchen (Imbeck-Löffler, 2017). Hat sich der Falter aus der Hülle befreit, wird Blut und Luft in die Flügeladern gepumpt, damit sich die Flügel entfalten können (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991).

2.1.4 Überwinterungsstrategien

Unter den Schmetterlingen sind diverse Überwinterungsstrategien verbreitet. Der grosse Teil der einheimischen Tagfalter- und Widderchen-Arten überdauern den Winter als Raupe (Imbeck-Löffler, 2017). Die restlichen Arten überwintern im Ei-, Puppen- oder Falterstadium (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Die Raupen und Falter reduzieren dabei ihren Stoffwechsel und speichern zum Teil Glycerin oder Zucker als Frostschutzmittel in der Blutflüssigkeit (Imbeck-Löffler, 2017). Vereinzelt Arten, wie zum Beispiel *Vanessa cardui* wandern im Herbst südwärts, um den Winter in einer wärmeren Umgebung zu verbringen (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012).

2.1.5 Feinde

In all ihren Stadien sind Schmetterlinge unterschiedlichsten Feinden ausgesetzt. Die Eier und Raupen werden von Vögeln gefressen, die Falter von Spinnen, Libellen und Wespen gejagt (Bellmann, 2016; Imbeck-Löffler, 2017). Die Raupen und Puppen werden zudem oft Opfer von parasitären Larven der Schlupfwespen und anderen Hautflüglern (Bellmann, 2016; Imbeck-Löffler, 2017). Ausserdem können bei bestimmten Witterungsverhältnissen Schimmelpilze und Bakterien zu einer Gefahr für Raupen und Puppen werden (Imbeck-Löffler, 2017).

2.1.6 Lebensräume

Die ausserordentliche Diversität der Schmetterlinge spiegelt sich nicht nur in deren äusseren Erscheinung, sondern auch in den bewohnten Lebensräumen wider. Sie lassen sich abgesehen von der Schneestufe auf allen Höhenstufen finden und ihre Lebensräume reichen unter anderem von diversen Wiesentypen über Strauchgesellschaften, Wälder, Feuchtgebiete, Quellfluren, Bachufer bis zu Felsfluren, alpinen Rasen und Schutthalden (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Generell hängt das Vorkommen einer Art vor allem von der Anwesenheit der Raupenfutterpflanze und von den geländeklimatischen Gegebenheiten ab (Imbeck-Löffler, 2017). Nicht alle Stadien der Schmetterlinge sind zwingend im selben Lebensraum zu finden. So gibt es Biotopkomplex-Arten, wie *Papilio machaon*, die für unterschiedliche Lebensabschnitte wie Paarung, Raupenwachstum und

Eiablage verschiedene, aber funktional zusammenhängende Biotope benötigen (Weidemann, 1995).

2.1.7 Mobilität

Generell sind drei unterschiedliche Fortbewegungstypen zu nennen. Die erste Fortbewegungsart sind Tagesbewegungen, welche den Wechsel zwischen Schlaf-, Paarungs- und Nahrungsort beinhaltet (Imbeck-Löffler, 2017). Diese Bewegungen erfolgen meist zufällig und ziellos (Imbeck-Löffler, 2017). Ein weiterer Fortbewegungstyp ist die Dispersion, worunter die gezielte aber nicht gerichtete Abwanderung in neue geeignete Lebensräume verstanden wird (Imbeck-Löffler, 2017). Dies kann durch Lebensraumveränderungen, eine hohe Falterdichte oder artspezifische Verhaltensmuster ausgelöst werden (Imbeck-Löffler, 2017). Es zeigt sich, dass so auch isolierte Biotope, wie beispielsweise die Reinacherheide erreicht und besiedelt werden können (Imbeck-Löffler, 2017). Saisonale Wanderungen, als dritte Fortbewegungskategorie, sind Wanderungen in wärmere Gebiete zur Überwinterung (Imbeck-Löffler, 2017). Dabei bewegen sich die Tagfalter zielgerichtet und rasch (Imbeck-Löffler, 2017).

2.2 Dachbegrünungsarten

Dachbegrünungen können in zwei Typen unterteilt werden: Extensiv- und Intensivbegrünungen. Extensivbegrünungen sind Dachbegrünungen, die nicht oder nur geringfügig gepflegt und genutzt werden (Köhler & Ansel, 2012). Mit ihrem vergleichsweise niedrigen Schichtaufbau haben sie einen eher natürlichen Charakter. Die Vegetation besteht je nach Substratdicke aus Moosen, Sukkulenten, Kräutern und oder Gräsern (Köhler & Ansel, 2012).

Intensivbegrünungen weisen einen dickeren Schichtaufbau auf und gleichen genutzten Grünflächen oder Gärten (Köhler & Ansel, 2012). Ihre Erhaltung erfordert regelmässige Pflegeeinsätze, denn Veränderungen in der Vegetationszusammensetzung sind meist unerwünscht (Köhler & Ansel, 2012).

2.3 Vorteile von Dachbegrünungen

Die Begrünung von Dächern bringt neben dem ästhetischen Mehrwert viele weitere Vorteile mit sich. So tragen Dachbegrünungen durch Evaporation und Evapotranspiration einerseits zur Kühlung von Städten und andererseits zum Rückhalt und somit zum verlangsamten Abfluss von Regenwasser bei (Douglas et al., 2015; Dover, 2015; Köhler & Ansel, 2012; Kolb & Schwarz, 1999; Krupka, 1992). Dies sind Eigenschaften, die in Anbetracht des Klimawandels und den damit verbundenen stärkeren Niederschlägen und Hitzeinseln in Städten immer wichtiger werden (Douglas et al., 2015). Die Vegetation sorgt ausserdem für eine verbesserte Isolation von Gebäuden (Kadas, 2010; Kolb &

Schwarz, 1999). So kann die verbesserte Isolation durch begrünte Dächer zu einem reduzierten Stromverbrauch für Klimaanlage und damit zu verringerten CO₂-Emissionen führen (Aitkenhead-Peterson & Volder, 2010). Nicht nur durch den geringeren Stromverbrauch, sondern auch durch die Photosynthese wirken die Pflanzen den CO₂-Emissionen entgegen und filtern gleichzeitig die Luft von Staub und Schwebstoffen (Dover, 2015; Kadas, 2010). Zusätzlich zur thermischen Isolation sorgt die Vegetation für eine Lärmreduktion, da sie Schallwellen besser absorbiert als harte unbegrünte Oberflächen (Aitkenhead-Peterson & Volder, 2010; Dover, 2015). Schlussendlich stellen Dachbegrünungen im Vergleich zu unbegrünten Dächern zusätzliche Lebensräume für die Tier- und Pflanzenwelt zur Verfügung (Aitkenhead-Peterson & Volder, 2010; Dover, 2015; Köhler & Ansel, 2012; Krupka, 1992). Die ökologische Funktion von Dachbegrünungen als Ersatz- oder Ausgleichslebensraum wird im folgenden Kapitel 2.4 vertieft beleuchtet.

2.4 Ökologische Funktion von begrünten Dächern als Ersatzlebensraum

Die Biodiversität im Siedlungsraum erweist sich teilweise als erstaunlich hoch und beinhaltet nicht nur weit verbreitete, sondern auch gefährdete und seltene Arten (Douglas et al., 2015; Dylewski et al., 2019; Gunnell et al., 2013; Ineichen et al., 2012). Somit spielen auch begrünte Dächer eine wichtige Rolle bei der Erhaltung und Förderung der Biodiversität (Kadas, 2010; Sutton, 2015). Dachbegrünungen bieten nicht nur ein potentiell Habitat für Vögel und Käfer, sondern auch für andere Wirbellose wie Spinnen, Bienen, Wespen und Fliegen (Brenneisen, 2002, 2009; Brenneisen & Hänggi, 2006; Dylewski et al., 2019; Galm, 2019; Gunnell et al., 2013; Heller, 2018; Horch et al., 2015; Kadas, 2010; Plattner, 2019).

Dachbegrünungen stellen in Städten Habitatinseln dar. Das Artenvorkommen auf diesen ist von mehreren Faktoren wie vorhandene Nahrung, Verstecken und Mikrohabitaten abhängig (Ineichen et al., 2012). Dank ihrer erhöhten Mobilität sind Schmetterlinge nicht oder nur gering von der Barrierewirkung unbegrünter Gebäude und Strassen betroffen (Ineichen et al., 2012). Schmetterlinge und andere Insektenarten können besonders von dem verfrühten Blühbeginn aufgrund der besonderen klimatischen Bedingungen im urbanen Raum profitieren (Ineichen et al., 2012).

Im Sommer herrschen auf Dachbegrünungen teilweise sehr extreme Umweltbedingungen, insbesondere wenn das Dach den ganzen Tag von der Sonne aufgewärmt wird und nur eine dünne Substratschicht mit geringem Wasserrückhaltevermögen vorhanden ist (Köhler & Ansel, 2012; Krupka, 1992). Eine dickere Substratschicht kann den extremen Bedingungen entgegenwirken und somit ein stabilerer Lebensraum für Wirbellose bieten (Köhler & Ansel, 2012). Trotz dieser Stabilität kann es aufgrund des Wetters zu saisonalen Schwankungen kommen (Krupka, 1992). Die Biodiversität auf Dachbegrünungen wird neben der Substrattiefe vor allem auch vom Substrattyp beeinflusst (Kadas, 2010). Des Weiteren sorgt eine strukturelle Diversität (unterschiedliche

Substrattiefen, Totholz, Steine) für vielfältige Habitate für Flora und Fauna (Kadas, 2010; Köhler & Ansel, 2012). Weitere Einflussfaktoren sind die Vegetationsbedeckung und die Zusammensetzung sowie Vielfalt der Vegetation (Braaker, 2012; Sutton, 2015). Durch eine erhöhte floristische Diversität können besonders Spezialisten, welche sich nur von einem engen Pflanzenspektrum ernähren, profitieren (Sutton, 2015). Die Maximierung der Biodiversität auf Dachbegrünungen kann vor allem durch Variationen in Substrattypen und -tiefen angestrebt werden (Kadas, 2010).

Die Artenzusammensetzung auf begrünten Dächern hängt zudem von den vorhandenen Lebensräumen in der Umgebung und der Vernetzung mit diesen ab (Braaker, 2012; Sutton, 2015). So weisen Dächer in ländlichen Gebieten eine andere Artenkomposition auf als Dächer in städtischer Umgebung (Kadas, 2010). Schlussendlich bestimmen auch die Lebensraumansprüche und die Mobilität der jeweiligen Arten, ob diese von Dachbegrünungen profitieren können oder nicht (Sutton, 2015).

3 Material und Methoden

3.1 Untersuchte Flächen

3.1.1 Universitätsspital Basel

Klinikum 2

Die Dachbegrünung des Klinikums 2 des Universitätsspitals Basel besteht seit dem Jahr 2003 und ist ca. 3'000 m² gross (Abbildungen 1, 2A & 2B). Um vielfältige Habitats zu schaffen, wurden bei deren Erstellung unterschiedliche Substratmischungen in unterschiedlichen Dicken zwischen 8 bis 30 cm aufgetragen (Heller, 2018). Das Substrat besteht aus unterschiedlichen Anteilen von Kies, Oberboden und Sand (Heller, 2018).

OP-Gebäude

Die ca. 1'000 m² umfassende Dachbegrünung des OP-Gebäudes wurde im Jahr 2017 erstellt. Das Substrat besteht aus einer Mischung aus sandig-lehmigem Kies, Oberboden und Lösslehm und wurde in einer Dicke von 8 bis 15 cm aufgetragen. Auf der Fläche wurden Samen der Reinacher Heide ausgesät (Abbildung 2C).

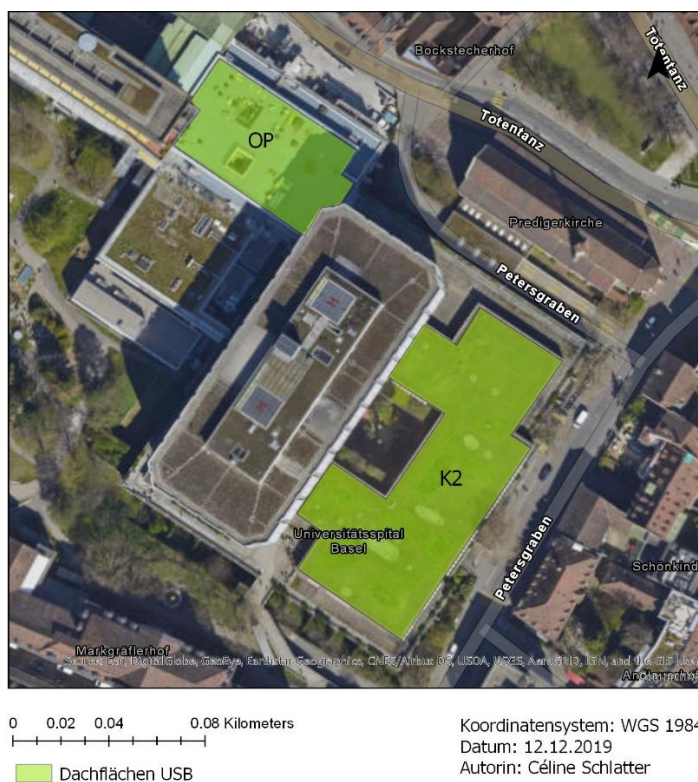


Abbildung 1: Untersuchte Dachflächen des Universitätsspitals Basel, OP = OP-Gebäude, K2= Klinikum 2, Autorin: C. Schlatter

Abbildung 2: Fotografien der Dachbegrünung des Klinikums 2 (A & B) und des OP-Gebäudes (C), Quelle: C. Schlatter

3.1.2 Coop Lobos Pratteln

Die in dem Jahr 2015 erstellte Dachbegrünung des Coop Lobos Pratteln umfasst gesamthaft ca. 12'000 m² (Abbildungen 3 & 4A-C). Die Flächen sind jedoch auf unterschiedliche Höhen verteilt und nicht zusammenhängend. Als Substrat wurde je nach Fläche zwischen 6 bis 15 cm oder 6 bis 20 cm, zum Teil mit Oberboden, Sand und grossen Steinen angereicherter, sandig-lehmiger Kies verwendet. Darauf wurde ein Wildblumen-Mix angesät.



0 0.05 0.1 0.2 Kilometers

Dachfläche Coop Lobos Pratteln

Koordinatensystem: WGS 1984

Datum: 27.12.2019

Autorin: Céline Schlatter

Abbildung 3: Untersuchte Dachflächen des Coop Lobos Pratteln, Autorin: C. Schlatter



Abbildung 4: Fotografien der Dachbegrünung des Coop Lobos Pratteln (A-C), Quelle: C. Schlatter

3.1.3 Tellzentrum Aarau

Die Dachfläche des Tellzentrums besteht seit 2014 und ist aus mehreren unterschiedlichen Teilflächen zusammengesetzt (Abbildung 5). Sie ist ein Mosaik aus Kies-, Stein- und Wiesenflächen (Abbildungen 6A-C). Das Substrat der Kies- und Steinflächen besteht aus sandigem Kies vermischt mit Kompost und ist 10 bis 15 cm bzw. 15 bis 20 cm dick. Das Substrat der Wiesenflächen besteht lediglich aus Oberboden mit einer Dicke zwischen 12 und 20 cm. Auf allen Flächen wurde sowohl ein Wildblumenmix gesät, als auch Heu von Trockenwiesen ausgelegt. Gesamthaft umfassen die untersuchten Flächen ca. 6'000 m².



0 0.02 0.04 0.07 Kilometers

■ Dachfläche Tellzentrum

Koordinatensystem: WGS 1984
Datum: 27.12.2019
Autorin: Céline Schlatter

Abbildung 5: Untersuchte Dachfläche des Tellzentrums in Aarau, Autorin: C. Schlatter



Abbildung 6: Fotografien der Dachbegrünung des Tellzentrums in Aarau; A & B: Wiesenflächen, C: Kies- und Steinfläche
Quelle: C. Schlatter

3.1.4 Seewasserwerk Moos Wollishofen

Die über 100 Jahre alte Dachbegrünung des Seewasserwerk Moos in Wollishofen besteht aus vier Flächen, die gesamthaft ca. 20'000 m² umfassen (Abbildungen 7 & 8A-C). Das Substrat ist 30 cm dick und setzt sich aus Sand und lokalem Oberbodenmaterial zusammen (Sutton, 2015). Die Dachbegrünung zeichnet sich aus durch einen enorm grossen Artenreichtum von 175 Pflanzenarten, inklusive gefährdete und seltene Arten (Sutton, 2015). Die Vegetation besteht aus Pflanzen, welche sich einerseits aus der im Oberboden enthaltenen Samenbank entwickelten und andererseits aus der Umgebung das Dach kolonisierten (Sutton, 2015).



0 0.04 0.07 0.14 Kilometers

■ Dachflächen Seewasserwerk Moos Wollishofen

Koordinatensystem: WGS 1984
Datum: 27.12.2019
Autorin: Céline Schlatter

Abbildung 7: Untersuchte Dachflächen des Seewasserwerk Moos (Nr. 1-4) in Wollishofen, Autorin: C. Schlatter



Abbildung 8: Fotografien der Dachbegrünung des Seewasserwerks Moos in Wollishofen (A-C), Quelle: C. Schlatter

3.2 Erfassung Imagines

Grundsätzlich wurde sich an der Anleitung für die Feldarbeit zum Indikator «Z7-Tagfalter» des Biodiversitäts-Monitoring Schweiz orientiert (BDMS, 2016). Die im Kapitel 3.1 erwähnten begrünten Dächer wurden jedoch nicht mit der Transekt-Methode sondern mit der «Zigzagging»- bzw. der «Timed survey»-Methode (Kadlec et al., 2012) abgeschritten. Bei dieser Methode wird die abzuschreitende Route nicht festgelegt und kann somit zwischen den Begehungen variieren (Kadlec et al., 2012). Die Begründung für die Anwendung dieser Methode ist, dass das Ziel dieser Arbeit primär die qualitative und nicht die quantitative Erfassung des Tagfalter- und Widderchen-Vorkommens ist. Dieselbe Methode wurde bei der Erstellung des Tagfalterinventars des Kantons Zürich 2011/2012 angewendet (Verein Schmetterlingsförderung im Kanton Zürich, 2014). Das erste Aufnahmezeitfenster im Mai 2019 konnte aufgrund des Zeitpunkts der Arbeit nicht wahrgenommen werden. Die restlichen sechs Zeitfenster von Juni bis September 2019 wurden zu vieren zusammengefasst. (Tabelle 2).

Tabelle 2: Aufnahmezeitfenster

1. Zeitfenster	02.06.2019 bis 28.06.2019
2. Zeitfenster	30.06.2019 bis 27.07.2019
3. Zeitfenster	28.07.2019 bis 10.08.2019
4. Zeitfenster	11.08.2019 bis 07.09.2019

In jedem Zeitfenster wurden alle definierten Dächer einmal abgesucht. Die Begehungen dauerten jeweils zwischen 1 bis 1.5 Stunden und wurden zwischen 10.00 und 17.00 Uhr durchgeführt. Dabei wurde die Witterung berücksichtigt. Die Begehungen fanden demnach nur bei Sonnenschein (erkennbare Schatten bei mind. 60% der Kartierdauer), bei Lufttemperaturen von über 13°C und bei nicht zu starkem Wind (höchstens 3 Beaufort) statt.

Folgendes Material wurde für die Begehungen verwendet:

- Kescher: Taschennetz mit 40 cm Durchmesser und 76 cm Tiefe, Teleskopstab mit 65-140 cm Länge
- Betrachtungsdöschen mit Schaumstoff-Stopfen
- Smartphone: Samsung Galaxy S 7
- Fotokamera: Nikon D3100 mit Makroobjektiv (AF-S VR Micro-Nikkor 105 mm 1:2,8G IF-ED)
- Bestimmungsliteratur: Bühler-Cortesi (2012), Unterrichtsmaterial Modul Flora und Fauna – Tagfalter ZHAW 2019
- Protokollblätter

Während dem Zigzagging wurden alle gefundenen Tagfalter und Widderchen chronologisch protokolliert. Bei jedem gefundenen Falter wurde jeweils Uhrzeit, Artname, Anzahl Individuen und die Höhe der Vegetation notiert. Von Individuen, welche vor Ort nicht mit voller Sicherheit bestimmt werden konnten, wurden mehrere Fotos aufgenommen, um diese dann im Nachhinein zu bestimmen. Wenn möglich wurden die Falter mit dem Kescher gefangen und in einem Betrachtungsdöschen identifiziert. Nach dem Bestimmen mit Hilfe der Bestimmungsliteratur (Bühler Cortesi (2012) und Unterrichtsmaterial Modul Flora und Fauna – Tagfalter ZHAW 2019) und nach dem Fotografieren wurden diese wieder freigelassen. Arten, die nur anhand genitalmorphologischer Merkmale (*Leptidea sinapis*, *L. juvernica*) unterschieden werden können, wurden als Artkomplex zusammengefasst.

Um Vergleichswerte zu erhalten, wurden auf naturnahen Flächen in der Region Basel (Abbildung 9) und Aarau (Abbildung 10) insgesamt drei Referenzkartierungen durchgeführt. Dabei wurde nach derselben Methodik wie auf den Dachbegrünungen vorgegangen. Pro Referenzkartierung wurde ebenfalls ca. 1 bis 1.5 Stunden aufgewendet.



0 0.05 0.1 0.2 Kilometers
Referenzfläche Basel Riehen

Koordinatensystem: WGS 1984
Datum: 27.12.2019
Autorin: Céline Schlatter



0 0.1 0.2 0.4 Kilometers
Referenzfläche Aarau

Koordinatensystem: WGS 1984
Datum: 27.12.2019
Autorin: Céline Schlatter

Abbildung 9: Untersuchte Referenzfläche in Basel Riehen, Autorin C. Schlatter

Abbildung 10: Untersuchte Referenzfläche in Aarau, Autorin: C. Schlatter

3.3 Auswertung der Barberfallen

Da nicht nur Erkenntnisse über Falter sondern auch über andere Stadien gewonnen werden sollten, wurde versucht herauszufinden, ob Raupen auf den Dachbegrünungen vorhanden sind. Dabei lag der Fokus nicht auf der Artbestimmung sondern auf dem Nachweis von Reproduktion. Auf allen ausgewählten und weiteren Dächern sind sogenannte Barberfallen installiert, welche mit einer im Verhältnis 1:10 verdünnten Essigsäure gefüllt sind und im Rahmen eines laufenden Projekts alle zwei Wochen geleert werden. Pro Untersuchungsfläche sind zehn Fallen so verteilt, dass unterschiedliche Substrat- und Vegetationssituationen abgedeckt sind (Brenneisen & Hänggi, 2006). Die Proben vom April bis Oktober 2019 wurden auf Raupen überprüft.

3.4 Erfassung von Raupen und Puppen

Zusätzlich zur Analyse der Barberfallen wurde im November 2019 auf den Dächern von Coop Lobos Pratteln, Universitätsspital Basel, Tellizentrum Aarau und St. Jakobshalle Basel bei potentiellen Aufenthaltsorten nach Raupen und Puppen Ausschau gehalten. Dabei wurde stichprobenartig unter und an Totholz und Steinen gesucht.

4 Resultate

4.1 Erfasste Tagfalter- und Widderchen-Arten

Bei der Erhebung der adulten Tagfalter und Widderchen konnten gesamthaft 141 Individuen erfasst werden. Die festgestellten Individuen gehören 17 unterschiedlichen Arten an (Bildnachweise im Anhang 1). 7 Falter konnten aufgrund ihrer abgeflogenen Fransen nicht klar der Art *Polyommatus icarus* oder *Lysandra bellargus* zugeteilt werden. In Tabelle 3 sind die erfassten Arten pro Dach aufgeführt.

Tabelle 3: Auf den Dächern Coop Lobos, Universitätsspital Basel (USB), Seewasserwerk Moos und Tellizentrum gefundene Tagfalterarten, Anzahl gefundener Individuen pro Dach, Gefährdungskategorie gemäss IUCN (Wermeille et al., 2014), Häufigkeit im Kanton Basel-Landschaft (BL) (Birrer & Plattner, 2009), Häufigkeit im Kanton Zürich (ZH) (Schiess, 2018) und der jeweilige Lebensraum (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991; Lepidopterologen-Arbeitsgruppe & Pro Natura, 1997); LC = nicht gefährdet, NT = potentiell gefährdet

Art	Anzahl Individuen pro Dach				Gefährdungskategorie gemäss IUCN	Häufigkeit		Lebensraum
	Coop Lobos	USB	Seewasserwerk Moos	Tellizentrum		Kanton BL	Kanton ZH	
<i>Aglais urticae</i>				1	LC	Häufig	Sehr häufig	Sehr divers, Blütenbesucher
<i>Aricia agestis</i>			1		LC	Nicht häufig	Ziemlich selten	Magerwiesen
<i>Coenonympha pamphilus</i>		1	5	1	LC	Häufig	Sehr häufig	Wiesen, Böschungen, extensive Wiesen
<i>Cupido argiades</i>	1		12	2	NT	Häufig	Selten, wieder eingewandert	Feuchte Wiesen, Ruderalflächen im Grundwasserbereich
<i>Leptidea sinapis, L. juvernica</i>			2		LC	Nicht häufig	Nicht häufig	extensiv bewirtschaftete Gebiete, waldnahe Wiesen, Waldränder, Waldwege
<i>Maniola jurtina</i>			13	4	LC	Häufig	Sehr häufig	Trockenwiesen, Wiesen an Waldränder, Wegböschungen, Felsenheiden,
<i>Ochlodes venata</i>			1		LC	Häufig	Häufig	Feuchte oder trockene, extensive Wiesen oder

								Weiden in Waldrand- oder Heckennähe mit grossem Blütenangebot
<i>Papilio machaon</i>			1		LC	Nicht häufig	Nicht häufig	buschige Trockenwiesen, Wiesen, Waldränder, Feuchtgebiete
<i>Pieris napi</i>				1	LC	Häufig	Sehr häufig	Waldränder, lichte Wälder, Felder, Gärten
<i>Pieris rapae</i>			6	1	LC	Häufig	Häufig	Wanderfalter & Kulturfolger: Gärten, Gemüseplantagen
<i>Polyommatus icarus</i> oder <i>Lysandra bellargus</i>	1	1	4	1	LC	<i>L. bellargus</i> : nicht häufig	<i>L. bellargus</i> : ziemlich selten	<i>Lysandra bellargus</i> : Extensive Weiden; trockene, blütenreiche Magerwiesen
<i>Polyommatus icarus</i>	9	6	44	6	LC	Häufig	Häufig	Trockenwiesen, Wegränder, Kleefelder, Flachmoor
<i>Pyrgus armoricanus</i>			3		NT	Selten	Sehr selten seit 2010	Südexponierte, steile flachgründige Weiden
<i>Spialia sertorius</i>				1	NT	Nicht häufig	Sehr selten	Magerwiesen und -weiden, Wiesen und Weiden mit lückenhaft bewachsenen Stellen wie Rutschungen oder Dämme
<i>Thymelicus sylvestris</i>			1		LC	Häufig	Nicht selten	Sehr divers, von trocken bis feucht und von mässig bis stark besonnt; z.B. einschürige Wiesen und Weiden an Hanglage, Waldränder
<i>Vanessa cardui</i>	1		1	1	LC	Häufig	Häufig	Wanderfalter, extensive Flächen, distelreiche Alpweiden, Kleefelder
<i>Zygaena filipendulae</i>			7		LC	Häufig	Häufig	Sehr divers, Ruderalstellen, Mäh- und Magerwiesen, Feuchtwiesen

<i>Zygaena vicia</i>			1		NT	Selten	Ziemlich selten	Halbtrockenrasen, Magerwiesen, ungedüngte Wiesen, feuchte Wiesen, Riedflächen
Total:	12	8	102	19				

4.1.1 Coop Lobos Pratteln

Auf dem Coop Lobos Gebäude in Pratteln konnten insgesamt 12 Individuen von mindestens drei unterschiedlichen Arten festgestellt werden (Tabelle 3). Dabei handelt es sich um Arten, die sich bevorzugt in extensiven, trockenen oder feuchten Wiesen aufhalten (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Eine dieser drei Arten, *Cupido argiades*, ist auf der Roten Liste als potentiell gefährdet eingestuft (Wermeille et al., 2014). Abgesehen von *Lysandra bellargus* sind die festgestellten Arten im Kanton Basel-Landschaft häufig (Birrer & Plattner, 2009). Während einer der vier Begehungen wurden keine Tagfalter und Widderchen gefunden.

4.1.2 Universitätsspital Basel

Auf dem Dach des Universitätsspitals Basel wurden insgesamt 8 Individuen von mindestens 2 unterschiedlichen Tagfalterarten registriert (Tabelle 3). Die erhobenen Arten gelten nicht als gefährdet (Wermeille et al., 2014) und sind abgesehen von *Lysandra bellargus* im Kanton Basel-Landschaft häufig (Birrer & Plattner, 2009). Ebenso wie bei den Arten vom Coop Lobos, handelt es sich bei diesen ebenfalls um Arten von extensiven Wiesen (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Während den ersten zwei Begehungen wurden keine Tagfalter und Widderchen gesichtet.

4.1.3 Tellizentrum Aarau

Auf dem begrünten Dach des Tellizentrums in Aarau wurden total 19 Individuen von mindestens 9 verschiedenen Tagfalter- bzw. Widderchen-Arten erfasst (Tabelle 3). Mit *Cupido argiades* und *Spialia sertorius* befinden sich darunter zwei potentiell gefährdete Arten (Wermeille et al., 2014). *Cupido argiades* und *Pieris napi* sind zudem auf der Liste der Verantwortungsarten des Kantons Aargau verzeichnet (BVU, 2008).

4.1.4 Seewasserwerk Moos Wollishofen

Die meisten Individuen und Arten wurden auf dem Seewasserwerk Moos in Wollishofen gefunden (Tabelle 3). Während den vier Begehungen konnten gesamthaft 102 Individuen von mindestens 14 unterschiedlichen Arten erfasst werden. Die meisten Falter wurden auf den Teilflächen 4 und 3 mit 43 beziehungsweise 34 Individuen festgestellt. Darauf folgt die Teilfläche 2 mit 21 Individuen und

die erste Teilfläche mit 4 Individuen. Unter den auf dem Seewasserwerk Moos erfassten Faltern befinden sich die potentiell gefährdeten Arten *Cupido argiades*, *Pyrgus armoricanus* und *Zygaena viciae* (Wermeille et al., 2014), welche im Kanton Zürich selten, sehr selten bzw. ziemlich selten sind (Schiess, 2018). Des Weiteren wurden die nicht häufigen Arten *Leptidea sinapis* / *L. juvernica* und *Papilio machaon* erfasst. Schweizweit nicht gefährdet (Wermeille et al., 2014), aber dafür im Kanton Zürich ziemlich selten ist *Aricia agestis* (Schiess, 2018).

4.2 Referenzkartierungen

4.2.1 Aarau

Im Rahmen der ersten Referenzkartierung in Aarau wurden 44 Individuen von 10 Tagfalterarten erfasst (Tabelle 4). Bei der zweiten Begehung Ende August wurden 14 Individuen von 5 Arten gefunden.

Tabelle 4: Während der Referenzkartierung in Aarau gefundene Tagfalterarten, Anzahl Individuen pro Art und Datum

Art	Anzahl Individuen pro Art und Datum	
	08.08.2019	27.08.2019
<i>Argynnis paphia</i>	2	
<i>Coenonympha pamphilus</i>	5	
<i>Colias hyale</i> , <i>C. alfacariensis</i>	1	
<i>Cupido argiades</i>		2
<i>Leptidea sinapis</i> , <i>L. juvernica</i>	2	
<i>Maniola jurtina</i>	11	2
<i>Pieris rapae</i>	13	6
<i>Polyommatus icarus</i>	5	2
<i>Pyrgus armoricanus</i>	1	
<i>Vanessa atalanta</i>	1	
<i>Vanessa cardui</i>	3	2

4.2.2 Basel Riehen

Während der Referenzkartierung in Basel Riehen wurden 35 Individuen von 4 Tagfalterarten festgestellt (Tabelle 5).

Tabelle 5: Während der Referenzkartierung in Basel Riehen gefundene Tagfalterarten, Anzahl Individuen pro Art und Datum

Anzahl Individuen pro Art und Datum	
Art	26.08.2019
<i>Coenonympha pamphilus</i>	18
<i>Maniola jurtina</i>	2
<i>Pieris rapae</i>	2
<i>Polyommatus icarus</i>	13

4.3 Auswertung der Barberfallen

In den Proben der Barberfallen wurden total 34 Raupen von 11 unterschiedlichen Dächern gefunden (Tabelle 6). Da die Raupen aufgrund der Lagerung in der Essigsäure ihre Farbe verloren haben, war eine Artbestimmung nicht möglich.

Tabelle 6: Anzahl gefundener Raupen pro Dach

Dach	Anzahl Raupen
BvB Tramdepot	3
Bell	1
Coop Lobos Pratteln	4
Messe	2
Migros Eglisee	1
Pirelli	4
Prodega	5
Schulhaus Sandgrube	5
Schulhaus Schoren	2
Stücki	1
Tellizentrum Aarau	6

4.4 Raupen und Puppen unter Totholz und Steinen

Auf dem Tellizentrum in Aarau wurden abgesehen von einem Gespinst (Abbildung 11) an und unter den Steinen keine Raupen und Puppen gefunden.



Abbildung 11: Gespinst unter einem Stein auf dem Tellizentrum in Aarau

Auf dem Dach des Coop Lobos in Pratteln wurden am Totholz Gespinste, Pilze, Schnecken und sonstige Insektennester erfasst (Abbildung 12 und 13). Raupen und Puppen liessen sich keine verzeichnen.



Abbildung 12: Gespinste unter Steinen (links und Mitte) und sonstige Insektennester unter Totholz (rechts) auf dem Coop Lobos, Quelle: C. Schlatter



Abbildung 13: Gespinst an Totholz (links), Schnecke (Mitte), Pilz an Totholz (rechts) auf dem Coop Lobos, Quelle: C. Schlatter

An dem Totholz auf der St. Jakobshalle wurden ebenfalls vor allem Schnecken, Pilze und sonstige Gespinste festgestellt (Abbildung 14). Es konnten jedoch auch zwei puppenartige Gebilde gefunden werden. Ob diese von Tagfaltern stammen, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden.



Abbildung 14: Gespinst in einem Blatt (links) und puppenartige Gebilde (Mitte und rechts) auf dem Dach der St. Jakobshalle; Quelle: C. Schlatter

Im Gegensatz zu den anderen Dächern konnten auf dem Universitätsspital Basel unter dem Totholz zwei Raupen festgestellt werden (Abbildung 15 und 16). Trotz Abgleich mit unterschiedlicher Fachliteratur (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012; Carter et al., 1994; Imbeck-Löffler, 2017; LepidopteroLOGEN-Arbeitsgruppe, 1991; Settele, 2015; Weidemann, 1995) war es nicht möglich, die Raupen Tagfalter- oder Widderchen-Arten zuzuweisen.



Abbildung 15: Raupe unter Totholz auf dem USB; Quelle: C. Schlatter

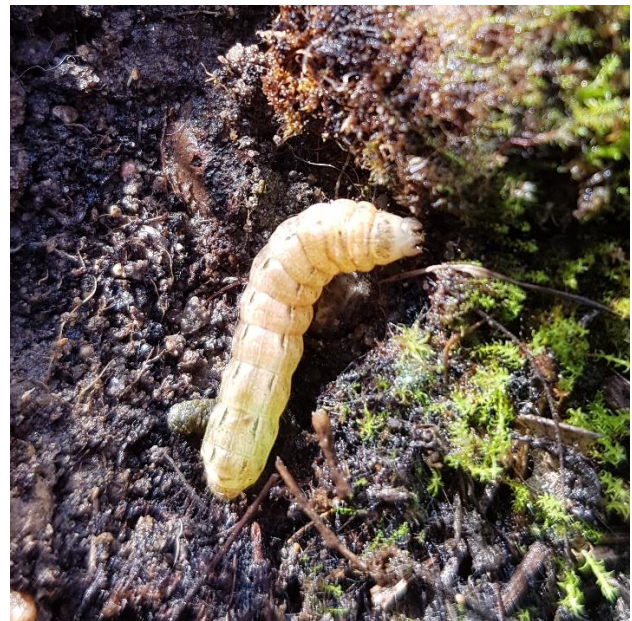


Abbildung 16: Raupe unter Totholz auf dem USB; Quelle: C. Schlatter

4.5 Lebensraumansprüche der erfassten Tagfalter- und Widderchen-Arten

4.5.1 Schützenswerte Arten

Aricia agestis ist bei Trockensäumen, auf extensiven und wenig intensiven Wiesen und Weiden und auch auf naturnahen Flächen in Siedlungen zu finden (Imbeck-Löffler, 2017). Als Eiablagepflanzen werden der Reiherschnabel und das Gewöhnliche Sonnenröschen genutzt (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Diese dienen nebst unterschiedlichen Storchschnabel-Arten (Imbeck-Löffler, 2017) ebenfalls als Raupenfutterpflanze (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012). *Aricia agestis* überwintert als Raupe und die Verpuppung geschieht am Boden unter Laub (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991).

Die Lebensräume von *Cupido argiades* sind feuchte Wiesen oder Ruderalflächen im Grundwasserbereich, typischerweise in der Nähe von Waldrändern, Flüssen oder Seen (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Als Raupenfutterpflanze und zur Eiablage benötigt er Rotklee, Luzerne und Hornklee (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991).

Da *Leptidea sinapis* und *L. juvernica* nur anhand der Paarungsorgane unterscheidbar sind (Imbeck-Löffler, 2017), werden sie zu einem Artkomplex zusammengefasst. Zu den Falter-Lebensräumen gehören Waldränder, Feuchtwiesen sowie extensive und wenig intensive Wiesen und Weiden in Waldnähe (Imbeck-Löffler, 2017). Die Raupen ernähren sich von diversen Schmetterlingsblütlern wie Wiesen-Platterbse, Gemeiner Hornklee, Vogel-Wicke und Bunte Kronwicke (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012). Sie verpuppen sich an aufrechten Pflanzenstängeln und überwintern in diesem Zustand (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991).

Lysandra bellargus ist auf lückigen, blütenreichen extensiven Wiesen und Weiden und in Steinbrüchen zu finden (Imbeck-Löffler, 2017). Die Eier werden am Hufeisenklee und an der Bunten Kronwicke abgelegt, von welchen sich die Raupen nach dem Schlüpfen auch ernähren (Bellmann, 2016). Die Überwinterung als Puppe findet am Boden unter Pflanzen oder Steinen statt (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991).

Das Vorkommen von *Papilio machaon* ist nicht auf einen einzelnen Lebensraumtyp beschränkt (Imbeck-Löffler, 2017). Die Art kann deshalb von Trockenwiesen über Gärten bis zu Wiesen und an Waldrändern überall angetroffen werden (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Die Eier werden vom Falter einzeln an verschiedene Doldenblütler, wie die Wilde Möhre oder der Fenchel, abgelegt, welche auch Nahrungspflanzen für die Raupen und Verpuppungsorte für die Sommerpuppen sind (Imbeck-Löffler, 2017; Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Die überwinterten Puppen sind jedoch nicht an den Futterpflanzen, sondern an geschützten Stellen zu finden (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991).

Als wärmeliebende Art ist ***Pyrgus armoricanus*** an Ruderalstandorten, in extensiven und wenig intensiven Wiesen und Weiden sowie an Feldwegen zu finden (Imbeck-Löffler, 2017). Die männlichen Falter weisen ein Territorialverhalten auf (Imbeck-Löffler, 2017). Als Raupennahrungspflanze und Eiablageort dienen unterschiedliche Fingerkrautarten (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012; Imbeck-Löffler, 2017). Die Raupen von *Pyrgus armoricanus* leben und überwintern in einem Blattgespinst in der Nähe des Bodens (Imbeck-Löffler, 2017). Auch die Verpuppung erfolgt in solch einem Gespinst (Imbeck-Löffler, 2017).

Spialia sertorius benötigt trockene, warme und lückige Lebensräume wie extensive Wiesen und Weiden und Magerwiesen mit Steinen (Bellmann, 2016; Bühler-Cortesi & Wymann, 2012; Imbeck-Löffler, 2017). Wie bei *Pyrgus armoricanus* weisen auch die männlichen Falter von *Spialia sertorius* ein starkes Revierverhalten auf (Imbeck-Löffler, 2017). Die Weibchen legen die Eier am Kleinen Wiesenknopf ab, welcher auch als Nahrungspflanze der Raupen dient (Bellmann, 2016). Diese spinnen als Refugium ein Gehäuse aus Blättern, in welchem auch die Überwinterung stattfindet (Bellmann, 2016; Imbeck-Löffler, 2017). Auch die Verpuppung erfolgt in einem Gespinst aus Pflanzenteilen in Bodennähe (Imbeck-Löffler, 2017).

Thymelicus sylvestris ist sowohl in trockenen, als auch in feuchten, sehr variablen Biotopen zu finden (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012). Die Falter saugen an roten bis blauvioletten Blüten (Imbeck-Löffler, 2017). Unterschiedliche Gräser werden zur Eiablage und als Raupenfutterpflanze verwendet (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012; Imbeck-Löffler, 2017). Die Überwinterung findet als Raupe und ohne Nahrungsaufnahme in einem Kokon statt (Imbeck-Löffler, 2017).

Zu den Lebensräumen von ***Zygaena viciae*** gehören unterschiedliche feuchte und trockene Offenlandbiotope wie Flachmoore, Feuchtwiesen, Trockensäume, extensive und wenig intensive Wiesen und Weiden (Imbeck-Löffler, 2017). Für gewöhnlich sind die Falter ortstreu und nur wenige Individuen haben einen grösseren Bewegungsradius (Imbeck-Löffler, 2017). *Zygaena viciae* ist nach *Zygaena filipendulae* die zweithäufigste Art der Gattung (Bellmann, 2016). Diverse Schmetterlingsblütler wie die Vogel-Wicke, der Gewöhnliche Hornklee und die Wiesen-Platterbse dienen als Eiablageort und Raupenfutterpflanze (Bellmann, 2016; Imbeck-Löffler, 2017). Die Überwinterung geschieht als Raupe und die Verpuppung erfolgt an vertrockneten Grashalmen (Imbeck-Löffler, 2017).

4.5.2 Häufige Arten

Aglais urticae ist ein Offenlandbewohner und deshalb auch im Siedlungsraum anzutreffen (Imbeck-Löffler, 2017). Der Falter saugt an einem sehr breiten Spektrum von Blütenpflanzen (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Die Raupen ernähren sich jedoch nur von Brennnesseln (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012). Auf diesen leben die Raupen auf der Blattoberseite gemeinsam

in einem Gespinst (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Die Eier werden an der Blattunterseite von Brennnesseln abgelegt (Settele, 2015). Die Überwinterung findet im Flachland als Falter in Höhlen und Schuppen, unter Vordächern oder ähnlichem statt (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991).

Coenonympha pamphilus kommt auf diversen Wiesen vor, bevorzugt jedoch Extensivwiesen und Böschungen (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Unterschiedliche Gräserarten werden als Eiablageort und Raupenfutterpflanzen genutzt (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012). Die Verpuppung findet ebenfalls an Gräsern statt (Imbeck-Löffler, 2017).

Maniola jurtina ist anspruchslos und deshalb von Waldlichtungen über extensive und wenig intensive Wiesen und Weiden bis zu naturnahen Gärten fast überall anzutreffen (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012; Imbeck-Löffler, 2017). Die Eier werden von den Faltern an Grasblätter oder andere Pflanzenteile in Bodennähe geklebt (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Als Raupenfutterpflanzen dienen diverse Gräser und Seggen (Imbeck-Löffler, 2017). Die Verpuppung findet nach der Überwinterung als Raupe ebenfalls meist an verdorrten Pflanzenteilen in Bodennähe statt (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991).

Ochlodes venata ist eine Saum-Art, welche unter anderem auf Feuchtwiesen, extensiven und wenig intensiven Wiesen und Weiden, an Krautsäumen, Waldrändern und in Naturgärten zu finden ist (Imbeck-Löffler, 2017). Die männlichen Falter können territoriales Verhalten aufweisen und verwenden Sitzwarten in Hecken- oder Waldrandnähe (Imbeck-Löffler, 2017). Breitblättrige Grasarten wie zum Beispiel die Aufrechte Trespe werden von *Ochlodes venata* sowohl als Eiablageort, als auch als Raupenfutterpflanzen genutzt (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012; Imbeck-Löffler, 2017). Die Raupen von *Ochlodes venata* spinnen sich aus Grasblättern eine Wohnröhre, in welcher sie dann auch überwintern (Bellmann, 2016; Imbeck-Löffler, 2017). Die Verpuppung erfolgt in Bodennähe in zusammengesponnenen, vertrockneten Blättern (Bellmann, 2016; Imbeck-Löffler, 2017).

Pieris napi ist eine Pionier- und Wanderart (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991) und ist wie *Papilio machaon* überall anzutreffen (Imbeck-Löffler, 2017). Der Falter hält sich jedoch besonders gern in Waldnähe, in Gärten und auf Feldern auf (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Die Raupen ernähren sich von diversen wildwachsenden Kreuzblütlern wie das Wiesenschaumkraut oder der Knoblauchhederich (Bellmann, 2016; Imbeck-Löffler, 2017). Die Eier werden einzeln an der Blattunterseite der Raupenfutterpflanzen abgelegt (Imbeck-Löffler, 2017). Die Art überwintert als Puppe, welche an Mauern, Zäunen und Pflanzenstängeln zu finden ist (Imbeck-Löffler, 2017).

Ebenso wie *Pieris napi* ist auch ***Pieris rapae*** ein Wanderfalter (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Als Kulturfolger ist die häufige Art in blütenreichen Wiesen, Gärten, Ackerbaugebieten und an Waldrändern zu finden (Imbeck-Löffler, 2017). Unterschiedliche wildwachsende Kreuzblütler

dienen als Eiablageort und Raupenfutterpflanzen (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Die Überwinterung findet als Puppe an Zäunen, Mauern und Pflanzenstängeln statt (Imbeck-Löffler, 2017).

Die erhöhte Eiproduktion, seine Ausbreitungsfreudigkeit und die rasche Raupenentwicklung verhelfen *Polyommatus icarus*, sich an veränderte Umweltbedingungen anzupassen (Bellmann, 2016). Dies spiegelt sich in den besiedelten Lebensräumen wider. Er ist ein typischer Bewohner von kultivierten Gebieten des Flachlandes. Seine Lebensräume sind Weg- und Strassenränder, Siedlungsgebiete, Trockenwiesen und Übergangszonen von Futtergraswiesen und Flachmooren (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Hopfenklee, Berg-Klee, Luzerne und Esparsetten sind Raupenfutterpflanzen von *Polyommatus icarus* (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991).

Vanessa cardui wandert jeweils im Frühling vom Süden in die Schweiz. Die Falter saugen Nektar von Wasserdost, Kohl- und Kratzdisteln auf Extensivwiesen, Kleefeldern, Kiesgruben und Alpweiden. Die Raupen ernähren sich von diversen Distelarten, Brennnesseln, Kletten und Huflattich. Aufgrund des breiten Nahrungsspektrums ist *Vanessa cardui* ebenfalls gut an Siedlungsgebiete angepasst (Bellmann, 2016).

Zygaena filipendulae lebt an Böschungen, auf wenig intensiven und extensiven Weiden sowie Wiesen und ist als Pionierart auch auf Ruderalstandorten zu finden (Imbeck-Löffler, 2017). Wegen ihrer Anpassungsfähigkeit ist diese an vielen Orten die häufigste Art der Gattung (Bellmann, 2016). Die Eier werden am Gemeinen Hornklee und zum Teil an anderen Schmetterlingsblütlern abgelegt, welche zudem als Raupennahrungspflanzen dienen (Imbeck-Löffler, 2017). Die Eiablage kann jedoch auch an anderen Pflanzen erfolgen (Bellmann, 2016). *Zygaena filipendulae* überwintert als Raupe und verpuppt sich an Grashalmen (Imbeck-Löffler, 2017).

4.6 Einbettung in das Biodiversitätsmonitoring Schweiz

Wie bereits erwähnt, bieten Dachbegrünungen Lebensraum für verschiedenste Tier- und Pflanzenarten. Dies konnte mit den vorliegenden Ergebnissen dieser Untersuchung ebenfalls bestätigt werden. Aufgrund dieser Erkenntnisse wäre es wünschenswert, wenn das Tagfaltervorkommen auf Dachbegrünungen weiterhin beobachtet wird. Im Biodiversitätsmonitoring der Schweiz (BDM) werden Tagfalter ebenfalls berücksichtigt, bisher jedoch nicht auf begrünten Dächern. Das Hauptziel des BDMs beinhaltet das Aufzeigen von langfristigen Veränderungen der Biodiversität sowohl innerhalb von Lebensräumen als auch innerhalb der Landschaft und der ganzen Schweiz (Nöthiger-Koch & Schmill, 2014). Um dies zu erreichen, wurden 32 unterschiedliche Zustands-, Einfluss- und Massnahmenindikatoren definiert. Das Schwergewicht liegt dabei bei den Zustandsindikatoren, welche den aktuellen Zustand aufzeigen sollen, indem sie Veränderungen der Biodiversität kostengünstig und möglichst ohne Verzögerung erfassen (Nöthiger-Koch & Schmill,

2014). Die wichtigsten Indikatoren darunter sind «Z3 – Artenvielfalt in der Schweiz und in den Regionen», «Z7 – Artenvielfalt in Landschaften», «Z9 – Artenvielfalt in Lebensräumen» sowie «Z12 – Vielfalt von Artengemeinschaften», sie bilden den Schwerpunkt des BDMs (Nöthiger-Koch & Schmill, 2014). Nun würden sich die Indikatoren Z7 und Z9 am ehesten für die Integration von Dachbegrünungen in das Biodiversitätsmonitoring anbieten.

Der Indikator Z9 erfasst die Artenzahl pro Flächeneinheit indem auf 1'600 zufällig schweizweit verteilten je 10 m² umfassenden Flächen die Gefässpflanzen-, Moos- und Mollusken-Arten erhoben werden (Nöthiger-Koch & Schmill, 2014). Der erste Lösungsansatz ist, zu diesen 1'600 Flächen zusätzliche Flächen auf Dachbegrünungen auszuscheiden und dort ebenfalls die vorhandenen Arten der Gefässpflanzen, Moosen und Mollusken zu erheben. Aufgrund der begrenzten Flächengrösse von 10 m² eignet sich der Z9 Indikator nicht zur Erhebung von Tagfaltern, da diese einen grösseren Bewegungsradius aufweisen.

Das Ziel des Indikators Z7 ist es, die Veränderungen des mittleren Artenreichtums von Gefässpflanzen, Brutvögeln und Tagfaltern in 519 ebenfalls schweizweit zufällig verteilten 1 km² Rasterzellen zu ermitteln (Nöthiger-Koch & Schmill, 2014). Innerhalb dieser Rasterzellen wurde jeweils eine 2.5 km lange Transektlinie definiert, auf welcher alle angetroffenen Gefässpflanzen- und Tagfalterarten dokumentiert werden. Die genaue Vorgehensweise ist im Dokument «Anleitung für die Feldarbeit zum Indikator "Z7-Tagfalter"» (BDMS, 2016) beschrieben. Es wird betont, dass es wichtig ist, dass die definierte Transektlinie bei jeder Begehung genau eingehalten wird (BDMS, 2016). Somit kommt es nicht in Frage, die Linienführung zu ändern und auf allfällig vorhandene Dachbegrünungen umzuleiten. Der zweite Lösungsansatz ist, zu überprüfen, ob in diesen definierten 1 km² Rasterzellen (oder in einem gewissen Radius zu diesen) Dachbegrünungen vorhanden sind. So könnte zu der 2.5 km Transektlinie auch noch eine zusätzliche Erhebung auf allfällig in der Rasterzelle vorhandenen Dachbegrünungen erfolgen. Entweder wird dort ebenfalls eine genaue Linienführung definiert oder zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit eine zeitliche Begrenzung festgelegt.

Der dritte Lösungsansatz ist die Definition eines zusätzlichen Indikators, welcher die Entwicklung der Biodiversität im urbanen Raum detektiert. So könnten repräsentative Tiergruppen wie Spinnen, Käfer, Heuschrecken und Tagfalter sowie Gefässpflanzen und Moose auf begrünten Dächern und in Parks erfasst werden. Ob die Auswahl der Dachbegrünungen zufällig oder anhand gewisser Kriterien erfolgt und welche Erfassungsmethodik angewendet werden soll, erfordert weitere Abklärungen.

Alle drei vorgeschlagenen Lösungsansätze bedeuten auf jeden Fall sowohl einen zeitlichen, als auch einen finanziellen Mehraufwand. Der 3. Ansatz dürfte die Biodiversität im urbanen Raum am besten abbilden, würde jedoch auch am meisten Kosten generieren.

5 Diskussion

5.1 Die untersuchten Dächer im Vergleich

Werden die Ergebnisse der Tagfalterfunde der verschiedenen Dächer verglichen, fällt der grosse Unterschied zwischen den Arten- und Individuenzahlen auf. Es stellt sich die Frage nach der Ursache dieser grossen Unterschiede. Wie im Kapitel 2.4 beschrieben, ist das Artenvorkommen auf Dachbegrünungen von vielen Faktoren abhängig.

Das **Seewasserwerk Moos** weist mit 14 Arten und 102 Individuen mit Abstand die höchsten Individuen- und Artenzahl auf. Die Dachbegrünung des Seewasserwerks Moos beinhaltet im Vergleich zu den anderen untersuchten Dächern keine sehr grosse strukturelle Diversität. Die Kombination aus hoher Substratdicke, weitläufiger Fläche, umfassender floristischer Diversität und geringer Gebäudehöhe scheint jedoch passende Lebensraumbedingungen für einige Tagfalter- und Widderchen-Arten zu schaffen. Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei der Begrünung des Seewasserwerks Moos mit ihren 175 Pflanzenarten (Sutton, 2015), inklusive 9 Orchideenarten, (Landolt & Hirzel, 2001) und dem hohen Alter von über 100 Jahren um eine besondere Dachbegrünung. Spannend ist, dass auf den vier Dachflächen nicht ungefähr gleichviele Individuen gefunden wurden. So sticht besonders die kleinere Dachfläche (Nr. 1) hervor, auf welcher nur 4 Individuen von nur einer Art (*Polyommatus icarus*) erfasst wurden. Ob dies mit der kleineren Flächengrösse zusammenhängt, lässt sich nur vermuten.

Ein Vergleich der Ergebnisse dieser Untersuchung des Seewasserwerks Moos mit den Resultaten einer Erhebung aus dem Jahr 2010 (Brenneisen et al., 2010) zeigt mit 12 Arten eine ähnliche Artenzahl. Jedoch wurden in der Untersuchung von 2010 die Arten *Aphantopus hyperantus*, *Polyommatus semiargus*, *Erynnis tages* und *Carcharodus alceae* festgestellt (Brenneisen et al., 2010), welche in der aktuellen Untersuchung von 2019 nicht verzeichnet werden konnten. Dafür wurden in der aktuellen Untersuchung die Arten *Aricia agestis*, *Cupido argiades*, *Ochlodes venata*, *Pieris rapae*, *Pyrgus armoricanus* und *Zygaena viciae* gefunden, die in der Studie von 2010 nicht erfasst wurden.

Auf das Seewasserwerk Moos folgt das **Tellizentrum** mit 19 Individuen von mindestens 9 Arten. Diese Dachbegrünung bietet mit ihren Kies-, Stein- und Wiesenflächen eine grosse strukturelle Vielfalt. Da auch die Umgebung einen Einfluss auf das Artenvorkommen auf begrüneten Dächern hat (Braaker, 2012; Sutton, 2015), wäre es möglich, dass die angrenzende Überbauung mit viel Grünflächen und anschliessendem Waldstück einen positiven Effekt ausübt. Interessant ist ausserdem, dass bei der letzten Begehung am 27. August am zweitmeisten Individuen gefunden wurden, obwohl die Dachfläche frisch gemäht war.

Während der **Referenzkartierung in Aarau** wurden mit 11 Arten ähnlich viele Arten wie auf dem Tellizentrum verzeichnet. Darunter sind die zwei Arten *Argynnis paphia* und *Vanessa atalanta*, für die Dachbegrünungen aufgrund ihrer Lebensraumsprüche (Wald bzw. Waldrand (Imbeck-Löffler, 2017)) oder ihrer Raupenfutterpflanze (Brennnessel (Imbeck-Löffler, 2017)) nicht als Lebensraum geeignet sind. Die deutlich kleinere Anzahl gefundener Individuen bei der 2. Referenzkartierung in Aarau lässt sich wahrscheinlich durch die Mahd erklären. So war zu diesem Zeitpunkt ein Grossteil der begangenen Flächen bereits gemäht.

Auf dem **Universitätsspital Basel** wurden mit 8 Individuen von 2 Arten am wenigsten Tagfalter gefunden. Dabei wurde nur ein Individuum (*Polyommatus icarus* oder *Lysandra bellargus*) auf dem OP-Gebäude erfasst, die restlichen hielten sich auf dem Dach des Klinikums 2 auf. Eine mögliche Erklärung dafür könnte das junge Alter des OP-Daches sein. So weisen frisch erstellte Dachbegrünungen zu Beginn meist niedrigere Individuen- und Artenzahlen auf, welche dann erst nach zwei bis drei Jahren ansteigen (Mann, 1998). Dazu kommt, dass das OP-Gebäude von allen untersuchten Dächern die kleinste Fläche aufweist. Während der Referenzkartierung in Basel Riehen wurden im Vergleich zum USB nur zwei Arten mehr (*Maniola jurtina* und *Pieris rapae*) verzeichnet. Bei den Individuenzahlen gibt es jedoch eine grössere Differenz. Während auf dem USB innerhalb von vier Begehungen nur 8 Individuen gefunden wurden, wurden in Basel Riehen während nur einer Begehung rund 35 Falter erfasst. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei der Referenzkartierung eine erheblich grössere Fläche abgesehen wurde.

Mit 12 Individuen von mindestens 3 unterschiedlichen Arten unterscheidet sich die Individuen- und Artenzahl des **Coop Lobos** nur geringfügig von der des Universitätsspitals Basel. Da die Gebäudehöhe die Nistaktivität von Bestäubern limitieren kann (Maclvor (2013), gefunden in Sutton (2015)), könnte beim Coop Lobos die vergleichsweise grosse Gebäudehöhe der Grund für das Ausbleiben gewisser Arten sein. Hinzu kommt, dass die Substratdicke an gewissen Stellen auf dem Dach lediglich 6 cm beträgt und der rein visuell beurteilte Deckungsgrad der Vegetation im Vergleich zu den anderen Dächern gering ist.

5.2 Festgestellte Arten

Im Rahmen dieser Arbeit konnte erneut bestätigt werden, dass auf Dachbegrünungen nicht nur häufige, sondern auch seltene und potentiell gefährdete Arten vorkommen können. Zudem wurden nicht nur Generalisten wie zum Beispiel *Coenonympha pamphilus* sondern auch Spezialisten wie *Spialia sertorius* festgestellt.

Die meisten festgestellten Arten benötigen extensive, trockene oder feuchte Wiesen. Es wurden jedoch insbesondere beim Tellizentrum auch Arten wie *Pieris napi* und *Maniola jurtina* erfasst, die sich gerne in Waldrandnähe aufhalten (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991). Dies könnte den

bereits erwähnten Einfluss der Umgebung auf die Artzusammensetzung bekräftigen. Des Weiteren finden auch Arten wie *Spialia sertorius*, die auf lückenhaft bewachsenen Stellen angewiesen sind (Bellmann, 2016), einen passenden Lebensraum auf Dachbegrünungen mit steinigten Stellen wie beim Tellizentrum.

In der Stadtflora dominieren unter anderem Kreuzblütengewächse und Gräser (Ineichen et al., 2012). Dies begünstigt Schmetterlingsarten, deren Nahrungsspektren auf diese Familien ausgerichtet sind. Es verwundert daher nicht, dass auch auf den begrünten Dächern einige Arten mit diesen Nahrungsspektren festgestellt wurden. So ernähren sich die Raupen von *Maniola jurtina*, *Coenonympha pamphilus*, *Ochlodes venata* und *Thymelicus sylvestris* von diversen Gräserarten und die Raupen von *Pieris rapae* und *Pieris napi* von Kreuzblütlern (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012).

Aufgrund ihrer Anspruchslosigkeit profitiert *Ochlodes venata* von naturnahen Gärten (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012) und somit wahrscheinlich auch von extensiven Dachbegrünungen. Da die Art generell in kleineren Individuenzahlen vorkommt (Imbeck-Löffler, 2017), ist es nicht erstaunlich, dass im Rahmen der Erhebungen nur ein Individuum gefunden wurde. Dies gilt auch für die Art *Pyrgus armoricanus*, von welcher auf dem Seewasserwerk Moos drei Individuen festgestellt wurden. *Pyrgus armoricanus* weist normalerweise ebenfalls niedrige Populationsdichten auf (Imbeck-Löffler, 2017).

Das Unterscheidungsmerkmal von *Polyommatus icarus* und *Lysandra bellargus* sind die gescheckten Flügelfransen von *Lysandra bellargus* (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012). Sind die Flügelfransen abgeflogen, kann der Falter nicht mehr mit Sicherheit einer der beiden Arten zugewiesen werden. Da es sich bei allen im Rahmen dieser Untersuchung erfassten Individuen mit Fransen um die Art *Polyommatus icarus* und nicht um die Art *Lysandra bellargus* handelte, lässt vermuten, dass es sich bei den Individuen mit den abgeflogenen Fransen ebenfalls um die Art *Polyommatus icarus* handeln dürfte.

Bei mobilen Tiergruppen wie die Tagfalter besteht die Möglichkeit, dass einzelne erfasste Individuen nicht zur Fauna des Daches gehören, sondern einfach nur vorbeigeflogen sind. Dies könnte auf die Individuen von *Vanessa cardui* und *Pieris rapae* zutreffen, insbesondere weil es sich bei den Arten um Wanderfalter handelt (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012). Dass *Vanessa cardui* jeweils nur einmalig auf dem Tellizentrum, dem Seewasserwerk und dem Coop Lobos gefunden wurde, spricht für diese Vermutung. Dies könnte auch auf *Aglais urticae* zutreffen, welcher trotz fehlender Raupenfutterpflanzen auf dem Tellizentrum festgestellt wurde. Die Blüten der Dachbegrünung könnten in diesem Fall als Nektarquelle für den Falter gedient haben.

Auch wenn die in den Barberfallen gefundenen Raupen keiner Art zugewiesen werden konnten, konnte damit immerhin festgesellt werden, dass auf den Dächern des Coop Lobos und des Tellizentrums Reproduktion stattfindet. Des Weiteren konnte auf dem Seewasserwerk Moos ein

kopulierendes Paar von *Zygaena filipendulae* beobachtet werden. So dienen die Dachbegrünungen des Coop Lobos, Tellizentrums und des Seewasserwerks Moos nicht nur als Nahrungsquelle für die Falter, sondern für gewisse Arten auch als Reproduktionslebensraum.

5.3 Fehlende Arten

Beim Vergleich von den Ergebnissen mit Sichtungen von CSCF und mit Daten von Erfolgskontrollen (Stalling et al., 2019) und sonstigen Erhebungen (Dusej, 2011) sind einige Differenzen auszumachen. Das Fehlen vieler Arten kann jedoch durch auf den Dächern fehlende Raupenfutterpflanzen oder anderer Lebensraumansprüche erklärt werden. So benötigen *Aglais io*, *Aglais urticae*, *Araschnia levana* und *Vanessa atalanta* Brennnesseln als Raupenfutterpflanze in ihrem Lebensraum (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012). Brennnesseln sind jedoch aufgrund ihres erhöhten Nährstoffbedarfs (Lauber et al., 2018) nicht auf Dachbegrünungen zu finden.

Des Weiteren fehlen Arten wie *Apatura ilia* und *Celastrina argiolus*, welche auf die Anwesenheit von gewissen Baumarten wie Weiden, Pappeln oder Hartriegel als Raupenfutterpflanzen angewiesen sind (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012). Auffallend ist zudem die Absenz von Arten wie *Fabriciana adippe* und *Issoria lathonia*, welche Veilchenarten als Raupenfutterpflanzen benötigen (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012).

Das Fehlen von gewissen weiteren Arten kann jedoch weder anhand der Raupenfutterpflanze, noch aufgrund der Lebensraumansprüche erklärt werden. So wurde *Erynnis tages*, welcher sich gerne auf feuchten bis trockenen extensiv genutzten Flächen aufhält (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe & Pro Natura, 1997) und dessen Raupen sich vom Gemeinen Hufeisenklee ernähren (Bühler-Cortesi & Wymann, 2012), nicht verzeichnet. Da *Erynnis tages* jedoch zu den frühfliegenden Arten zählt (Imbeck-Löffler, 2017) und das erste Zeitfenster der Erhebung im Mai nicht wahrgenommen werden konnte, lässt vermuten, dass die Art trotzdem auf dem Seewasserwerk Moos vorkommen könnte. Dies wird dadurch bestärkt, dass die Art dort schon einmal in einer Untersuchung im Jahr 2010 verzeichnet wurde (Brenneisen et al., 2010).

5.4 Förderung und Aufwertungsmassnahmen

Es ist wichtig, ökologische Prozesse der urbanen Ökosysteme zu verstehen und die Erkenntnisse bei der urbanen Planung zu berücksichtigen (Douglas et al., 2015; Sutton, 2015). Da die Lebensraumvernetzung die Artenzusammensetzung und -vielfalt in urbanen Ökosystemen erheblich beeinflusst (Braaker, 2012), ist es wichtig, Dachbegrünungen nicht als isolierten Lebensraum zu betrachten, sondern auch andere städtische Grünräume wie Parks in die Planung miteinzubeziehen (Ramírez-Restrepo & MacGregor-Fors, 2017). So könnten zum Beispiel im Zuge der Parkplanung bei der Sträucher- und Baumartenwahl die Bedürfnisse von Tagfalterarten wie *Satyrrium w-album*

oder *Thecla betulae* berücksichtigt werden. Diese sind auf Sträucher oder Bäume angewiesen. Da einige der fehlenden Tagfalterarten Brennnesseln als Raupenfutterpflanze benötigen, wäre die Etablierung dieser Pflanze in Parks sicherlich wünschenswert. So könnte erreicht werden, dass Arten wie *Aglais io*, *Aglais urticae* und *Araschnia levana* ebenfalls von urbanen Räumen profitieren könnten. Bei der Pflege der Parkanlage sollte demnach auch Rücksicht auf die unterschiedlichen Stadien der Schmetterlinge genommen werden. Besonders sollte der Rückschnitt der Sträucher erst nach dem Ausfliegen der Schmetterlinge geschehen, sodass das Abführen von Puppen verhindert wird.

Damit auch die Dachbegrünungen nicht zu Habitatssenken werden, ist es besonders wichtig, dass die Lebenszyklen der Tagfalter und anderen Insekten nicht durch Pflegemassnahmen unterbrochen werden (Sutton, 2015). Deshalb ist die Anpassung des Schnittzeitpunktes wichtig für den Fortbestand und die Förderung von Tagfaltern und anderen Insektengruppen.

Bei der Erstellung von Dachbegrünungen auf neuen Gebäuden soll eine möglichst grosse strukturelle Vielfalt, Substrattiefe und Flächengrösse angestrebt werden. Die Etablierung und Förderung von weiteren Raupenfutterpflanzen wie *Viola sp.* auf Dachbegrünungen unter Berücksichtigung der Standortansprüche wäre zudem ein prüfenswerter Ansatz.

Generell sollten die Dachbegrünungen nicht als Ersatz von ebenerdigen Habitaten betrachtet werden, sondern als Ergänzung zu diesen. Da die Anzahl Lebensraumtypen, welche auf Dächern geschaffen werden können, limitiert ist, können sie die ebenerdigen Habitate nur bedingt ersetzen. (Dover, 2015).

5.5 Methodenkritik und Ausblick

Im Rahmen dieser Untersuchung war es nicht möglich das erste Zeitfenster im Mai (gemäss Anleitung für die Feldarbeit zum Indikator "Z7-Tagfalter" (BDMS, 2016)) wahrzunehmen. Da in den urbanen Gebieten aufgrund der besonderen klimatischen Bedingungen der Blühzeitpunkt von gewissen Arten früher stattfindet (Ineichen et al., 2012), ist es umso wichtiger, dass dieser Zeitpunkt in zukünftigen Untersuchungen abgedeckt wird. Muss die Feldarbeit in einem zeitlich und/oder finanziell limitierten Rahmen stattfinden, wäre es möglicherweise sinnvoll, die Anzahl Untersuchungsflächen zu verringern, damit die Anzahl Begehungen wie beim Biodiversitätsmonitoring von vier auf sieben Begehungen erhöht werden könnte.

Eine Kombination einer Untersuchung des Tagfaltervorkommens mit Untersuchungen zur vorhandenen Flora könnten weiterreichende Erkenntnisse liefern.

Nur weil gewisse Tagfalterarten auf den Dachbegrünungen festgestellt wurden, heisst es nicht, dass diese die Dachbegrünungen auch als Fortpflanzungslebensraum verwenden. Deshalb sollte in

künftigen Untersuchungen auch ein Fokus auf den Nachweis von Raupen und Puppen gelegt werden. Dies bedeutet jedoch ein grösserer zeitlicher Aufwand, da sich Raupen und Puppen meist gut getarnt in der Vegetation oder am Boden aufhalten.

6 Literatur

- Aitkenhead-Peterson, J., & Volder, A. (2010). *Urban Ecosystem Ecology* (Vol. 55). American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America.
- BDMS. (2016). *Anleitung für die Feldarbeit zum Indikator 'Z7-Tagfalter'*. Bundesamt für Umwelt.
- Bellmann, H. (2016). *Der Kosmos Schmetterlingsführer: Schmetterlinge, Raupen und Nahrungspflanzen*. Kosmos.
- Benvenuti, S. (2014). Wildflower green roofs for urban landscaping, ecological sustainability and biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 124, 151–161.
- Birrer, S., & Plattner, M. (2009). *Kommentierte Checkliste der Tagfalterarten des Kantons Basel-Landschaft*.
- Braaker, S. (2012). *Habitat connectivity in an urban ecosystem* [Doktorarbeit]. ETHZ.
- Brenneisen, S. (2002). *Eldorado für Spinnen und Käfer: Begrünte Dächer als ökologische Ausgleichsflächen*.
- Brenneisen, S. (2009). *Ökologisches Ausgleichspotenzial von extensiven Dachbegrünungen: Bedeutung des Ersatz-Ökotopts für den Arten- und Naturschutz und die Stadtentwicklungsplanung*. Selbstverlag der Abteilung Physiogeographie der Universität Basel.
- Brenneisen, S., & Hänggi, A. (2006). Begrünte Dächer—Ökofaunistische Charakterisierung eines neuen Habitattyps in Siedlungsgebieten anhand eines Vergleichs der Spinnenfauna von Dachbegrünungen mit naturschutzrelevanten Bahnarealen in Basel (Schweiz). *Mitteilungen Der Naturforschenden Gesellschaften Beider Basel*.
- Brenneisen, S., Schneider, R., & Schoop, J. (2010). *Untersuchung zum Management der Dachwiesen auf dem Seewasserwerk Moos in Wollishofen (Zürich)* [Zwischenbericht, unveröffentlicht].

- Bühler-Cortesi, T., & Wymann, H.-P. (2012). *Schmetterlinge: Tagfalter der Schweiz* (2., korr. Aufl.). Haupt.
- BVU. (2008). *Verantwortungsarten Kanton Aargau*. Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt.
- Carter, D., Cassada, R., & Greenaway, F. (1994). *Tag- und Nachtfalter*. Ravensburger Buchverlag.
- Danhieux, N. (2012). *Vorkommen einer seltenen Heuschreckenart—Grüne Strandschrecke (Aiolopus thalassinus)*. ZHAW.
- Douglas, I., Goode, D., Houck, M., & Wang, R. (2015). *The Routledge handbook of urban ecology*. Routledge.
- Dover, J. (2015). *Green infrastructure: Incorporating plants and enhancing biodiversity in buildings and urban environments*. Routledge.
- Dusej, G. (2011). *Die Tagfalter in der Stadt Aarau*. Stadtbauamt Aarau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt Kanton Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer.
- Dylewski, Ł., Maćkowiak, Ł., & Banaszak-Cibicka, W. (2019). Are all urban green spaces a favourable habitat for pollinator communities? Bees, butterflies and hoverflies in different urban green areas. *Ecological Entomology*, 44(5), 678–689.
- Endlicher, W. (2012). *Einführung in die Stadtökologie: Grundzüge des urbanen Mensch-Umwelt-Systems* (Vol. 3640). Ulmer.
- Galm, R. (2019). *Ökologische Erfolgskontrolle Dachbegrünungen* [Bachelorarbeit]. ZHAW.
- Gunnell, K., Murphy, B., & Williams, C. (2013). *Designing for biodiversity: A technical guide for new and existing buildings* (2nd ed.). Riba Publishing.
- Heller, P. (2018). *Dachbegrünungen als Nisthabitate für bodennistende Wildbienen: Biologische Fallen oder Chancen?* [Semesterarbeit 1]. ZHAW.

- Horch, P., Baumann, N., Abt, I., Wirz, R., & Brenneisen, S. (2015). *Erfolgreiche Kiebitzbruten auf extensiv begrüntem Flachdächern*.
- Imbeck-Löffler, P. (2017). *Tagfalter und Widderchen der Region Basel: Nordwestschweiz/Süd-Baden/Süd-Elsass* (Vol. 101). Verlag Basel-Landschaft.
- Ineichen, S., Klausnitzer, B., & Ruckstuhl, M. (2012). *Stadtfauna: 600 Tierarten unserer Städte*. Haupt.
- Kadas, G. (2010). *Green roofs and biodiversity: Can green roofs provide habitat for invertebrates in an urban environment?* Lap Lambert Academic.
- Kadlec, T., Tropek, R., & Konvicka, M. (2012). Timed surveys and transect walks as comparable methods for monitoring butterflies in small plots. *Journal of Insect Conservation*, 16(2), 275–280.
- Köhler, M., & Ansel, W. (2012). *Handbuch Bauwerksbegrünung: Planung - Konstruktion - Ausführung*. Rudolf Müller.
- Kolb, W., & Schwarz, T. (1999). *Dachbegrünung: Intensiv und extensiv*. Ulmer.
- Krummen, R., Mazenauer, D., & Schaub, M. (2013). *Biodiversität auf begrüntem Dächern in San Francisco (Kalifornien) und Portland (Oregon)* [Bachelorarbeit]. ZHAW.
- Krupka, B. (1992). *Dachbegrünung: Pflanzen- und Vegetationsanwendung an Bauwerken*. Ulmer.
- Landolt, E., & Hirzel, R. (2001). *Flora der Stadt Zürich: (1984 - 1998)*. Birkhäuser.
- Lauber, K., Wagner, G., Gygax, A., Eggenberg, S., Bornand, C., Juillerat, P., Jutzi, M., Möhl, A., Nyffeler, R., & Santiago, H. (2018). *Flora Helvetica* (Sechste, vollständig überarbeitete Auflage).
- Lepidopterologen-Arbeitsgruppe. (1991). *Tagfalter und ihre Lebensräume* (3rd ed., Vol. 1). SBN.
- Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, & Pro Natura. (1997). *Schmetterlinge und ihre Lebensräume* (Vol. 2). Fotorotar AG.

- Maclvor, J. (2013). *Constraints to bee and wasp nesting habitat on green roofs*. Proceedings of the cities alive annual green roof and wall conference, San Francisco.
- Mann, G. (1998). *Vorkommen und Bedeutung von Bodentieren (Makrofauna) auf begrünten Dächern in Abhängigkeit von der Vegetationsform* [Dissertation]. Eberhard-Karls-Universität.
- Nöthiger-Koch, U., & Schmill, J. (2014). *Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM*.
- Pétremand, G., Chittaro, Y., Braaker, S., Brenneisen, S., Gerner, M., Obrist, M. K., Rochefort, S., Szallies, A., & Moretti, M. (2018). Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) communities on green roofs in Switzerland: synthesis and perspectives. *Urban Ecosystems*, 21(1), 119–132.
- Plattner, F. (2019). *Erfolgskontrolle von ökologischen Ausgleichsmassnahmen auf begrünten Dachflächen in Basel* [Bachelorarbeit]. ZHAW.
- Ramírez-Restrepo, L., & MacGregor-Fors, I. (2017). Butterflies in the city: A review of urban diurnal Lepidoptera. *Urban Ecosystems*, 20(1), 171–182.
- Razryadov, J. (2012). *Observational Study on Orthoptera residing on Green Roofs in Basel and Zurich* [Forschungsbericht unpubliziert]. ZHAW Forschungsgruppe Dachbegrünung.
- Rey, A., & Wiedemeier, P. (2004). *Tagfalter als Ziel- und Leitarten: Planungshilfe für Vernetzungsprojekte und Landschaftsentwicklungskonzepte im landwirtschaftlichen Kulturland: Vol. Nr. 27*. Pro Natura.
- Santoleri, M. (2017). *Naturnahe Gestaltung von Dachbegrünungen* [Semesterarbeit 2]. ZHAW.
- Schiess, H. (2018). *Artenliste 'Tagfalter' Kanton Zürich ('Echte' Tagfalter, Dickkopffalter, rotgefleckte Widderchen)—Stand März 2018*. Verein Schmetterlingsförderung im Kanton Zürich.
- Settele, J. (2015). *Schmetterlinge: Die Tagfalter Deutschlands* (3rd ed.). Ulmer.
- Speck, M. (2009). *Dachbegrünungen als Ersatzhabitats für die Blauflügelige Ödlandschrecke* [Bachelorarbeit]. ZHAW.

- Stalling, T., Martinez, N., Heer, N., Knecht, M., Birrer, S., & Plattner, M. (2019). *Erfolgskontrolle Biodiversitätsförderflächen im Kanton Basel-Stadt* [Schlussbericht]. Amt für Umwelt und Energie und Stadtgärtnerei Basel-Stadt.
- Starry, O., Gonsalves, S., Ksiazek-Mikenas, K., MacIvor, J. S., Gardner, M., Szallies, A., & Brenneisen, S. (2018). *A Global Comparison of Beetle Community Composition on Green Roofs and the Potential for Homogenization*. 1.
- Steinmann, M. (2014). *Käfer auf Dachbegrünungen—Untersuchungen zum ökologischen Ausgleichspotential und Habitatvergleiche von Dachbegrünungen* [Semesterarbeit 1]. ZHAW.
- Sutton, R. K. (2015). *Green roof ecosystems* (Vol. 223). Springer.
- Verein Schmetterlingsförderung im Kanton Zürich. (2014). *Tagfalterinventar des Kantons Zürich 2011/2012. Kartierung in 46 ausgewählten Gemeinden und Vergleich mit 1990-92*.
- Wang, J. W., Poh, C. H., Tan, C. Y. T., Lee, V. N., Jain, A., & Webb, E. L. (2017). Building biodiversity: Drivers of bird and butterfly diversity on tropical urban roof gardens. *Ecosphere*, 8(9).
- Weidemann, H.-J. (1995). *Tagfalter: (Alle heimischen Arten, Alpenarten als Auswahl) : Biologie, Ökologie, Biotopschutz : mit einer Einführung in die Vegetationskunde* (2nd ed.). Naturbuch-Verlag.
- Wermeille, E., Chittaro, Y., & Gonseth, Y. (2014). *Rote Liste Tagfalter und Widderchen. Gefährdete Arten der Schweiz. Stand 2012*. Bundesamt für Umwelt (BAFU).
- Zehnder, J. (2011). *Begrünte Dächer—Fördermöglichkeiten für bodennistende Wildbienen* [Bachelorarbeit]. ZHAW.




Abbildungsverzeichnis




Abbildung 1: Untersuchte Dachflächen des Universitätsspitals Basel, OP = OP-Gebäude, K2= Klinikum 2, Autorin: C. Schlatter.....	10
Abbildung 2: Fotografien der Dachbegrünung des Klinikums 2 (A & B) und des OP-Gebäudes (C), Quelle: C. Schlatter.....	10
Abbildung 3: Untersuchte Dachflächen des Coop Lobos Pratteln, Autorin: C. Schlatter.....	11
Abbildung 4: Fotografien der Dachbegrünung des Coop Lobos Pratteln (A-C), Quelle: C. Schlatter	11
Abbildung 5: Untersuchte Dachfläche des Tellizentrums in Aarau, Autorin: C. Schlatter.....	12
Abbildung 6: Fotografien der Dachbegrünung des Tellizentrums in Aarau; A & B: Wiesenflächen, C: Kies- und Steinfläche Quelle: C. Schlatter	12
Abbildung 7: Untersuchte Dachflächen des Seewasserwerk Moos (Nr. 1-4) in Wollishofen, Autorin: C. Schlatter	13
Abbildung 8: Fotografien der Dachbegrünung des Seewasserwerks Moos in Wollishofen (A-C), Quelle: C. Schlatter.....	13
Abbildung 9: Untersuchte Referenzfläche in Basel Riehen, Autorin C. Schlatter.....	15
Abbildung 10: Untersuchte Referenzfläche in Aarau, Autorin: C. Schlatter.....	15
Abbildung 11: Gespinst unter einem Stein auf dem Tellizentrum in Aarau	22
Abbildung 12: Gespinste unter Steinen (links und Mitte) und sonstige Insektenester unter Totholz (rechts) auf dem Coop Lobos, Quelle: C. Schlatter	23
Abbildung 13: Gespinst an Totholz (links), Schnecke (Mitte), Pilz an Totholz (rechts) auf dem Coop Lobos, Quelle: C. Schlatter	23
Abbildung 14: Gespinst in einem Blatt (links) und puppenartige Gebilde (Mitte und rechts) auf dem Dach der St. Jakobshalle; Quelle: C. Schlatter.....	24
Abbildung 15: Raupe unter Totholz auf dem USB; Quelle: C. Schlatter	24
Abbildung 16: Raupe unter Totholz auf dem USB; Quelle: C. Schlatter	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Eine Auswahl von Untersuchungen zur Fauna von Dachbegrünungen	1
Tabelle 2: Aufnahmezeitfenster.....	14
Tabelle 3: Auf den Dächern Coop Lobos, Universitätsspital Basel (USB), Seewasserwerk Moos und Tellizentrum gefundene Tagfalterarten, Anzahl gefundener Individuen pro Dach, Gefährdungskategorie gemäss IUCN (Wermeille et al., 2014), Häufigkeit im Kanton Basel-Landschaft (BL) (Birrer & Plattner, 2009), Häufigkeit im Kanton Zürich (ZH) (Schiess, 2018) und der jeweilige Lebensraum (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe, 1991; Lepidopterologen-Arbeitsgruppe & Pro Natura, 1997); LC = nicht gefährdet, NT = potentiell gefährdet.....	17
Tabelle 4: Während der Referenzkartierung in Aarau gefundene Tagfalterarten, Anzahl Individuen pro Art und Datum.....	20
Tabelle 5: Während der Referenzkartierung in Basel Riehen gefundene Tagfalterarten, Anzahl Individuen pro Art und Datum	21
Tabelle 6: Anzahl gefundener Raupen pro Dach.....	22

Anhang 1 - Bildnachweise

<p><i>Aglais urticae</i> – Der Kleine Fuchs</p>	 A photograph of a butterfly with bright orange wings and black markings, including a black band near the apex and a black border along the edges. The wings are spread, and the butterfly is resting on a yellow surface.
<p><i>Aricia agestis</i> – Kleiner Sonnenröschen- Bläuling</p>	 A photograph of a butterfly with a brownish-grey dorsal side and a ventral side that is light grey with numerous orange and black spots. The wings are spread, and the butterfly is resting on a yellow surface.
<p><i>Coenonympha pamphilus</i> – Kleines Wiesenvögelchen</p>	 A photograph of a butterfly with a brownish-orange dorsal side and a ventral side that is light brown with a prominent black eye spot near the apex. The wings are spread, and the butterfly is resting on a yellow surface.

<p><i>Cupido argiades</i> – <i>Kurzschwänziger Bläuling</i></p>	
<p><i>Leptidea sinapis</i>, L. <i>juvernica</i> – <i>Tintenfleck</i></p>	
<p><i>Maniola jurtina</i> – <i>Grosses Ochsenauge</i></p>	

Ochlodes venata –
Mattfleckiger Kommafalter






Pieris napi –
Grünaderweissling



Pieris rapae –
Kleiner Kohlweissling

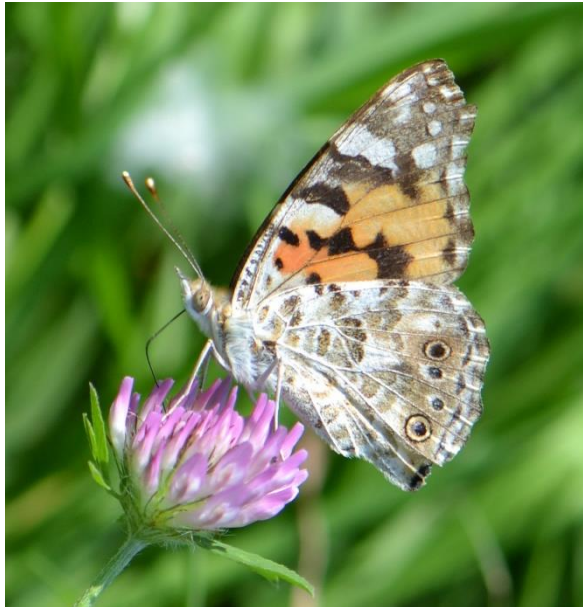


<p><i>Polyommatus icarus</i> – <i>Hauhechel-Bläuling</i></p>	
<p><i>Pyrgus armoricanus</i> – <i>Zweibrütiger Würfelfalter</i></p>	
<p><i>Spialia sertorius</i> – <i>Roter Würfelfalter</i></p>	

Thymelicus sylvestris –
Braunkolbiger Braun-
Dickkopffalter



Vanessa cardui –
Distelfalter



Zygaena filipendulae –
Gemeines Widderchen



Zygaena viciae –
Kleines Fünffleck-
Widderchen



Anhang 2 – Aufgabenstellung

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften



**Life Sciences und
Facility Management**

Institut für Umwelt und
Natürliche Ressourcen

Bachelorarbeit	
Studienjahrgang	UI 2016
Titel	Tagfalter-Vorkommen auf Dachbegrünungen
Vertraulich	ja X nein
Fachgebiet	Stadtökologie
Namen	StudentIn Céline Schlatter, Gründenstrasse 67b, 8247 Flurlingen Tel: +41 79 522 02 73 Email: schlacel@students.zhaw.ch
	1. Korrektor Stephan Brenneisen, ZHAW LSFM, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Grüental, 8820 Wädenswil Tel: +41 58 934 59 29 Email: stephan.brenneisen@zhaw.ch
	2. Korrektor Dr. Alexander Szallies, ZHAW LSFM, Departement N, IUNR
Aufgabenstellung	<p>Im Rahmen verschiedener Studentenarbeiten wurde auf unterschiedlichen Dachbegrünungen das Vorkommen von Käfern und Heuschrecken untersucht. Nun soll auch das Vorkommen von Tagfalter auf diesen Dächern untersucht werden, um die Funktionalität von Dachbegrünungen möglichst umfassend und auf verschiedene Tiergruppen bezogen beschreiben zu können.</p> <p>Im Gegensatz zu Käfern oder Heuschrecken nutzen Tagfalter in der Regel Dachbegrünungen nicht als Dauerlebensräume. Neben der Nutzung als Nahrungshabitat für die flugfähigen Imagos können Dachbegrünungen funktionell jedoch auch zur Eiablage genutzt werden oder als Nahrungs- und Dauerlebensraum für die Raupen.</p> <p>Zielsetzungen: Im Rahmen einer Bachelorarbeit an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften soll auf mehreren begrünten Dächern in Basel, Aarau, Wollishofen und Pratteln das Vorkommen von Tagfaltern untersucht werden. Mit den gewonnenen Erkenntnissen sollen Massnahmen erarbeitet werden, wie unterschiedliche Tagfalter-Arten auf den begrünten Dächern gefördert werden könnten.</p> <p>Ergänzend sollen methodische Tests durchgeführt werden mit Bezug zum Biodiversitätsmonitoring der Schweiz sowie ein methodisches Vorgehen ausgearbeitet werden, wie Dachbegrünungen gezielt untersucht werden können, um das Potenzial als Lebensraum für alle Lebensstadien von</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Ausgangslage • Zielsetzungen • Zusätzliche Auftragsmodalitäten 	

	<p>Tagfaltern nachzuweisen.</p> <p>Forschungsfragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Tagfalter-Arten können auf ausgewählten begrünten Dächern festgestellt werden? • Gibt es Möglichkeiten gewisse Tagfalter-Arten auf Dachbegrünungen zu fördern? • Mit welchen Methoden und mit welchem Vorgehen kann der Nutzen von Dachbegrünungen für Tagfalter nachgewiesen werden. <p>Provisorisches Inhaltsverzeichnis:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zusammenfassung 2. Abstract 3. Inhaltsverzeichnis 4. Einleitung 5. Material und Methoden 6. Resultate 7. Diskussion 8. Anhang <p>Zusätzliche Abgabemodalität: Abgabe eines Posters, mündliche Präsentation</p>
Formale Anforderungen	Alle relevanten Merkblätter zu studentischen Arbeiten
Zeitplan	<p><i>Juni 2019 bis September 2019: Durchführung Feldarbeit</i></p> <p><i>Oktober 2019: Kapitel Einleitung und Methoden schreiben, Literaturrecherche</i></p> <p><i>November 2019: Auswertung und Darstellung der Resultate und Literaturrecherche, Kapitel Diskussion</i></p> <p><i>Dezember 2019: Überprüfung der Arbeit und Erstellung des Posters</i></p> <p><i>9. Januar 2020: Abgabe</i></p>
Abgabetermin (12.00 Uhr)	09.01.2020
Bemerkungen	
Arbeitsort	Basel, Pratteln, Wollishofen, Aarau

Plagiate verstossen gegen die Urheberrechte, eine Verletzung dieser Rechte wird gemäss der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorstudiengänge der Hochschule Wädenswil vom 01.09.2006 in § 38, 39 geregelt. Diese Studien- und Prüfungsordnung gilt für alle Bachelorstudienjahrgänge bis und mit Studienstart 2009.

Für Bachelorstudienjahrgänge mit Studienbeginn ab 2010 und die Masterstudiengänge mit Studienbeginn ab 2009 gilt § 39 der Rahmenprüfungsordnung für Bachelor- und Masterstudiengänge an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften vom 29.01.2008.

Anhang 3 – Eigenständigkeitserklärung



Erklärung betreffend das selbständige Verfassen einer Bachelorarbeit im Departement Life Sciences und Facility Management

Mit der Abgabe dieser Bachelorarbeit versichert die Studierende, dass sie die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst hat.

Die unterzeichnende Studierende erklärt, dass alle verwendeten Quellen (auch Internetseiten) im Text oder Anhang korrekt ausgewiesen sind, d.h. dass die Bachelorarbeit keine Plagiate enthält, also keine Teile, die teilweise oder vollständig aus einem fremden Text oder einer fremden Arbeit unter Vorgabe der eigenen Urheberschaft bzw. ohne Quellenangabe übernommen worden sind.

Bei Verfehlungen aller Art treten Paragraph 39 und Paragraph 40 der Rahmenprüfungsordnung für die Bachelor- und Masterstudiengänge an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften vom 29. Januar 2008 sowie die Bestimmungen der Disziplinarmassnahmen der Hochschulordnung in Kraft.

Ort, Datum:

Unterschrift

06.01.2020.....

C. Schlatter.....

Das Original dieses Formulars ist bei der ZHAW-Version aller abgegebenen Bachelorarbeiten im Anhang mit Original-Unterschriften und -Datum (keine Kopie) einzufügen.