



UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN

# Masterarbeit

## Untersuchungen zum Befall durch Dickmaulrüssler (*otiorhynchus ssp.*) in unterschiedlichen Fassadenbegrünungssystemen

verfasst von

Victoria STROHMAIER, BSc

im Rahmen des Masterstudiums

Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieurin

Wien, Juni 2022

Betreut von:

Univ.Prof.<sup>in</sup> DI<sup>in</sup> Dr.<sup>in</sup> Rosemarie Stangl  
Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau (IBLB)  
Department für Bautechnik und Naturgefahren



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Bautechnik und Naturgefahren

Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau (IBLB)

Vorstand: Rosemarie Stangl, Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.

Betreuer/Betreuerin/Betreuerinnen:

Rosemarie Stangl, Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.

Ulrike Pitha, Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.

HOW TO CATCH A BUG.  
UNTERSUCHUNGEN ZUM BEFALL DURCH  
DICKMAULRÜSSLER (*OTIORHYNCHUS SSP.*) IN  
UNTERSCHIEDLICHEN  
FASSADENBEGRÜNUNGSSYSTEMEN

Masterarbeit  
an der Universität für Bodenkultur

Eingereicht von  
Victoria Strohmaier BSc.

Wien, 2022



## **Danksagung**

Zu danken habe ich Ulrike Pitha, die es mir ermöglicht hat diese Arbeit am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau zu verfassen und die Themenwahl inspiriert hat. Ich bedanke mich bei Rosmarie Stangl für die Betreuung, die aufmerksamen Korrekturen und die unterstützenden Anregungen. Für die Hilfe bei der Standortauswahl danke ich Elisabeth Gruchmann und Ralf Dopheide, für die Beantwortung zu Fragen in ihrem Fachgebiet Bernhard Spangl, Sabine Pleininger und Elisabeth Koschier.



## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich diese Arbeit selbstständig verfasst habe. Es wurden nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Formulierungen und Gedanken sind als solche gekennzeichnet.

Diese schriftliche Arbeit wurde noch an keiner anderen Stelle vorgelegt.

Wien, 2022

Victoria Strohmaier



## Abstract / Kurzfassung

### English

In order to find out how to proceed when a black weevil infestation (*Otiorhynchus ssp.*) is suspected in green facades, different survey systems were tested under practical conditions to assess their suitability for monitoring purposes. SWOT analyses were conducted to evaluate the survey methods investigated. In addition, initial principles were developed as a basis for decision support. After a literature review, identified promising methods were selected and materials were compiled to test them at four sites during three surveys in the period April - October 2021.

Obtaining infestation data during the selected period was not fully satisfactory with the trap systems tested (trap board, cup trap, flexible cloth "ruffle trap"). The analysis of the survey systems showed that they are suitable for different purposes. The evaluation of the plants appeared to be the most useful of the methods tested for classifying the weevil infestations. While larval findings and adapted tapping can be used to verify infestation in addition to assessing the damage on the leaves, these, along with effective trapping systems, also hold the potential to optimize regulation efforts by identifying the appropriate time for control by enabling species identification. A decision tree was elaborated to support users as a basic framework. It helps deriving a recommendation for further action by answering up to five questions about the occurrence of the weevil *Otiorhynchus sp.*, the plants in the system and their appearance, the timing of the assessment, and the assessment of the sensitivity of the site.

This thesis demonstrates the potential of different survey systems in green facades (detection, monitoring, assessment, regulation and adaptation of measures) and presents a first approach to link the results to recommendations for action regarding regulation strategies for green facades.

Keywords: Vine weevil, *Otiorhynchus ssp.*, green facades, pest infestation, methods, monitoring, pest management, decision support

### Deutsch

Um herauszufinden, wie vorgegangen werden kann, wenn ein Dickmaulrüsslerbefall (*Otiorhynchus ssp.*) in Fassadenbegrünungen vermutet wird, wurden verschiedene Erhebungssysteme unter Praxisbedingungen getestet, um deren Eignung für Monitoring-Zwecke zu prüfen. Zur Bewertung der untersuchten Erhebungsmethoden wurden SWOT Analysen durchgeführt. Außerdem wurden erste Grundlagen als Basis für eine Entscheidungshilfe erarbeitet. Nach einer Literaturrecherche wurden identifizierte vielversprechende Methoden ausgewählt und Materialien zusammengestellt, um diese im Zeitraum von April - Oktober 2021 an vier ausgesuchten Standorten im Rahmen von drei Aufnahmen zu testen.

Die Gewinnung von Zählwerten war im gewählten Zeitraum mit den getesteten Fallensystemen (Fangbrett, Becherfalle, flexible Stofffalle „Ruffle Trap“) nicht zufriedenstellend. Die Analyse der Erhebungssysteme ergab, dass diese für unterschiedliche Zwecke geeignet sind. Die Bonitur der Pflanzen schien zur Einordnung des Schädlingsbefalls die brauchbarste der getesteten Methoden zu sein. Während neben der Bewertung des Schadbilds auch Larvenfunde und die adaptierte Klopfprobe zur Verifizierung des Befalls eingesetzt werden können, bergen diese gemeinsam mit effektiven Fallensystemen das Potenzial die Regulierungsmaßnahmen durch das Erkennen des geeigneten Bekämpfungszeitpunkts zu optimieren. Der vorgestellte Entscheidungsbaum hilft Anwender\*Innen als Grangerüst durch die Beantwortung von bis zu fünf Fragen zum Auftreten des Schädlings *Otiorhynchus sp.*, den Pflanzen im System und deren Erscheinungsbild, dem Zeitpunkt der Beurteilung und der

Einschätzung der Sensibilität des Standortes, letztlich zu einer Empfehlung für das weitere Vorgehen zu gelangen.

Diese Arbeit demonstriert das Potenzial von verschiedenen Erhebungssystemen in Fassadenbegrünungen (Feststellung, Überwachung, Bewertung, Regulierung und Anpassung von Maßnahmen) und stellt einen ersten Ansatz zur Verknüpfung der Ergebnisse mit Handlungsempfehlungen bezüglich der Regulierungsstrategien für Fassadenbegrünungen vor.

Schlüsselwörter: Dickmaulrüssler, *Otiorhynchus* ssp., Fassadenbegrünung, Schädlingsbefall, Methoden, Monitoring, Pflanzenschutz, Entscheidungshilfe

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>Zielsetzung und Abgrenzung der Fragestellung</b>	<b>14</b>
2.1	Zielsetzungen der Arbeit	14
2.2	Erwartungshaltung zum Erkenntnisgewinn	14
<b>3</b>	<b>Aufbau der Arbeit und Forschungsfragen</b>	<b>15</b>
3.1	Gliederung der Arbeit	15
3.2	Die Fragestellungen	16
<b>4</b>	<b>Darstellung der Grundlagen</b>	<b>17</b>
4.1	Fassadenbegrünungen	17
4.1.1	Funktionen von Begrünungen	17
4.1.2	Systeme	20
4.1.3	Darstellung ausgewählter Komponenten von Fassadenbegrünungen	22
4.1.4	Standortfaktoren	24
4.1.5	Pflegemaßnahmen	25
4.2	Dickmaulrüssler ( <i>Otiorhynchus sp.</i> )	25
4.2.1	Biologie und Entwicklungszyklus	25
4.2.2	Entwicklungsstadien und Bestimmungsmöglichkeiten	27
4.2.3	Ausbreitung und Schadwirkung	29
4.3	Integrierter Pflanzenschutz (IPM)	32
4.3.1	Förderung von natürlichen Feinden	32
4.3.2	Minimierung von Pestizideinsatz	33
4.3.3	Überwachung und Abstimmung	33
4.3.4	Ökonomische Schadschwelle und Bekämpfungsschwelle	33
4.4	Monitoring von <i>Otiorhynchus sp.</i>	34
4.4.1	Beschreibung ausgewählter Versuche zum Monitoring	34
4.4.2	Design von Monitoring- und Kontrollsystemen	36
4.4.3	Bonitur der Pflanzen	38
4.5	Pflanzenschutzanwendungen	39
4.5.1	Entomopathogene Nematoden (EPN)	39
4.5.2	Entomopathogene Pilze (EPF)	42
4.5.3	Sonstige Behandlungsmöglichkeiten	44
<b>5</b>	<b>Methoden und Materialien</b>	<b>46</b>
5.1	Versuche zur Erprobung unterschiedlicher Erhebungsmethoden	46
5.1.1	Erhebung 1: Aufnahmen von potenziellen Projektstandorten	46

5.1.2	Erhebung 2: Monitoring der Fassaden mit unterschiedlichen Erhebungssystemen	47
5.1.3	Erhebung 3: Beurteilung der Pflanzen nach vegetationstechnischen Aufnahmekriterien	52
5.1.4	Zusammenfassende Übersicht der Erhebungen	54
5.2	SWOT-Analyse zur Bewertung der Erhebungsmethoden	55
5.3	Entwurf einer Entscheidungshilfe	55
<b>6</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>57</b>
6.1	Darstellung der Projektstandorte	57
6.1.1	Standort 1: Ausstellungsobjekt MUGLI – Wand	57
6.1.2	Standort 2: Ausstellungsobjekt MUGLI - Tröge	59
6.1.3	Standort 3: Grünwand Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz	61
6.1.4	Standort 4: Trogbepflanzung Rotenturmstraße	63
6.2	Analyse und Interpretation der Erhebungsmethoden und Hilfsmittel	65
6.2.1	Kontrolle des Larvenbefalls durch Grabungen	65
6.2.2	Monitoring mit Fallensystemen	66
6.2.3	Kontrolle mit adaptierter Klopfprobe	67
6.2.4	Bonitur der Fassadenbegrünung	69
6.3	Erstellung einer Entscheidungshilfe	72
6.3.1	Unterteilung der Knotenpunkte	72
6.3.2	Darstellungen einer Entscheidungsfindung	76
<b>7</b>	<b>Diskussion</b>	<b>79</b>
7.1	C: Bewertung des Schädlingsbefalls in Fassadenbegrünungen	79
7.1.1	Auswertung der Standorte mit dem Entscheidungsbaum	79
7.1.2	Mögliche Schärfung der Entscheidungshilfe	81
7.2	B: Zusammenfassende Bewertung der angewandten Erhebungssysteme	81
7.2.1	Kontrolle des Larvenbefalls durch Grabungen	82
7.2.2	Kontrolle des Befalls der Adulten mit der adaptierten Klopfprobe	82
7.2.3	Dickmaulrüsslerpopulationen mit Fallensystemen überwachen	83
7.2.4	Bewertung des Zustands der Pflanzen mit Bonitur für Schädlingsbefall	85
7.3	A: Die Ableitung von Regulierungsstrategien für den Dickmaulrüsslerbefall in Fassadenbegrünungen	85
7.3.1	Maßnahmen, die bei Planung und Bau berücksichtigt werden können	86
7.3.2	Maßnahmen, die bei der Pflege berücksichtigt werden können	87
7.3.3	Maßnahmen nach Befallsfeststellung	87
7.4	Schlussfolgerungen zur Eignung der durchgeführten Erhebungen an Fassadenbegrünungen	91
7.4.1	Erhebungsmethoden im Jahresverlauf	91

7.4.2	Nutzen der getesteten Erhebungsmethoden _____	92
7.4.3	Bauweise, Komponenten und Standorterhebungen _____	94
7.5	Reflexion zu Problemen mit Methoden und Daten _____	95
7.6	Ausblick _____	95
7.7	Zusammenfassende Beantwortung der Forschungsfragen _____	96
7.8	Fazit _____	97
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis _____</b>	<b>99</b>
<b>9</b>	<b>Tabellenverzeichnis _____</b>	<b>105</b>
<b>10</b>	<b>Abbildungsverzeichnis _____</b>	<b>107</b>
<b>11</b>	<b>Anhang _____</b>	<b>111</b>
11.1	Erhebung 1: Auflistung der 19 untersuchten Standorte _____	111
11.2	Erhebung 1: Aufgenommene Daten in Excel – Standorteigenschaften der ausgewählten Projektstandorte _____	112
11.3	Erhebung 2: Aufgenommene Daten in Excel – Erhebungssysteme _____	113
11.4	Erhebung 3: Aufgenommene Daten in Excel – angepasster Boniturbogen für Dickmaulrüsslerbefall _____	115



# 1 Einleitung

Fassadenbegrünungen leisten einen wichtigen Beitrag zur Regulierung des Mikroklimas und verbessern die Luftqualität, vor allem in urbanen Bereichen. Sie haben außerdem eine positive Wirkung auf das menschliche Wohlbefinden und fördern die Biodiversität, indem sie Lebensraum für zahlreiche Arten bieten (MA22 2019,14).

Dieser Lebensraum steht auch Tieren zu Verfügung, die grundsätzlich als unerwünscht gelten. Der gefurchte Dickmaulrüssler und weitere Arten derselben Gattung sind aus dem Kulturpflanzenbau bekannte Käfer. Die nachtaktiven, flugunfähigen Tiere schädigen viele krautige und holzige Pflanzen. Vor allem die Larven des Dickmaulrüsslers, die an Wurzeln und am Wurzelhals nagen, verursachen große Schäden bis hin zum Absterben der Pflanzen (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2019, s.p.).

Befällt der Dickmaulrüssler Fassadenbegrünungen, kann es zum kompletten Ausfall von Systemen kommen. Der Klimawandel und die milden Winter begünstigen die Ausweitung der Populationen. Bauwerksbegrünungen stellen exponierte und sehr abgegrenzte Systeme dar. Diese Begrünungen mit ihrem vollen Leistungsspektrum wiederherzustellen wäre sowohl zeit- als auch kostenintensiv.

Das Auftreten der Käfer kann jedoch auf unterschiedliche Arten reguliert werden. Um richtig reagieren zu können, ist es wichtig, den Befall zeitnah festzustellen. Während das Vorhandensein von Dickmaulrüsslern in einem System in vielen Fällen über das Entdecken von Fraßschäden an den Pflanzen bemerkt wird, stellt das größte Problem bei der Bekämpfung die Überwachung und die richtige zeitliche Einordnung von Maßnahmen dar (van Tol et al. 2012, S. 170).

In der Literatur werden unterschiedliche Erhebungssysteme und Behandlungsmethoden beschrieben, die teilweise unter Praxisbedingungen, aber häufig nur in Laborversuchen erprobt und untersucht wurden. Vertikale Begrünungen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Komponenten und Zusammensetzung von anderen Begrünungen, was Erhebungen unter Praxisbedingungen notwendig scheinen lässt. Interessant wäre es aufzuzeigen, wie sich konkrete Problemstandorte untersuchen und einordnen lassen und wie gewonnene Erkenntnisse zur Entwicklung einer Strategie beitragen können. Es gibt kaum Ansätze, wie sich die Ergebnisse solcher Untersuchungen in Handlungsempfehlungen übersetzen ließen.

Diese Arbeit beschäftigt sich damit, wie man vorgehen kann, wenn ein Dickmaulrüsslerbefall in Fassadenbegrünungssystemen vermutet wird.

## **2 Zielsetzung und Abgrenzung der Fragestellung**

### **2.1 Zielsetzungen der Arbeit**

Das Thema wurde von dem Innovationslabor „GrünStattGrau“ angeregt, nachdem in den letzten Jahren erste Beobachtungen mit massivem Befall (je nach Systemstruktur) gemeldet worden waren. Dazu wurde von dem Innovationslabor eine Fokusgruppe gebildet, um Strategien für den Umgang mit den Käfern entwickeln zu können.

- A: Es sollen Erkenntnisse gewonnen werden, die für die Auswahl und Anwendung der passenden Pflanzenschutzmaßnahme bei vorhandenen Schädlingen wichtig sind. Außerdem könnten diese neugewonnenen Einsichten Einfluss auf die Entwicklung von Fassadensystemen haben.
  
- B: Um langfristig eine Strategie für den Umgang mit Dickmaulrüsslern in Fassadenbegrünungssystemen entwickeln zu können, müssen geeignete Monitoring-Methoden identifiziert werden, die Daten liefern können, welche taktische Entscheidungen unterstützen.
  
- C: Um Zusammenhänge zwischen der Bauweise einer Fassadenbegrünung oder deren Standorteigenschaften und dem Befall durch Dickmaulrüssler und der geeigneten Behandlungsmethode festzustellen, müssten Daten von möglichst vielen Objekten über einen längeren Zeitraum gesammelt werden.

### **2.2 Erwartungshaltung zum Erkenntnisgewinn**

Im Fokus dieser Arbeit steht die Entwicklung einer Entscheidungshilfe, wobei sie sich besonders auf die Erhebungsmethoden im Befallsfall konzentriert. Bekannte Ansätze und Methoden werden zu ihrer Prüfung unter Freilandbedingungen an Problemstandorten angewendet, und sollen hier zu einem Erkenntnisgewinn führen. Bei einem ersten Monitoring wird der Stichprobenumfang mit Befallsstandorten sehr klein sein, es können noch keine Rückschlüsse auf die Zusammenhänge zwischen den Einflussgrößen gezogen werden. Wird dieses erste Monitoring jedoch als Test zur Analyse der Methoden an sich durchgeführt, kann es einen nützlichen Betrag leisten.

Besonders interessant ist es herauszufinden, welche Arten die Fassaden befallen, um die richtige Behandlungsmöglichkeit wählen zu können. Erwartet wurde, dass die Methoden, die angewendet wurden um den Befall festzustellen, unterschiedlich gut funktionieren. Das Testen dieses Elementes unter realistischen Bedingungen soll die Erfolgchancen eines solchen Vorhabens steigern. Ziel ist es geeignete Methoden zu identifizieren, zu stärken und zu verbessern.

# 3 Aufbau der Arbeit und Forschungsfragen

## 3.1 Gliederung der Arbeit

Der Aufbau der vorliegenden Arbeit wird in der folgenden Grafik schematisch dargestellt.

### Einleitung

- Problemstellung und Motivation
- Ziel der Arbeit und Erkenntnisgewinn
- Fragestellungen
- Aufbau der Arbeit und Methoden

### Grundlagen

- Fassadenbegrünungen
- Dickmaulrüssler
- Integrierter Pflanzenschutz
- Befallsmonitoring
- Pflanzenschutzanwendungen

### Methoden

- Versuche und Materialien

### Ergebnisse

- Darstellung der Ergebnisse nach Standorten
- Analyse der Erhebungsmethoden
- Erstellung einer Entscheidungshilfe

### Diskussion der Ergebnisse



- Schlussfolgerung zur Eignung der Erhebungen
- Probleme
- Ausblick
- Beantwortung der Forschungsfragen
- Fazit

Abbildung 1: Forschungsdesign Masterarbeit - Aufbau

## 3.2 Die Fragestellungen

Für die vorliegende Arbeit wurde folgende zentrale Forschungsfrage formuliert:

Wie kann man vorgehen, wenn ein Dickmaulrüsslerbefall in Fassadenbegrünungen vermutet wird?

Zu dieser Leitfrage ergeben sich mehrere Unterfragen:

---

**A: Welche Regulierungsstrategien eignen sich für den Dickmaulrüsslerbefall in Fassadenbegrünungen?**

---

**B: Worin bestehen die Stärken und Schwächen von Erhebungssystemen und wie können diese verbessert werden?**

---

**C: Was ist für die Bewertung des Schädlingsbefalls in Fassadenbegrünungen wichtig und für zukünftige Aufnahmen sinnvoll und wie können geeignete Maßnahmen ausgewählt werden?**

---

## 4 Darstellung der Grundlagen

### 4.1 Fassadenbegrünungen

Neben einer kurzen allgemeinen Einführung in die Leistungen von Fassadenbegrünungen, wird ihr Einfluss auf Mikroklima und Luftqualität dargestellt und die Funktionen Biodiversität und Ästhetik werden in den Fokus gerückt. Außerdem werden die unterschiedlichen Systeme mit ihren Bauweisen und häufig verwendete Bepflanzungen sowie Pflegeprotokolle näher betrachtet.

#### 4.1.1 Funktionen von Begrünungen

Neben dem ästhetischen Nutzen von Fassadenbegrünungen können auch ökologische, soziale und ökonomische Verbesserungen durch vertikale Begrünungen erreicht werden.

Die folgende Grafik zeigt die wichtigsten Funktionen. Zu den ökologischen Leistungen zählen die Verdunstung und die dadurch entstehende Verdunstungskälte, Schadstoffbindung und Sauerstoffproduktion, die Schaffung von Lebensraum für Tiere sowie der Rückhalt, die Speicherung und Verdunstung von Wasser. Soziale Funktionen können der Thermische Komfort, der Lärmschutz und die Behaglichkeit sein, die für den Menschen entstehen, aber auch die Städtebauliche Nutzung von Restflächen im Sinne einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung. Wirtschaftliche Verbesserungen können sich aus dem physischen Materialschutz von Baumasse, einer zusätzlichen Wärmedämmung von Gebäudehüllen und aus der optischen Aufwertung von Bausubstanz durch Fassadenbegrünungen ergeben.

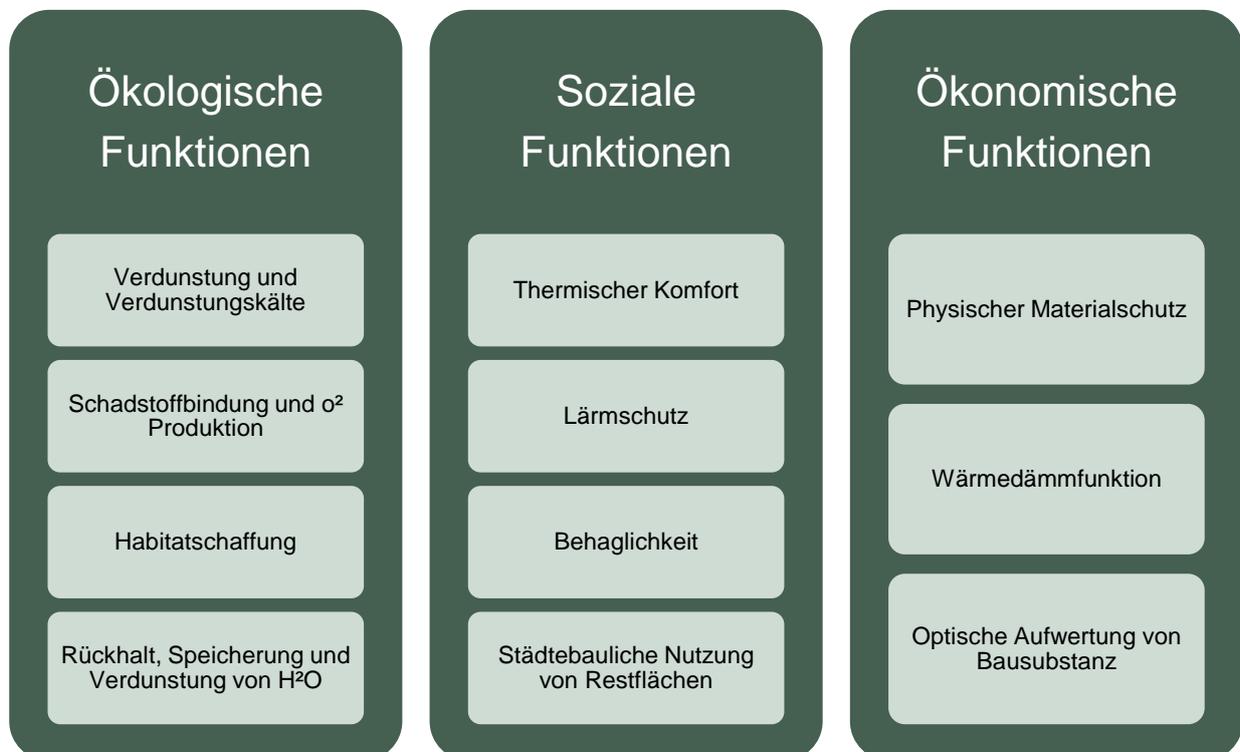


Abbildung 2: Darstellung ausgewählter Funktionen von Fassadenbegrünungen (eigene Erstellung nach Medl et al. 2017, 230-232; MA 22 2019, 14-15)

#### **4.1.1.1 Mikroklima und Luftqualität**

Die Leistungen von Fassadenbegrünungen werden oft im Zusammenhang mit urbanem Siedlungsgebiet erläutert. Bewölkung, Nebel, Niederschläge und Smog treten in Städten vermehrt auf, während Abkühlung, Wind und Verdunstung abnehmen. Das städtische Klima ist tendenziell wärmer als das des Umlands (Pfoser 2018, S. 29). Die Bebauungsstruktur und die Oberflächenbeschaffenheit sind entscheidend dafür, wieviel Globalstrahlung reflektiert, absorbiert oder umgewandelt wird, und haben somit einen großen Einfluss auf den städtischen Wärmehaushalt (Pitha et al. 2012, 12). Die entstehende Überhitzung, die vor allem in der Sommerzeit mit niedriger Auskühlung in der Nacht zu spüren ist, belastet vor allem Menschen, die in der Stadt leben (Pfoser 2018, S. 19).

Im urbanen Kontext entstehen durch diese Prozesse sogenannte städtische Wärmeinseln („Urban Heat Island“) (Pitha et al. 2012, S. 9). Durch die menschlichen Aktivitäten bedingt, herrschen in diesen Siedlungskernen höhere Temperaturen als im Umland. Diese Wärmeinseln treten vor allem in dicht verbauten, stark versiegelten Stadtteilen mit geringem Grünanteil auf (Pitha et al. 2012, S. 9).

Grünflächen können aktiv auf die vorherrschende Witterung reagieren. Die wichtigsten Einflussfaktoren von Vegetation auf den Wärmeinseleffekt sind Beschattungswirkung, Transpiration und Evaporation und dadurch Vermeidung thermischer Speichereffekte. Die Effekte betreffen sowohl die urbanen Oberflächen als auch die Pflanzen (Stangl et al. 2019, S. 24). Zusätzlich zu den verbessernden Eigenschaften hinsichtlich Temperatur und Luftfeuchtigkeit können Pflanzen in hohem Maße Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) sowie auch Feinstaub binden und damit die Staubbelastung im urbanen Raum verringern (MA 22 2019, S. 22).

In städtischen Regionen, in denen Grünflächen knapp und verfügbare Freiflächen begrenzt sind, stellen vertikale Begrünungsmethoden eine innovative und vielversprechende Möglichkeit dar, die grüne Infrastruktur in Städten zu verbessern (Medl et al. 2017, S. 230). Als stark beeinflussende Faktoren für die Intensität dieser positiven Effekte von Fassadenbegrünungen werden die Größe der bepflanzt Fläche (Pflanzdichte) sowie die Bebauungsstruktur (Breiten-/Höhenverhältnis, Durchlüftung) und die Exposition der Fassade genannt (MA 22 2019, 22; Stangl et al. 2019, 25).

#### **4.1.1.2 Fassadenbegrünung und Biodiversität**

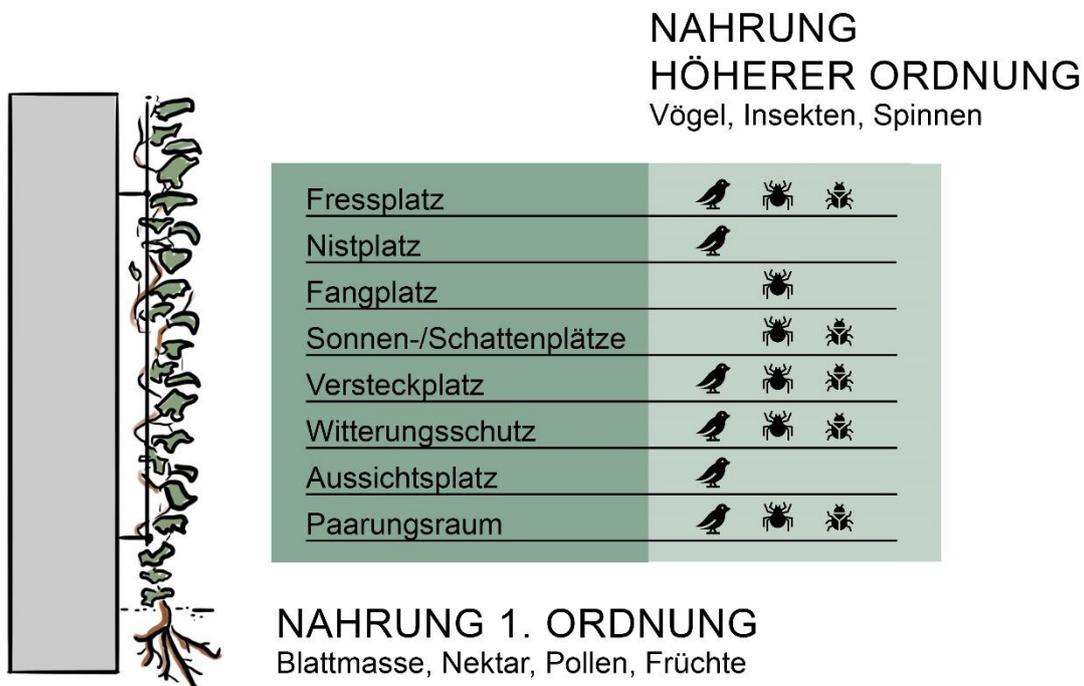
Als Leistungsfaktor von Fassadenbegrünungen wird in vielen Quellen die Biodiversität angeführt. Biodiversität ergibt sich aus dem Zusammenspiel und Wechselwirkungen von Pflanzen und Tieren sowie durch die Vielfalt der Ökosysteme (MA 22 2019, S. 25). In begrünten Fassaden entwickelt sich Leben. Sie haben das Potenzial der Fauna ein Lebensraumangebot in überwiegend naturfremden Stadträumen zurückzugeben und die Artenvielfalt zu fördern (Pfoser 2018, S. 139).

Werden zusätzliche Grünflächen geschaffen, entstehen wichtige Zonen innerhalb von urbanen Strukturen (MA 22 2019, S. 25). Innerstädtische Grünflächen verknüpfen als Trittstein den urbanen Raum mit den stadtnahen Naturflächen und verbessern so das Lebensraumangebot für Tiere (Pfoser 2018, S. 139). Zu große Entfernungen zu ähnlichen Biotopen erschweren oder verhindern, dass manche Tiere neuen Lebensraum annehmen können. Fassadenbegrünungen sind wertvolle Netzwerkbausteine und verbinden zum Beispiel horizontale Grünflächen auf Bodenebene mit Dachbegrünungen (MA 22 2019, S. 25).

Eine vertikale Begrünung erweitert den Lebensraum mit Fress- und Fangplätzen, Nistplätzen, Paarungsraum, Verpuppungsorten, Sonnen- und Schattenplätzen, Versteck- und Aussichtsplätze (Stocker 2013, s.p.). Diese werden auch von bestimmten Vogelarten aber auch Kleinsäugetern angenommen und können einen Beitrag zum Artenschutz leisten, indem

sie auch für seltene, geschützte Tiere Lebensraum bieten und Nahrungsketten sichern (MA 22 2019, S. 25; Pfoser 2018, S. 140).

Die folgende Abbildung zeigt, wie Fassadenbegrünungen zur Sicherung von Nahrungsketten beiträgt und welches Lebensraumangebot Vögel, Insekten und Spinnen in den vertikalen Begrünungen vorfinden können.



**Abbildung 3: Nahrungs- und Lebensraumangebot Fassadenbegrünung (Eigene Darstellung nach Pfoser 2018; 140; Stocker 2013; s.p.)**

Es kann eine gewisse Unsicherheit von Hausbewohner\*Innen bestehen, die fürchten, dass durch die Fassadenbegrünungen häufiger unerwünschte Spinnen und Insekten in ihre Wohnungen gelangen (Pelko 2018, S. 17). Ein verstärktes Aufkommen von Insekten und Spinnen in Wohnungen soll jedoch vielmehr von der Umgebung (Gewässer, große Grünflächen, Parkanlagen etc.) abhängen, in der sich ein Wohnhaus befindet, als von dem Vorhandensein einer Fassadenbegrünung. Die Tiere siedeln sich zudem öfter in den Begrünungen als in den Wohnungen selbst ein, da sie dort ein geeigneteres Lebensraumangebot finden (Pelko 2018, S. 17). Hinsichtlich der Insekten- und Spinnenfauna ist die Anzahl der Individuen in Fassadenbegrünungen niedriger als in anderen Gehölzen (Köhler 1989, s.p.).

Gunkel (2004, S. 18–19) nennt in diesem Zusammenhang einen Regulierungseffekt durch Vögel, weil diese Tiere einen Ausgleich fördern und Insektenpopulationen in der Regel nicht zu stark wachsen können. Als Einflussfaktoren auf das Potenzial von Fassadenbegrünungen als Ersatzangebot gelten die Störungsfreiheit der Lage, die Flächengröße und eine abwechslungsreiche Vegetation (Pfoser 2018, S. 139).

### **4.1.1.3 Ästhetik**

Auch wenn es keine messbare Größe dazu gibt, kann die optische Wirkung von begrünten Fassaden von besonderer Bedeutung für das Interesse an der Umsetzung einer Bauwerksbegrünung sein. Die unterschiedlichen Gestaltungen ermöglichen es, dass begrünte Fassaden als individuelle Ausdrucksmittel eingesetzt werden können. Die unterschiedlichen Blühaspekte, Farben und verschiedenen Strukturen erzeugen einen starken repräsentativen Charakter (MA 22 2019, S. 23).

### **4.1.2 Systeme**

Es gibt unterschiedliche Umsetzungsformen von Fassadenbegrünungen. Unter einem Begrünungssystem versteht man den technischen Aufbau kombinierter Bauteile, der einen Lebensraum für Pflanzen in der Vertikalbegrünung schafft (Austrian Standards 2021, S. 5).

Grundsätzlich wird zwischen zwei Haupttypen unterschieden, den „bodengebundenen“ Systemen und den „fassadengebundenen“ Systemen (Medl et al. 2017, S. 229). Dazu kommen „troggebundene“ Fassadenbegrünungen, die zwischen diesen Gruppen stehen können, sowie Mischformen der verschiedenen Typen.

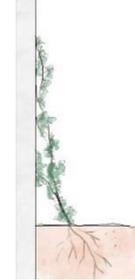
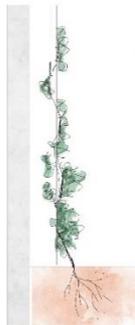
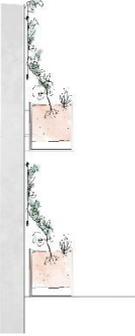
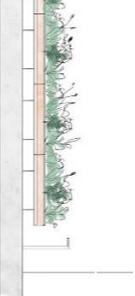
Bodengebundene Begrünungsmethoden stehen in direkter Verbindung mit dem (natürlichen) Boden. Sie werden oft auch als „grüne Fassaden“ bezeichnet, was auch auf die Verwendung von Kletterpflanzen (selbst haftende Pflanzen) bei der Begrünung hindeutet (Grünstattgrau s.a., s.p.). Bei versiegelten Flächen oder der Anwendung in größeren Höhen wie zum Beispiel Terrassen, straßenbegleitende Fassaden und Obergeschoss-Nachrüstungen können solche Kletterpflanzen auch in Topfsystemen angeordnet werden (Kromoser et al. 2020, S. 7). Fassadengebundene Begrünungsmethoden werden vorgehängt und hinterlüftet am Haus angebracht und benötigen keinen Bodenkontakt. Diese sogenannten „Living Walls“ oder „Green Walls“ bieten viele Gestaltungsmöglichkeiten und können mit Stauden, Gräsern und Kräutern bepflanzt werden (Grünstattgrau s.a., s.p.).

#### **4.1.2.1 Bauweisen**

In der Ö-Norm L1136 werden in Abhängigkeit von der Nutzung, den bautechnischen Gegebenheiten und der Bauweise fünf Kategorien bei Fassadenbegrünungen unterschieden (Austrian Standards 2021, 6).

Die miteinander kombinierbaren Kategorien der Vertikalbegrünung sind in der folgenden Tabelle 1 zusammengefasst dargestellt.

**Tabelle 1: Kategorien der Vertikalbegrünung - Zusammenstellung mit Skizzen (Austrian Standards 2021, 8; eigene Abbildungen nach Pfoser 2018, 73-82)**

<p><b>Kategorie I: Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Selbstklimmern</b></p>		<p>Die Bedeckung von Fassaden erfolgt durch die oberirdischen Teile von Kletterpflanzen, welche keine Rankhilfen benötigen. Als Wurzelraum dient das unmittelbar gegebene oder aufbereitete Erdreich.</p>
<p><b>Kategorie II: Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Rankhilfen und Kletterpflanzen</b></p>		<p>Die Fassaden werden durch oberirdische Teile von Kletterpflanzen bedeckt, welche jedoch Rankhilfen benötigen. Als Wurzelraum dient ebenfalls das unmittelbar gegebene oder notfalls aufbereitete Erdreich. Rankhilfen können als Holzkonstruktionen oder mit Seilen, Gittern, Stäben oder Netzen ausgeführt werden</p>
<p><b>Kategorie III: Troggebundene Vertikalbegrünung</b></p>		<p>Die Fassadenbedeckung kann durch Kletterpflanzen, Stauden und Gehölze bewerkstelligt werden. Als Wurzelraum dienen Pflanztröge. Die Befüllung dieser wird in der Regel schichtweise aufgebaut. Abhängig von den ausgewählten Pflanzen kann die Begrünung mit oder ohne Rankhilfe erfolgen. Die Tröge können am Boden aufgestellt werden oder an der Fassade montiert werden.</p>
<p><b>Kategorie IV: Wandgebundene Vertikalbegrünung mit teilflächigen Vegetationsträgern</b></p>		<p>Fassaden werden durch Pflanzen begrünt, deren Lebensraum nur am Gebäude selbst zu finden ist. Eine teilflächige Vegetationstragschicht begrenzt den Wurzelraum.</p>
<p><b>Kategorie V: Wandgebundene Vertikalbegrünung mit vollflächigen Vegetationsträgern</b></p>		<p>Bauwerke und Fassaden werden vertikal mit Pflanzen bedeckt, wobei der gesamte Lebensraum der Pflanze bodenunabhängig ausschließlich am Baukörper selbst zu finden ist. Eine nahezu vollflächige Vegetationstragschicht am Gebäude grenzt den Wurzelraum ein.</p>

#### **4.1.2.2 Begrünungsziel und Deckungsgrad**

Unter dem Begrünungsziel versteht man einen definierten Zielzustand der zu begrünenden Fläche, der in einem festgelegten Zeitraum zu erreichen ist (Austrian Standards 2021, S. 5). Mit wandgebundenen Systemen wird dieses Ziel in der Regel schneller erreicht als mit bodengebundenen Varianten. Ein theoretischer Deckungsgrad von 100 Prozent bedeutet, dass die Pflanzenmasse die zu begrünende Fläche vollständig bedeckt und die darunterliegende Struktur optisch nicht mehr erkennbar ist (Austrian Standards 2021, S. 15).

#### **4.1.3 Darstellung ausgewählter Komponenten von Fassadenbegrünungen**

Im folgenden Kapitel wird auf die Pflanzenauswahl bei Fassadenbegrünungen eingegangen und die Bewässerung von Fassadenbegrünungen kurz vorgestellt.

##### **4.1.3.1 Bepflanzung**

Nach ÖNORM L1136 wirkt sich eine hohe Arten- und Sortenvielfalt positiv auf den Begrünungserfolg aus und soll bei der Planung berücksichtigt werden. Wenn einzelne Arten ausfallen, wird so mit einer entsprechenden Vielfalt der Begrünungserfolg trotzdem gewährleistet (Austrian Standards 2021, S. 9). Bei der Planung sind die Verfügbarkeit, das Wuchsverhalten und die Wuchshöhe der Pflanzen zu bedenken. Auch die Wuchsgeschwindigkeit, die Wuchsform und das Ausbreitungsverhalten sind wichtige Kriterien, die es zu berücksichtigen gilt, um das Begrünungsziel zu erreichen. Neben gestalterischen und ökologischen Aspekten spielen auch die Konkurrenzkraft, die Regenerationsfähigkeit, und die Lebenserwartung der Pflanzen auch in Bezug auf die Winterhärte eine wichtige Rolle bei der Auswahl. Natürliche Standortansprüche sind zu berücksichtigen, es ist darauf zu achten wieviel Licht, Wasser und Nährstoffe die Pflanzen beanspruchen und wie windfest diese sind. Auch der artenspezifische Pflegeaufwand soll bei der Auswahl der Pflanzen miteinbezogen werden (Austrian Standards 2021, S. 9).

##### **Kletterpflanzen**

Man unterscheidet die Gruppe der Selbstklimmer, zu denen Wurzelkletterer und Haftscheibenranker zählen und die sich direkt an geeignete Wandoberflächen anheften, von den Gerüstkletterpflanzen, die eine Rankhilfe benötigen (Pfoser 2018, 71). Kletterpflanzen kommen vorwiegend bei bodengebundenen und troggebundenen Begrünungen zum Einsatz. Häufig verwendete Kletterpflanzen werden in Abbildung 4 in der Gruppe „Laubgehölze“ unter Punkt 1-3 angeführt.

##### **Gräser**

Gräser, die in Fassadenbegrünungen eingesetzt werden, zeichnen sich durch ihre hohe Konkurrenzkraft, eine gute Frosthärte und ihre Fähigkeit zur Bildung dauerhaft geschlossener Bestände aus (MA 22 2019, S. 46). Gräser können in troggebundenen Systemen oder fassadengebundenen Begrünungen eingesetzt werden. Gräser, die oft in Fassadenbegrünungen eingesetzt werden, sind in Abbildung 4 bei der Kategorie „Stauden“ unter dem zweiten Punkt zu finden.

## Stauden und Kräuter

Stauden und Kräuter, die sich besonders für Fassadenbegrünungen eignen, weisen meist eine hohe Resistenz gegen Krankheitserreger und eine gute Winterhärte auf. Als gestalterischer Aspekt können flächendeckendes Laub und schöne Blattzeichnungen, besondere Blüten und die Duftentwicklung mancher Arten gezielt eingesetzt werden (MA 22 2019, S. 47). Stauden und Kräuter kommen vorwiegend bei fassadengebundenen Begrünungen oder auch bei troggebundenen Systemen zum Einsatz. Pflanzengattungen, die häufig in Fassadenbegrünungen eingesetzt werden, sind in Abbildung 4 bei „Stauden“ unter Punkt 1 zu finden.

## Gehölze

In der Regel werden für fassadengebundene-Begrünungen eher Gehölze mit niedriger Wuchshöhe, dichtem, flächendeckendem Laub und kompaktem Habitus gewählt (MA 22 2019, S. 48). Auch Spalierobst stellt eine attraktive Möglichkeit dar, die öfter im privaten Bereich umgesetzt wird. Aber auch Konzepte mit Großbaumverpflanzungen in entsprechend dimensionierten Trögen sind umsetzbar, wenn das mit der Zeit entstehende Eigengewicht und der entsprechende Platzbedarf berücksichtigt werden (MA 22 2019, S. 48). Gehölze werden häufig in troggebundenen Systemen eingesetzt. Beispiele für Gehölze, die für Fassadenbegrünungen eingesetzt werden könnten, finden sich in Abbildung 4 in der Kategorie „Nadelgehölze“ und in der Kategorie „Laubgehölze“ unter Punkt 4.

Die folgende Abbildung zeigt eine Zusammenstellung von Pflanzen, die häufig für Fassadenbegrünungen eingesetzt werden.



Abbildung 4: Zusammenstellung von häufig verwendeten Pflanzen für Fassadenbegrünungen (MA 22 2019, 48; Pfoser 2018, 216-222; Produktbeilage FA Dachgrün s.a., S. 1)

### 4.1.3.2 Bewässerung

Im Regelfall wird bei Fassadenbegrünungen eine automatisch gesteuerte Bewässerungsanlage verwendet, um eine ausreichende Wasserversorgung sicherzustellen (Austrian Standards 2021, 14). Mit einer manuellen Bewässerung kann großen Flächen kaum ausreichend Wasser zugeführt werden. Selten kann eine vollautomatische Bewässerungsanlage bei bodengebundenen Fassadenbegrünungen (Kategorien I und II) entfallen, wenn die Ansprüche der Vegetation mit den Standortfaktoren übereinstimmen und mit genügender Wasserzufuhr zu rechnen ist oder die händische Bewässerung sichergestellt ist (Austrian Standards 2021, 14; MA 22 2019, 72).

Das am häufigsten zur Bewässerung von Fassadenbegrünung eingesetzte Niederdrucksystem ist besonders wartungsintensiv, da Kompressoren bei diesem System entfallen. Außerdem ist der Wasserverbrauch mit etwa drei Liter/Stunde/Laufmeter, der bis zu vier Liter/m<sup>2</sup> Fassadenbegrünung entspricht, sehr niedrig (MA 22 2019, S. 73). Bei der Planung von Bewässerungsanlagen ist auch die Höhe der Wand, die es zu begrünen gilt, zu beachten. Der Wasserdruck reduziert sich pro zehn Meter Höhenunterschied um ein Bar (Janousek 2013, s.p.).

Bei vielen Fassadenbegrünungen ist die Düngung der Bepflanzung mit dem Bewässerungssystem gekoppelt. Das ist sinnvoll, um die andauernde Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen zu gewährleisten. Diese Nährstoffversorgung ist bei fassadengebundenen Begrünungen, insbesondere bei Systemen mit Substratersatzstoffen als Vegetationsträger, die keine natürlichen Nährstoffe beinhalten, meist an die automatisierte Bewässerungsanlage gekoppelt (MA 22 2019, S. 74). Zusatzstoffe können auf diese Weise nach Bedarf über den Wasserkreislauf abgegeben werden. Ein frostfreier Technikraum ist Voraussetzung um eine Nährstoff-Dosieranlage an eine automatische Bewässerungsanlage anzuschließen. Schon bei der Planung müssen geeignete Bauteile, die für die Düngergebe gedacht sind, ausgewählt werden. Kommen beispielsweise Schläuche zum Einsatz, die nicht für diese Funktion geeignet sind, kann es zu Versinterung dieser kommen (MA 22 2019, S. 74).

#### **4.1.4 Standortfaktoren**

Standorteigenschaften sind bei der Planung von Bauwerksbegrünungen zu berücksichtigen. Nachfolgend werden relevante Aspekte erläutert, die bei Planungsentscheidungen bedacht werden müssen.

##### **4.1.4.1 Klimatische und witterungsbedingte Einflüsse**

Zu den klimatischen und witterungsbedingten Faktoren gehören die regionalen Klimaverhältnisse (Klimazone, Höhe über Normalnull) und das örtliche Mikroklima (Austrian Standards 2021, S. 10). Außerdem werden der durchschnittliche Jahrestemperaturverlauf unter Berücksichtigung der minimalen und der maximalen Werte, die Grundwasserlage, die Menge und die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge zu diesen Faktoren gezählt. Auch die mittlere Sonnenscheindauer (Globalstrahlung), das Auftreten von Frost- und Tauwechsel, Hauptwindrichtung und die zu erwartende Windstärke beeinflussen den Standort (Austrian Standards 2021, S. 10).

##### **4.1.4.2 Bauwerksspezifische Einflüsse**

Sonnen-, Schatten- und Wechsellichtbereiche und die Reflexion der Sonneneinstrahlung durch nahestehende (benachbarte) Gebäudeteile (Glas- oder Spiegelfassaden, Glas- oder Solardächer) gehören ebenso wie die Verschattung zu den bauwerksspezifischen Faktoren (Austrian Standards 2021, S. 10). Außerdem können Flächen im Regenschatten von Bauwerken liegen, dabei leiten Bauteile Niederschläge ab. Auch Windströmungsverhältnisse (Richtung, Windstärke, Wirbelung, Windschleusen) werden von den baulichen Gegebenheiten beeinflusst. Die Exposition der zu begrünenden Fläche sowie etwaige Immissionen, wie Wasser, Fassadenreinigungsmittel oder Pestizide, die die Begrünung beeinträchtigen können, müssen berücksichtigt werden (Austrian Standards 2021, S. 10).

#### 4.1.5 Pflegemaßnahmen

Die geltenden Rechtsvorschriften wie zum Beispiel Naturschutz, Ensembleschutz, oder Denkmalschutz sind bei der Pflege von Vertikalbegrünungen zu beachten (Austrian Standards 2021, S. 14). Je nach Anwendungsbereich und Begrünungsziel können Pflegemaßnahmen wie Form- und Rückschnitt, das Leiten von Gerüstkletterpflanzen, Nachpflanzungen und Nachsaat, die Nachfüllung von Substrat, das Freihalten technischer Einrichtungen von Bewuchs und die Entfernung von Fremdaufwuchs gesetzt werden. Außerdem sind die Pflanzen bedarfsgerecht mit Nährstoffen und Wasser zu versorgen. Bei Pflanzenschutzmaßnahmen sind alle präventiven Schritte zu beachten und falls Pflanzenschutzmittel angewendet werden, sollen möglichst selektive und umweltverträgliche Mittel eingesetzt werden (Austrian Standards 2021, S. 14). Die Bewässerung von Fassadenbegrünungen ist in Kapitel 4.1.3.2 näher beschrieben.

Zur Qualitätssicherung bei der Erhaltung des Begrünungsziels sind regelmäßige Sichtkontrollen der technischen Einrichtungen durchzuführen. Dabei sind Angaben über den Deckungsgrad der Begrünung, die Vitalität der Pflanzen, das Schadbild, den Schädlingsbefall, und über die erforderlichen Pflegemaßnahmen oder weiterführenden Überprüfungen zu machen (Austrian Standards 2021, S. 15).

Zusätzlich gewünschte Einzelmaßnahmen zur Erreichung besonderer Pflegeziele sind gesondert festzulegen (Austrian Standards 2021, S. 15). Gegebenenfalls gesondert erforderlich sind beispielsweise Nachpflanzungen abgestorbener Pflanzen infolge von Schädlingsbefall, Vandalismus, Extremwetterereignissen oder Ausfall der Bewässerung oder Pflanzenschutzmaßnahmen (Austrian Standards 2021, S. 18).

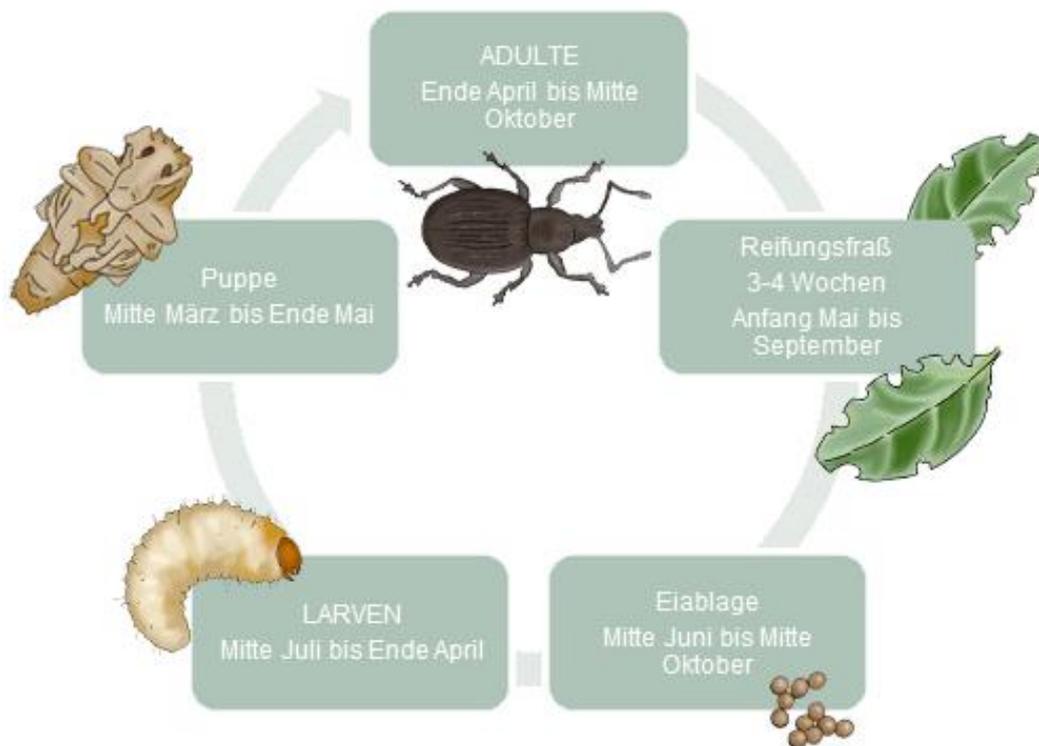
## 4.2 Dickmaulrüssler (*Otiorhynchus sp.*)

Nach einer Beschreibung von Biologie und Entwicklungszyklus der Tiere, und einer Darstellung der Entwicklungsstadien wird auf das Ausbreitungsverhalten und die Schadwirkung eingegangen. Daten zur Lebensweise der Arten, wie Entwicklungszyklus, Wirtspflanzenspektrum, und die Bedeutung von Klimafaktoren werden aus der Literatur zusammengestellt, um anschließend eine Grundlage für die Ausarbeitung spezifischer Bekämpfungsempfehlungen bilden zu können (Sprick 2012, S. 7).

### 4.2.1 Biologie und Entwicklungszyklus

Die Dickmaulrüssler (*Otiorhynchus sp.*) sind eine Gattung von Käfern, die der Familie der Rüsselkäfer (*Curculionidae*) angehört. Der gefurchte Dickmaulrüssler, *Otiorhynchus sulcatus*, und der Erdbeerwurzelrüssler, *Otiorhynchus ovatus*, werden in Österreich als häufig auftretende Arten genannt (AGES 2021, s.p.).

Zu der zeitlichen Entwicklung der Dickmaulrüssler finden sich unterschiedliche Angaben. Die Käfer treten, abhängig von der Art der Dickmaulrüssler und von der Temperatur, Ende April bis Oktober auf und durchlaufen im Freiland üblicherweise einen einjährigen Entwicklungszyklus (AGES 2021, s.p.). Abbildung 5 zeigt diesen Ablauf schematisch. Die dargestellten Stadien werden im folgenden Kapitel beschrieben.



**Abbildung 5: Darstellung des Entwicklungskreislaufs des Dickmaulrüsslers (eigene Erstellung)**

#### 4.2.1.1 Die Entwicklung im Jahresverlauf

Im Frühjahr schlüpfen die Dickmaulrüssler. Bei vielen Arten erfolgt die Fortpflanzung durch Parthenogenese als Jungfernzeugung, wobei alle Nachkommen weiblich sind (van Tol et al. 2012, S. 170). Die Weibchen fressen zunächst an Blättern, während ihre Eier im Körper reifen. Diese Phase wird als Präovipositionszeit oder Reifungsfraß bezeichnet (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2019, s.p.). Dieser dauert etwa vier bis acht Wochen an, was unter anderem auch von den verfügbaren Futterpflanzen abhängt (Fisher 2006, S. 282).

Ab Ende Mai bis August legt ein Tier etwa 500 bis 1.000 meist ungeschlechtlich vermehrte Eier im Boden im Wurzelbereich einer Wirtspflanze ab (Umweltbundesamt s.a., s.p.).

Die Larven schlüpfen nach ungefähr zwei bis drei Wochen und fressen danach an den Wurzeln der Pflanzen (Umweltbundesamt s.a., s.p.). Die frühen Larven ernähren sich zunächst von kleinen Wurzeln, während die späteren Larven sich von größeren Wurzeln ernähren, insbesondere von Phloem- und Kambiumgewebe nahe der Bodenoberfläche (van Tol et al. 2012, S. 170). Der Dickmaulrüssler überwintert in vielen Fällen als Larve. Aber auch einige erwachsene Käfer überstehen die kalte Jahreszeit (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2019).

Nach der Überwinterung im Larvenstadium erfolgt die Verpuppung und Verwandlung zum erwachsenen Tier im späten Frühjahr bis zum Frühsommer. Adulte Tiere können mehr als ein Jahr leben und sich fortpflanzen (van Tol et al. 2012, 170), wobei die Lebensdauer adulter Tiere sowohl im Freiland als auch unter Gewächshausbedingungen bei etwa sieben bis zwölf Monaten liegt (Reineke et al. 2012, S. 152). Die große Schwankungsbreite in der Dauer der Larvenentwicklung kann eine wesentliche Rolle für das jahreszeitliche gleichzeitige Auftreten verschiedener Stadien im Freiland spielen (Son und Lewis 2005, S. 207).

#### 4.2.1.2 Biologie der Arten

Die Entwicklungszyklen unterscheiden sich bei verschiedenen Dickmaulrüssler Arten hinsichtlich Dauer und Zeitpunkt. Bei *O. sulcatus* überwintert nur ein kleiner Teil der adulten Käfer und der Schlupf der Käfer endet größtenteils bereits im August. Die Verpuppungsperiode ist meist etwas kürzer (Hommes et al. 2015, S. 4). Die Arten *O. armadillo* und *O. salicicola* entwickeln sich ähnlich, beide überwintern häufiger in ihrer Form als Adulte und beginnen meist früh mit der Ablage ihrer Eier, die sich über den ganzen Sommer hindurch erstreckt. Der Schlupf der Käfer kann mit abnehmender Intensität bis in den September hinein stattfinden (Hommes et al. 2015, S. 4).

#### 4.2.2 Entwicklungsstadien und Bestimmungsmöglichkeiten

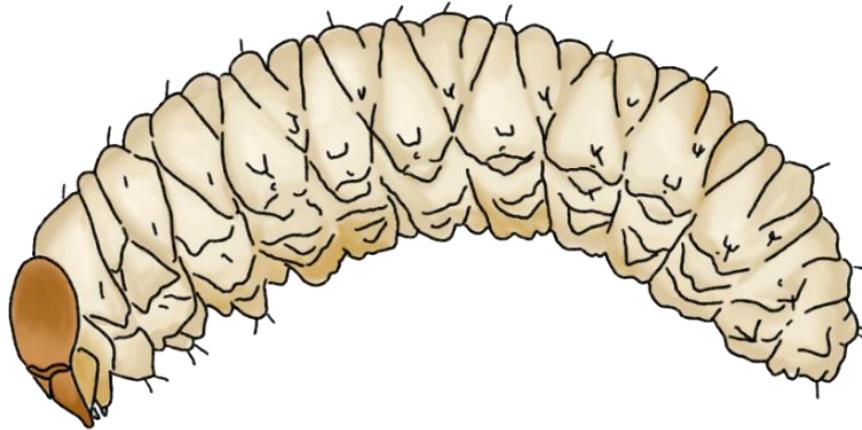
Alle Arten von Dickmaulrüsslern durchlaufen dieselben Entwicklungsstadien, das Aussehen dieser variiert. Die Merkmale und Bestimmungsmöglichkeiten werden hier artenübergreifend zusammengefasst.

##### 4.2.2.1 Eier

Die ca. 0,7 Millimeter großen, kugelförmigen und bräunlichen Eier werden in den Sommermonaten in feuchtes Erdreich in der Nähe einer Wirtspflanze, oft gezielt nahe dem Wurzelhals, abgelegt (AGES 2021, s.p.; Reineke et al. 2012, 151).

##### 4.2.2.2 Larven

Die Larven sind etwa acht bis zehn Millimeter lang. Ihr gelblich weiß bis hellbraun gefärbter Körper schließt an eine dunklere, braune Kopfkapsel an. Sie liegen bogenförmig gekrümmt im Boden (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2019, s.p.). Diese beinlosen, relativ immobilen Larven können nur eine Distanz von wenigen Zentimetern zurückzulegen (Reineke et al. 2012, S. 151). Für *O. sulcatus* und für *O. crataegi* gibt es Literaturdaten, die einen oberflächennahen Aufenthalt belegen. Die Larven befinden sich meist zwischen fünf bis zehn Zentimeter bis maximal 25 bis 30 Zentimeter unter der Erdoberfläche. Für die andern Arten sind dazu keine Angaben bekannt. Bei Topfkulturen grenzt die Größe des Gefäßes den Aufenthaltsraum ein (Hommes et al. 2015, S. 5). Bei der morphologischen Unterscheidung der Arten besteht bei den Larvenstadien ein hohes Verwechslungspotenzial (Hirsch et al. 2010, S. 2).



**Abbildung 6: Habitus einer ausgewachsenen Larve von *Otiorhynchus sulcatus* (eigene Erstellung nach Gosik et al. 2016, 14)**

Sprick et. al. (2012, 7) verfolgten bei ihren Forschungen den Ansatz zur sicheren Artbestimmung einen Teil der Larven zu züchten, da die artspezifische Erscheinungsform der adulten Tiere leichter zu unterscheiden ist. Bei der Zucht der Larven kam es auch zu Verlusten, da nicht immer geeignete Wurzeln zur Verfügung standen oder weil Erfahrungen im Umgang mit der richtigen Bodenfeuchtigkeit fehlten. Daher wurden die Larven oft auch zur Bestimmung an Spezialisten geschickt (Sprick 2012, S. 12–13).

Gosik et al haben in einer Studie Larvenstadien von den unterschiedlichen Dickmaulrüsslerarten erfasst und beschrieben. Von den sechs bis sieben Larvenstadien, die die Tiere bei ihrer Entwicklung durchlaufen, wird auf Grund von Körpergröße, Verfügbarkeit, Robustheit und Handhabung die Auswahl des letzten Larvenstadiums zur Bestimmung empfohlen (Gosik et al. 2016, S. 5). Eine solche Bestimmung anhand äußerlicher Merkmale im Larvalzustand gelingt in der Regel nur Expert\*innen und kann nicht von Laien durchgeführt werden (Reineke et al. 2012, S. 153).

Ein dritter Ansatz eine Larvenbestimmung zu ermöglichen, stellt die an der Hochschule Geisenheim entwickelte molekulargenetische Methode dar (Hommes et al. 2015, S. 8). Dafür wurde die Zusammensetzung bestimmter Genabschnitte (CO II) von Referenzexemplaren, sicher bestimmten Imagines, untersucht (Sprick 2012, S. 9). Diese Methode basiert auf einer PCR-RFLP-Analyse eines Fragments des COII-Gens und ermöglicht eine klare Unterscheidung zwischen 23 Rüsselkäferarten, auch schon in diesem frühen Entwicklungsstadium (Hirsch et al. 2010, S. 9).

#### **4.2.2.3 Puppen**

Auch die Puppen der Dickmaulrüssler sind etwa zehn Millimeter lang und elfenbeinfarbig (AGES 2021, s.p.).

#### **4.2.2.4 Käfer**

Die sieben bis zehn Millimeter langen Tiere weisen eine graubraune bis schwarze Färbung auf. Der Kopf endet in dem charakteristischen Fortsatz in Form eines kurzen, dicken Rüssels, der sich an der Spitze lappenartig verbreitert (AGES 2021, s.p.). Je nach Art sind die Flügeldecken in Längsrichtung durch Furchen gekennzeichnet oder unregelmäßig gelblich gefleckt. Die Tiere können nicht fliegen (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2019, s.p.). Die Käfer sind nachtaktiv und halten sich tagsüber in Ritzen oder Spalten von

Pflanzen oder im Boden versteckt auf (AGES 2021, s.p.). Viele Rüsselkäferarten sind als relativ ortstreu zu bezeichnen. Ihr Aktionsradius im Feld beschränkt sich auf wenige Meter (Reineke et al. 2012, S. 177).



**Abbildung 7: Darstellung der Merkmale des adulten Dickmaulrüsslers *Otiorhynchus sulcatus* (eigene Erstellung nach AGES 2021, s.p.)**

Als adulte Tiere sind *Otiorhynchus*-Arten morphologisch meistens gut voneinander zu unterscheiden (Reineke et al. 2012, S. 153). Um die Bestimmung der adulten Rüsselkäferarten zu vereinfachen, wurde vom Julius Kühn-Institut (JKI) ein digitaler Bildbestimmungsschlüssel erstellt, der zurzeit über CURCI e.V. als CD-Datenträger zu erwerben ist (Hommes et al. 2015, S. 8).

#### 4.2.3 Ausbreitung und Schadwirkung

In diesem Kapitel wird auf die Verbreitung der Dickmaulrüssler im Zusammenhang mit der Temperatur eingegangen. Außerdem wird das Schadbild der Tiere, ihr Wirtspflanzenspektrum und die wirtschaftliche Bedeutung der von Dickmaulrüsslern verursachten Schäden dargestellt.

##### 4.2.3.1 Verbreitung und Temperatur

Dickmaulrüssler sind ernstzunehmende Schädlinge vieler Gartenbaukulturen in den meisten gemäßigten Regionen, einschließlich Europa, Nordamerika und Australien (Moorhouse et al. 1992). Zu Beginn des 19. Jahrhunderts war das Verbreitungsgebiet von *Otiorhynchus sulcatus* auf Mitteleuropa beschränkt. Der Rüsselkäfer wurde im Kontext der landwirtschaftlichen Produktion nur sporadisch als Schädling wahrgenommen und trat nur vereinzelt auf (Lundmark 2010, S. 278).

Seit etwa 1980 und mit einer deutlichen Zunahme etwa ab dem Jahr 2000 wird in deutschsprachigen Gebieten beobachtet, dass etablierte Arten innerhalb eines Landes vermehrt verschleppt sowie neue Arten aus Nachbarländern eingeschleppt werden. Die Intensivierung des globalen Handels mit Pflanzen ist ein Grund dafür. Milde Winter und höhere Durchschnittstemperaturen stellen für die meisten Arten günstigere klimatischen Bedingungen dar. Die Häufung dieser günstigen Bedingungen führt verstärkt dazu, dass sich diese neuen Arten dauerhaft etablieren können (Hommes et al. 2015, S. 3).

Die Larven von *O. sulcatus* sind bei Temperaturen über 6°C aktiv. Durch die Häufung milder Winter in Mitteleuropa kommt es auch vermehrt zu Schäden an den Pflanzenwurzeln während der Wintermonate (Wrede und Ufer 2012, S. 106). Bei Arten, die in einer Klimakammer bei 18°C gezüchtet wurden, dauerte die Entwicklung der meisten Tiere etwa drei bis vier Monate. Derzeit werden im Freiland nur in den Sommermonaten vergleichbar hohe Bodentemperaturen erreicht, die eine Entwicklung in ähnlicher Geschwindigkeit ermöglichen (Hommes et al. 2015, S. 3). Erst eine konstante Exposition gegenüber hohen Temperaturen verringert die Überlebensrate von Eiern, Larven und Puppen von *O. sulcatus* wieder (Son und Lewis 2005, S. 207).

#### 4.2.3.2 Schadsymptome

Die adulten Käfer fressen in der Dunkelheit an Knospen, Trieben und Blättern. Sie hinterlassen dort charakteristische, bogenförmige Ausbuchtungen an den Blatträndern (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2019, s.p.). Dieser Buchtenfraß (Abbildung 8) stellt eine vorwiegend ästhetische Beeinträchtigung dar.

Die Larven fressen unter der Oberfläche an den Wurzeln der Pflanzen. Oft hinterlassen sie dort und am Wurzelhals mit Kot gefüllte Fraßlöcher (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2019, s.p.). Diese Schäden, die die Larven verursachen (Abbildung 9), stellen die wirtschaftlich größere Bedrohung dar (Roberts et al. 2019, S. 858).



**Abbildung 8: Buchtenfraß des adulten Dickmaulrüsslers an *Bergenia* sp. (eigene Aufnahme)**



**Abbildung 9: Fraßschäden der Larven an den Wurzeln von *Tiarella* sp. (Foto: Elisabeth Gruchmann)**

Dickmaulrüssler sind als polyphag bekannt, sie sind Allesfresser, die sich dem Nahrungsangebot anpassen. In einigen Studien wurde festgestellt, dass der Nachweis von Schäden, insbesondere wenn diese durch adulte Tiere verursacht werden, nicht unbedingt bedeutet, dass die betroffene Pflanze auch ein bevorzugter Larvenwirt ist (van Tol et al. 2012, S. 170).

### 4.2.3.3 Wirtspflanzen

Alle *Otiorhynchus sp.* scheinen omnivore Phytophagen zu sein, da für jede Art eine Reihe von Pflanzenwirten aufgelistet wird. Betrachtet man Studien über die unterschiedlichen Arten, so scheinen die von *O. sulcatus* präferierten Wirtspflanzen in den zahlreichen geografischen Gebieten, in denen er vorkommt, zu variieren, während *O. ovatus* eine eher universelle Wirtsauswahl hat (Fisher 2006, S. 281).

Das sogenannte Hopkins'sche Prinzip der Wirtswahl (Roberts et al. 2020, S. 558) legt nahe, dass viele erwachsene phytophage Insekten eine starke Präferenz für die Pflanzenart, mit der sie ihre Entwicklung begonnen haben, zeigen. Es scheint jedoch, dass diese Wirtspflanzenpräferenzen bei erwachsenen Insekten in relativ kurzer Zeit verändert werden können. Einige Arten sind in der Lage, sich rasch auf eine neue Fraßpflanze umzustellen. Sowohl im Osten der Vereinigten Staaten als auch in Europa scheint sich *O. sulcatus* hauptsächlich von einer Reihe von Angiospermen zu ernähren, die zu den Pflanzenordnungen *Rosales*, *Primulales*, *Saxifragales* und in geringerem Maße zu den *Ericales* gehören (van Tol et al. 2012, 170).

Auch wenn Dickmaulrüssler sich im Allgemeinen an ihre Wirtspflanzen anpassen oder es artenspezifische Vorlieben gibt, werden immer wieder Aussagen über die besonders anfälligen und unempfindlicheren Arten getroffen. Die folgende Abbildung 10 zeigt eine Zusammenstellung von Zierpflanzen, die im Zusammenhang mit dem Fraßverhalten von Dickmaulrüsslern genannt wurden.



Abbildung 10: Zusammenstellung empfindlicher und unempfindlicher Wirtspflanzengattungen (Eigene Erstellung nach Zielke 2016, 2; Lanzinger 2016, 63-64; Hommes et al. 2015, 6-8)

#### 4.2.3.4 Wirtschaftliche Bedeutung

Das Artenspektrum, die Entwicklungszyklen, sowie die Ausbreitung und die bevorzugten Nahrungsquellen der einzelnen Arten haben Einfluss auf die Schadwirkung der Tiere. Burghause et al. (2012, S. 4) folgern aus ihren Untersuchungen, dass neben *O. sulcatus* auch die eingeschleppten Arten *O. armadillo*, *O. salicicola*, und *O. ligustici* über ein hohes Schadpotenzial verfügen.

Die Einflussgrößen, die in diese Bewertung eingeflossen sind, sind die Häufigkeit, mit der es zu einem deutlichen Schadefekt kommt und das Ausmaß und Art der Schädigung. Dieses erstreckt sich vom Blattrandfraß, einem ästhetischen Schaden, über die Wertminderung bis zur Unverkäuflichkeit. Das Vertrocknen und der Ausfall von Pflanzen durch Larven oder auch Imaginalfraß mit Blatt-, Rinden- oder Wurzelschädigung wurden für die Beurteilung herangezogen (Sprick 2012, S. 17).

Die Hauptschädlinge *O. sulcatus*, *O. armadillo* und *O. salicicola* entwickeln sich auch in kleinen Pflanzgefäßen. In Gewächshäusern bzw. beheizten Innenräumen geschieht das mehr oder weniger permanent. Im Freiland wird ihre Entwicklung nur durch die niedrigen Wintertemperaturen unterbrochen. Die beiden Arten *O. armadillo* und *O. salicicola* werden überwiegend an Gehölzen gefunden (Hommes et al. 2015, S. 3).

### 4.3 Integrierter Pflanzenschutz (IPM)

Bei dem Konzept des integrierten Pflanzenschutzes, der auch als integrierte Schädlingsbekämpfung (IPM; engl. *Integrated Pest Management*) bezeichnet wird, werden verschiedene Formen der Bekämpfung von Schädlingen kombiniert (Begon et al. 2017, S. 548).

Darunter fallen beispielsweise die physische Bekämpfung, bei der es die Schädlinge einfach von den Nutzpflanzen fernzuhalten gilt, die Bekämpfung durch gezielte Anbaumethoden, biologische und chemische Methoden sowie die Verwendung resistenter Sorten der angebauten Pflanzen. Die wirtschaftliche Schadschwelle muss dabei genau überwacht werden (Begon et al. 2017, S. 548–549).

Das Instrumentarium an potenziellen Bekämpfungs- oder Managementtaktiken, das zur Verfügung steht, um auf Insektenbefall in landwirtschaftlich genutzten Gebieten zu reagieren, ist in städtischen Bereichen möglicherweise kleiner, weil Pestizide und sogar Pheromone nicht so gut angenommen werden (Suckling 2015, S. 3).

#### 4.3.1 Förderung von natürlichen Feinden

Ursprüngliche Mortalitätsfaktoren wie die Wetterlage oder natürliche Feinde spielen eine zentrale Rolle für das Konzept von IPM und sollen so wenig wie möglich beeinträchtigt werden (Begon et al. 2017, S. 548–549). Um das Auftreten eines Schädlings zu regulieren werden bei der biologischen Schädlingsbekämpfung die natürlichen Feinde eines Schädlings eingesetzt (Begon et al. 2017, S. 547).

Dabei soll sich der natürliche Feind am Standort etablieren und die Schädlingspopulation unterhalb der Schadschwelle halten. Dies kann einerseits durch die absichtliche Ansiedelung einer Art erreicht werden oder zum anderen durch das Steigern der Populationsdichte eines von Natur aus bereits in dem Gebiet vorkommenden natürlichen Feindes (Begon et al. 2017, S. 148).

Als natürliche Feinde des Dickmaulrüsslers gelten Tausendfüßler, Spinnen und insektenfressende Wirbeltiere (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2019, s.p.). Auch Vögel sind natürliche Antagonisten, die in der Lage sind den Dickmaulrüsslerbefall zu

dezimieren (Wrede 2016, S. 10). Insbesondere Laufkäfer (*Carabidae*, *Cicindelidae*) werden als Fraßfeinde für Rüsselkäfer eingestuft. In Laborversuchen wurde gezeigt, dass Laufkäfer (*Harpalus sp.* und *Nebria sp.*) als räuberische Gegenspieler von Rüsselkäferlarven in Frage kommen (Reineke et al. 2012, S. 167).

Auch bei solchen Eingriffen können indirekte Nichtzielwirkungen auftreten, wenn Organismen, die direkt mit der Schädlingsart interagieren, ebenfalls von deren Bekämpfung betroffen sein können (Pearson und Callaway 2003, 457). In Österreich unterliegen Nützlinge Zulassungsbestimmungen, damit das biologische Gleichgewicht nicht durch das Aussetzen von fremden Arten gestört wird. Viele werden daher nur in Glashäusern, Wintergärten oder für Zimmerpflanzen eingesetzt, andere sind auch für den Einsatz im Freiland vorgesehen (Lanzinger et al. 2016, S. 19).

Um den integrierten Pflanzenschutz im Einsatz gegen Dickmaulrüssler zu forcieren, ist es notwendig, die Grundlagen zu verbessern. Dadurch können möglichst selektive biologische Verfahren in der Praxis etablieren werden (Sprick 2012, S. 7).

#### **4.3.2 Minimierung von Pestizideinsatz**

Beim Integrierten Pflanzenschutz werden Breitbandpestizide nicht komplett abgelehnt, allerdings werden nur sehr sparsam und unter Minimierung der eingesetzten Mengen und Kosten verwendet (Begon et al. 2017, S. 548–549). Derzeit basiert die Bekämpfung adulter Dickmaulrüssler auf dem Einsatz chemischer Breitbandinsektizide (van Tol et al., 2012, s.p.). Insektizidsprays werden häufig in der Abenddämmerung ausgebracht, wenn die Rüsselkäfer aktiv werden, was eine gezielte Anwendung erschwert. Solche Insektizide wirken sich oft auch negativ auf andere Schädlinge aber auch auf natürlich vorkommende Nutzinsekten aus (Pope et al. 2018, S. 4). Diese ungewollten Auswirkungen auf nützliche Arthropodenpopulationen führen häufig zu einem erhöhten Risiko für den Ausbruch von Sekundärschädlingen in einer Kultur (Roberts et al. 2020, 553). Daher werden nachhaltigere Lösungen für die Bekämpfung erwachsener Dickmaulrüssler benötigt.

Wenn sich ein Schadorganismus an einem Standort etabliert hat und dies ökologische oder wirtschaftliche Auswirkungen hat, wird häufig nach anderen Möglichkeiten der Schadensbegrenzung gesucht, um den Einsatz von Insektiziden gering zu halten. Dies kann unter anderem durch gezielte Überwachung und den Einsatz von Entscheidungshilfen erreicht werden (Suckling 2015, S. 5).

#### **4.3.3 Überwachung und Abstimmung**

Kein Schädlingsproblem gleicht dem anderen, selbst auf benachbarten Standorten ist dies nicht der Fall. Für IPM ist es daher von großer Bedeutung, die Bekämpfungsmaßnahmen spezifisch auf das vorliegende Problem anzupassen (Begon et al. 2017, S. 548–549). Auch bei einem Vorgehen gegen Dickmaulrüssler setzen die Expert\*innen auf das Monitoring als Bestandteil der Schädlingsbekämpfung. Als wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche integrierte Bekämpfung gelten das Wissen um das anwesende Artenspektrum, das richtige Erkennen und die Kenntnis der von diesen vorhandenen Schädlingen befallenen Wirtspflanzen (Sprick 2012, S. 7). Ein grundlegendes Prinzip eines integrierten Schädlingsbekämpfungsprogramms (IPM) besteht darin, dass jede Bekämpfungsmaßnahme auf einer sorgfältigen Überwachung der Schädlingspopulationen basiert, die im Verhältnis zu Schwellenwerten für die Maßnahme stehen (Roberts et al. 2020, 553-354).

#### **4.3.4 Ökonomische Schadschwelle und Bekämpfungsschwelle**

Die Anzahl der Schädlinge oder das Ausmaß eines Schadens durch Beikräuter oder Krankheitserreger, bei denen die Kosten für die Bekämpfung der Höhe des zu erwartenden

Schadens entspricht, definieren die Schadschwelle im integrierten Pflanzenschutz. Über dieser wirtschaftlichen Schadschwelle ist der finanzielle Schaden, der entsteht, größer als der Aufwand für die Bekämpfungsmaßnahmen (Frutschi et al. 2019, S. 43). Die Schadschwellen unterscheiden sich hinsichtlich Kultur, Schädling, Zeitpunkt und Standort. Für Zierpflanzen bestehen, anders als in der Landwirtschaft, aufgrund dieser komplexen Zusammenhänge keine allgemein verbindlichen und verlässlichen Schadschwellen (Frutschi et al. 2019, S. 43–44).

Um den richtigen Zeitpunkt für die Bekämpfung zu erkennen, wird die Bekämpfungsschwelle herangezogen, da der Zeitpunkt der Überschreitung der Schadschwelle häufig nicht mit dem optimalen Zeitpunkt für Bekämpfungsmaßnahmen übereinstimmt. Die Bekämpfungsschwelle liegt daher meist unter der wirtschaftlichen Schadschwelle, weil es nach dem Einsatz einer Maßnahme dauert, bis diese ihre Wirkung auf den Schaderreger entfaltet. Das Erfassen der Bekämpfungsschwelle setzt eine effiziente Befallskontrolle voraus. Dafür können je nach Art des Schädlings neben visuellen Kontrollen, beleimte Farbtafeln oder Fallen mit Köderflüssigkeiten und Lockstoffen eingesetzt werden (Frutschi et al. 2019, S. 44).

#### **4.4 Monitoring von *Otiorhynchus* sp.**

Effektives Monitoring von Dickmaulrüsslern ist aufgrund der nächtlichen Fraßtätigkeit der erwachsenen Tiere und der unterirdischen Lebensweise der Larven schwierig, was oft dazu führt, dass die Betreiber\*innen erst dann erkennen, dass sie eine wirtschaftlich schädliche Population in ihren Anlagen haben, wenn bereits Verluste eingetreten sind (Roberts et al. 2020, S. 554). Zusätzlich zum nächtlichen Untersuchen der Kulturen kann die Anwesenheit adulter Käfer auch durch den Einsatz von künstlichen Verstecken oder Fallen festgestellt werden (Roberts et al. 2020, S. 554).

Da frisch geschlüpfte Dickmaulrüssler eine Präovipositionszeit von drei bis vier Wochen haben, haben entsteht durch ein Monitoring die Möglichkeit, die Dickmaulrüssler vor dem Beginn der Eiablage zu bekämpfen. Wer auf synthetische Pestizide verzichten will, muss sich auf die richtige Anwendung von entomopathogenen Nematoden und Pilzen verlassen (siehe Kapitel 4.5.) Die selektive Überwachung der Dickmaulrüssler hilft dabei, die Stellen zu identifizieren, an denen die Gefahr eines Befalls mit Larven besteht, und den geeigneten Zeitpunkt für eine frühzeitige Bekämpfung auszuwählen. Auch der Einsatz von Unterschlupfen im Sinne einer Lure & Kill Strategie, durch Anlocken und Töten, (Kapitel 4.4.2.3) kann eine wirkungsvolle Maßnahme sein (van Tol et al. 2012, S. 170).

##### **4.4.1 Beschreibung ausgewählter Versuche zum Monitoring**

In der Literatur finden sich viele unterschiedliche Versuche, bei denen Material und Methoden auf das Monitoring von Dickmaulrüsslern angepasst wurden. Es folgt eine kurze Beschreibung von ausgewählten Versuchen mit Fokus auf den Methoden.

###### **4.4.1.1 Bodenfalle / Wrede 2016**

Von der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein wurde in Deutschland unter der Leitung von Wrede ein Forschungsprojekt zur Erarbeitung von Grundlagen zur Entwicklung eines praxisrelevanten Bekämpfungsverfahrens für adulte Dickmaulrüssler durchgeführt. In diesem Rahmen wurden mehrere Versuche angestellt.

Einer davon hatte die Prüfung der Attraktivität von zwei Lockstoffen mit Hilfe von Bodenfallen unter baumschulischen Praxisbedingungen zum Ziel und wurde somit im Freiland ausgeführt (Wrede 2016, S. 3).

Für den Versuch wurden im Baumschulquartier eine Bodenfalle mit einer Überdachung in den Boden eingesenkt. Der Lockstoff befand sich in ca. 25 Zentimeter Höhe direkt neben der Falle. Eine weitere Falle ohne Lockstoff, die als Kontrollfalle fungierte, stand in ca. fünf bis sieben Metern Entfernung. Mit einer Distanz von mindestens zehn Metern wurden zwei weitere Fallenpaare für den jeweiligen Lockstoff aufgebaut. Lockstoff und Fangflüssigkeit (gesättigte Kochsalzlösung) wurden einmal in der Woche erneuert. Im Herbst erfolgte die Fallenentleerung sowie der Lockstoffwechsel im vierzehntägigen Intervall (Wrede 2016, S. 4).

Die Fallen wurden über einen Zeitraum von bis zu 20 Wochen kontrolliert. Die Auswertung der Daten deutete bei dem ersten Lockstoff A eine Wirkung unter Praxisbedingungen an. Die Anzahl gefangener Käfer war aber insgesamt sehr niedrig, daher sollte dies durch weitere Untersuchungen verifiziert werden (Wrede 2016, S. 11). Der damals eingesetzte Lockstoff wurde inzwischen weiterentwickelt.

#### **4.4.1.2 Fallenvergleich / Roberts et al. 2020**

Roberts et al. (2020, 554) untersuchten den Einfluss des Designs der Fallen, die für Dickmaulrüssler eingesetzt werden können, im Zusammenhang mit vorhergehenden Fütterungserfahrungen und dem Einsatz von Lockstoffen auf den Monitoring-Erfolg.

In einem Versuch zur Effizienz der Monitoring-Instrumente wurde durch geschlossene Zelte mit getopften Erdbeerpflanzen eine anfällige Kultur simuliert. In diesen Zelten wurde jeweils ein Monitoring-Instrument aufgestellt sowie eine bekannte Population von Rüsselkäfern freigelassen. Die Wirksamkeit jedes Beobachtungsinstruments wurde bei zwölf Gelegenheiten (zwischen dem 9. und 14. August 2016) durch Aufzeichnung der Anzahl der Rüsselkäfer in den Fallen zwischen 09:00 und 12:00 Uhr jeden Tag bewertet. Der Zeltkäfig, dem jedes Überwachungsinstrument zugewiesen wurde, wurde jeden Tag neu randomisiert, um die Auswirkungen der Position des Zeltkäfigs und/oder der simulierten Kultur auszuschließen (Roberts et al. 2020, S. 554).

Das wirksamste getestete Überwachungsinstrument war die im Handel erhältliche „ChemTica“ Rüsselkäferfalle. Das könnte im Zusammenhang mit der Positionierung des Eingangs stehen, der sich bei dieser Falle am Boden befindet (Roberts et al. 2020, S. 557).

#### **4.4.1.3 Flexible Stofffalle „Ruffle Trap“ / van Tol et al. 2020**

Van Tol et al. 2020 verfolgt mit seiner Forschung das Ziel ein wirksames Monitoring-Instrument für den gefurchten Dickmaulrüssler, *Otiorhynchus sulcatus*, zu entwickeln. Das Hauptziel dieses Forschungsvorhabens bestand darin, eine Falle, die in Verbindung mit dem Kairomon (Z)-2-Pentenol verwendet werden kann, sowie ein wirksames Mittel zur Abtötung der Insekten, die in die Falle gelangen, zu entwickeln (van Tol et al. 2020).

Bei einem Feldversuch in Blockanlage wurden ein gerilltes Holzbrett, die neu entwickelte „Ruffle Trap“, sowie die „Ruffle Trap“ in Kombination mit dem Lockstoff in unterschiedlichen Verteilsystemen (Dispenser und Granulat) unter Freilandbedingungen in einer Apfelplantage getestet. Der Dispenser (Weevil Lure vial) wurde etwa 30 cm über dem Versteck angebracht. Der Abstand zwischen den einzelnen Parzellen betrug 20 m. Die Dispenser wurden einmal pro Woche erneuert. Die Fallen wurden zweimal wöchentlich zwischen 13:00 und 16:00 Uhr auf das Vorhandensein von Rüsselkäfern kontrolliert (sieben Überwachungstermine). Pflanzen, die bis zu 30 cm von der Mitte der Fallen entfernt waren, wurden am selben Tag/zur selben Zeit auf Rüsselkäfer untersucht. Gefundene Rüsselkäfer wurden an ihren Standort auf dem Feld zurückgebracht (van Tol et al. 2020).

Die „Ruffle Trap“ in Kombination mit dem Kairomon fing signifikant mehr Rüsselkäfer als in der Anwendung ohne Lockstoff, unterschied sich aber nicht in Hinsicht auf die Art der Freisetzung. Alle Stofffallen fingen mehr Rüsselkäfer als das gerillte Brett.

#### 4.4.2 Design von Monitoring- und Kontrollsystemen

Der verwendete Aufbau geht bei vielen Monitoring-Versuchen von folgender Hypothese zum Verhalten der Käfer aus: In der Nacht wird in der Phase der räumlichen Mobilität Futter gesucht und gefressen. Fraßduftstoffe wirken in dieser Zeit anlockend auf die Käfer und führen zu einem verstärkten Fraß im Bereich der Quelle. Tagsüber suchen die nachtaktiven Tiere einen Unterschlupf auf und bleiben in diesem Versteck weitgehend immobil (Wrede 2016,7).

Daher wird bei der Entwicklung von Monitoring-Tools versucht, einen attraktiven Unterschlupf zu schaffen, den die adulten Dickmaulrüssler von selbst aufsuchen. Die Kombination solcher gut konzipierten Falle mit einem einfachen synthetischen Köder, soll ein wirksames Instrument zur Überwachung der Rüsselkäferpopulationen darstellen (Roberts et al. 2020, S. 559).

Abgesehen von der Optimierung der Geruchszusammensetzung ist die Entwicklung von Fallenvorrichtungen für den Einsatz eines Lockstoffs zur Überwachung im Freiland unerlässlich. Es wurden bereits kommerziell erhältliche Fallen für Rüsselkäferarten getestet, aber keine davon war besonders wirksam. *Otiorhynchus*-Rüsselkäfer sind nachtaktive Fresser und werden nachts von den Wirtspflanzen in der Nähe der Geruchsquelle angezogen, während die getesteten Fallen als Verstecke für den Tag konzipiert sind und für die Rüsselkäfer während der Nahrungsaufnahme nicht attraktiv sind (van Tol et al. 2012, S. 175).

##### 4.4.2.1 Bestandteil Versteck

Bei dem Einsatz eines künstlichen Verstecks wird das Verhalten der Käfer, die tagsüber nach Unterschlupfmöglichkeiten suchen, ausgenutzt (Roberts et al. 2020, S. 554). Es wurde eine Reihe von solchen Unterschlupfmöglichkeiten und Fallen entwickelt, um die Anwesenheit adulter Dickmaulrüssler zu überwachen (Roberts et al. 2020, S. 557). Doch der Fangerfolg dieser Hilfsmittel soll starken Schwankungen unterliegen, da dieser vermutlich von vielen, teils unbekannt, Faktoren wie beispielsweise der Feuchtigkeit abhängt (Wrede und Ufer 2012, S. 141).

Die schwankende und geringe Wirksamkeit eines Monitorings mit handelsüblichen Fallen ist auch oft darauf zurückzuführen, dass die Fallen nicht mit den vielen Verstecken in Töpfen und natürlichen Rückzugsorten, die im Freien zu finden sind, konkurrieren können (van Tol et al. 2020, s.p.). In einem offenen Feld mit Rhododendron fanden van Tol et al. (2020, s.p.) zahlreiche Dickmaulrüssler in getrockneten, gefalteten Blättern auf dem Boden, jedoch fast keine Rüsselkäfer in den künstlichen Verstecken, die sie aufgestellt hatten. Auch Roberts et al. (2019,859) machten die Beobachtung, dass sich die erwachsenen Käfer tagsüber in der Laubstreu, unter Töpfen oder anderen geeigneten Unterschlupfmöglichkeiten befanden. Ein weiterer Nachteil, den die meisten verfügbaren Fallenarten für den Dickmaulrüssler haben, besteht darin, dass die Käfer nicht dauerhaft gefangen werden. Die Tiere können die Fallen frei betreten und wieder verlassen. Daher eignen sie sich gut für die zeitnahe Überwachung der Präsenz und Dichte von Dickmaulrüsslern, aber sie funktionieren nicht als Dauerfalle, mit der man einen Massenfang des Käfers testen könnte (van Tol et al. 2020, s.p.). Abgesehen von Duftstoffen könnten die Größe, die Farbe, die Form oder die Anzahl und Gestaltung der Eingänge die Effektivität des Fallendesigns beeinflussen. Ein wichtiger Unterschied bei den Fallenkonstruktionen könnte die Lage des Eingangs sein, der sich bei einem vielversprechenden Fallensystem unten befindet (Roberts et al. 2020, S. 557).

##### 4.4.2.2 Bestandteil Lockstoff

Semiochemische Stoffe, die Pheromone und Allelochemikalien umfassen, werden zunehmend in der Schädlingsbekämpfung eingesetzt. Diese Allelochemikalien (Kairomone, Synomone, Allomone) werden oft von den Gerüchen der Wirtspflanzen abgeleitet oder ähneln diesen

(Teulon et al. 2018). Kairomone sind Pflanzenduftstoffe, durch die beispielsweise Insekten zu ihren Fraßpflanzen gelockt werden (Reineke et al. 2012, S. 157–158).

Bei anderen Käferarten wurde bereits nachgewiesen, dass die Wirksamkeit von Monitoring-Instrumenten durch die Zugabe eines semiochemischen Lockstoffs verbessert werden kann. Bislang gab es kaum Fortschritte bei der Identifizierung spezifischer Stoffe, die für diesen Zweck geeignet sind, wobei sich frühere Arbeiten zu Aggregationspheromonen bei Dickmaulrüsslern als nicht schlüssig erwiesen. Ohne die Identifizierung von Pheromonen hat sich der Schwerpunkt auf andere semiochemische Quellen verlagert, vor allem in Form von flüchtigen organischen Verbindungen pflanzlichen Ursprungs (VOC) (Roberts et al. 2020, S. 554).

Da diese Stoffe, von denen bekannt ist, dass sie von ausgewachsenen Dickmaulrüsslern erkannt werden, in vielen Pflanzenfamilien vorkommen und nicht nur in taxonomisch charakteristischen, scheint es wahrscheinlich, dass sich die Optimierung eines Köders sowohl auf die Mischung als auch auf die Konzentrationen der VOCs konzentrieren sollte (Roberts et al. 2019, S. 867)

Roberts et al. (2020, 558) und van Tol et al. (2004, S. 145) haben beide die Anziehung durch den Geruch von geschnittenem Blattmaterial einer Wirtspflanze von *Otiorhynchus sulcatus*, untersucht. Verwendet wurden *Taxus baccata*, *Euonymus fortunei*, oder *Hedera helix*. Beobachtet wurde, dass die Tiere beim Einsatz von mechanisch beschädigten Blättern angezogen wurden, während unbeschädigte Blätter, abgesehen von jungen *Hedera helix* Blättern, nicht attraktiv waren.

Als Lockstoff wurden in mehreren Versuchen die von van Tol am University & Research Centre Wageningen in den Niederlanden entwickelten Kairomone eingesetzt. Dieser auf (Z)2-pentenol basierende synthetische Lockstoff wurde vor kurzem auch für das Monitoring von Dickmaulrüsslern patentiert (Pherobank 2021, s.p.). Dieser basiert auf flüchtigen Inhaltsstoffen von *Euonymus fortunei* (Kletter-Spindelstrauch), auf die die Dickmaulrüssler reagieren sollen (Wrede 2016, S. 4).

Wrede und Ufer (2012, S. 141) konnten bei einem Versuch die Attraktivität von Fallen durch Einsatz eines Lockstoffes nicht steigern. Sie führen dies darauf zurück, dass eine natürliche Duftstoffwolke, die durch den Blattfraß der Käfer in der Parzelle freigesetzt wird, sich möglicherweise nicht von dem Lockstoff unterschieden ließ oder eine größere Lockwirkung besaß als der eingesetzte Lockstoff. Bei der Positionierung des Lockstoffs könnte die Entfernung zum Boden und der windexponierte Standort an sich unerwünschte Auswirkungen auf den Aufbau haben. Genaue Distanzwirkungen oder unterschiedliche Dosierungen sind noch nicht hinreichend untersucht (Wrede und Ufer 2012, S. 141). Bei der Dickmaulrüsslerart *O. rugosostriatus*, konnte bei dem Einsatz eines Kairomons eine geringe Abstoßungsreaktion festgestellt werden. Der Einsatz von Duftstoffen scheint auf Grund der Ortsstetigkeit der Käfer zur Anlockung über weitere Distanzen nur bedingt geeignet zu sein (Reineke et al. 2012, S. 179).

Je nach ihrer Verwendung müssen diese Semiochemikalien möglicherweise mit den gleichen oder ähnlichen Gerüchen konkurrieren, die von benachbarten Wirtspflanzen ausgehen, was unbekanntes Folgen auf die Wirksamkeit des Fangs haben kann (Teulon et al. 2018). Das Wissen über semiochemische Stoffe kann bei der Vorhersage des Wirtsspektrums für die Risikobewertung, bei der Entwicklung und Kombination von Lockstoffen für eine verbesserte Überwachung sowie bei Instrumenten zur Abtötung angewandt werden (Suckling 2015, S. 2).

#### 4.4.2.3 „Lure & Kill“ Strategie

Als alternative Bekämpfungsmethode wurden Systeme entwickelt, bei denen die Tiere nicht nur durch einen Duftstoff in ein attraktives Versteck gelockt werden, sondern sich beim Aufenthalt in diesem infizieren und sterben. Es gibt viele Beispiele für erfolgreiche

Anwendungen für andere Insekten als den Dickmaulrüssler, bei denen entomopathogene Pilze (EPF) als "Kill"-Komponente verwendet werden (Lyons et al., 2012; Mfuti et al., 2016; Niassy et al., 2012; Yasuda, 1999 in van Tol et al. 2020, s.p.).

Pope et al. (2018, S. 14) konnten zeigen, dass es wahrscheinlich ist, dass die Dickmaulrüssler mit Sporen infiziert werden können, indem sie entweder selbst eine der künstlichen Zufluchtsstätten betreten oder mit einem Käfer in Berührung kommen, der dies bereits getan hat. Das Experiment zur Ausbreitung zeigt, dass nicht unbedingt eine große Anzahl von adulten Dickmaulrüsslern, die künstliche Zufluchtsorte nutzen, erforderlich ist, damit sich die Sporen eines EPF in der Käferpopulation ausbreiten können (Pope et al. 2018, S. 14)

Van Tol et al. (2020, s.p.) fügten ihrer Falle bei einem Versuch nicht nur entomopathogene Pilze (EPF), sondern auch Leinöl, das die Pilze vor Inaktivierung zu schützen sollte, hinzu. Das Leinöl allein tötete 59 % und die Kombination von Leinöl mit dem Mittel „Botanigard“ 79 % der Dickmaulrüssler. Das Öl tötet die meisten Rüsselkäfer wahrscheinlich durch die Eigenschaften des Öls, die vermutlich die Luftröhren blockieren. Der Schutz des Pilzes durch das Öl scheint unwahrscheinlich. Verbindungen, die Cytochrom-P450-Aktivität hemmen, könnten eine Rolle bei der erhöhten Toxizität von Leinöl für die Dickmaulrüssler spielen. Die „Lure & Kill“ - Strategie mit Ölen soll noch auf einen vollständigen Feldversuch außerhalb eines Käfigs ausgeweitet werden, um ihre Wirksamkeit zu ermitteln. Die Abtötung durch entomopathogene Pilze könnte mit besseren Pilzstämmen weiter verbessert werden, vorausgesetzt, sie sind mit dem Öl, mit dem sie kombiniert werden, kompatibel (van Tol et al. 2020, s.p.). Es wird angenommen, dass einfache künstliche Verstecke wirksame Inokulationskammern sind und dass Isolate der Pilze *Metarhizium brunneum* und *Beauveria bassiana* in diesen Verstecken gegen adulte Dickmaulrüssler wirksam sind (Pope et al. 2018, S. 14).

#### **4.4.3 Bonitur der Pflanzen**

Ein anderer Ansatz, den Befall zu überwachen, ist es, die Schadsymptome an den Wirtspflanzen der Schädlinge aufzunehmen. Dazu kann eine Bonitur der einzelnen Pflanzen sinnvoll sein um die Entwicklung der Pflanzen einzuschätzen.

Im Zentrum der Pflanzenbewertungen steht in den meisten Fällen die Gesundheit und die Widerstandsfähigkeit der Pflanze. Prüfparameter, die die Ästhetik beschreiben, finden in den Bonituren keine Verwendung (Thelen-Germann 2015, S. 61).

Der Gesamteindruck, welcher das Ergebnis einer Boniturentwicklung am Institut für Landschaftsbau und Ingenieurbiologie (IBLB) wiedergibt, ist ein Maß für die Verwendbarkeit und Eignung von krautigen Pflanzen (Stauden, Gräser, Kräuter) für den jeweiligen Lebensbereich und Verwendungszweck. Nur Bewertungsparameter, durch die sich der Gesundheitszustand beschreiben lässt, kommen dabei zur Anwendung. Der allgemeine Zustand einer so bewerteten Pflanze im Vergleich zu anderen im Bestand ist besser, wenn deren Gesamteindruck höher ist. (Thelen-Germann 2015, S. 117).

Lindner und Billman haben ein Handbuch für die Versuchsanstellung im ökologischen Gemüsebau herausgegeben (Billmann und Lindner 2006). In diesem Handbuch empfehlen sie zur Boniturierung des Befalls mit Schädlingen im Gegensatz zum linear verlaufenden Boniturschlüssel einen logarithmischen Schlüssel anzuwenden. Der logarithmische Verlauf lässt es zu, dass im Bereich geringer Anfälligkeiten feinere Unterschiede erfasst werden können. (Billmann und Lindner 2006, S. 22).

## 4.5 Pflanzenschutzanwendungen

In Österreich sind derzeit sieben zugelassene Pflanzenschutzmittel zu Bekämpfung von Dickmaulrüsslern als genehmigt verzeichnet. (Bundesamt für Ernährungssicherheit)

Viele Studien beschäftigen sich vorwiegend mit dem Einsatz von entomopathogenen Nematoden (EPN) und entomopathogenen Pilzen (EPF) zur Regulierung des Dickmaulrüsslerbefalls. In diesem Kapitel werden die unterschiedlichen Behandlungsmöglichkeiten kurz vorgestellt.

### 4.5.1 Entomopathogene Nematoden (EPN)

Die Klasse der Nematoden umfasst etwa 15.000 bekannte Arten. Diese kleinen Fadenwürmer sind mit bloßem Auge nicht erkennbar. Die Nematoden, die zur Schädlingsbekämpfung eingesetzt werden, sind auf einen bestimmten Wirt angewiesen und stellen für Pflanzen und Warmblütler keine Gefahr dar (Lanzinger et al. 2016, S. 39).

Obwohl das Wirtsspektrum von EPN mehr als 200 Insektenarten umfasst, wurden Nematoden nur für einen kleinen Teil dieser Insekten erfolgreich vermarktet (Georgis et al. 2006, S. 104). Der Dickmaulrüssler *Otiorhynchus sulcatus* zählt zu diesen Arten. Fortschritte in der Massenproduktion und Formulierungstechnologie von entomopathogenen Nematoden, sowie die Entdeckung zahlreicher Stämme und der Wunsch nach einer Verringerung des Pestizideinsatzes haben zu einem starken wissenschaftlichen und kommerziellen Interesse an diesen Nematoden geführt. (Georgis et al. 2006, S. 103)

#### 4.5.1.1 Wirkungsweise

Die hier vorgestellten Nematoden leben in Symbiose mit *Xenorhabdus* (Bakterien). Die im Boden lebenden Dauer- oder Infektionslarven speichern Zellen ihrer Bakteriensymbionten, suchen die Larven der Dickmaulrüssler aktiv auf und öffnen einen Zugang zum Wirtstier oder dringen über dessen Körperöffnungen ein. Dort übertragen sie die Bakterien, welche Gewebe zersetzen und sich in der Dickmaulrüsslerlarve vermehren (und ihrerseits den Nematoden selbst als Nahrung dienen). Auch die Nematoden vermehren sich in dem Wirtstier und verlassen dieses, um neue Larven zu suchen oder um im Boden zu überdauern. Die Larve stirbt dabei sehr rasch, etwa 48 Stunden nach der Infektion, ab. Wenn die Behandlung wirkt, verfärben sich die befallenen Käferlarven von weiß nach rot-braun. Die Aktivität der Nematoden wird durch Bodenfeuchtigkeit gefördert (Reinecke et al. 2012, 152; Lanzinger et al. 2016, 39).

#### 4.5.1.2 Grenzen/Nachteile

Der Einsatz von Nematoden wird durch Umweltbedingungen wie die Temperatur und durch ihre hohen Kosten begrenzt. Der Einsatz von Nematoden gegen Dickmaulrüssler wird vor allem durch die niedrigen Temperaturen, die zu dem Zeitpunkt herrschen, an dem die Bekämpfung erforderlich ist, eingeschränkt (Guy et al. 2017, S. 40). Die Kosten von Behandlungen mit Nematoden rechnen sich häufig nur in hochwertigen Kulturen (Vidal et al. 2015, S. 1).

#### 4.5.1.3 Anwendung und Ausbringung

Entomopathogene Nematoden werden als biologische Bekämpfungsmittel hauptsächlich zur Bekämpfung der Larven, aber in einigen Anwendungskonzepten auch gegen die adulten Dickmaulrüssler eingesetzt.

Klassisch werden die Nematoden in einer wässrigen Lösung direkt auf das Bodensubstrat der befallenen Pflanzen ausgebracht. Dabei werden 0,5 Millionen Nematoden pro m<sup>2</sup> mit einem Liter Wasser vermischt. Die Anwendung sollte nur bei bedecktem Wetter und auf durchfeuchtetem Substrat erfolgen, da die Nematoden durch direktes Sonnenlicht rasch abgetötet werden. Es gilt, die Mischung schnell zu verarbeiten und gut zu verrühren, um ein Absinken der Nematoden zu vermeiden. Bei der Ausbringung mit einer Spritze sollte der Druck maximal drei Bar betragen, Filter müssen entfernt werden und der Durchmesser der Düse sollte größer als 0,8 Millimeter sein. Nach der Ausbringung der Nematoden muss das behandelte Substrat für etwa zwei Wochen lang feucht gehalten werden, die Nematoden sollen sich dann besser fortbewegen können (Zielke 2016, 3; Lanzinger et al. 2016, 39).

Bei Bekämpfungsverfahren mit Nematoden gegen die adulten Käfer müsste eine effizientere Infektionsfalle entwickelt werden. Eine gleichmäßige Ausbringung der Nematoden über Tropfschläuche ist möglich, wenn ein Proportionaldosierer verwendet wird (Burghause et al. 2012, S. 4).

Die Bodentemperatur gilt als der limitierende Faktor für eine erfolgreiche Bekämpfung dieses Schädlings (van Tol et al. 2004, s.p.). Für eine Nematodenbehandlung im Freiland bietet sich der Einsatz zwischen Mitte April und Mitte Oktober, bei Bodentemperaturen über 12°C an. (Reineke et al. 2012, S. 152). Dabei ist auch zu beachten, wann sich die Larven am Befallsstandort entwickeln und verpuppen. Für eine erfolgreiche Bekämpfung ist das wichtig, da die größeren Larvenstadien von den Nematoden besser parasitiert werden können (Hommes et al. 2015, 5). Eine Ausbringung im Sommer ist gegen die frisch geschlüpften Larven nicht wirksam (Georgis et al. 2006, S. 106).

#### **4.5.1.4 Tropfschlauchanwendung / Wrede und Ufer, 2012**

Im Verbundabschlussbericht zur Erarbeitung von integrierten Verfahren gegen Bodenrüssler beschäftigten sich Wrede und Ufer (2012) in einem Beitrag mit der Nematodenbehandlung über ein Tropfschlauchsystem.

Mit dem Ziel eine praxistaugliche Ausbringungsmethode von entomopathogenen Nematoden für Baumschulbetriebe zu etablieren, wurde die Ausbringung einer Nematodenlösung mit einem Gießwagen und auch mit Hilfe eines Tropfbewässerungssystems geprüft. An zwei Tropfbewässerungssystemen mit unterschiedlich langen Fließstrecken (30,6 Meter war die längste) wurde die Ausbringung und Verteilung von Nematoden überprüft und gleichzeitig die Bekämpfung der Larven von *O. sulcatus* untersucht. Beide Systeme hatten identische, druckkompensierende 8-Liter Tropfer, und es wurde ein fachhandelsübliches mobiles Proportionaldosiergerät integriert. Die Stammsuspension wurde vor dem Zudosieren mit Carboxymethylcellulose (Kleister) versetzt um die Absetzung der Nematoden im Gießwasser zu verzögern. An den Tropfern wurden Proben genommen und die Anzahl der Individuen in den Probegefäßen wurde gemessen (Wrede und Ufer 2012, S. 134).

Die Überprüfung ergab, dass die konzentrierte und mit Kleister angedickte Nematodensuspension über das Dosiergerät eingespeist werden konnte. Die Tiere gelangten lebend durch die Tropfer und die gleichmäßige Verteilung in entsprechender Konzentration auf den untersuchten Containerkulturflächen war gegeben. Dieses Verfahren wird durch die gezielte Ausbringung im Vergleich mit flächigen Verfahren auch als kostengünstiger beschrieben. Fraglich ist, ob sich Parasit und Wirt beim Einsatz in Gefäßen mit großem Volumen an den gleichen Stellen aufhalten, was für eine erfolgreiche Behandlung erforderlich ist. Für Tropfbewässerungssysteme mit längeren Fließstrecken oder geringeren Fließgeschwindigkeiten muss noch überprüft werden, ob dort die gleichmäßige Verteilung ebenfalls gewährleistet ist. Auch dass die Carboxymethylcellulose sich nicht an den Geräten absetzt und auf Dauer zu Störungen führt, ist noch sicherzustellen (Wrede und Ufer 2012, 4,134,144).

#### 4.5.1.5 Die eingesetzten *Heterorhabditis* und *Steinernema* Arten

Die Wirksamkeit von insektenpathogenen Nematoden (EPN) gegen die Larven des Gefurchten Dickmaulrüsslers (*Otiorhynchus sulcatus*) ist besonders gut untersucht. Hommes et al (2015, 4) untersuchten daher auch die Wirksamkeit für die anderen *Otiorhynchus*-Arten um Informationen zu den geeignetsten Nematodenstämmen für die Bekämpfung zu finden. In dem Versuch konnten alle untersuchten Rüsselkäferarten mit Nematoden der Gattung *Heterorhabditis* erfolgreich bekämpft werden. Die *Steinernema*-Arten hatten bei den Tests dagegen überwiegend unterdurchschnittliche Wirksamkeiten (Hommes et al. 2015, S. 5).

In der folgenden Tabelle werden die ausgewählten Charakteristika der verschiedenen Dickmaulrüsslerarten, empfohlener Einsatzzeitraum und die wirksamsten der von Hommes et al. (2015, 5-8) getesteten Nematodenstämmen gezeigt.

**Tabelle 2: Empfehlung zur Nematodenbehandlung nach Arten (Erstellung nach Hommes et al. 2015, 5-8)**

Art	Schadpotenzial	Wirtspflanzen	Günstigster Zeitraum zur Nematodenausbringung	Wirksamste Nematodenarten (relative Mortalität >80%)
<b><i>Otiorhynchus sulcatus</i></b> Gefurchter Dickmaulrüssler	hoch	Gehölze und Stauden, sehr breites Spektrum	April/Mai August/September	-
<b><i>Otiorhynchus armadillo</i></b> Kompakter Dickmaulrüssler	hoch	Gehölze und Stauden	April/Mai August/September	<i>Heterorhabditis downesi</i>
<b><i>Otiorhynchus salicicola</i></b> Weidendickmaulrüssler	hoch	Gehölze und Stauden	April/Mai August/September	<i>Heterorhabditis downesi</i> <i>Heterorhabditis megidis</i>
<b><i>Otiorhynchus porcatus</i></b> Rippendickmaulrüssler	mittel	Stauden	Mai/Juni	<i>Steinernema feltiae</i> <i>Heterorhabditis downesi</i> <i>Heterorhabditis megidis</i>
<b><i>Otiorhynchus crataegi</i></b> Gebüschdickmaulrüssler	mittel	Vorwiegend Gehölze	April/Mai	<i>Heterorhabditis downesi</i> <i>Heterorhabditis megidis</i>
<b><i>Otiorhynchus smreczynskii</i></b> Kleiner Fliederdickmaulrüssler	mittel	Gehölze	Mai/Juni	<i>Heterorhabditis downesi</i>

Zielke (2016, S. 3) empfiehlt *Steinernema* - Arten vorwiegend für den Einsatz bei niedrigeren Bodentemperaturen. In der folgenden Tabelle 3 sind ihre Empfehlungen nach den Temperaturbedingungen geordnet dargestellt.

**Tabelle 3: Empfehlung zur Nematodenbehandlung nach Temperatur (Aufstellung nach Zielke 2016, 3)**

Bodentemperatur >10 - 12°C:	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
Bodentemperatur > 8°C:	<i>Steinernema feltiae</i> / <i>H. bacteriophora</i> ,
Bodentemperatur > 5°C:	<i>Steinernema krausseii</i>

Georgis (2006, S. 118) schreibt, dass Nematoden, die eine Hinterhaltstrategie verfolgen, sich am besten für die Bekämpfung mobiler Insekten in der Nähe der Bodenoberfläche (z.B. *S. carpocapsae*) eignen, während Nematoden mit einer Kreuzungsstrategie (z.B. *H. bacteriophora*) am wirksamsten für weniger mobile Insekten unterhalb der Bodenoberfläche sind.

Zur Schädlingsbekämpfung in Österreich sind nur heimische Nematoden zugelassen (Lanzinger et al. 2016, S. 39). Fünf im Pflanzenschutzmittelregister gegen Dickmaulrüssler gelistete Produkte basieren auf der Wirkung von entomopathogenen Nematoden. Es finden sich unter den Handelsbezeichnungen „B-Green“, „HM-Nematoden gegen Dickmaulrüssler und Gartenlaubkäfer“, „Nematon“ und „Nematop“ vier Produkte, die als Wirkstoff entomopathogene Nematoden *Heterorhabditis bacteriophora* enthalten. Alle sind für den Zierpflanzenbau im Haus- und Kleingartenbereich zugelassen und sollen neben dem Dickmaulrüssler, *Otiorhynchus sulcatus*, teilweise auch gegen die Schadfaktoren Großer Graslaubkäfer, *Hoplia philanthus*, und Gartenlaubkäfer, *Phyllopertha horticola*, eingesetzt werden (vgl. Bundesamt für Ernährungssicherheit, 4056-0,2539-0, 2519-0, 2730-0). Unter der Handelsbezeichnung „nematop Käfer-Stopp“ ist ein emulgierbares Gel, das entomopathogene Nematoden *Steinernema carpocapsae* enthält, als Pflanzenschutzmittel zugelassen. Es kann im Haus- und Kleingartenbereich auf Zierpflanzenkulturen gegen den adulten Dickmaulrüssler, *Otiorhynchus sulcatus*, verwendet werden.

#### **4.5.2 Entomopathogene Pilze (EPF)**

Entomopathogene Pilze (EPF) stellen eine interessante Alternative zu synthetischen Insektiziden für die Bekämpfung des Dickmaulrüsslers dar, weil sie ein geringeres Risiko für die Gesundheit und die Umwelt bergen. Als alternative Bekämpfungsmethode sind sie ein wichtiger Bestandteil des integrierten Pflanzenschutzes (Khun et al. 2020, S. 1).

##### **4.5.2.1 Wirkungsweise**

Der Pilz infiziert die Larven des Dickmaulrüsslers (Zielke 2016, S. 3). Dieser Infektionsprozess durch den Pilz kann in zwei Phasen unterteilt werden. In der parasitären Phase keimen die Konidien, asexuell gebildete unbewegliche Sporen, und Haftscheiben an der Spitze des Keimschlauchs des Pilzes werden auf der Wirtskutikula gebildet. Das erfolgt meist in weniger als einem Tag nach Kontakt mit dem Wirtsinsekt (Zimmermann 2007, S. 881).

Nach der Durchdringung bilden sich innerhalb der Wirtskörpers submerse (abgetauchte) Sporen oder Hyphenkörper, die sich schnell vermehren und das Gewebe des Wirts erschließen. Das infizierte Insekt stirbt vermutlich aufgrund einer Kombination aus Nährstoff- und Sauerstoffmangel, einem Zusammenbruch von Organen oder durch die Wirkung von Pilztoxinen. Die meisten Isolate stellen zyklische Peptide, so genannte Destruixine, her (Pilz 2008, S. 19).

Nach dem Tod des Wirtsinsekts beginnt die saprophytische Phase, in der die Pilze den gesamten Insektenkörper besiedeln und die Oberfläche des Kadavers mit einer weißen Myzelschicht, die die Konidiophoren bildet, überzieht. Durch die Infektion neuer Wirte schließt

sich der Lebenszyklus. Ob die Keimung und die Infektion erfolgreich verläuft hängt in der Regel von Faktoren ab, die mit dem Wirt, dem Pilz selbst und der Umwelt in Verbindung stehen (Pilz 2008, S. 19).

#### 4.5.2.2 Grenzen/Nachteile

Entomopathogene Pilze sind wenig Rhizosphären-kompetent, der Bekämpfungserfolg kann variieren und die notwendigen Aufwandmengen an Pilzsporen übersteigen schnell die wirtschaftlich vertretbaren Kosten (Vidal et al. 2015, S. 1).

#### 4.5.2.3 Anwendung und Ausbringung

EPF kann zur Bekämpfung von unterirdisch lebenden Larven oder gegen die erwachsenen Käfer eingesetzt werden (Khun et al. 2020, S. 15). Oft ist der Wirkstoff in Form von Granulaten, die in das Substrat eingemischt werden sollen, erhältlich. Dabei befinden sich die Sporen des Pilzes auf einem Trägerstoff wie beispielsweise auf Reiskörnern. Dieser Pilz infiziert die Dickmaulrüsslerlarven im Substrat, diese verschimmeln danach. Es wird empfohlen 500 Gramm pro Kubikmeter ins Substrat einzumischen. Bei dieser Aufwandsmenge zeigten Versuche der LWK Weser-Ems 2010 Wirkungsgrade zwischen 40-60% (Zielke 2016, S. 3).

Die Sporen wurden bei Versuchen auch direkt auf den Boden oder das Pflanzsubstrat gesprüht. Die Anwendung als Bodenverbesserung auf dem Feld führte jedoch nur zu einer geringen Mortalität der Larven von *O. sulcatus*. Eine mäßige bis hohe Mortalität der Dickmaulrüssler ergab sich, wenn der konidienhaltige Reis direkt auf den Oberboden ausgebracht wurde, wodurch eine infektiöse Schicht zur Bekämpfung der Larven entstand. Das deutet darauf hin, dass dieser Ansatz genügend Sporen auf dem Oberboden bereitstellt, um an *O. sulcatus* haften zu bleiben und die Tiere abzutöten. Die Mortalität von *O. sulcatus* war in der ersten Woche nach der Einarbeitung von EPF in ein rindenbasiertes Topfmedium hoch, sank aber nach elf Wochen auf ein moderates Niveau (60-80 %) und nach einem Jahr auf null (Bruck und Donahue 2007; Easterbrook et al. 1992 in Khun et al. 2020, 15).

EPF können sowohl als präventive Maßnahme als auch nach dem Auftreten von Schäden durch die Dickmaulrüssler eingesetzt werden (Khun et al. 2020, S. 19).

#### 4.5.2.4 Die eingesetzten *Metarhizium* und *Beauveria* Arten

Ein Vergleich von *Metarhizium spp.* und *Beauveria spp.* zeigt, dass *Metarhizium spp.* oft besser gegen *O. sulcatus* wirkte als *Beauveria spp.*, obwohl einige Studien ergaben, dass beide Pilze bei der Abtötung von *O. sulcatus* gleich wirksam waren (Khun et al. 2020, 14). Im Allgemeinen verursachten die meisten der virulentesten Isolate oder kommerziellen Pilzstämmen in der höchsten Konzentration eine mäßige (60-80 %) bis hohe (>80 %) Mortalität bei den Käfern (Khun et al. 2020, S. 14–15).

Ein Pflanzenschutzmittel, das *Metarhizium anisopliae var. anisopliae* Strain F52 enthält, ist unter der Handelsbezeichnung „Lalguard M52 GR“ für den Haus- und Kleingartenbereich zugelassen. Es kann gegen den Dickmaulrüssler *Otiorhynchus sulcatus* eingesetzt werden. Es wird darauf hingewiesen, dass dieses Pilzpräparat nicht uneingeschränkt mit anderen, insbesondere chemischen Pflanzenschutzmitteln, kombinierbar ist (Bundesamt für Ernährungssicherheit, 3349-0). Auch das kommerziell erhältliche Pilzpräparat „Naturalis“ (*Beauveria bassiana*) scheint ein denkbarer Bestandteil einer Bekämpfungsstrategie zur Kontrolle von *Otiorhynchus*-Arten im Freiland zu sein (Burghause et al. 2012, S. 4–5). Im Rahmen einiger Untersuchungen wurde auch das Mittel „BotaniGard“ bei Versuchen zur Abtötung von adulten Dickmaulrüsslern eingesetzt (van Tol et al. 2020). Das Pflanzenschutzmittel mit der Bezeichnung „BotaniGard WP“ mit dem Wirkstoff *Beauveria*

*bassiana*, das im Pflanzenschutzmittelregister nicht für den Einsatz gegen Dickmaulrüssler sondern gegen Weiße Fliegen (Mottenschildlaus), Thripse und Wurzelspinner aufgelistet ist, ist nicht für den Einsatz im Haus- und Kleingartenbereich gedacht. Der Anwendungsbereich im Freiland ist im Zierpflanzenbau weiter eingeschränkt und die Anwendung bei blühenden Topfpflanzen und Schnittblumen ist nicht zulässig. Als Gefahrenhinweis ist angegeben, dass das Produkt beim Einatmen Allergien auslösen, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen kann. Das Spritzmittel darf nicht auf versiegelten Oberflächen wie Asphalt, Beton, Kopfsteinpflaster und in anderen Fällen, die ein hohes Abschwemmungsrisiko bergen, ausgebracht werden und soll nicht in Gewässer gelangen. Außerdem ist es als bienengefährlich und als schädlich für Nützlinge gekennzeichnet (BAES - Bundesamt für Ernährungssicherheit 2021, 3798-0).

### **4.5.3 Sonstige Behandlungsmöglichkeiten**

In diesem Abschnitt werden andere Bekämpfungsmittel vorgestellt, die im Zusammenhang mit der Bekämpfung des Dickmaulrüsslers genannt wurden.

#### **4.5.3.1 Kapseln gegen Larven**

Vidal et al. (2021,1) erarbeiteten eine Strategie nach dem „Lure and Kill“ Prinzip, die jedoch nicht auf die adulten Dickmaulrüssler, sondern auf die Larven abzielt. Die überwiegende Zahl der bodenlebenden Schädlinge soll Kohlendioxid zur Fern-Orientierung verwenden. Die wachsenden Wurzeln geben CO<sub>2</sub> an den Boden ab und die Larven des Dickmaulrüsslers können diese CO<sub>2</sub>-Gradienten bei ihrer Suche nach Wirtspflanzen nutzen, um diese zu lokalisieren. Es wurden kohlendioxid-emittierende Kapseln entwickelt, die mit einem biologischen Antagonisten kombiniert werden, um Larven verschiedener Schädlinge anzulocken (Vidal et al. 2015, S. 1).

Als Kill-Komponente wurde ein Isolat eines entomopathogenen Pilzes verwendet, aber auch andere Antagonisten (z.B. Neem-Extrakt oder Spinosad) können ebenfalls mit diesem Konzept kombiniert werden. Eine Vermarktung von trockenformulierten Kapseln gegen Dickmaulrüssler wird angestrebt (Vidal et al. 2015, S. 2).

#### **4.5.3.2 Neem-Extrakt**

Der Wirkstoff Azadirachtin, der aus den Kernen des aus den Tropen stammenden Neem-Baumes gewonnen wird, wird von den Pflanzen, die mit diesem Neem-Extrakt in Kontakt kommen, aufgenommen. Zu den Tieren gelangt der Wirkstoff durch deren Saug- und Fraßtätigkeit (Nufarm GmbH s.a., s.p.). Das in den Neemsamen enthaltene Öl ist für die Dickmaulrüssler giftig. Dadurch, dass die behandelten Pflanzen diese Stoffe aufnehmen, verhindern sie es, dass die Käfer und die Larven sich weiter von ihren Blättern und Wurzeln ernähren (Umweltbundesamt s.a., s.p.).

Das im Handel erhältliche Mittel „NeemAzal T/S“ soll die Schädlinge innerhalb weniger Stunden inaktiv werden lassen, da diese ihre Nahrungsaufnahme und damit ihre pflanzenschädigenden Aktivitäten einstellen. Die Schädlinge sollen sich nicht mehr entwickeln und vermehren können. „NeemAzal T/S“ (Azadirachtin) scheint sowohl gegen den Befall von *O. sulcatus*-Larven zu wirken als auch die Fruchtbarkeit der Adulten zu verringern (Burghause et al. 2012, S. 5).

Auch eine Mischung des als Düngemittel vermarkteten Produkts „Neem-Aktiv“ mit Gießwasser soll gegen Dickmaulrüssler wirken (Rogmans s.a., s.p.). Zur Vorbeugung gegen die Schäden von Käfern können auch die gemahlene Neemsamen, die zu einem sogenannten Neempresskuchen verarbeitet worden sind, direkt alle zwei Monate in das Substrat, in dem

die Pflanzen wachsen, eingebracht werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass Neempreskuchen und Nematoden niemals gleichzeitig zur Bekämpfung eingesetzt werden sollten, da der Neem-Extrakt die Fadenwürmer im Boden abtötet (Umweltbundesamt s.a., s.p.).

#### **4.5.3.3 Acetamiprid-Konzentrat**

Unter dem Handelsnamen „Schädlingsfrei Careo Konzentrat“ ist ein wasserlösliches Konzentrat, dessen Wirkstoff Acetamiprid ist, für den Zierpflanzenbau mit der Einschränkung von Topf und Containerkulturen für den Haus- und Kleingartenbereich zugelassen. Dieses Insektizid soll bei der Ausbringung durch Gießen gegen Dickmaulrüssler *Otiorhynchus sp* wirken. Es ist als schädlich für Nützlinge und giftig für Wasserorganismen gekennzeichnet. Ab- und Ausschwemmprodukte aus Töpfen und/oder Containern dürfen nicht in Oberflächengewässer gelangen. Außerdem darf das Produkt nicht auf versiegelten Oberflächen wie Asphalt, Beton, Kopfsteinpflaster und in anderen Fällen, die ein hohes Abschwemmungsrisiko bergen, ausgebracht werden und soll nicht in die Kanalisation gelangen (vgl. Bundesamt für Ernährungssicherheit, 3035-0).

## 5 Methoden und Materialien

Die eingesetzten Methoden und die verwendeten Materialien werden in diesem Kapitel beschrieben.

### 5.1 Versuche zur Erprobung unterschiedlicher Erhebungsmethoden

Es wurden verschiedene Erhebungssysteme (Methoden) an den ausgewählten Projektstandorten angewendet, um den Befall durch Dickmaulrüssler festzustellen. Dafür wurden drei Monitoring-Strategien zur Datenerhebung zusammengestellt und getestet. Die Anlage der einzelnen Versuche und die Vorgehensweise werden im folgenden Kapitel beschrieben.

#### 5.1.1 Erhebung 1: Aufnahmen von potenziellen Projektstandorten

Die unterschiedlichen Standorteigenschaften von potenziellen Projektstandorten sollten in einem ersten Schritt mithilfe eines Kartierbogens erfasst und festgehalten werden. Gleichzeitig wurden die Fassadenbegrünungen bei diesen Aufnahmen auf einen Befall durch Larven oder geschwächte Pflanzen untersucht.

##### 5.1.1.1 Standortkontrolle

Es wurden in Absprache mit dem Innovationslabor „GrünStattGrau“ systematisch verschiedene Standorte ausgewählt, wo zum Teil Befall vermutet wurde oder bekannt war. Diese Standorte wurden als potenzielle Projektstandorte festgelegt. Dazu wurde eine Liste erstellt, die 19 Standorte umfasst. Diese Auflistung der Standorte ist im Anhang in Kapitel 11.1 zu finden. Die dabei aufgenommenen Parameter beziehen sich auf die Rahmenbedingungen der Begrünung:

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| • Begrünungskategorie nach Ö-Norm L1136 | 5 definierte Klassen  |
| • Höhe der Fassade                      | Zahlenwert in Meter   |
| • Höhe der Begrünung                    | Zahlenwert in Meter   |
| • Abstand vom Boden                     | Zahlenwert in Meter   |
| • Automatische Bewässerungsanlage       | Vorhandensein Ja/Nein |
| • Exposition der Fassade                | Himmelsrichtungen     |
| • Verschattung                          | 4 definierte Klassen  |
| • Windverhältnisse                      | 4 definierte Klassen  |
| • bauliches Umfeld                      | 4 definierte Klassen  |
| • Substrat                              | 3 definierte Klassen  |
| • Kletterpflanzen                       | Vorhandensein Ja/Nein |
| • Sukkulente                            | Vorhandensein Ja/Nein |
| • Gräser                                | Vorhandensein Ja/Nein |
| • Andere Stauden                        | Vorhandensein Ja/Nein |
| • Andere Gehölze                        | Vorhandensein Ja/Nein |
| • Nachpflanzungen                       | Vorhandensein Ja/Nein |

### 5.1.1.2 Erhebung des Larvenbefalls durch Grabungen

Für diese erste Einschätzung wurden die einfach zugänglichen Bereiche der Fassadenbegrünung bis zu einer Höhe von 1,7 Meter von Geländeoberkante (GOK), die ohne Hilfsmittel erreichbar sind, untersucht. Dabei wurden die Pflanzen kontrolliert, indem überprüft wurde, ob diese bei leichtem Anziehen an den gesamten oberirdischen Pflanzenteilen nachgeben oder ob die Pflanze fest verwurzelt ist. Außerdem sind stichprobenartig auf etwa 0,5 m<sup>2</sup> Pflanzfläche fünf Grabungen an den Pflanzen erfolgt. Diese Grabungen wurden bis zu 10 cm tief durchgeführt. Für dieses Vorgehen spricht der Bericht (Sprick 2012, S. 32), dass bei einem mehrjährigen Monitoring zur Erfassung der schädlichen Bodenrüssler im Garten- und Hopfenbau der größte Teil der Larven relativ oberflächennah gefunden wurde. Tieferes Graben über 25 cm hinaus erbrachte für die meisten Arten nur noch wenige weitere Larven (Sprick 2012, S. 32).

Aufgenommen wurde, ob Larven oder Puppen erkennbar waren und wie viele Grabungen pro Objekt durchgeführt wurden. Im Falle eines Fundes wurde festgehalten bei welcher Pflanzenart sich die Larven befanden. Gefundene Larven wurden vor Ort fotografiert und für die Bestimmung der Art mitgenommen. Die Identifikation der Art wurde selbstständig mithilfe von Gosiks Beschreibung und Bildersammlung der Larven mehrerer Arten der Gattung *Otiorhynchus* sowie über die Aufzucht von Larven versucht. Für die Aufzucht wurden die Larven gemeinsam mit dem Substrat, in dem sie gefunden wurden, und Wurzeln der Futterpflanze in ein Schaubglas mit Luftlöchern platziert.

Die Erhebungen wurden zweimal durchgeführt, ein erster Durchgang erfolgte im März 2021 und ein zweiter im Juni 2021. Durch die so gewonnenen Informationen oder durch zusätzliche Meldungen von Befall in anderen Grünwänden wurden die Projektstandorte für die folgenden Aufnahmen ausgewählt. Außerdem hatten die gewonnenen Erkenntnisse Einfluss auf die Versuchsanlage von Aufnahme 2 und 3. Im Anhang in Kapitel 11.2 sind die in dieser Aufnahme gewonnenen Daten für die vier Standorte, die im Rahmen dieser Arbeit weiterbearbeitet wurden, dargestellt.

### 5.1.2 Erhebung 2: Monitoring der Fassaden mit unterschiedlichen Erhebungssystemen

Die Standortauswahl erfolgte basierend auf den ersten gefundenen Daten. Dabei wurden die bekannten Befallsstandorte so ergänzt, dass sich die unterschiedlichen Kombinationen von Faktoren, die untersucht werden können, auf die ausgewählten Projektstandorte verteilen.



Abbildung 11: Darstellung der Standortauswahl für das Monitoring der Fassadenbegrünungen (eigene Erstellung)

Es wurden unterschiedliche Methoden erprobt, um adulte Exemplare des Dickmaulrüsslers zu finden oder zu fangen und den Dickmaulrüsslerbefall so durch die Aufnahme von Zählzahlen zu überwachen. Dazu wurden vier unterschiedliche Sets mit Hilfsmitteln vorbereitet. Zusätzlich

wurde ein Aufnahmebogen in Excel erstellt, um die Ergebnisse festzuhalten. Die in diesem Bogen gesammelten Daten sind im Anhang im Kapitel 11.3 dargestellt.

### 5.1.2.1 Erhebungsdesign

Es wurde ein Versuchsdesign mit vier Wiederholungen auf allen Standorten gewählt. Alle Parzellen für die Untersuchung befinden sich auf einer Höhe zwischen 0 und 1,70 Meter von GOK.

Da mehrere teilweise sehr kleine Standorte, an denen ein Befall herrschte oder vermutet wurde, zur Verfügung standen, wurde das Lateinische Quadrat als Form für die Versuchsanlage gewählt (Billmann und Lindner 2006, S. 255). Das Lateinische Quadrat ist ein Spezialfall der Blockanlage und erlaubt es Einflussfaktoren von zwei Seiten zu untersuchen. Diese beiden Seiten werden hier Block und Reihe genannt und sind in Abbildung 12 dargestellt. In jedem Block (Spalte) und in jeder Reihe (Zeile) kommt jedes Prüfglied genau einmal vor (Billmann und Lindner 2006, S. 255). Somit könnten die Einflussgrößen gewählte Methode - Fallendesign/Fangart (Faktor A), Lockstoff (Faktor B), und Standort (Faktor C) untersucht werden.

		A I	A II	A III	A IV
Reihe 1	B1	C1	C2	C3	C4
Reihe 2	B2	C4	C1	C2	C3
Reihe 3	B1	C3	C4	C1	C2
Reihe 4	B2	C2	C3	C4	C1
		Block I	Block II	Block III	Block IV

**Abbildung 12: Quadratischer Versuchsplan (Eigene Erstellung nach Englisch et al. 2016, s.p.)**

Die verschiedenen Methodensets wurden mit einem quadratischen, unvollständigen Versuchsplan getestet. Die unvollständigen Versuchspläne handelt es sich um mehrfaktorielle Designs, die nicht vorsehen, dass alle Kombinationen aller Stufen (von Faktoren) untersucht werden (Englisch et al. 2016, s.p.). Aufgenommene Parameter waren hier die benötigte Zeit, Fangzahlen, die mit den einzelnen Methodensets erzielt werden konnten, und der Einsatz von Lockstoff. Diese gesammelten Daten sind in Form eines Excel Tabellenblatts im Anhang in Kapitel 11.3 zu finden.

Die Fallen wurden nach Versuchsplan aufgebaut. Genauere Beschreibungen der untersuchten Fallen und Fangmethoden und deren Aufbau bzw. deren Durchführung finden sich in den Kapiteln 5.1.2.2 - 5.1.2.5. In einem Zeitraum von vier Wochen wurden tagsüber die Fallensysteme I-III kontrolliert und am darauffolgenden Tag bei Dunkelheit die adaptierte Klopfprobe IV durchgeführt. Nach drei Durchgängen (innerhalb einer Woche) wurden die Standorte (1-4) im Versuchsplan rotiert, um in der folgenden Woche weitere Faktorkombinationen zu untersuchen. Tabelle 4 zeigt in welcher Abfolge welche Kombination untersucht wurde. Bei einem Standort war der Einsatz des Lockstoffs nicht erwünscht (\*1), da der Betreiber negative Folgen (wie stärkere Schäden durch Tiere) fürchtete. Die Erhebungsmethode wurde in dem Fall an diesem Standort ohne Lockstoff und an einem anderen Standort mit gleicher Bauweise der Fassadenbegrünung mit Lockstoff getestet.

**Tabelle 4: Monitoring-Design von Erhebung 2 im lateinischen Quadrat**

		I Brett	II Becher	III Stoff	IV Suche
<b>Woche 1</b>	Mit Lockstoff	Standort 3	Standort 2	Standort *1	Standort 4
	Mit Lockstoff	Standort 4	Standort 3	Standort 2	Standort *1
	Ohne Lockstoff	Standort 1	Standort 4	Standort 3	Standort 2
	Ohne Lockstoff	Standort 2	Standort 1	Standort 4	Standort 3
<b>Woche 2</b>	Mit Lockstoff	Standort 4	Standort 3	Standort 2	Standort *1
	Mit Lockstoff	Standort *1	Standort 4	Standort 3	Standort 2
	Ohne Lockstoff	Standort 2	Standort 1	Standort 4	Standort 3
	Ohne Lockstoff	Standort 3	Standort 2	Standort 1	Standort 4
<b>Woche 3</b>	Mit Lockstoff	Standort *1	Standort 4	Standort 3	Standort 2
	Mit Lockstoff	Standort 2	Standort *1	Standort 4	Standort 3
	Ohne Lockstoff	Standort 3	Standort 2	Standort 1	Standort 4
	Ohne Lockstoff	Standort 4	Standort 3	Standort 2	Standort 1
<b>Woche 4</b>	Mit Lockstoff	Standort 2	Standort *1	Standort 4	Standort 3
	Mit Lockstoff	Standort 3	Standort 2	Standort *1	Standort 4
	Ohne Lockstoff	Standort 4	Standort 3	Standort 2	Standort 1
	Ohne Lockstoff	Standort 1	Standort 4	Standort 3	Standort 2

Die Erhebungen wurde zwischen dem 20. August 2021 und dem 20. September 2021 durchgeführt. Ziel war es, die Unterschiede der einzelnen Anwendungen festzustellen. Erwartetes Ergebnis sind Erkenntnisse, die nach einer Analyse und Bewertung darüber Aufschluss geben, wie geeignet die unterschiedlichen Methoden dafür sind, adulte Exemplare des Dickmaulrüsslers in Fassadenbegrünungen zu überwachen.

Für eine ursprünglich geplante statistische Auswertung konnten zu wenige Dickmaulrüssler (maximal zwei Individuen pro Standort) mit den unterschiedlichen Systemen gezählt werden. Es folgt eine Beschreibung des Vorgehens und der eingesetzten Materialien bei den unterschiedlichen Erhebungssets.

#### **5.1.2.2 Methode A I: Fangbrett für adulte Dickmaulrüssler mit Nematoden-Gel**

Das erste Fangsystem ist eine Falle zur Bekämpfung ausgewachsener Dickmaulrüssler. Diese besteht aus einem Holzbrett mit Nuten. In diesen Rillen an der Unterseite des Fangbretts befindet sich ein Gel mit Nematoden der Art *Steinernema carpocapsae*. Diese Nematoden sollen nach dem Aufstellen des Bretts sechs Wochen aktiv sein. Der Einsatz von Verstecken als Monitoring oder Kontrollsystem wird in Kapitel 4.4.2 erläutert und die Wirkungsweise von Nematoden wird in Kapitel 4.5.1 näher beschrieben. Das Fangbrett ist über die Firma e-nema bezogen worden.



**Abbildung 13: aufgestelltes Fangbrett (eigene Aufnahme)**



**Abbildung 14: Fangbrett nach der Anwendung (eigene Aufnahme)**

Als Anwendungszeit für das Produkt ist der Zeitraum von Mai bis September angegeben. Die Fallen wurden, mit den Öffnungen der Nuten nach unten gerichtet, neben und unter die befallenen Pflanzen mit direktem Kontakt zum Substrat gelegt. Es wird empfohlen, den Boden bei starker Trockenheit vorher zu wässern. Die Fallen sind so konzipiert, dass die adulten Tiere beim Aufenthalt in dem Versteck mit dem Gel in Kontakt kommen und in Folge sterben sollen. Denn während ihres Aufenthalts sollen die Nematoden in die Käfer eindringen, was laut Angaben der Hersteller die Anzahl der Dickmaulrüssler nach etwa zwei Wochen um 80 - 100 % reduzieren soll (e-nema s.a., s.p.).

### **5.1.2.3 Methode A II: Fangen mit selbstgebaute Becherfalle**

Becher, die an erfolgversprechenden Stellen so in den Boden eingegraben werden, dass der obere Rand des Gefäßes auf der Höhe der Bodenoberfläche abschließt, sodass die auf dem Boden laufenden Insekten hineinfallen können, werden auch „Barber-Fallen“ genannt (Malicky 2019, S. 27). Diese Bodenfallen aus Pappbechern wurden wie beschrieben an den Standorten aufgebaut und mit Kochsalzlösung gefüllt. Außerdem wurde eine Überdachung mit drei Beinen über der Falle angebracht, um unerwünschten Materialeintrag in die Behälter zu vermeiden. Gefangene Käfer sterben in der Flüssigkeit und verbleiben in der Falle (Malicky 2019, S. 27).



**Abbildung 15: Becherfalle mit Fangflüssigkeit (eigene Aufnahme)**



**Abbildung 16: Becherfalle mit Abdeckung (eigene Aufnahme)**

#### **5.1.2.4 Methode A III: flexible Stofffalle „Ruffle Trap“**

Die flexible Stofffalle „*Ruffle Trap*“ nach van Tol et al. 2020, s.p.. wurde in einer Länge von etwa 25 -30 cm gefertigt und sollte den erwachsenen Tieren mehrere Versteckmöglichkeiten in den Falten des Gewebes bieten. Die Falle wurde über die Firma Pherobank bezogen.

Die Falle wurde auf dem Boden platziert, bei Gehölzen wurde sie um den Hauptstamm gewunden, bei Stauden wurde sie möglichst nahe der Stängel und Blätter aufgelegt. Laut Herstellerangaben können die versteckten Rüsselkäfer leicht aus dem Gewebe entfernt werden, nachdem die Falle in einem Plastikbeutel für einige Stunden in den Gefrierschrank gelegt wird. In diesem Versuch wurde die Falle ohne Frieren vor Ort über einem hellen Tuch ausgeklopft und abgesucht. Der Einsatz der Falle wird im Freiland in den Monaten von Mai bis August empfohlen (Pherobank 2021, s.p.). Die Fallen wurden mit Leinsamenöl präpariert, was die Mortalität der Käfer, die die Falle als Versteck nutzen, erhöhen soll. Die Fallen wurden vormittags kontrolliert, da die Tiere die Verstecke wieder verlassen können.



**Abbildung 17: flexible Stofffalle (eigene Aufnahme)**

#### **5.1.2.5 Methode A IV: abgewandelte Klopfprobe mit gezielter Suche nach Adulten**

Mit einer klassischen Klopfprobe bekommt man einen Überblick über vorkommende Schädlinge, Nützlinge und indifferente Arten in einer Anlage. Diese wird in der Regel als Ergänzung zu einer visuellen Kontrolle angewandt, um sich einen Überblick über die Fauna in Obstanlagen zu verschaffen (KOB s.a., s.p.).

Hauptsächlich wird die Klopfprobe zur Kontrolle des Apfelstechers in der Vorblüte eingesetzt. Es werden aber auch Wickler- und Spannerräupchen, verschiedene Blattlausarten, Ohrwürmer und andere Insekten und Spinnentiere in Zuge dieser Kontrolle gefunden (KOB s.a., s.p.). Dabei wird ein Klopftrichter (der aus einem festen Gewebe besteht, das sich nach unten hin verjüngt und an dessen unteren Ende sich ein Schraubglas befindet, welches die abgeklopften Tiere auffängt) unter einen Ast gehalten, während man mit einem gepolsterten Stock gegen diesen Ast schlägt (KOB s.a., s.p.).

Diese klassische Klopfprobe wurde so für die Kontrolle von Fassadenbegrünungen abgewandelt, dass anstelle eines Klopftrichters ein weißes Tuch mit der Größe von 1 m<sup>2</sup> (im Format 1 Meter mal 1 Meter) zum Auffangen der Tiere eingesetzt wurde. Die Probe wurde nach Einbruch der Dunkelheit durchgeführt. Die Schläge mit einem Stock wurden durch sanftes Ausschütteln der überhängenden Pflanzenteile für die Untersuchung von Fassadenbegrünungen übersetzt. Dafür wurden die Blätter sanft bewegt, um Schäden an den Pflanzen zu vermeiden, und die herabfallenden Tiere in dem unter der Klopfstelle ausgebreitetem Tuch aufgefangen, gezählt und wenn möglich bestimmt.

Zusätzlich zu diesem Vorgehen wurden im Rahmen der adaptierten Klopfprobe die zugänglichen Teile der Begrünung mithilfe von Taschenlampe und Kamera nach adulten Käfern abgesucht. Dafür wurde dieselbe festgelegte Parzelle (Klopfstelle) gewählt. Die Suchdauer wurde auf fünf Minuten festgesetzt.

#### 5.1.2.6 Faktor B: Einsatz von Lockstoff

Eingesetzt wurde nur der Lockstoff „Omnilure *Otiorhynchus sulcatus*“, der von einem Konsortium der Universität Wageningen, speziell für den Dickmaulrüssler entwickelt wurde. Dieser Lockstoff kann über die Firma Pherobank bezogen werden.

Das Kairomon befindet sich bereits in einem Dispenser, der vor dem Aufstellen durch Ziehen am Haken geöffnet wurde. Laut Herstellerangaben soll der Lockstoff in einer Höhe von etwa 20 bis 30 Zentimeter über der Falle angebracht werden.

In den wandgebundenen Begrünungssystemen wurde der Lockstoff mithilfe des Hakens an der Unterseite der Wannens befestigt. Bei trogebundenen Begrünungen wurde der Lockstoff an einem Holzstab gebunden und so in etwa 20 cm über der jeweiligen Falle positioniert. Der Lockstoff wurde wöchentlich erneuert (Pherobank 2021, s.p.).



Abbildung 18: geschlossener und geöffneter Dispenser (eigene Aufnahme)

#### 5.1.3 Erhebung 3: Beurteilung der Pflanzen nach vegetationstechnischen Aufnahmekriterien

Der Gesamteindruck der Pflanzen an den vier Projektsandorten wurde auch mit Hilfe eines auf den Schädlingsbefall durch Dickmaulrüssler angepassten Boniturbogens erhoben. Als Grundlage für die Erhebungen gilt der am IBLB (Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau) entwickelte Bewertungsbogen für die Beurteilung krautiger Pflanzen. Die Bonitur orientierte sich an der Beschreibung der Methode von Thelen-Germann 2015) und

wurde für die vorliegende Fragestellung adaptiert. Es wurde ein vereinfachtes Aufnahmeschema mit Fokus auf den Schädlingsbefall durch Dickmaulrüssler erstellt.

Bei der Aufnahme wurde besonderes Augenmerk auf das Erscheinungsbild und die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Arten gelegt. Auch die Fraßschäden wurden mittels Schätzung ermittelt und sind in die Bewertung eingeflossen.

### 5.1.3.1 Erhebungsdesign

Bei den Standorten 1, 2 und 4 konnte das gesamte System erfasst werden. Bei Standort 3 wurden sechs Aufnahmeparzellen (1x1 Meter) nach Zufallsprinzip festgelegt.

Bei wandgebundenen Systemen wurden (wenn notwendig) Parzellen festgelegt (nach Zufallsprinzip mit römischen Zahlen: *I, II, III* usw.). Die Anzahl der Parzellen, die pro Standort aufgenommen werden, ergibt sich aus der Dimensionierung der Fassadenbegrünung, die aufgenommenen Parzellen sollten mindestens 2%-20% der Gesamtfläche entsprechen. Für die gesamte Grünwand wurden Reihen definiert und beschriftet (von unten nach oben mit Buchstaben: *A, B, C* usw.) und die Pflanzen in den Reihen nummeriert (von links nach rechts mit arabischen Zahlen: *1, 2, 3* usw.).

Bei bodengebundenen Systemen konnte eine begrenzte Pflanzfläche beziehungsweise ein Trog mit einer Aufnahmeparzelle gleichgesetzt werden. Statt den Reihen wurden die Pflanzengruppen (Gehölze, Stauden) mit Buchstaben gekennzeichnet. Die Nummerierung erfolgte wieder mit Zahlen von links nach rechts.

Somit erhielt jede aufgenommene Pflanze eine eindeutige Bezeichnung bestehend aus „Standortname“ + „Parzelle/Trog“, + „Reihe (Gattung)“ + „Nummer“, ein Beispiel wäre „*Raiffeisenwand I, B2*“.

### 5.1.3.2 Vorgehen und verwendete Parameter

Aufgenommen wurden die einzelnen Pflanzen nach ihrer Art, wobei die verschiedenen Arten bei der Auswertung nach ihrer Gattung zusammengefasst wurden.

Visuelle Parameter dienen zur Erhebung des Gesundheitszustandes der Pflanzen. Bei dieser Erhebung werden in Zwischenschritten Punkte von 1 bis 9 vergeben, wobei bei jedem Parameter 9 als Höchstpunktzahl gilt und eine 1 als die schlechteste Note (Thelen-Germann 2015, S. 121–122).

Beurteilt wurden

- Erscheinungsbild
- Widerstandsfähigkeit
- Ausprägung des charakteristischen Buchtenfraßes

Den ersten Eindruck der Pflanze konnte mit dem Parameter „**Erscheinungsbild**“ beschrieben werden. Dabei wurde die artspezifische Ausformung des Habitus und der Artmerkmale bewertet, artspezifisch abgestorbene Pflanzenteile wurden nicht in die Beurteilung miteinbezogen (Thelen-Germann 2015, S. 124).

Dafür wurden folgende Kategorien mit aufsteigender Skala verwendet:

*9 Punkte: gesunde, üppig wachsende Pflanze, viele Triebe, keine Schäden erkennbar*

*7 Punkte: gesunde, normal wachsende Pflanze*

*5 Punkte: normal wachsende Pflanze mit abgestorbenen Pflanzenteilen*

3 Punkte: kümmernde Pflanze mit vielen abgestorbenen Pflanzenteilen

1 Punkt: tote oder ausgefallene Pflanze

Über den Parameter „**Widerstandsfähigkeit**“ wurde der Befall von Schädlingen und/oder Krankheiten aufgenommen. Die Art des Befalls wurde zusätzlich verbal beschrieben (Thelen-Germann 2015, S. 124).

Dafür wurden folgende Kategorien mit aufsteigender Skala verwendet:

9 Punkte: kein Schädlings- oder Krankheitsbefall

7 Punkte: vereinzelter Schädlings- oder Krankheitsbefall

5 Punkte: mäßiger Schädlings- oder Krankheitsbefall

3 Punkte: starker Schädlings- oder Krankheitsbefall

1 Punkt: totaler Schädlings- oder Krankheitsbefall

Über den Parameter „**Charakteristischer Buchtenfraß**“ wurde die Intensität der vom adulten Dickmaulrüssler verursachten Fraßschäden bewertet. Dabei wurde aufgenommen wieviel Prozent der Blattfläche von den Schadsymptomen maximal betroffen sind. Der Parameter wurde pro Pflanze aufgenommen. Dabei wurden die Blätter der Pflanze untersucht und jeweils das Blatt mit der stärksten Ausprägung des Merkmals zur Bewertung dieser Pflanze herangezogen.

Zur Bonitierung des Parameters wurde ein logarithmischer Schlüssel angewendet, der Verlauf ermöglicht es, feinere Unterschiede im Bereich geringer Schäden zu erfassen. Niedrigeren Boniturnoten wurden mit zunehmender Befallsstärke größere Prozentspannen zugeordnet (Billmann und Lindner 2006, S. 22).

Dafür wurden folgende Kategorien mit aufsteigender Skala festgelegt und verwendet:

9 Punkte: fehlend (keine Fraßschäden)

7 Punkte: 1-7,5 % gering abgefressen

5 Punkte: 7,5 -20 % mittel abgefressen

3 Punkte: 20 -35 % stark abgefressen

1 Punkt: 51-100% sehr stark abgefressen

Die Bewertung der Pflanzen erfolgte für alle Standorte einmalig zwischen dem 18. und dem 21. Oktober 2021. Über die aufgenommenen visuellen Parameter kann der Gesamteindruck der einzelnen Pflanzen in Bezug auf den Dickmaulrüsslerbefall eingeschätzt werden.

#### 5.1.4 Zusammenfassende Übersicht der Erhebungen

Tabelle 5 zeigt eine Übersicht von allen drei Erhebungen. Nach den Untersuchungsstandorten geordnet (STO), bei denen auch die Bauweise (BW) angegeben ist, wird die Anzahl der Überprüfungen (Datenerhebungen) dargestellt. Im Rahmen der Erhebung 1 (E 1) wurden die Projektstandorte jeweils zweimal auf Larvenbefall kontrolliert. Die verschiedenen Fangmethoden (AI-IV) für adulte Dickmaulrüssler wurden in Erhebung 2 in der Regel zwölf Mal pro Standort getestet (auf Standort 3 wurden zusätzliche Zählungen durchgeführt um die fehlende Kombination mit dem Lockstoff (B) von Standort 1 auszugleichen), die Hälfte der

Fangmethoden wurde mit dem Einsatz von Lockstoff getestet. Mit Erhebung 3 (E3) wurde einmalig die Pflanzenbewertung von insgesamt 191 Pflanzen durchgeführt.

**Tabelle 5: Darstellung der Erhebungen an den Projektstandorten mit der Anzahl der Überprüfungen**

STO	BW	E 1	E 2				E 3	
		Larven- befall	A I: Fang- brett	A II: Becher- falle	A III: "Ruffle Trap"	A IV: Klopf- probe	B: Einsatz Lockstoff	Bonitur Pflanzen
<b>Standort 1:</b>	Wand	2	12	12	12	12	0	29
<b>Standort 2:</b>	Trog	2	12	12	12	12	24	9
<b>Standort 3:</b>	Wand	2	18	18	18	18	48	106
<b>Standort 4:</b>	Trog	2	12	12	12	12	24	47
<b>Gesamt</b>		<b>8</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>96</b>	<b>191</b>

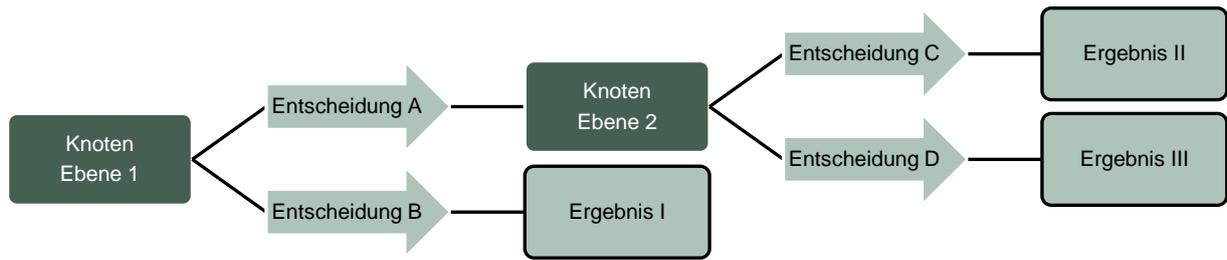
## 5.2 SWOT-Analyse zur Bewertung der Erhebungsmethoden

Die unterschiedlichen Methoden und das Material werden nach der Anwendung in Hinblick auf die Eignung als Monitoringinstrumente analysiert. Dabei wird eine Stärken-Schwächen-Chancen-Risiken-Analyse (englisch: *Analysis of strengths, weakness, opportunities and threats*, Abk: SWOT-Analyse) eingesetzt (Springer Gabler 2018, s.p.). Bei dieser Positionierungsanalyse werden die angewandten Prozesse und Betrachtungsobjekte einander und auch anderen nicht selbst erprobten Möglichkeiten gegenübergestellt. Dabei werden interne Faktoren (Stärken und Schwächen) und externe (Chancen und Risiken) unterschieden (Springer Gabler 2018, s.p.).

## 5.3 Entwurf einer Entscheidungshilfe

Nach der SWOT – und Literatur Analyse wurde eine Entscheidungshilfe für ein mögliches Vorgehen erstellt. Dazu wurde im ersten Schritt ein Entscheidungsbaum erarbeitet. Ein Entscheidungsbaum trifft anhand einer Abfolge von binären Fragen Vorhersagen (Ng und Soo 2018, S. 115). Die Daten werden anhand dieser Fragen schrittweise aufgeteilt, bis sie in eine hinreichende Anzahl homogener Gruppen zerfallen. Dieser Prozess heißt rekursive Partitionierung. Zunächst wurden relevante Größen ausgewählt, mögliche Ergebnisse festgelegt und alle Datenpunkte in zwei Gruppen eingeteilt, sodass ähnliche Datenpunkte beieinander liegen (Ng und Soo 2018, S. 111).

Der Vorteil von Entscheidungsbäumen besteht darin, dass diese leicht zu benutzen und einfach zu verstehen sind. Allerdings sind sie auch anfällig für Überanpassungen, was zu inkonsistenten Daten führen kann (Ng und Soo 2018, S. 115). Abbildung 19 zeigt eine klassische Darstellung eines Entscheidungsbaums.



**Abbildung 19: möglicher Aufbau eines Entscheidungsbaums**

Ein Entscheidungsbaum ist in der Regel hierarchisch aufgebaut. Das bedeutet, dass das Modell durch eine Reihe von Fragen definiert ist, die zu einer Klassenbezeichnung oder einem Wert führen, wenn sie auf eine Beobachtung angewendet werden. Wenn es keine zugrunde liegenden Annahmen über die Verteilung der Daten und der Fehler gibt, wird von einer nicht parametrischen Methode gesprochen. Es bedeutet im Grunde, dass das Modell auf der Grundlage der beobachteten Daten konstruiert wird (Plapinger 2017, s.p.).

Bei der Entwicklung eines Entscheidungsbaums bestehen verschiedene Abbruchkriterien. Ein „Stopp“ wurde in diesem Fall immer dann gesetzt, wenn weitere Verzweigungen die Homogenität der Gruppen nicht wesentlich verbessern können. Ein weiteres, denkbares Abbruchkriterium wäre, wenn der Fall eintritt, dass eine vorgegebene Mindesthomogenität erreicht wurde (Ng und Soo 2018, S. 112–113).

Zur besseren Lesbarkeit der erstellten Entscheidungshilfe wurde in einem weiteren Schritt der erarbeitete Entscheidungsweg als Diagramm dargestellt. Bei diesem werden nicht alle Klassenbezeichnungen grafisch dargestellt, sondern die hierarchische Abfolge der Fragen ins Zentrum gerückt.

## 6 Ergebnisse

### 6.1 Darstellung der Projektstandorte

Es wurden zwei troggebundene Systeme und zwei teilflächige, wandgebundene System untersucht. Der Befall von Larven von Dickmaulrüsslern sowie das Vorkommen von Adulten dieser Gattung wurde überprüft. Eine Übersicht der angewandten Erhebungen an diesen Standorten ist in Kapitel 5.1.4. zu finden. Die zur Begrünung verwendeten Pflanzen wurden nach Ihrem Vorkommen aufgenommen. Sowohl Fassadenbegrünungen mit Kletterpflanzen als auch Systeme, die vorwiegend mit Stauden begrünt wurden, wurden als Projektstandorte festgelegt.

#### 6.1.1 Standort 1: Ausstellungsobjekt MUGLI – Wand

„MUGLI“ ist ein mobiler Ausstellungsraum, der der Wissensvermittlung über Bauwerksbegrünung dient (Grünstattgrau, s.p.). Beim Standort 1 handelt es sich um eine wandgebundene Begrünung mit teilflächigem Vegetationsträger. Der Abstand vom Boden beträgt etwa 0,5 Meter. Ein automatisches Bewässerungssystem mit Tropfschläuchen ist vorhanden. Die Standorteigenschaften wie Exposition der Fassade, Verschattung und Sonneneinstrahlung, Winddruck und bauliches Umfeld ändern sich je nach Aufstellungsort. Das Begrünungsziel wird über die Bepflanzung mit Stauden erreicht.



Abbildung 20: MUGLI - Wand:  
Wandgebundenes System in Regalbauweise  
(eigene Aufnahme)

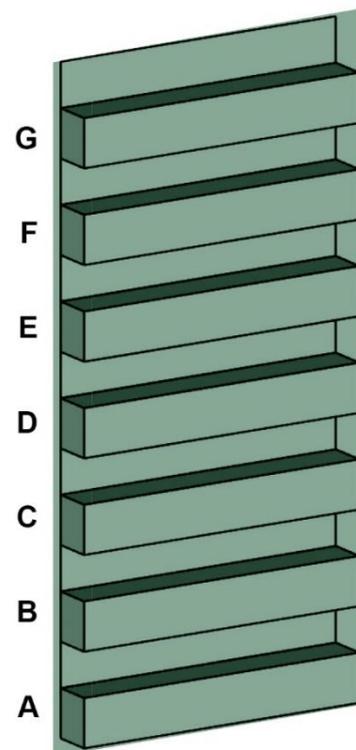
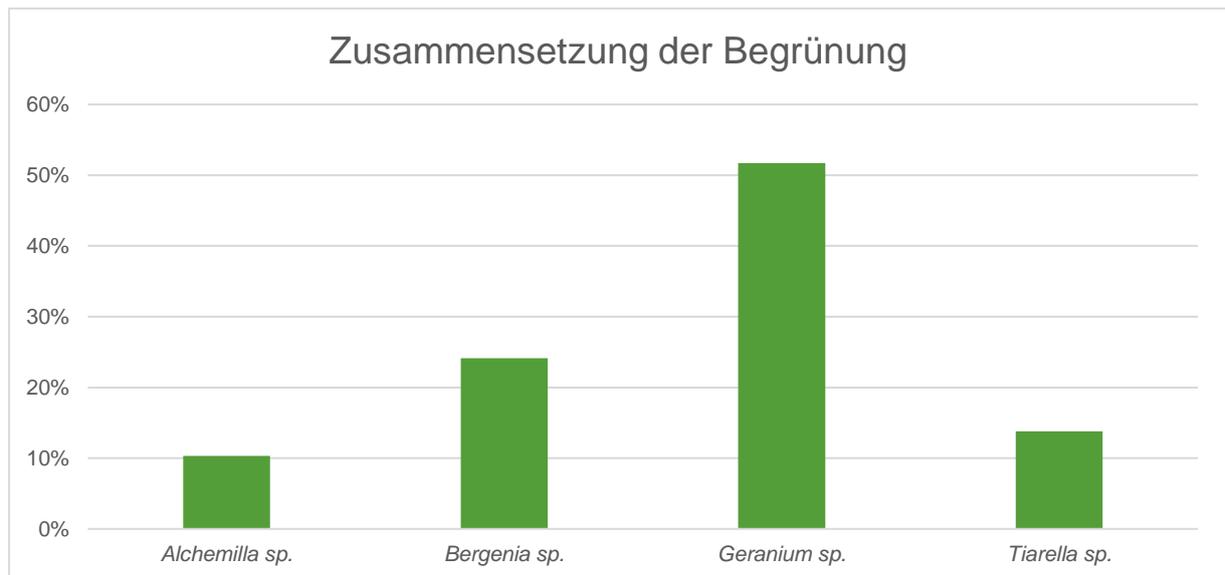


Abbildung 21: Aufnahmefläche  
MUGLI-Wand (eigene Erstellung)

In diesem Grünwandsystem in Regalbauweise wurde bereits vor zwei Jahren ein Befall von Dickmaulrüsslern gemeldet. Nachdem eine Behandlung mit EPF im Vorjahr das Problem nicht beseitigen konnte, wurde dieses Frühjahr als Maßnahme gegen den Dickmaulrüsslerbefall das Substrat sowie alle Pflanzen in der Vertikalbegrünung getauscht.

In Abbildung 22 ist die Artenzusammensetzung ersichtlich. Die Wand wurde mit insgesamt vier Pflanzenarten begrünt. *Geranium* (Storchenschnabel) ist hier mit über 50% die dominante Staudengattung. *Alchemilla* sp. (Scharfgarbe) und *Tiarella* sp. (Schaumblüte) sind mit drei und vier Stück etwa gleich häufig vertreten. *Bergenia* sp. (Bergenie) wurde häufiger in den oberen Reihen gepflanzt.

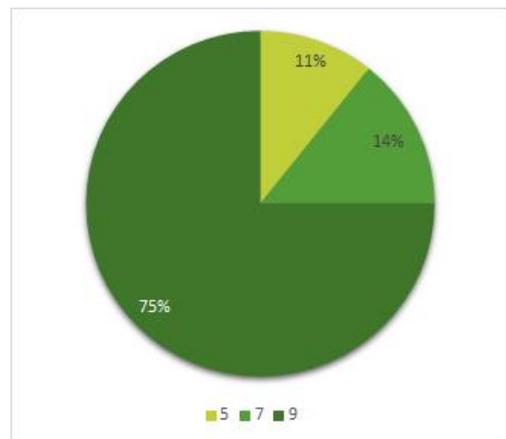


**Abbildung 22: Zusammensetzung der Grünwand Standort I: MUGLI - Wand**

Pro Reihe der Vegetationsträger wurden durchschnittlich vier Pflanzen gesetzt.

25% der Pflanzen zeigten Anzeichen von Charakteristischem Buchtenfraß. Diese setzen sich aus den in Abbildung 23 dargestellten Boniturklassen 5 (mittel abgefressen) und 7 (gering abgefressen) zusammen. 75% der Pflanzen am Standort zeigten keine Fraßschäden durch Dickmaulrüssler und fielen somit die Boniturklasse 9.

Die am Standort durchgeführten Erhebungen zu Larven (vgl. Kapitel 5.1.1.2) deuteten im Frühjahr auf Befall durch Dickmaulrüssler hin. Bei dem Substrat-tausch durch den Betreiber Fa. Dachgrün und „GrünStattGrau“ wurden mehrere Larven des Dickmaulrüsslers entdeckt und abgesammelt.



**Abbildung 23: Charakteristischer Buchtenfraß: Darstellung der relativen Häufigkeit der aufgenommenen Boniturklassen am Standort I**

Die verschiedenen Fallensysteme und die angepasste Klopfprobe erbrachten im Spätsommer keine Hinweise auf das Vorkommen von Dickmaulrüsslern am Standort.

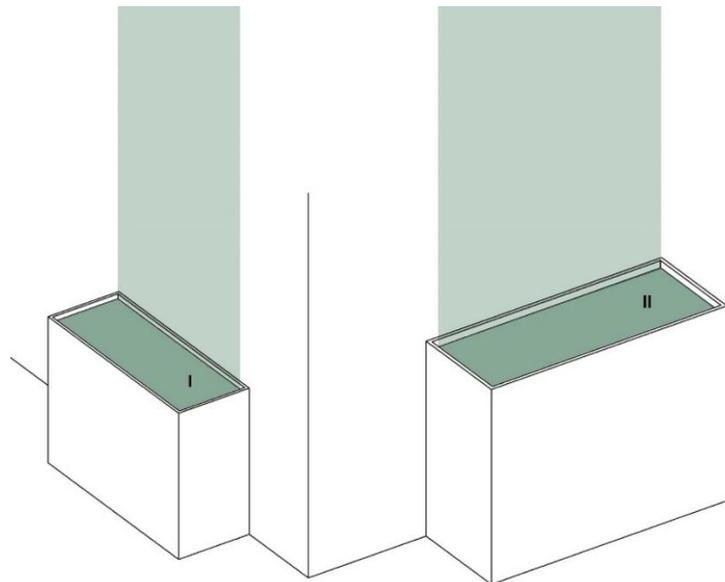
### 6.1.2 Standort 2: Ausstellungsobjekt MUGLI - Tröge

Der mobile Standort „MUGLI“ zeigt auch noch andere Systeme zur Fassadenbegrünung. Es werden zwei troggebundene Systeme, eines mit und eines ohne Rankhilfe, ausgestellt. Diese beiden Tröge werden hier als Standort 2 bezeichnet.

In Abbildung 25 wird die Aufnahmefläche der beiden Tröge dargestellt. Hinter Trog I ist eine Rankhilfe montiert. Die Höhe von Trog I ist 0,6 Meter, bei Trog II beträgt der Abstand vom Boden 0,8 Meter. Die Bewässerung erfolgt händisch. Die Standorteigenschaften wie Exposition der Fassade, Verschattung und Sonneneinstrahlung, Winddruck und bauliches Umfeld wechseln auch hier mit dem Aufstellungsort. Das Begrünungsziel wird über die Bepflanzung mit Kletterpflanzen erreicht, einer der Tröge ist zusätzlich noch mit Stauden unterpflanzt.

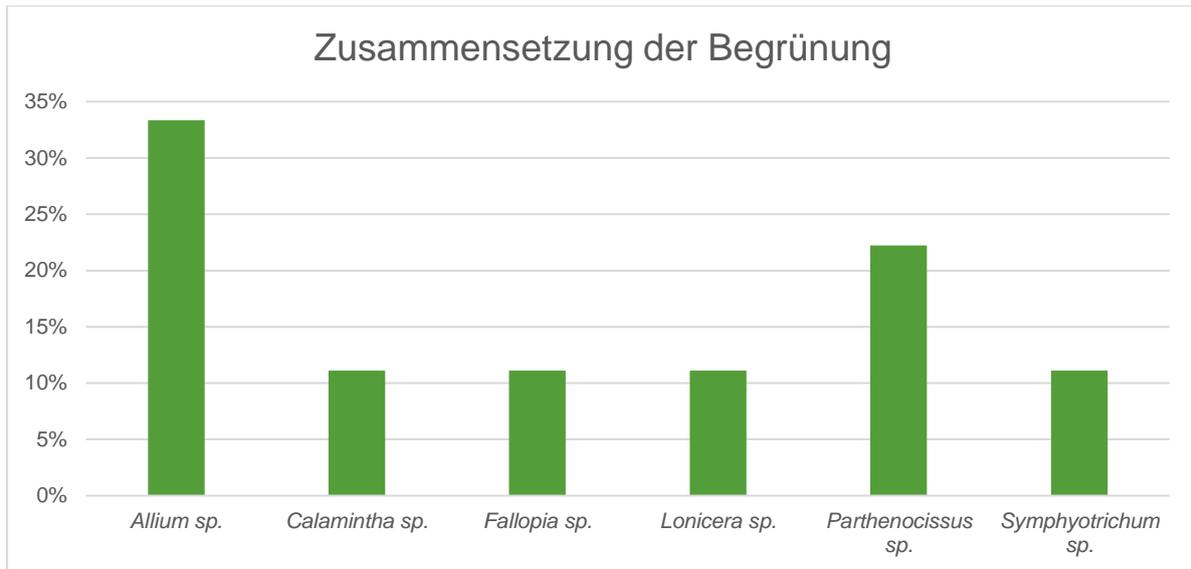


**Abbildung 24: MUGLI - Trog:  
Troggebundenes System ohne  
Rankhilfe (eigene Aufnahme)**



**Abbildung 25: Aufnahmefläche MUGLI-Wand (eigene  
Erstellung)**

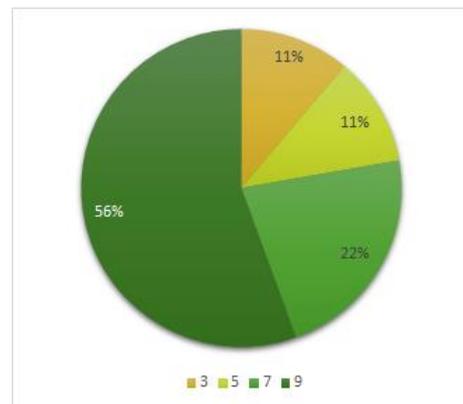
In Abbildung 26 ist die Artenzusammensetzung ersichtlich. Pro Trog sind jeweils zwei Kletterpflanzen gesetzt worden, wobei Trog II ausschließlich mit den Selbstklimmern der Art *Parthenocissus quinquefolia* (Jungfernrebe) bepflanzt ist. In dem anderen Trog nutzen *Fallopia* sp. (Flügelknöterich) und *Lonicera* sp. (Geißblatt) ein Netz als Rankhilfe. Diese Kletterpflanzen wurden in Trog 1 mit *Allium* sp. (Zierlauch), *Calamintha* sp. (Bergminze) und *symphyotrichum* sp. (Herbstaster) unterpflanzt.



**Abbildung 26: Zusammensetzung der Begrünung Standort II: MUGLI -Trog**

44% der Pflanzen zeigten Anzeichen von Charakteristischen Buchtenfraß Die in Abbildung 27 orange dargestellte Boniturklasse 3 (stark abgefressen) bildet zusammen mit den Pflanzen in den Boniturklassen 5 (mittel abgefressen) und 7 (gering abgefressen) zusammen diese Gruppe. 56% der Pflanzen am Standort zeigten keine durch den Fraß von Dickmaulrüsslern verursachten Schadsymptome und fielen somit in die Boniturklasse 9. Die Fraßschäden wurden ausschließlich an den Kletterpflanzen aufgenommen. Die Stauden waren nicht betroffen.

Die am Standort durchgeführten Larvenerhebungen lieferten an diesem Standort keine Ergebnisse.



**Abbildung 27: Charakteristischer Buchtenfraß: Darstellung der relativen Häufigkeit der aufgenommenen Boniturklassen am Standort II**

Mit den Fallensystemen ließ sich kein Befall feststellen. Durch die angepasste Klopfprobe konnte ein Dickmaulrüssler gefangen werden und später als *Otiorhynchus sulcatus* identifiziert werden.

### 6.1.3 Standort 3: Grünwand Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz

Beim Standort 3 handelt es sich um ein Technisches Bauwerk mit Fassadenbegrünung. Ein wandgebundenes System in Regalbauweise verdeckt am Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz im 2. Wiener Gemeindebezirk einen außenliegenden Treppenaufgang der Raiffeisen Stadtbank.

Die begrünte Fassade ist etwa 25 Meter lang. Der Abstand vom Boden beträgt 0,3 Meter und es gibt eine automatische Bewässerung. Die Ansichtsfläche ist nach Süden ausgerichtet. Besonders auffällig an dem Standort ist, dass der linke Teil an den offenen Platz anschließt und vollsonnig ist, wohingegen der rechte Teil der Begrünung sehr nah zu einem benachbarten Gebäudeteil steht und von diesem völlig verschattet wird. In dieser Schneise liegt die Grünwand sehr windexponiert. Diese Standorteigenschaften bedingen eine unterschiedliche Entwicklung der Pflanzen (vgl. Abbildung 28, Abbildung 29).

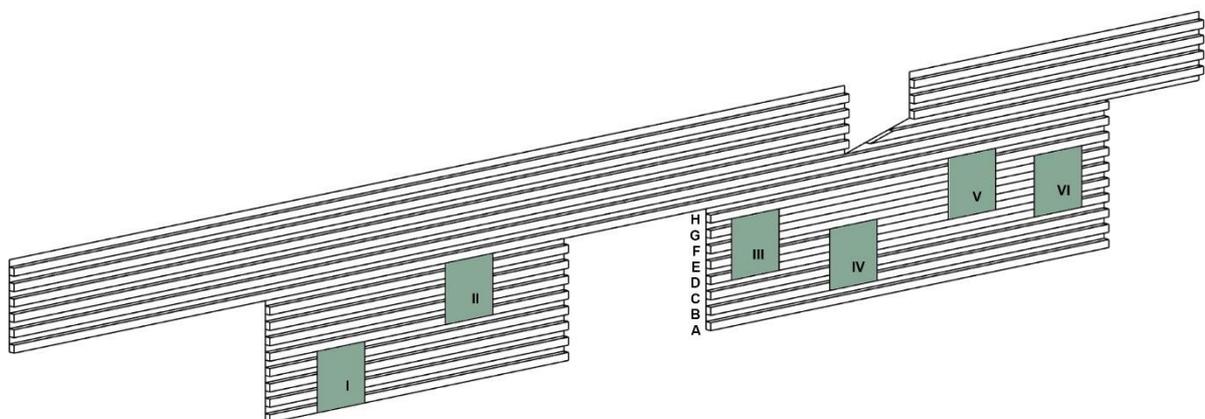


**Abbildung 28: Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz: Wandgebundenes System in Regalbauweise in sonniger Lage (eigene Aufnahme)**



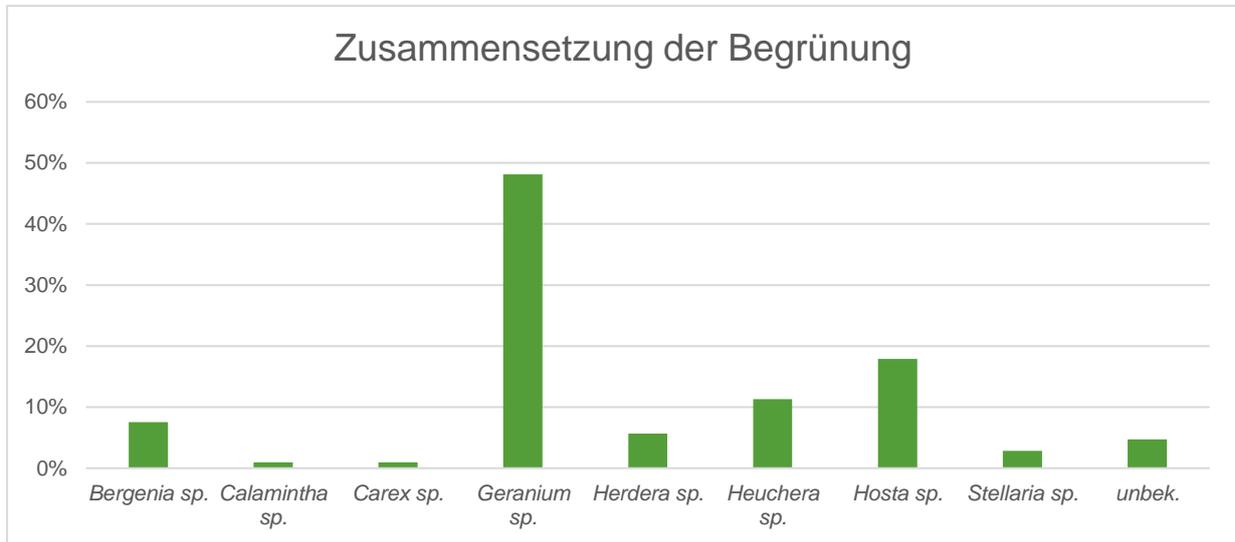
**Abbildung 29: Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz: Wandgebundenes System in Regalbauweise in verschatteter Windschneise (eigene Aufnahme)**

In Abbildung 30 zeigen die grün dargestellten und mit I-VI nummerierten Felder die Lage der Aufnahmeflächen für die in Erhebung 3 durchgeführte Bonitur der Pflanzen.



**Abbildung 30: Aufnahmefläche Grünwand Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz (eigene Erstellung)**

Abbildung 31 zeigt die Zusammensetzung der Begrünung. Die Bepflanzung besteht hauptsächlich aus Stauden, vereinzelt finden sich auch rankende Gehölze wie *Hedera helix* (Efeu). Fast die Hälfte der aufgenommenen Begrünung besteht aus verschiedenen *Geranium*-Arten (Storchenschnabel). Häufig gepflanzt wurden *Hosta sp.* (Funkien), *Bergenia sp.* (Bergenie) und *Heuchera sp.* (Purpurglöckchen). Manche Stauden waren schon soweit eingezogen oder generell in einem schlechten Zustand, sodass die Art nicht mehr erkennbar war und die Pflanzen keiner Gattung mehr zugeordnet werden konnten. Diese Pflanzen wurden als *unbek.* vermerkt.

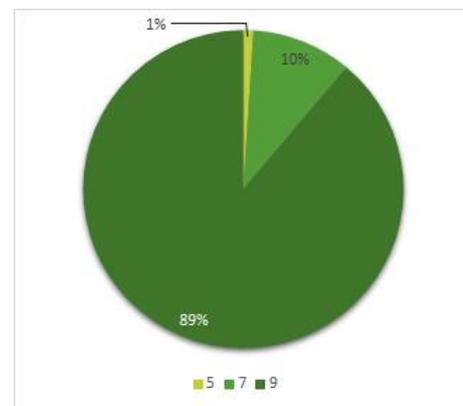


**Abbildung 31: Zusammensetzung der Begrünung (der aufgenommenen Parzellen) Standort III: Grünwand Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz**

Pro Laufmeter der Vegetationsträger waren vier bis sieben Pflanzen zu finden. Dabei wurden oft drei bis vier Pflanzen derselben Art nebeneinandergesetzt.

11% der Pflanzen zeigten Anzeichen von Charakteristischen Buchtenfraß (vgl. Abbildung 32). Davon zählt nur 1% zur Boniturklasse 5 (mittel abgefressen) und 10% der Pflanzen wurden als gering abgefressen (Boniturklasse 7) eingestuft. Mit 89% ist die Boniturklasse 9 am stärksten vertreten. Dieser Großteil der Pflanzen zeigte keine von Dickmaulrüsslern verursachten Fraßschäden.

Die am Standort durchgeführten Erhebungen zu Larven deuten nicht auf Befall durch Dickmaulrüssler hin. Auch die verschiedenen Fallensysteme und die angepasste Klopfprobe (vgl. Kapitel 5.1.2) lieferten keine Hinweise auf das Vorkommen von Dickmaulrüsslern am Standort.



**Abbildung 32: Charakteristischer Buchtenfraß: Darstellung der relativen Häufigkeit der aufgenommenen Boniturklassen am Standort III**

#### 6.1.4 Standort 4: Trogbepflanzung Rotenturmstraße

Dieses troggebundene System mit Rankgitter befindet sich in der Rotenturmstraße im 1. Wiener Gemeindebezirk. Es wurden sechs 0,8 Meter hohe Tröge aufgestellt um die Fassade des Gebäudes zu begrünen. Es gibt eine automatische Bewässerung. Die Fassade ist nach Osten ausgerichtet und wird teilweise von benachbarten Gebäuden verschattet. Die Lage wird als windstill wahrgenommen. Das Begrünungsziel soll über Kletterpflanzen erreicht werden. Alle Tröge sind zusätzlich noch mit Stauden bepflanzt.



Abbildung 33: Trogbepflanzung Rotenturmstraße: Troggebundenes System mit Rankhilfe (eigene Aufnahme)

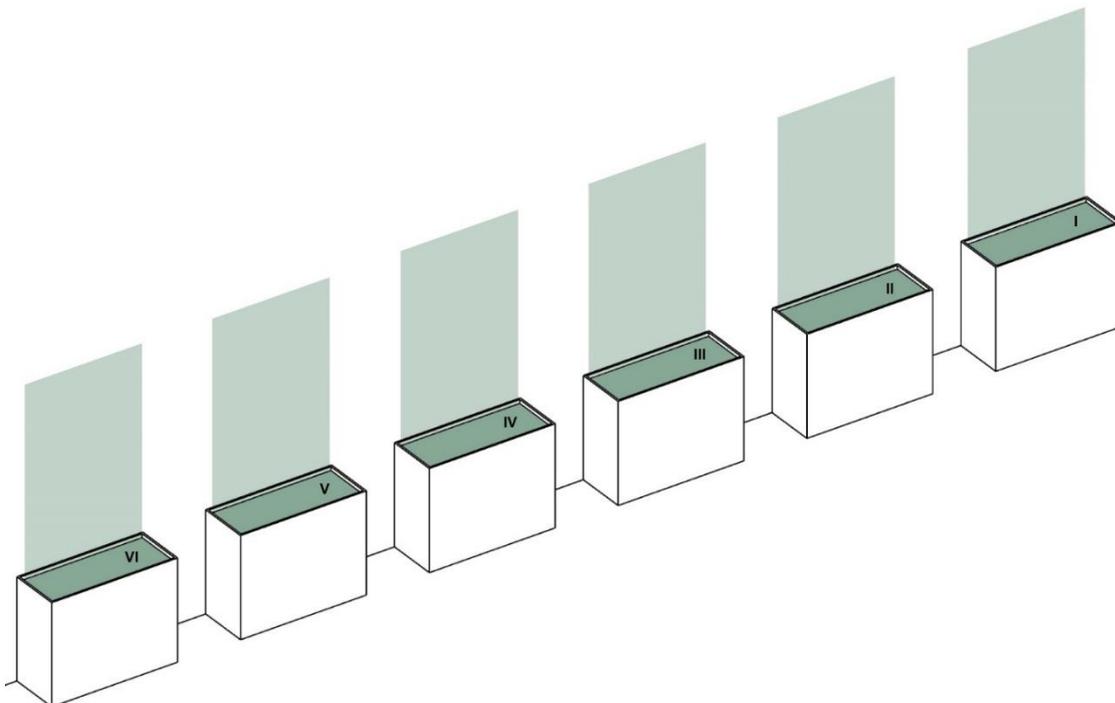
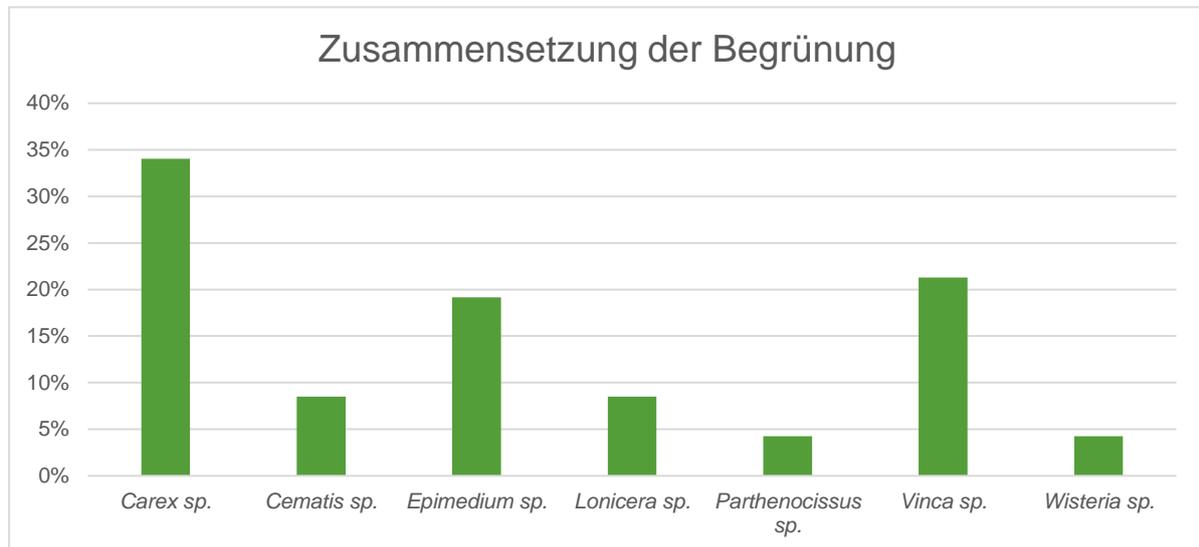


Abbildung 34: Aufnahmefläche Rotenturmstraße (eigene Erstellung)

Pro Trog wurden immer zwei Kletterpflanzen derselben Art gesetzt. Die genaue Zusammensetzung der Begrünung ist in Abbildung 35 dargestellt. *Clematis sp.* (Waldrebe) und *Lonicera sp.* (Geißblatt) wurden bei jeweils zwei Trögen eingesetzt. Diese werden von den Kletterpflanzen *Wisteria sp.* (Blauregen) und *Parthenocissus sp.* (Wilder Wein) ergänzt. Alle Tröge wurden zusätzlich mit einer Mischung von *Carex sp.* (Segge), *Epimedium sp.* (Elfenblume) und *Vinca sp.* (Immergrün) bepflanzt.

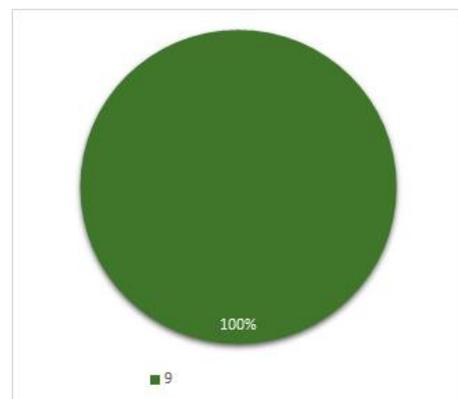


**Abbildung 35: Zusammensetzung der Begrünung Standort IV: Trogbepflanzung Rotenturmstraße**

Die Unterpflanzung mit Gräsern und anderen Stauden erfolgte in jedem Trog nach demselben Schema.

Keine der Pflanzen zeigte Anzeichen von charakteristischem Buchtenfraß. Abbildung 36 zeigt, dass 100% der aufgenommenen Pflanzen der Boniturklasse 9 (keine Fraßschäden) zugeordnet wurden.

Alle am Standort durchgeführten Erhebungen deuten darauf hin, dass es hier keinen Befall durch Dickmaulrüssler gibt.



**Abbildung 36: Charakteristischer Buchtenfraß: Darstellung der relativen Häufigkeit der aufgenommenen Boniturklassen am Standort IV**

## 6.2 Analyse und Interpretation der Erhebungsmethoden und Hilfsmittel

In diesem Kapitel werden die Erfahrungen mit den ausgewählten Monitoring Methoden geschildert. Die Erkenntnisse zu den einzelnen Erhebungssystemen werden in Form von einer SWOT-Analyse dargestellt.

### 6.2.1 Kontrolle des Larvenbefalls durch Grabungen

Bei Standort 1: MUGLI Wand konnte der Dickmaulrüsslerbefall durch Grabungen und Entfernen der Pflanze festgestellt werden. An den Wurzeln von *Tiarella cordifolia* konnten Larven der Gattung *Otiorhynchus sp.* entdeckt werden. Es war jedoch nicht möglich, die Art selbst genauer zu bestimmen. An keinem der untersuchten Standorte konnten mit der Methode „Erhebung Larvenbefall“ (vgl. Kapitel 5.1.1.2) Puppen des Dickmalrüsslers gefunden werden.

Tabelle 6 zeigt eine Analyse dieser Methode, bei der mit mehreren gezielten Grabungen (auf etwa 0,5 m<sup>2</sup> Pflanzfläche fünf Stichproben) an den Pflanzen in einer Tiefe von bis zu 10 cm nach Larven der Gattung *Otiorhynchus* gesucht wurde. In den Feldern werden jeweils die erkannten Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Methode angeführt.

**Tabelle 6: SWOT-Analyse der Befallsfeststellung durch Larvensuche**



Der Fund von Larven des Dickmaulrüsslers zwischen den Wurzeln von geschwächten Pflanzen bestätigt in vielen Fällen einen ersten Verdacht auf einen Befall des Systems durch diesen Schädling. Werden Larven entdeckt, können diese relativ einfach abgesammelt werden. Die Bestimmung der Larven könnte durch Kontaktaufnahme und Zusammenarbeit mit entsprechenden Stellen ermöglicht werden. Das wäre ein ausbaufähiges Vorgehen.

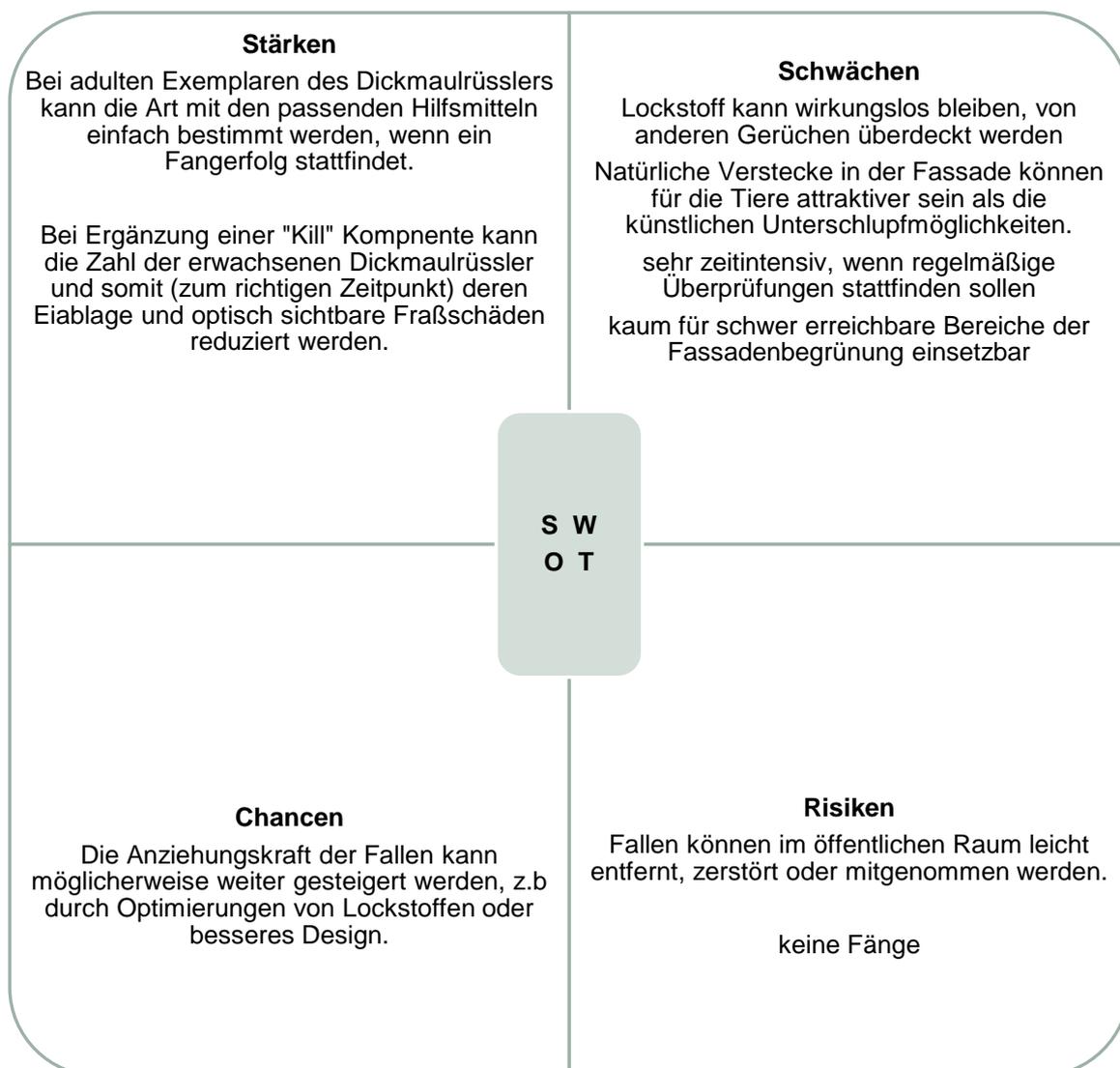
Die Methode kann in Fassadenbegrünungssystemen, in denen das Substrat und somit der Wurzelraum der Pflanzen zugänglich ist, angewandt werden. Ein Nachteil ist, dass die Methode schlecht für unzugängliche Bereiche der Fassade geeignet ist. Außerdem könnten die unterirdisch lebenden Larven bei Kontrollen unentdeckt bleiben, obwohl schon ein Befallsproblem besteht.

## 6.2.2 Monitoring mit Fallensystemen

Mit den getesteten Fallensystemen konnten in dem gewählten Aufnahmezeitraum bzw. an den untersuchten Standorten keine Zählraten zu den adulten Dickmaulrüsslern gewonnen werden. Mit keinen der getesteten Unterschlupfmöglichkeiten bzw. Fallen Fangbrett (vgl. Kapitel 5.1.2.2), Becherfalle (vgl. Kapitel 5.1.2.3) und flexibler Stofffalle (vgl. Kapitel 5.1.2.4) konnte ein Fangerfolg an den Projektstandorten erzielt werden. Somit konnte auch der Einfluss des mit diesen Hilfsmitteln gemeinsam getesteten Lockstoffs (vgl. Kapitel 5.1.2.6) nicht überprüft werden.

Tabelle 7 zeigt eine Analyse dieser Methode, bei der die Dickmaulrüssler im Sinne einer „Lure & Kill“ Strategie (vgl. Kapitel 4.4.2.3) zuerst in Unterschlüpfen oder Fallen gelockt werden und dann von einem Wirkstoff abgetötet werden, mit dem diese Hilfsmittel präpariert wurden. In den Feldern werden jeweils die erkannten Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Methode dargestellt.

**Tabelle 7: SWOT-Analyse der Befallsfeststellung mit Fallen und Lockstoff**



Der Ansatz, adulte Dickmaulrüssler in Fallen zu locken, ist vielversprechend, allerdings müssen höhere Fangzahlen erzielt werden als es in dem durchgeführten Versuch der Fall war,

um Bestandteil einer wirkungsvollen Bekämpfungsstrategie des Dickmaulrüsslers in Fassadenbegrünungen zu sein. Die Attraktivität des Verstecks für die Dickmaulrüssler, ein unauffälliges Falldesign und der richtige Anwendungszeitraum könnten zu einer Verbesserung des Erhebungssystems führen.

Für die meisten Systeme, die einen Unterschlupf für adulte Dickmaulrüssler bieten sollen, ist ein Anwendungszeitraum von Mai-September angegeben. Das regelmäßige Kontrollieren der Fallen ist vor allem wegen der Anfahrtszeiten sehr zeitaufwändig. Alternativ könnten die Fallen von Betreiber\*Innen oder Hausbesorger\*innen überprüft werden. Es wäre auch denkbar, dass ein Gartenbauunternehmen solche aufgestellten Fallen im Rahmen einer beauftragten Anwuchs- und Entwicklungspflege kontrolliert. Die Überprüfung der Fallen vor Ort dauerte selten länger als drei Minuten pro Falle. Am zeitintensivsten war das Kontrollieren der Stofffalle, da das Durchsuchen der Stofffalten mehr Zeit in Anspruch nahm als für das Prüfen bei den Zwischenräumen des Holzbrettes oder beim Fangbecher notwendig war. Die Unterschlüpfe lassen sich relativ einfach in den Fassaden positionieren, und die Angabe, dass eine Falle zehn m<sup>2</sup> Grünfläche abdeckt, lässt sich für wandgebundene Fassadenbegrünungen gut auf die vertikale Fläche umlegen. Vor allem bei dem Aufstellen der Fallen in trog- oder bodengebundenen Systemen wäre es entscheidend, dass die Vorrichtungen möglichst unauffällig erscheinen oder zwischen Blättern versteckt werden können, um vor unbefugter Mitnahme zu schützen und gegen Vandalismus vorzubeugen.

Für schwer zugängliche Bereiche würde der Einsatz als Infektionsfalle oder die Kombination des Unterschlupfs mit einer anderen „Kill“- Komponente durchaus Sinn machen, um die Zahl der adulten Käfer und deren Eiablage im Grünwandsystem zum richtigen Einsatzzeitraum zu reduzieren. Als reines Monitoring-Instrument hingegen scheinen die Fallen für schwer zugängliche Bereiche weniger geeignet.

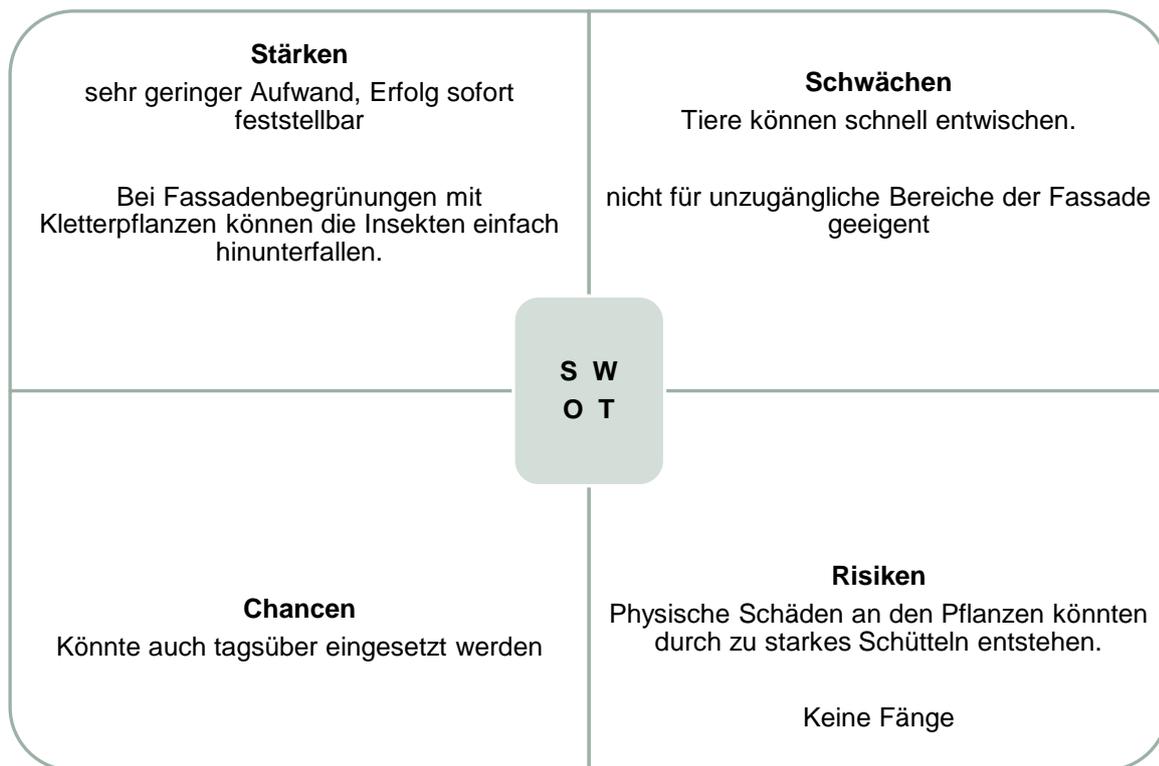
### **6.2.3 Kontrolle mit adaptierter Klopfprobe**

Mit der adaptierten Klopfprobe, deren Urform im Obstbau eingesetzt wird (KOB s.a., s.p.), konnten im Rahmen der Untersuchungen an Standort 2: MUGLI - Tröge adulte Exemplare der Gattung *Otiorhynchus* gefangen werden. Die nächtliche Anwendung war dafür nicht ausschlaggebend.

Mit der für die Anwendung in Fassadenbegrünungen (im Rahmen dieser Arbeit) adaptierten Klopfprobe (vgl. Kapitel 5.1.2.5) wurde ein Dickmaulrüssler nach dem Schütteln der Pflanzteile in dem dafür vorgesehenen Tuch aufgefangen. Ein anderer Käfer fiel bei der Anwendung der Methode direkt in die Hände, die das Blattwerk bewegten.

Tabelle 8 analysiert dieses Vorgehen. Die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Methode werden aufgeführt.

**Tabelle 8: SWOT-Analyse der Befallsfeststellung mit der adaptierten Klopfprobe**



Der Vorteil dieser Methode ist, dass sie auch gleich eingesetzt werden könnte, wenn man vor Ort ist, sofern man davon ausgeht, dass die Tiere tagsüber auch zwischen den Blättern der Pflanzen versteckt sind. Wenn ein Verdacht auf Befall besteht, kann dieser so durch einen Fangerfolg sofort bestätigt werden.

Die Methode kann besser bei boden- oder troggeordneten Systemen mit Kletterpflanzen angewandt werden, da die Insekten direkt in das Tuch hinunterfallen können. Bei fassadengebundenen Systemen ist dies oft schwieriger, da abgeschüttelte Käfer auch in dem dichteren Blattwerk von mehreren vertikal angeordneten Stauden, die unterhalb des Verstecks liegen, landen können. Bei der Anwendung sollte auf ein behutsames Schütteln geachtet werden, um die Pflanzen nicht zu schädigen.

Die Tiere können auch nachdem sie in das Tuch geschüttelt wurden, noch leicht entweichen. Außerdem ist die Methode eher für bodennahe, leicht zugängliche Bereiche geeignet. Es kann sein, dass keine Fänge erfolgen, obwohl Dickmaulrüssler in der Fassade leben.

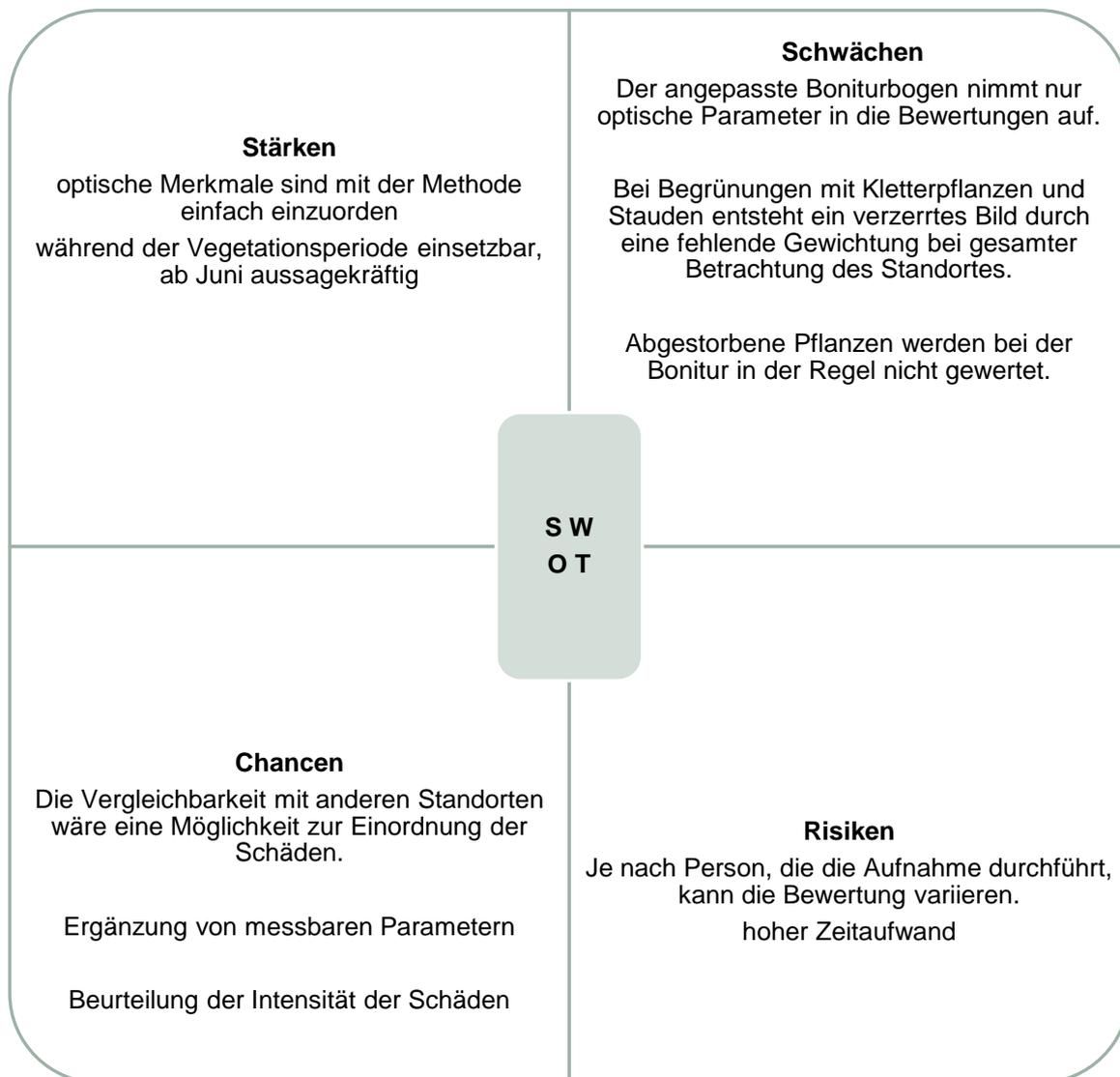
#### **6.2.4 Bonitur der Fassadenbegrünung**

Die Bonitur führte bei drei von vier Standorten zu dem Ergebnis, dass Dickmaulrüssler in der Fassadenbegrünung Wirtspflanzen gefunden haben. Bei der Pflanzenbewertung wurden die Parameter „Erscheinungsbild“, „Widerstandsfähigkeit“ und „Charakteristische Buchtenfraß“ aufgenommen (vgl. Kapitel 5.1.3.2).

Wurden für das Kriterium „Charakteristischer Buchtenfraß“ die Kategorien von 1-7 Punkten verwendet, wurde angenommen, dass sich einmal Dickmaulrüssler in der Fassadenbegrünung befunden haben.

Tabelle 9 zeigt die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Methode zur Pflanzenbewertung im Hinblick auf der Bewertung des Dickmaulrüsslerbefalls in Fassadenbegrünungen.

**Tabelle 9: SWOT-Analyse der Bonitur bei Dickmaulrüsslerbefall**



Optische Merkmale wie der charakteristische Buchtenfraß der adulten Käfer können mithilfe dieser Methode gut eingeordnet werden. Vor allem bei der Beurteilung der Intensität der Schäden wären messbare Parameter oder weitere Anhaltspunkte zur Beurteilung wünschenswert.

Die Methode kann während der gesamten Vegetationsperiode angewandt werden, kann aber in Hinblick auf den Dickmaulrüsslerbefall ab Ende Mai - Juni, wo der Reifungsfraß der Käfer beginnt, zur Überwachung der Befallsintensität eingesetzt werden. Bei troggebundener Fassadenbegrünung sollte der Zustand vorhandener Kletterpflanzen eventuell mit Hilfe eines Gewichtungsfaktors stärker berücksichtigt werden als die Unterpflanzungen mit Stauden und Gräsern, wenn die Kletterpflanzen den Hauptteil der Begrünungsfunktion übernehmen und maßgeblich zum Begrünungsziel beitragen. Abgestorbene Pflanzen werden in der Regel nicht bei Bonituren berücksichtigt, wenn dieser Ausfall jedoch durch Schäden der Larven verursacht wurde, wäre es dennoch wichtig diesen in der Aufnahme abzubilden.

Für eine einheitlichere Zuordnung könnte der Boniturschlüssel grafisch dargestellt werden, um die Fraßschäden der Dickmaulrüssler aufzunehmen. So könnten beispielsweise bei der Bewertung des charakteristischen Buchtenfraßes für die Boniturklasse „7 Punkte: 1-7,5 % gering abgefressen“ 4% Fraßschäden als buchtenförmige Fläche am Rand einer lanzettlich geformten Gesamtfläche von 100% (Blatt) eingezeichnet werden, um die Klasse zu visualisieren. Anwender\*innen könnten die Schäden besser einordnen, wenn Abbildungen der Klassen zur Verfügung stehen, die sie mit dem vorliegenden Schaden vergleichen können. Ein anderer eingrenzender Faktor könnte der hohe zeitliche Aufwand sein. Eine regelmäßige Bonitur von Standorten wird nicht umgesetzt werden, wenn der Aufwand nicht in Relation zu dem erzielten Nutzen steht.

## **6.3 Erstellung einer Entscheidungshilfe**

In diesem Kapitel werden Parameter dargestellt, die die wirtschaftliche Schadschwelle beeinflussen und zur Einordnung des Dickmaulrüsslerbefalls in Fassadenbegrünungen dienen können. Die Antworten und Annahmen, die für den jeweiligen Standort getroffen werden, haben Einfluss auf das empfohlene Vorgehen. Die ausgewählten Einflussgrößen, die festgelegte Abfolge der Fragen und die Darstellung der Entscheidungsfindung als Entscheidungsbaum sowie als ein anwendungsfreundlicheres Entscheidungsdiagramm folgen.

### **6.3.1 Unterteilung der Knotenpunkte**

Im integrierten Pflanzenschutz wird häufig mit wirtschaftlichen Schadschwellen und Bekämpfungsschwellen gearbeitet. Diese werden in Kapitel 4.3.4 beschrieben. Die Schadschwellen, die angeben, wann eine Bekämpfung erfolgen sollte, unterscheiden sich hinsichtlich Kultur, Schädling, Zeitpunkt und Standort. Für Zierpflanzen bestehen aufgrund dieser ineinandergreifenden Zusammenhänge keine allgemein verbindlichen und verlässlichen Schadschwellen (Fruttschi et al. 2019, S. 43–44).

Daher wurden für die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Entscheidungshilfe die Einflussgrößen Pflanzenzustand, Vorkommen und Entwicklung des Schädlings, Zeitpunkt und Standort festgelegt. Zu diesen Parametern wurden Fragen entwickelt, die die Werte, die diesen zugeordnet werden können, in zwei Gruppen teilt.

Die Antworten auf diese Fragen, für die eine hierarchischen Abfolge festgelegt wurde, sollen zu der Auswahl von möglichen Regulierungsstrategien führen. Es werden also Spaltungen in zwei Gruppen vorgeschlagen, die in einer späteren Kombination miteinander zu einer geeigneten Regulierungsstrategie führen sollen. Außerdem werden Grundgedanken zur weiteren Schärfung dieser Unterteilungen aufgeführt.

#### **6.3.1.1 Pflanzenzustand**

In Abbildung 37 wird gezeigt, wie das Vorkommen von charakteristischem Buchtenfraß verwendet werden kann, um zwei Gruppen für einen Entscheidungsbaum zu definieren. Eine Überlegung wäre es mit den Boniturklassen für den Buchtenfraß zu arbeiten, um die Bekämpfungsschwelle für Fassadenbegrünungen zu schärfen. So könnte beispielsweise bei einem gewissen Anteil ( $>x\%$ ) von bestimmten Klassen (Boniturnoten  $<5$ ) zu einem festgelegten Zeitpunkt (z.B. September) ein Schwellenwert gesetzt werden.

## Fragestellung Ebene 1:

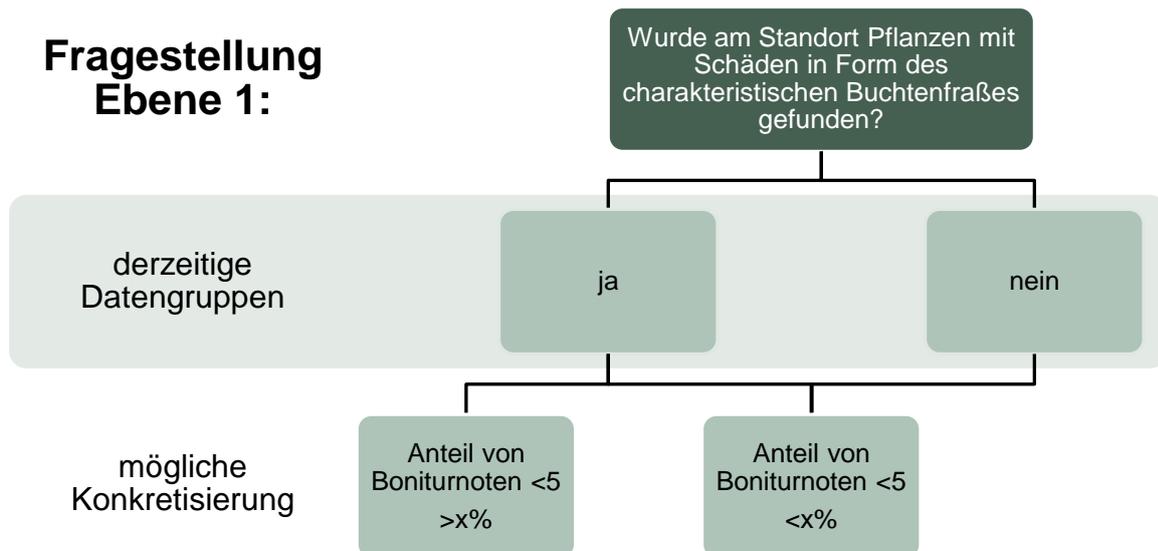


Abbildung 37: Darstellung der Teilung der Datenpunkte in zwei Gruppen für den Konten Pflanzenzustand (Ebene 1)

### 6.3.1.2 Vorkommen des Schädlings

Der erarbeitete Vorschlag für den Entscheidungsbaum kann artenübergreifend für alle Dickmaulrüssler angewandt werden. Für die artspezifische Abstimmung des Eingriffs kann die Regulierungsmaßnahme selbst angepasst werden.

Abbildung 38 zeigt wie das generelle Auftreten von adulten Tieren oder Larven um Festsetzen der Gruppen herangezogen werden kann. Könnte man die Befallsstärke zufriedenstellend und zuverlässig messen, könnte die Schwelle nach oben verschoben werden, das heißt, sobald ein gewisser Wert (x) überschritten wird, sollte eine Bekämpfung erfolgen.

## Fragestellung Ebene 2:

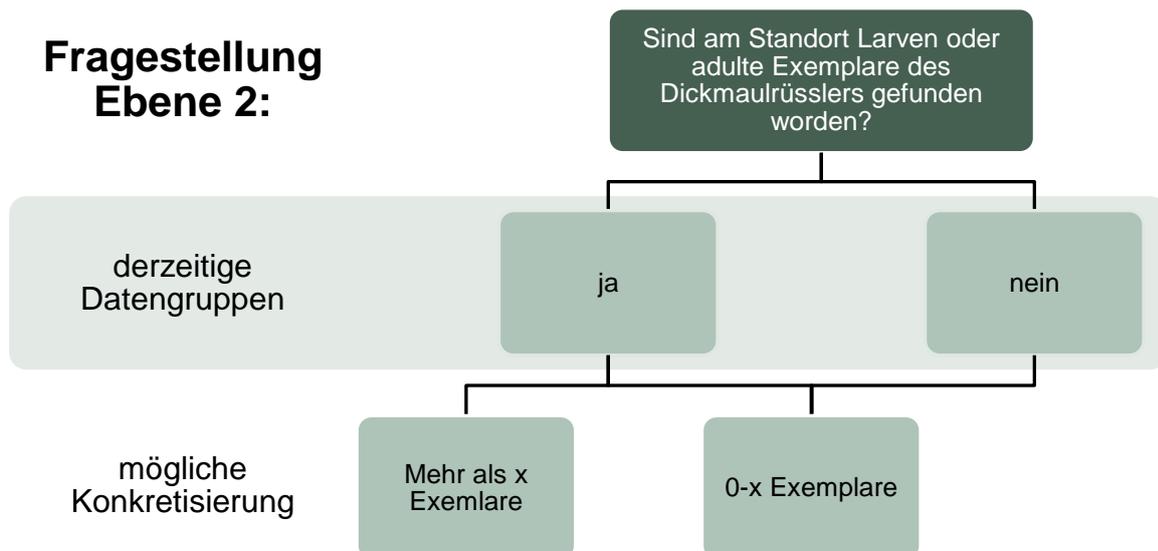
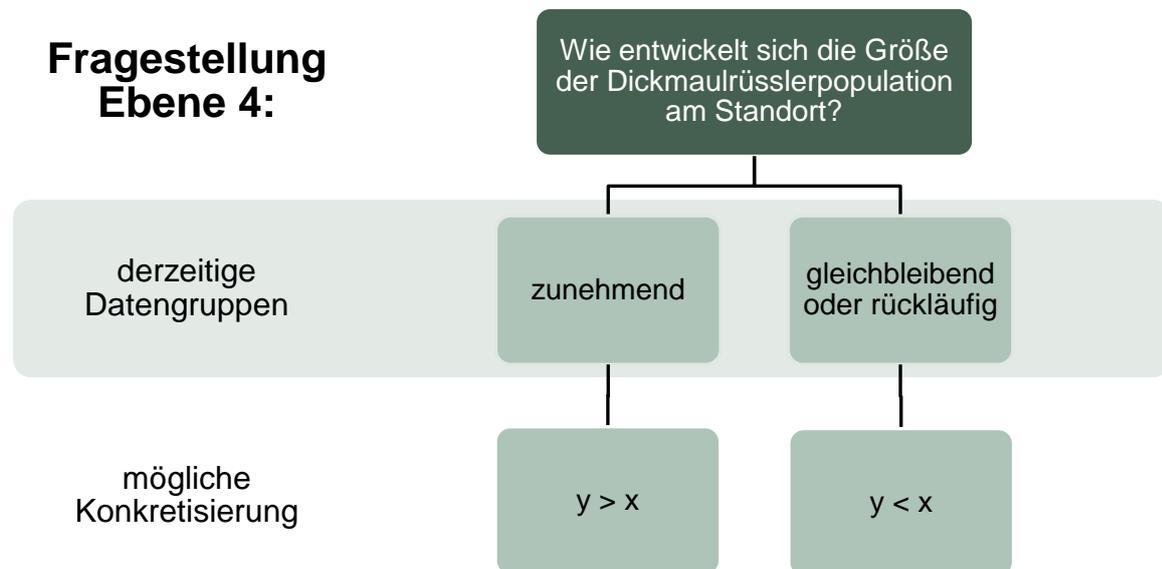


Abbildung 38: Darstellung der Teilung der Datenpunkte in zwei Gruppen für den Knoten Vorkommen des Schädlings (Ebene 2)

Wenn die Befallsstärke ein weiteres Mal erhoben werden könnte ( $y$ ), könnte die Entwicklung der Dickmaulrüsslerpopulation verfolgt werden und wie in Abbildung 39 dargestellt, in die Entscheidungsfindung miteinfließen.



**Abbildung 39:** Darstellung der Teilung der Datenpunkte in zwei Gruppen für den Knoten Entwicklung der Populationsgröße (Ebene 4)

### 6.3.1.3 Zeitpunkt

Gerade bei der Bekämpfung des Dickmaulrüsslers spielt der Zeitpunkt eine wichtige Rolle. Da die Populationen sich rasch entwickeln und an einem Standort etablieren können, die effektive Bekämpfung und andere Maßnahmen aber nur in bestimmten Zeiträumen ergriffen werden können, könnte hier eine niedrige Schwelle gewählt werden, um den Dickmaulrüsslerbefall durch zeitnahes Handeln einzudämmen. Die gewählte Aufteilung trennt zwei Zeiträume nach Handlungsmöglichkeiten. Entweder sind klassische Regulierungsmöglichkeiten zurzeit oder in naher Zukunft gleich direkt umsetzbar oder es müssen noch einige Wochen oder Monate vergehen, in denen sich der Befall verstärken kann, bevor klassische Einzelmaßnahmen ergriffen werden können.

Man könnte genauere Einschränkungen treffen, wenn mehr Daten aus Überwachungen von Befallsstandorten vorliegen würden, mit denen ein vorliegender Problemstandort zur Einordnung zu gegebenem Zeitpunkt verglichen werden könnte. Mit solchen Vergleichswerten könnte über ein fortlaufendes Monitoring die Dringlichkeit eines Eingriffs und der ideale Zeitpunkt für einzelne Maßnahmen abgeleitet werden.

Zur einfacheren Einordnung und zur Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit bei späterer Anwendung des Entscheidungsdiagramms wird anstelle des Zeitpunkts im Entwicklungszyklus der Dickmaulrüsslerpopulation an dem Standort, wie in Abbildung 40 dargestellt, die Jahreszeit abgefragt.

### Fragestellung Ebene 3:

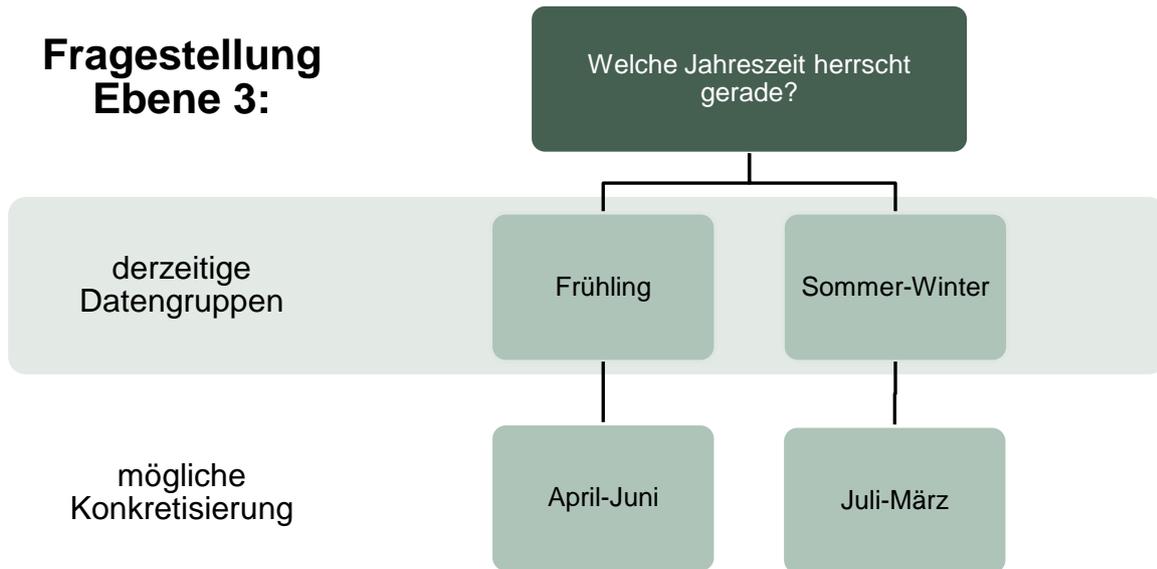


Abbildung 40: Darstellung der Teilung der Datenpunkte in zwei Gruppen für den Knoten Zeitpunkt (Ebene 3)

#### 6.3.1.4 Standort

Bei Fassadenbegrünungen handelt es sich um hochwertige Anlagen, deren Wiederherstellung oder Sanierung mit hohen Kosten verbunden sein kann. Vor allem bei wandgebundenen Systemen ist mit größerem Aufwand und damit verbundenen Kosten zu rechnen. Im vorgeschlagenen Entscheidungsweg hängt die Unterteilung der Gruppen letztendlich auch vom Ermessen der Betreiber\*innen ab. Es werden, wie in Abbildung 41: Darstellung der Teilung der Datenpunkte in zwei Gruppen für den Knoten Standort (Ebene 5) gezeigt, robuste und sensible Standorte unterschieden.

Die Behandlungsschwelle könnte mit der Dimensionierung der Fassade sinken, da mit zunehmender Größe der vertikalen Grünfläche ( $x \text{ m}^2$ ) meist auch deren Leistung (Mikroklima, Luftqualität, Lebensraum) steigt. Auch zu bedenken ist wie die optische Wirkung der Fassadenbegrünung an dem jeweiligen Standort eingestuft wird. Ist den Verantwortlichen ein makelloses Erscheinungsbild, das von wenig Fraßschäden an den Blättern geprägt wird, besonders wichtig, kann auch das ein ausschlaggebender Faktor sein. Daneben können weitere Standortfaktoren an dieser Stelle in die Bewertung einfließen. Auch die Wiederherstellungskosten für die Definition einer wirtschaftlichen Schadschwelle ließen sich aus solchen Faktoren (wie z.B. Bauweise, Pflanzen, Dimensionierung, Lage...) ableiten. Wenn es diese Funktionalitäten unter erschwerenden Umständen zu erhalten gilt, kann der Standort als sensibel bezeichnet werden.

## Fragestellung Ebene 5:

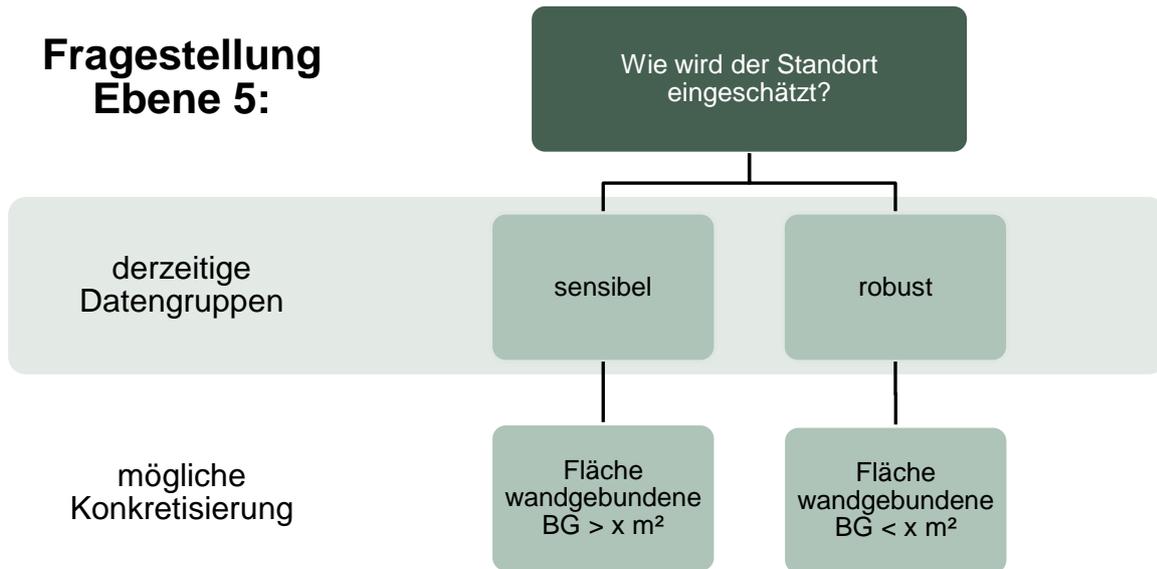


Abbildung 41: Darstellung der Teilung der Datenpunkte in zwei Gruppen für den Knoten Standort (Ebene 5)

### 6.3.2 Darstellungen einer Entscheidungsfindung

Als Ergebnis wurden drei Kategorien festgelegt. Die erste in Abbildung 42 dargestellte Möglichkeit empfiehlt keine besonderen Pflegemaßnahmen, die in Hinblick auf den Dickmaulrüsslerbefall an dem Standort ergriffen werden müssen und nur gegebenenfalls ein weiteres Monitoring, um die Entwicklung des Standorts zu beobachten. Das ist beispielsweise bei Standorten, an denen in der Vergangenheit Befall festgestellt wurde oder nach der Umsetzung von Maßnahmen sinnvoll. Die zweite Kategorie empfiehlt ein Monitoring zu starten und ggf. eine Einzelmaßnahme gegen den Dickmaulrüsslerbefall am Standort zu ergreifen. Die dritte Möglichkeit besteht darin ein Monitoring durchzuführen und ein kombiniertes Bekämpfungskonzept für den Standort zusammenzustellen und zu verfolgen.



Abbildung 42: Ergebniskategorien für die Entscheidungshilfe (eigene Erstellung)

### 6.3.2.1 Der Entscheidungsbaum mit Ergebnisspalten

Die folgende **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt, wie der Entscheidungsweg aufgebaut ist, wenn man die zuvor definierten Fragen in ihrer festgelegten Abfolge mit den möglichen Ergebnissen verknüpft. Als Darstellungsform ist ein klassischer Baum gewählt. Gelangt man zu einem gesetzten „Stopp“ wird das weitere Vorgehen empfohlen, bei dem der Weg endet.



Abbildung 43: Darstellung eines Entscheidungsbaumes als Grundlage für die Entwicklung einer Entscheidungshilfe

### 6.3.2.2 Das Entscheidungsdiagramm

In der folgenden Abbildung 44 ist derselbe Vorschlag für eine einfache, besonders niedrigschwellige Entscheidungshilfe noch einmal als Diagramm grafisch dargestellt. Das Entscheidungsdiagramm soll leichter lesbar und dadurch besser nutzbar sein als der zuvor

dargestellte Entscheidungsbaum. Beantwortet man die Fragen in den Feldern, gelangt man zu einer Empfehlung für das weitere Vorgehen. Dabei folgt man den jeweiligen Pfeilen. Trifft die ausformulierte Antwort in einem der Pfeile zu, endet man bei einer Empfehlung, ist die Antwort unzutreffend, ist dem anderen Pfeil zu einer weiteren Frage zu folgen.

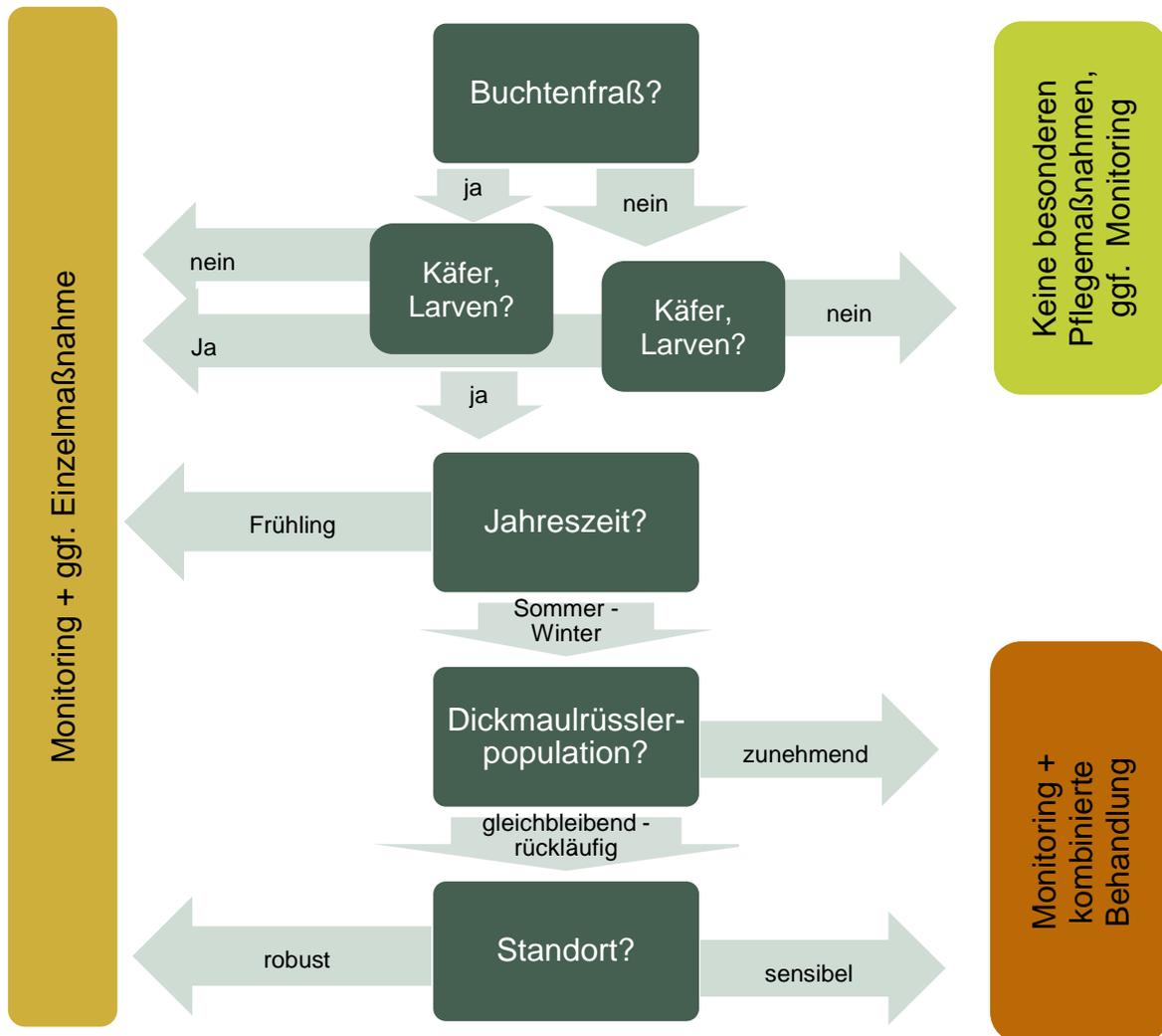


Abbildung 44: Darstellung eines Entscheidungsdiagramms für die integrierte Bekämpfung des Dickmaulrüsslers in Fassadenbegrünungen

## 7 Diskussion

### 7.1 C: Bewertung des Schädlingsbefalls in Fassadenbegrünungen

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Beantwortung der Fragestellung von Forschungsfrage C, welche Einflussgrößen für die Bewertung des Schädlingsbefalls in Fassadenbegrünungen wichtig und für zukünftige Aufnahmen sinnvoll sind und wie geeignete Maßnahmen ausgewählt werden können.

Das Auftreten des Dickmaulrüsslers, die Pflanzen im System und deren Erscheinungsbild, der Zeitpunkt der Beurteilung und die Einschätzung der Sensibilität des Standortes sind entscheidend um geeignete Maßnahmen gegen den Dickmaulrüsslerbefall auszuwählen.

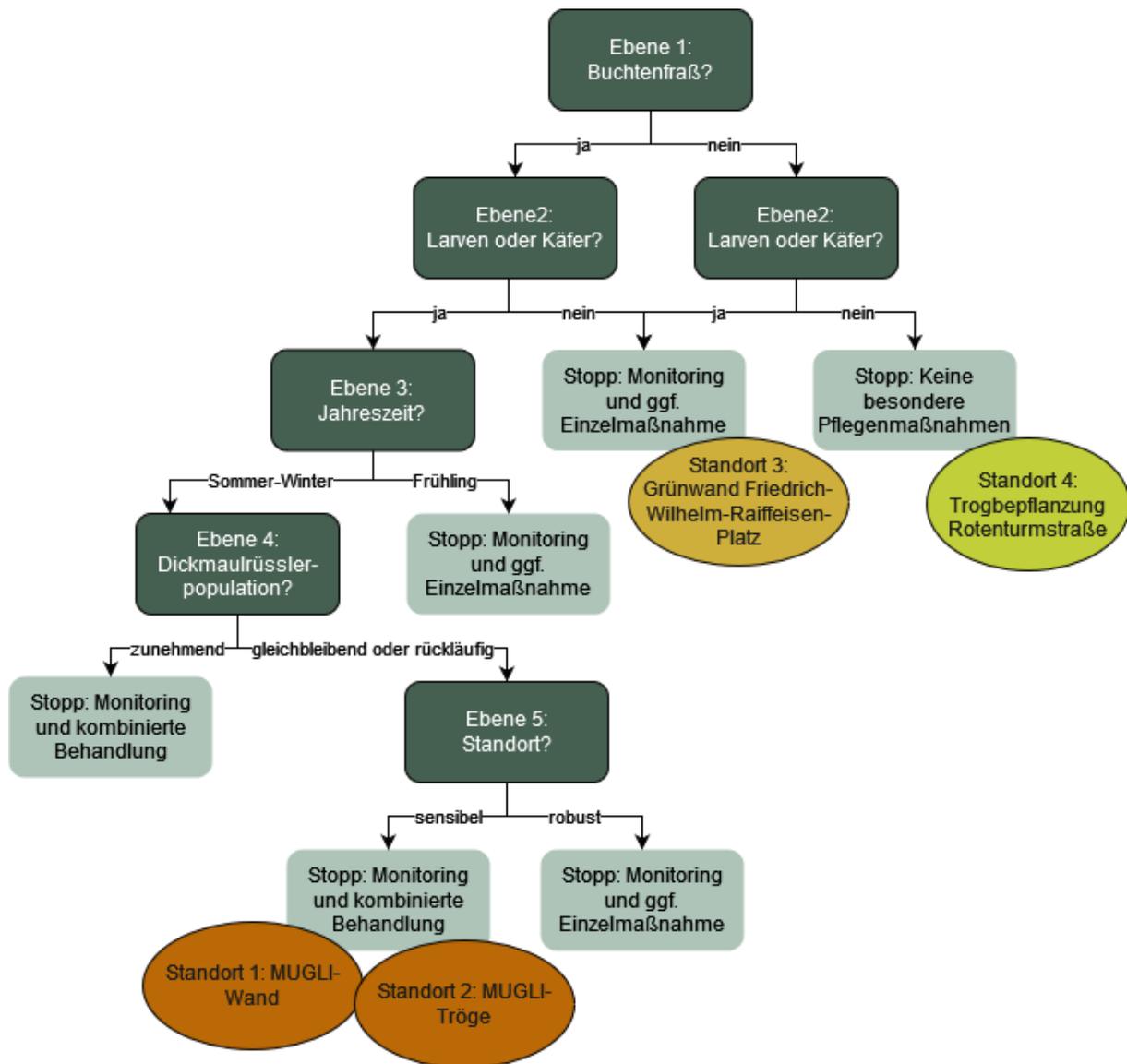
Um diese Einflussgrößen miteinander zu verknüpfen wurde eine Entscheidungshilfe erstellt. Der gewählte Aufbau der Entscheidungshilfe lässt die Nutzer\*Innen durch die Beantwortung von bis zu fünf Fragen zu einem Vorschlag für das weitere Vorgehen gelangen. Es sind nur wenige Daten notwendig, die durch eine Kontrolle von Problemstandorten relativ einfach und sicher gewonnen werden können, um ein Ergebnis in Form von einer Empfehlung zu erreichen. Selbst wenn für die Bekämpfung interessante und wichtige Details wie beispielsweise die Art der Dickmaulrüssler, die in der Fassadenbegrünung leben, oder die Befallsstärke nicht erkannt werden können, erhält man eine erste Handlungsempfehlung.

Der Entwurf dieser sehr niedrigschwelligen Entscheidungshilfe sollte bei der Anwendung weiterentwickelt und die Unterteilung der Gruppen (Antworten auf die Fragen) muss in Zukunft noch geschärft werden. Das wäre möglich, sobald mehr Daten für den Vergleich von Standorten und messbare Kennzahlen zur Verfügung stehen würden, über die Rückschlüsse auf die Befallsstärke gezogen werden können. Danach könnten feiner abgestimmte Größenordnungen für die Unterteilung der Gruppen (Antworten auf die Fragen) festlegt und überprüft werden.

Zunächst werden die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Standorte (vgl. Kapitel 6.1) mit der erstellten Entscheidungshilfe ausgewertet. Dann wird auf die verwendete Klassifizierung und Anwendung der Entscheidungshilfe eingegangen.

#### 7.1.1 Auswertung der Standorte mit dem Entscheidungsbaum

Werden die vier untersuchten Standorte („Standort 1: MUGLI-Tröge“, „Standort 2: MUGLI-Wand“, „Standort 3: Grünwand Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz“ und „Standort 4: Trogbepflanzung Rotenturmstraße“) mit der erstellten Entscheidungshilfe betrachtet und die Fragen anhand der gesammelten Daten beantwortet, ergeben sich die in Abbildung 45 dargestellten Entscheidungswege.



**Abbildung 45: Darstellung der Entscheidungswege für die Standorte mit der erstellten Entscheidungshilfe**

Für „Standort 4: Trogbepflanzung Rotenturmstraße“ endet der Weg bei der Empfehlung, dass keine besonderen Maßnahmen, die den Dickmaulrüsslerbefall konkret adressieren, ergriffen werden müssen. Es wurden weder Anzeichen von Buchtenfraß aufgenommen noch konnten Larven oder Käfer des Dickmaulrüsslers entdeckt werden. Vereinbarte Pflegeleistungen mit regelmäßigen Sichtkontrollen und bei Bedarf ein weiterführendes Monitoring sollten für die günstige Entwicklung in Bezug auf den Dickmaulrüsslerbefall der Standorte ausreichen.

11% der Pflanzen an „Standort 3: Grünwand Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz“ zeigten Anzeichen von charakteristischem Buchtenfraß. Es wurden keine Dickmaulrüssler am Standort gefunden. Die Empfehlung, die man durch die Anwendung der Entscheidungshilfe erhält, lautet, dass ein weiterführendes Monitoring durchgeführt werden sollte und gegebenenfalls eine Einzelmaßnahme ergriffen werden kann, um das Auftreten Dickmaulrüssler am Standort zu reduzieren.

Bei den Standorten 1 und 2 des Ausstellungsobjekts MUGLI wurden bei über zwanzig Prozent der Pflanzen Fraßschäden in Form des charakteristischen Buchtenfraßes der adulten

Dickmaulrüssler vermerkt. Bei Standort 1, der wandgebundenen Fassadenbegrünung, wurden Larven des Dickmaulrüsslers entdeckt und bei Standort 2, den troggebundenen Systemen, wurden adulte Dickmaulrüssler aufgefunden. Die Aufnahmen wurden im Sommer durchgeführt. Es konnte keine Populationszunahme festgestellt werden. Es ist davon auszugehen, dass bei einem Raum, der die Kommunikation und Wissensvermittlung über Bauwerksbegrünung stärken soll, die optische Wirkung und die Funktionalität der Ausstellungsflächen von relativ hoher Bedeutung sind. Zum jetzigen Zeitpunkt ergibt sich bei der Auswertung mit dem Entscheidungsdiagramm, dass an den Standorten ein kombiniertes Bekämpfungskonzept für den Dickmaulrüsslerbefall gewählt werden sollte, das von einem Monitoring begleitet wird.

### **7.1.2 Mögliche Schärfung der Entscheidungshilfe**

Nach einem Monitoring im Pflanzenbestand eine geeignete Bekämpfungsstrategie und den optimalen Zeitraum der Bekämpfung zu wählen, wird von Forschungsergebnissen gestützt (Burghause et al. 2012, S. 5). Diese Entscheidungshilfe stellt einen ersten Ansatz dar, Ergebnisse eines Monitorings in Handlungsempfehlungen für Fassadenbegrünungen zu übersetzen.

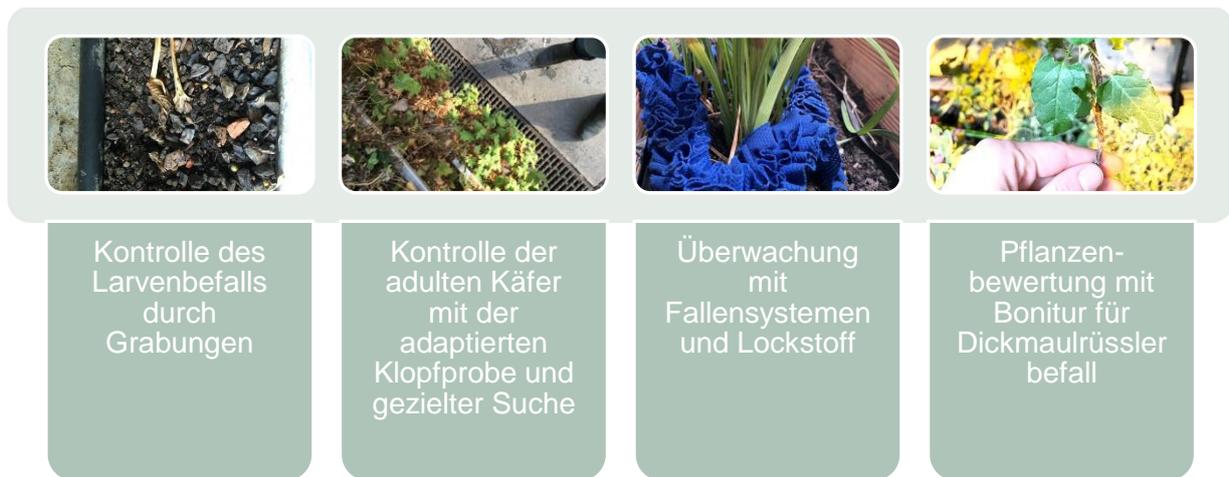
Die Fragen, die beantwortet werden, stellen Knotenpunkte dar, die die Daten in zwei Gruppen (Klassen) teilen. In Kapitel 6.3.1 werden auch Grundgedanken zur weiteren Schärfung dieser Unterteilungen aufgeführt. Der erarbeitete Entscheidungsbaum ist sehr niederschwellig aufgebaut. Würde man nur bei dem ersten Knoten „Buchtenfraß?“ den Vorschlag für die Schärfung mit „Anteil von Boniturnoten  $<5 >10\%$ “ einbauen, würden sich bereits andere Empfehlungen für die Auswertung der aufgenommenen Standorte ergeben. Um für eine solche Schärfung sinnvolle Klassen bilden zu können, müssten aber weitere Erkenntnisse zu Befallsstärken gewonnen werden. Das wäre durch die Untersuchung von weiteren Standorten auch im Zusammenhang mit der Anwendung von Regulierungsmaßnahmen möglich.

Auch die Ergebniskategorien (Zuweisung zu einer Klasse) können noch verfeinert werden, wenn mehr Informationen über erprobte Maßnahmen und Behandlungsmöglichkeiten in Fassadenbegrünungen in Verbindung mit zuvor aufgenommenen Daten zur Verfügung stehen. Grundsätzlich könnte auch die Anzahl der Fragen, auf denen die Entscheidungen basieren, erweitert werden, und die Teilungsregeln selbst sollten bei jeder Anwendung kritisch geprüft und gegebenenfalls angepasst werden.

## **7.2 B: Zusammenfassende Bewertung der angewandten Erhebungssysteme**

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Beantwortung von Forschungsfrage B, und behandelt worin die Stärken und Schwächen von Erhebungssystemen bestehen und wie diese verbessert werden können.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden unterschiedliche Ansätze verfolgt, um den Dickmaulrüsslerbefall in Fassadenbegrünungen festzustellen und zu überwachen. Diese Erhebungsmethoden sind in Abbildung 46 dargestellt. Zum einen wurde versucht, das Vorhandensein von Larven des Dickmaulrüsslers durch gezielte Grabungen an den Pflanzenwurzeln zu kontrollieren (nach Sprick 2012). Um das Vorhandensein von adulten Käfern der Gattung *Otiorhynchus sp.* zu prüfen, wurden mehrere Methoden recherchiert und zusammengestellt. Dafür wurde im Rahmen dieser Arbeit eine adaptierte Klopfprobe (nach KOB s.a.), die mit einer gezielten Suche nach adulten Käfern ergänzt wurde, konzipiert und angewandt. Außerdem wurden verschiedene Fallensysteme für Dickmaulrüssler ausgewählt (nach Wrede 2016, Roberts et al. 2020 und van Tol et al. 2020) und direkt in den Fassadenbegrünungen getestet. Eine Bonitur der Pflanzen mit besonderem Augenmerk auf die Fraßschäden der adulten Dickmaulrüssler (nach Thelen Germann 2015 und Billmann und Lindner 2006) wurde einmalig an allen Standorten durchgeführt.



**Abbildung 46: Darstellung der angewandten Erhebungssysteme (eigene Erstellung)**

### 7.2.1 Kontrolle des Larvenbefalls durch Grabungen

Mit der Methode zur Kontrolle des Larvenbefalls durch Grabungen (Nach Sprick 2012) (vgl. Kapitel 5.1.1.2 und 6.2.1), bei der mit mehreren gezielten Grabungen an den Pflanzen in einer Tiefe von bis zu 10 cm nach Larven der Gattung *Otiorhynchus* gesucht wurde, konnten Larven des Dickmaulrüsslers gefunden werden.

Der Vorteil der Larvenerhebungen ist, dass diese über eine lange Zeitspanne im Jahresverlauf durchgeführt werden können. Der Fund von Larven bestätigt häufig einen ersten Verdacht auf Dickmaulrüsslerbefall, allerdings sehen Reineke et al. (2012, S. 153) die exakte Artbestimmung als eine Grundvoraussetzung zur Entwicklung effektiver Bekämpfungsstrategien, da sich die Empfindsamkeiten gegenüber bestimmten Behandlungen und der optimale Bekämpfungszeitpunkt abhängig von der Phänologie der Arten unterscheiden können. Zur Artbestimmung von *Otiorhynchus* Larven könnte ein molekulares Diagnoseverfahren, basierend auf der PCR-RFLP-Technik, verwendet werden (Reineke et al. 2012, S. 177). Diese Methode eignet sich laut den Autorien für jedes Entwicklungsstadium gleichermaßen. Wenn eine Artbestimmung erfolgt, können Larvenfunde auch einen Beitrag zur Abstimmung der Regulierungsstrategie für einen spezifischen Problemstandort leisten.

Hinderlich für den Einsatz dieser Methode war, dass diese bei schwer zugänglichen Bereichen von Fassadenbegrünungen kaum eingesetzt werden kann. Wollen Anwender\*innen die Art der gefundenen Larven bestimmen, kann dies nicht sofort erfolgen, weitere Schritte sind dafür erforderlich. Im Rahmen dieser Arbeit wurde auch der Ansatz verfolgt, gefundene Larven abzusammeln und großzuziehen, um diese als Adulte zu einem späteren Zeitpunkt bestimmen zu können. Dies gelang nicht, was sich mit den Berichten von Sprick (Sprick 2012, S. 12–13) deckt, der bei einem ähnlichen Vorgehen von Verlusten von 50% der Larven berichtete.

### 7.2.2 Kontrolle des Befalls der Adulten mit der adaptierten Klopfprobe

Mit der für die Anwendung in Fassadenbegrünungen im Rahmen dieser Arbeit adaptierten Klopfprobe, die ursprünglich im Obstbau eingesetzt wird (KOB s.a., s.p.), (vgl. Kapitel 5.1.2.5 und 6.2.3) können Dickmaulrüssler nach dem Schütteln der Pflanzteile in einem dafür vorgesehenen Tuch aufgefangen werden. Zusätzlich wurde ein Schritt ergänzt, wo zwischen den Blättern und in Ritzen der Begrünung aktiv nach adulten Käfern gesucht wurde.

Die Anwendung dieser adaptierten Klopfprobe bedingt zwar unsichere Ergebnisse, aber die Methode wäre im Rahmen von vereinbarten Pflegemaßnahmen bei einer Sichtkontrolle sofort einsetzbar (Austrian Standards 2021, S. 15). Das Potenzial der adaptierten Klopfprobe besteht darin, dass durch einen Fangerfolg sowohl ein Verdacht bestätigt werden kann als auch durch eine Artbestimmung des adulten Dickmaulrüsslers, beispielsweise mithilfe des digitalen Bestimmungsschlüssel des JKI und CURCI e.V. (Hommes et al. 2015, S. 8), die Behandlungsmethoden abgestimmt werden können.

Bei den durchgeführten Erhebungen war es die einzige Methode, mit der adulte Dickmaulrüssler an den untersuchten Standorten gefangen werden konnten. Das aktive Absuchen von Schlupfwinkeln und Absammeln von adulten Tieren scheint sich jedoch eher für privat betreute, kleine Grünstrukturen zu eignen, da dieses Vorgehen für den Erwerbsgartenbau als zu zeitaufwendig und zu wenig effektiv eingeschätzt wird. Zu diesem Ergebnis kommen auch Reinecke et al. (2012, S. 152)

### 7.2.3 Dickmaulrüsslerpopulationen mit Fallensystemen überwachen

Fallensysteme können in den Fassadenbegrünungen platziert und regelmäßig kontrolliert werden (nach Wrede 2016, Roberts et al. 2020 und van Tol et al. 2020), eine solche Einsatzweise macht es denkbar, dass sich diese Hilfsmittel als Monitoring Instrument eignen könnten (vgl. Kapitel 5.1.2 und 6.2.2).

Die Ergebnisse dieser Arbeit bekräftigen die Schlussfolgerung, dass Fallensysteme besser als zusätzliche Maßnahme zur Reduzierung der Adulten im Rahmen einer kombinierten Bekämpfungsstrategie als für reine Monitoring - Zwecke geeignet sind, da viele unbekannte Faktoren den Fangerfolg beeinflussen können. Diese Reduzierung der Adulten kann im Sinne einer Lure & Kill Strategie erfolgen (van Tol et al. 2020, s.p.), bei der Dickmaulrüssler an Zufluchtsorte (Fallen im Sinne von künstlichen Unterschlupfmöglichkeiten) gelockt werden und sich dort mit einem Wirkstoff infizieren (und diesen auch weiterverbreiten) oder einfach abgetötet werden. Eine Eignung als effektives Monitoring Instrument, die laut Roberts et al. (2020, S. 559) durch ein gut gestaltetes Fallendesign in Kombination mit einem einfachen synthetischen Lockstoff erreicht werden kann, kann für keines der getesteten Systeme bestätigt werden.

Die folgende Tabelle 10 zeigt welche Fallen und Verstecke für adulte Dickmaulrüssler getestet wurden und für welche Zwecke diese im Rahmen von Forschungen eingesetzt wurden. Die letzte Spalte zeigt wie das jeweilige System im Rahmen dieser Arbeit getestet wurde. Die Fallensysteme „Fangbrett für adulte Dickmaulrüssler“ und „Flexible Stofffalle: „Ruffle Trap““ bieten den Dickmaulrüsslern eine Unterschlupfmöglichkeit die die nachtaktiven Käfer tagsüber aufsuchen und zu einem späteren Zeitpunkt wieder verlassen können, wohingegen die „Becherfalle“ eine Bodenfalle ist, in die die Tiere fallen und sterben.

**Tabelle 10: Übersicht über die getesteten Fallensysteme Fangbrett, Stofffalle und Becherfalle**

Fallensystem	Literatur	dargestellter Nutzen	Fallenart (Wirkstoff)
<b>Fangbrett für adulte Käfer</b>	Roberts et al. 2020 - Paper Burghause et al. 2012 - Verbundsbericht Wrede 2016 - Bericht	Reduzierung der Adulten –Regulierung der Befallsstärke	Versteck mit Abtötung (Nematoden)

<b>Flexible Stofffalle „Ruffle Trap“</b>	van Tol et al. 2020 -Paper	Vorhandensein und Populationsdichte überwachen	Versteck mit Abtötung (Leinsamenöl)
<b>Becherfalle bzw Barberfalle</b>	Burghause et al. 2012 – Verbundsbericht Wrede 2016 - Bericht	Vorhandensein und Entwicklung der Population überwachen	Totfalle (Kochsalzlösung)

- **Fangbrett für adulte Käfer**

Mit dem Fangbrett für adulte Dickmaulrüssler konnten keine Fänge erzielt werden. Das stimmt insofern mit den Ergebnissen aus der Literatur überein, da auch bei Roberts et al. (2020, S. 557) das Fangbrett neben zusammengerolltem Karton bei einem Vergleich die niedrigsten Fangzahlen erbrachte und auch Wrede und Ufer (2012, S. 141) nach einer Überprüfung dieser Fallenart zu dem Schluss kamen, dass die getestete Strategie noch nicht geeignet ist, um Bekämpfungseffekte gegen *O. sulcatus* in einem produktionsgartenbaulichen Pflanzenbestand zu erzielen.

- **Flexible Stofffalle „Ruffle Trap“**

Auch mit der flexiblen Stofffalle konnten keine Zählzahlen gewonnen werden. Selbst wenn die flexible Stofffalle ein attraktiver Unterschlupf wäre, besteht wie auch bei vielen anderen erhältlichen Fallensystemen das Problem, dass die gefangenen bzw. getöteten Tiere nicht in der Falle bleiben, weil die Käfer die Falle jederzeit frei betreten und wieder verlassen können. Van Tol et al. (2020, s.p.) schreiben daher, dass die Fallen gut funktionieren, um das Vorhandensein und die Populationsdichte des Käfers auf dem Standort zeitnah zu überwachen. Die vorliegenden Ergebnisse dieser Arbeit würden allerdings nahelegen, dass dieses Fallendesign eher ungeeignet für die regelmäßige Überprüfung ist, wenn die Attraktivität der Falle nicht noch deutlich gesteigert werden kann.

- **Becherfalle**

Auch mit den getesteten Becherfallen konnte kein Fangerfolg erreicht werden. Reinecke et al (2012, S. 167–168) folgerten, dass die niedrigen Fangzahlen von Barberfallen mit einer abschreckenden Wirkung der Fangflüssigkeit oder der darin getöteten Tiere einhergehen könnten. Vorteilhaft ist, dass gefangene Tiere bei diesem Fallendesign in der Falle verbleiben, was für ein funktionales Monitoring Instrument ausschlaggebend scheint. Für den Einsatz in Fassadenbegrünungen ist diese Funktion wichtig.

Allerdings muss auch in Betracht gezogen werden, dass die untersuchten Fallen und Verstecke für adulte Dickmaulrüssler insgesamt nicht für die vorliegenden Zwecke geeignet sein könnten und effektivere Alternativen gesucht werden sollten. So zeigte ein Vergleich von im Rahmen von Untersuchungen zu *Otiorhynchus*-Arten gewonnenen Fangzahlen von Lebend- und Totfallen (Reinecke et al. 2012, 179,168), dass mit Lebendfallen um ein Vielfaches höhere Fangzahlen als mit Totfallen erzielt wurden. Es wird vermutet, dass Aggregationspheromone dabei eine Rolle spielen und Fallen mit lebenden Tieren dadurch attraktiver sind als solche mit toten Käfern. Auch Roberts et al. (2020, S. 557) berichteten,

dass nur die „ChemTica“-Falle, die die Tiere festsetzt, eine dauerhafte Fangrate lieferte, während diese bei anderen getesteten Fallen oder Verstecken fast bei null lag. Diese im Handel erhältliche Falle eignet sich mit ihrem Durchmesser von 20cm aufgrund des Platzbedarfs und der Auffälligkeit jedoch nur bedingt für den Einsatz in Fassadenbegrünungssystemen. Daher könnte auch der Einsatz von geeigneten Lebendfallen für Monitoring - Zwecke in Fassadenbegrünungen weiter untersucht werden. Solche Fallen, die die Tiere dauerhaft festsetzen, können auch für die Abstimmung der Regulierungsstrategie eine Rolle spielen, wenn die Art der Dickmaulrüssler bestimmt werden kann. Beim Design einer solchen Falle speziell für Fassadenbegrünungen müsste neben der Attraktivität die Dimensionierung und weiters eine gewisse Unauffälligkeit erreicht werden, um Diebstahl oder Vandalismus vorzubeugen.

Bei den Erhebungsmethoden konnte kein Einfluss durch den eingesetzten Lockstoff festgestellt werden. Roberts et al (2020, 559) und van Tol et al. (2020, s.p.) bestätigen jedoch den Erfolg von künstlichen Duftstoffen auf Basis von Wirtspflanzen, da deren Einsatz ihre Fangzahlen signifikant gesteigert hat.

#### **7.2.4 Bewertung des Zustands der Pflanzen mit Bonitur für Schädlingsbefall**

Eine Bonitur der Pflanzen, die auf die Erfassung der Schäden durch Dickmaulrüssler abzielt, hilft dabei die optischen Merkmale (Fraßschäden der adulten Dickmaulrüssler) einzuordnen (vgl. Kapitel 5.1.3 und 6.2.4). Die Methode eignet sich nicht, um artspezifische Ergebnisse zu erhalten, weshalb Sprick et al. (2012, S. 67) im Rahmen ihrer Untersuchungen nur selten Fraßintensitäten bonitierten, da zahlreiche Arten oft gemeinsam vorkommen und nicht sofort zu erkennen ist, welche Fraßspur welcher Art zuzuordnen ist. Die Aufnahme der vorhandenen, geschädigten und nicht betroffenen Pflanzenarten ermöglicht es bei der Gewinnung von ausreichend Daten zu prüfen, ob diese die Zusammenstellung robuster Pflanzenarten, die von Dickmaulrüsslern als Wirtspflanzen nicht präferiert werden, aus der Literatur stützen, und sie gegebenenfalls zu ergänzen. Bei der durchgeführten Bonitur wurden Fraßspuren des Dickmaulrüsslers an *Bergenia sp.*, *Heuchera sp.*, *Hosta sp.* und *Tiarella sp.* festgestellt. Auch in der Literatur finden sich Hinweise, dass diese Pflanzengattungen als empfindlich beziehungsweise als bevorzugte Nahrungsquelle für Dickmaulrüssler gelten (Zielke 2016, 2; Lanzinger 2016, 63-64; Hommes et al. 2015, 6-8).

Die Methode kann sich mit mehreren Wiederholungen in einer Vegetationsperiode auch eignen, um Rückschlüsse auf die Entwicklung der Population an einem Standort zu ziehen oder um die Wirksamkeit einer Maßnahme zu kontrollieren. Durch diese qualitative Bewertung könnten aus den Ergebnissen Klassifizierungen für eine Entscheidungsfindung abgeleitet werden.

Die durchgeführte Bonitur und die Auswertung der Daten führte zu der Überlegung, dass bei weiteren Anwendungen dieser Methode für Fassadenbegrünungen, die sowohl mit Stauden als auch mit Kletterpflanzen bepflanzt sind, ein Gewichtungsfaktor für die Pflanzen, die maßgeblich zum Begrünungsziel beitragen sollen, verwendet werden könnte. Diese Pflanzen würden dann stärker berücksichtigt werden.

### **7.3 A: Die Ableitung von Regulierungsstrategien für den Dickmaulrüsslerbefall in Fassadenbegrünungen**

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit Maßnahmen gegen den Dickmaulrüssler und damit, wie diese in Konzepte für Fassadenbegrünungen eingebunden werden können. Adressiert wird

dabei die Forschungsfrage A, es wird ermittelt welche Regulierungsstrategien sich für den Dickmaulrüsslerbefall in Fassadenbegrünungen eignen.

Unter dem Begriff Regulierungsstrategien werden hier Bekämpfungs- und Managementtaktiken im Sinne eines integrierten Pflanzenschutzes (IPM – vgl. Kap. 4.3) zusammengefasst. Diese unterteilen sich in Maßnahmen, die vorbeugend schon während Planung und beim Bau der Fassadenbegrünung berücksichtigt werden können, Maßnahmen, die im Rahmen von vereinbarten Pflegeleistungen umgesetzt werden können und konkreten Maßnahmen, die nach einer Befallsfeststellung ergriffen werden sollten (nach Austrian Standards 2021).

### 7.3.1 Maßnahmen, die bei Planung und Bau berücksichtigt werden können

Vorbeugende Maßnahmen, wie ein angepasstes Pflanzkonzept, die Wahl der Bewässerungsanlage oder die Optimierung der Substrate, können in der Planung berücksichtigt werden.

Bei der Pflanzenauswahl für den Standort ist darauf zu achten, dass die Standortbedingungen den Bedingungen der Heimat der Pflanze entsprechen, da dies ihre Widerstandskraft gegen Krankheiten und Schädlingsbefall erhöht (Lanzinger et al. 2016, S. 18). Außerdem sollten mehrere unterschiedliche Arten kombiniert werden, um Grünstrukturen zu erhalten, sollte eine Art völlig ausfallen (Austrian Standards 2021, S. 9).

Die folgende Abbildung 47 zeigt Pflanzen, die für den Dickmaulrüssler als Nahrungsquelle weniger interessant sein dürften und bei Fassadenbegrünungen eingesetzt werden könnten. Die Zusammenstellung stützt sich auf die Ergebnisse der Literaturrecherche.



**Abbildung 47: resistente Pflanzen für Fassadenbegrünungen bei Dickmaulrüsslerbefall (eigene Erstellung)**

Es kann versucht werden, das Lebensraumangebot der Fassadenbegrünung für Nützlinge und natürliche Feinde des Dickmaulrüsslers zu verbessern, beispielsweise über die Integration von Nistkästen oder Nützlingshotels, wenn dies mit den anderen Ansprüchen an die Begrünung übereinstimmt (Lanzinger et al. 2016, S. 64). Beim Bau der Anlage sollten die Pflanzen vor dem Setzen sorgfältig kontrolliert und gegebenenfalls behandelt werden, da Larven des Dickmaulrüsslers über diesen Weg eingeschleppt werden können.

### **7.3.2 Maßnahmen, die bei der Pflege berücksichtigt werden können**

Bei einem laufenden Pflegeauftrag ist es wichtig bei den vereinbarten Sichtkontrollen für Fassadenbegrünungen anzuknüpfen. Häufigere Kontrollen steigern dabei die Chancen einen Dickmaulrüsslerbefall frühzeitig zu entdecken.

Wird der charakteristische Buchtenfraß des Dickmaulrüsslers während eines Pflegedurchgangs entdeckt, ist es empfehlenswert das Substrat rund um welche Pflanzen nach Larven abzusuchen. Außerdem kann die im Rahmen dieser Arbeit für die Überprüfung von Schädlingsbefall in Fassadenbegrünungen adaptierte Klopfprobe durchgeführt werden, um diese visuelle Kontrolle durch den Fund dieser Schadorganismen zu bestätigen und zu ergänzen. Falls ein Exemplar des Dickmaulrüsslers (Larvalstadium oder Adulte) gefangen werden kann, kann dies auch Einfluss auf die Auswahl von den Maßnahmen haben, die nach Befallsfeststellung ergriffen werden.

### **7.3.3 Maßnahmen nach Befallsfeststellung**

Bevor eine Maßnahme oder ein Maßnahmenpaket letztendlich für einen Standort ausgewählt wird, ist zu prüfen, ob die Verwendung von vorgeschlagenen Pflanzenschutzmitteln zulässig und in dem konkreten Anwendungsfall erstrebenswert ist. Dafür kann überprüft werden, welche Pflanzenschutzmittel mit welchen Warnhinweisen im Pflanzenschutzmittel-Register gelistet sind (Bundesamt für Ernährungssicherheit, s.p.). Die Ergebnisse dieser Suche sind im Kapitel 4.5 bei den entsprechenden Pflanzenschutzanwendungen zu finden.

Mittel, die als schädlich für Nützlinge und giftig für Wasserorganismen gekennzeichnet sind und die nicht auf Flächen, die ein hohes Abschwemmungsrisiko bergen, ausgebracht werden dürfen, (da Ausschwemmprodukte nicht in Oberflächenwasser oder in die Kanalisation gelangen dürfen) eignen sich nicht für den Einsatz in Fassadenbegrünungen, welche meistens im urbanen Raum inmitten von versiegelten Oberflächen (Asphalt, Beton, Kopfsteinpflaster) zu finden sind.

#### **7.3.3.1 Einzelmaßnahmen**

Mögliche Einzelmaßnahmen nach der Befallsfeststellung wären das Lockern des Bodens und der Tausch des Substrats sowie das Erneuern der ausgefallenen Pflanzen. Eine weitere Möglichkeit scheint beim Tausch von Pflanzen das Wechseln der Pflanzenart selbst zu sein, so können beliebte Wirtspflanzen von resistenteren Pflanzenarten ersetzt werden.

Die folgende Abbildung zeigt Pflanzen, die für den Dickmaulrüssler als Nahrungsquelle besonders interessant sein dürften und die häufig bei Fassadenbegrünungen eingesetzt werden. Die Zusammenstellung stützt sich auf die Ergebnisse der Literaturrecherche.



**Abbildung 48: Von Dickmaulrüsslern bevorzugte Wirtspflanzen, die in Fassadenbegrünungen eingesetzt werden (eigene Erstellung)**

Auch die Anwendung von entomopathogenen Pilzen (EPF) kann als Einzelmaßnahme nach dem Auftreten der Schädlinge gewählt werden. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass der Pilz nach dem Einbringen ins Substrat mehrere Monate aktiv ist (Khun et al. 2020, 15).

Die erfolgversprechendste Einzelmaßnahme scheint nach den derzeitigen Erkenntnissen aber das Ausbringen von parasitischen Nematoden (EPN) zum richtigen Zeitpunkt zu sein. Als biologisches Bekämpfungsmittel stellen die Fadenwürmer keine Gefahr für Pflanzen und Säugetiere dar (Lanzinger et al. 2016, S. 39). Außerdem sind die Chancen für einen Bekämpfungserfolg hoch, wenn die Entwicklung der Dickmaulrüsslerpopulation verfolgt wird und die Nematoden ausgebracht werden, weil sie ältere Larval Stadien besser parasitieren können (Hommes et al. 2015, 5).

### 7.3.3.2 Kombinierte Bekämpfungskonzepte

Derzeit stellt eine Kombination aus Monitoring, Massenfang und Ausbringung von entomopathogenen Pilzen (EPF) und entomopathogenen Nematoden (EPN) im Herbst und Frühjahr die beste Methode zur Ausrottung eines Rüsselkäferbefalls dar (van Tol et al. 2020, s.p.). Das Monitoring sollte möglichst ab dem Zeitpunkt der Befallsfeststellung beginnen und alle Maßnahmen begleiten. Je nach Zeitpunkt und Einsatzzweck sollte ein geeignetes Erhebungssystem ausgewählt werden.

EPF können sowohl als präventive Maßnahme als auch nach dem Auftreten von Schäden durch die Dickmaulrüssler eingesetzt werden (Khun et al. 2020, S. 19). Man könnte diese schon im zeitigen Frühjahr ausbringen, um ihre Wirkungsdauer gut auszunutzen. Am Beginn der Vegetationsperiode ist die Einarbeitung ins Substrat auch deshalb sinnvoll, weil die Entwicklung der Pflanzen in der Fassadenbegrünung weniger stark gestört wird als zu anderen Zeitpunkten. Auch der Tausch von stark befallenen Arten gegen resistenterere Neupflanzungen bietet sich an dieser Stelle im Frühjahr (oder ansonsten im Herbst) an.

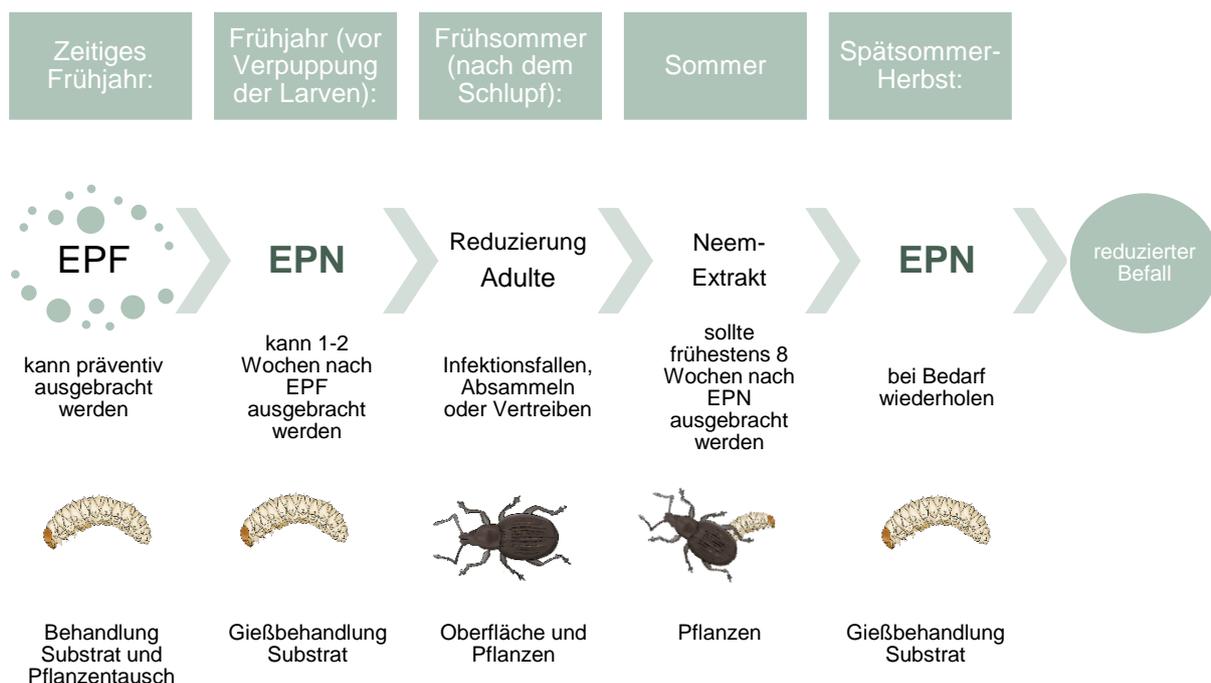
Ansari et.al. (2008, 340) konnten bei ihren Versuchen zur kombinierten Anwendung von EPN und EPF eine erhöhte Wirksamkeit gegen den Rüsselkäfer *Otiorhynchus sulcatus* feststellen. Wurden die Nematoden eine oder zwei Wochen nach der Ausbringung des Pilzes angewendet, wurde eine Larvensterblichkeit von 100% erreicht, selbst wenn die biologischen Bekämpfungsmittel in reduzierten Mengen eingesetzt wurden. Die beobachteten Wechselwirkungen deuten darauf hin, dass die kombinierte Anwendung der beiden Pflanzenschutzmittel einen wirksamen und wirtschaftlich machbaren Ansatz zur Bekämpfung der Larven des Dickmaulrüsslers bieten könnten (Ansari et al. 2008, S. 340).

Für die Reduzierung der Adulten sollten weitere Fallensysteme getestet werden. Eine funktionale Infektionsfalle (Pope et al. 2018, S. 14) wäre für die Anwendung in Fassadenbegrünungen vielversprechend, da diese mit einfachen Hilfsmitteln an einigen Punkten platziert werden könnten und die Käfer die Verbreitung von diesen Aufstellungsflächen aus übernehmen könnten. Das nächtliche Absammeln von Dickmaulrüsslern könnte die Anzahl auch reduzieren, wäre aber vor allem bei großen Flächen mit einem sehr hohen Aufwand verbunden und ähnlich wie das Ausbringen von Jauchen (Lanzinger et al. 2016, s.p.) zur Vertreibung eher für den privaten Bereich anzudenken. Die Anwendung von chemischen Insektiziden gegen die adulten Dickmaulrüssler wäre möglich, allerdings wird es an dieser Stelle nicht für Fassadenbegrünungen empfohlen.

Auch der Einsatz von Neem-Extrakt, der beispielsweise auch in Düngemitteln zur Pflanzenstärkung beigesetzt ist, soll die behandelten Pflanzen vor den Fraßschäden von Larven und adulten Käfern schützen (Umweltbundesamt s.a., s.p.). Allerdings sollte man Neem-Extrakt und Nematoden niemals gleichzeitig zur Bekämpfung verwenden, da der Wirkstoff auch die Fadenwürmer tötet (Umweltbundesamt s.a., s.p.).

Bei Bedarf kann die Behandlung mit EPN noch in derselben Vegetationsperiode wiederholt werden, oft dauert die Bekämpfung des Dickmaulrüsslers aber mehrere Jahre an.

Die folgende Abbildung zeigt eine mögliche Abfolge von Maßnahmen. Davon könnten einige für den Standort passende Anwendungen ausgewählt und andere weggelassen werden.



**Abbildung 49: Darstellung der Abfolge von den möglichen Maßnahmen entomopathogenen Pilzen (EPF), entomopathogenen Nematoden (EPN), Reduzierung der Adulte und Neem-Extrakt bei einer kombinierten Anwendung**



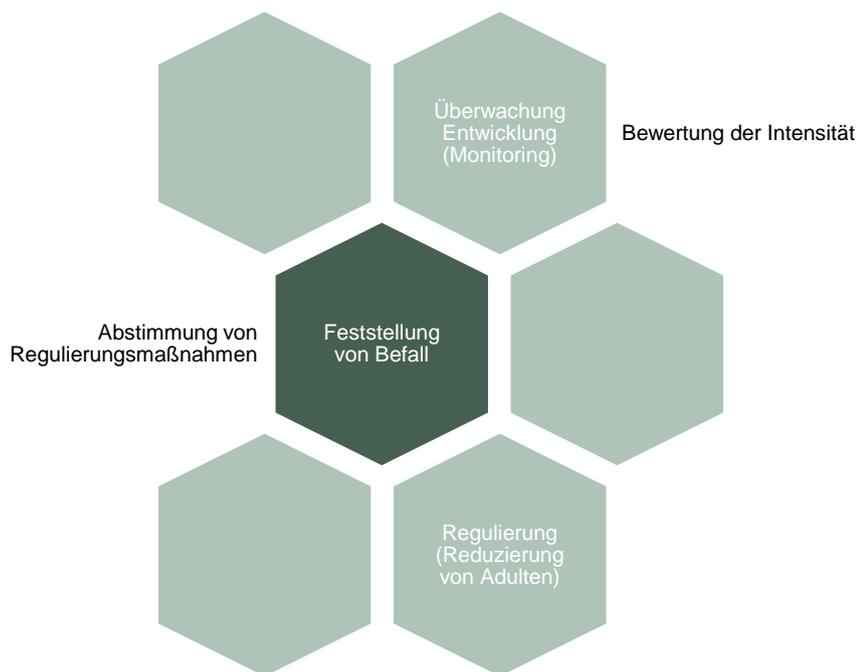
## 7.4 Schlussfolgerungen zur Eignung der durchgeführten Erhebungen an Fassadenbegrünungen

Dieses Kapitel beschäftigt sich abschließend damit, wofür sich die untersuchten Erhebungsmethoden für den Dickmaulrüsslerbefall in Fassadenbegrünungen eignen.

Behandelt werden die vier in Kapitel 6.2 analysierten Methoden Larvengrabungen, adaptierte Klopfprobe, Bonitur der Pflanzen und Fallensysteme. Es wird dargestellt, wozu die verschiedenen Methoden genutzt werden können und wann diese am besten eingesetzt werden.

Außerdem werden auch die in Erhebung 1 (vgl. Kapitel 5.1.1.1) gewonnenen Daten zu den Standorten in Hinblick auf ihren Nutzen eingeordnet.

Das Ziel ist das Ableiten von Erkenntnissen für ein mögliches Vorgehen. In Abbildung 50 ist dargestellt, dass die getesteten Erhebungsmethoden grundsätzlich Potenzial für die Überwachung der Populationsgröße, für die Regulierung der Individuenzahlen und die Feststellung von Befall besitzen. Außerdem wurde erkannt, dass sich die Methoden auch zur Bewertung der Intensität des Schädlingbefalls eignen können und zur Abstimmung von Maßnahmen genutzt werden können. Gemeinsam tragen diese maßgeblich zu einer Entscheidungsfindung in Hinblick auf die Regulierungsstrategien bei.



**Abbildung 50: Nutzen der Erhebungen im Zusammenhang mit der Anwendung in Fassadenbegrünungen**

### 7.4.1 Erhebungsmethoden im Jahresverlauf

Die folgende Abbildung 51 zeigt, basierend auf den Ergebnissen der Literaturanalyse und der eigenen Erhebungen, welche Erhebungsmethoden zu welchem Zeitpunkt im Jahresverlauf sinnvoll scheinen. Die Larvenerhebungen können von Mitte Juli bis Ende April durchgeführt werden. Da die erwachsenen Käfer im Freiland von Ende April bis Mitte Oktober am häufigsten

auftreten, kann in diesem Zeitraum die adaptierte Klopfprobe angewandt werden. Die Anwendung von Fallensystemen scheint nur von Mai bis Anfang September sinnvoll. Da die erwachsenen Käfer im Freiland von Ende April bis Mitte Oktober auftreten und der Reifungsfraß der adulten Tiere im Mai beginnen kann, kann im Zeitraum von Ende Mai bis zum Ende der Vegetationsperiode eine Bonitur mit Fokus auf den Dickmaulrüsslerbefall durchgeführt werden.

	JAN	FEB	MÄRZ	APR	MAI	JUNI	JULI	AUG	SEPT	OKT	NOV	DEZ
<b>Larvengrabungen</b>												
<b>Fallensysteme</b>												
<b>Adapt. Klopfprobe</b>												
<b>Bonitur</b>												

Abbildung 51: Darstellung der untersuchten Erhebungsmethoden für Fassadenbegrünungen und empfohlene Anwendungszeiträume

#### 7.4.2 Nutzen der getesteten Erhebungsmethoden

Alle der getesteten Erhebungsmethoden eignen sich für unterschiedliche Zwecke. Diese Zwecke können die Feststellung, die Überwachung, die Anpassung der Behandlung, die Regulierung der Individuenzahl oder die Bewertung der Befallsintensität sein.

- **Feststellung**

Unter dem Begriff Feststellung wird das Auftreten des Schädlings beziehungsweise die Bestätigung des Vorhandenseins im untersuchten System verstanden. **Die Befallsfeststellung von Dickmaulrüsslern in Fassadenbegrünungen kann durch Larvenerhebungen oder die adaptierte Klopfprobe erfolgen. Die Fallensysteme erwiesen sich im Rahmen dieser Untersuchungen als bedingt geeignet.** Die getestete Becherfalle scheint generell ungeeignet zu sein. Eine attraktivere Falle, die die Käfer festsetzt, könnte diesen Zweck erfüllen. Fallensysteme die als Versteck fungieren, das wieder verlassen werden kann, sind nicht für die Befallsfeststellung geeignet.

- **Überwachung**

Mit Überwachung ist die Kontrolle der Entwicklung des Schädlings am Standort im Sinne eines Monitorings gemeint. **Diesen Zweck könnte die Bonitur der Pflanzen erfüllen, wenn diese mehrmals im Jahr durchgeführt wird.** Aus den gewonnenen Daten ließe sich dann eine entsprechende Entwicklung der Schäden am Standort ableiten. Ob und wie ein Bezug zwischen der Häufigkeit der Schäden an der Blattfläche, deren Intensität (Boniturstufen) und der Populationsgröße hergestellt werden kann, müsste weiter untersucht werden. Mit einem festgelegten Wert könnte auch eine Entscheidungshilfe verbessert werden.

**Auch eine attraktive Falle, die nicht wieder von den adulten Käfern verlassen werden kann, könnte ein wirkungsvolles Monitoring-Instrument darstellen.** Bei einer Kontrolle in regelmäßigen Abständen über den Jahresverlauf können gewonnene Zählraten Rückschlüsse auf die Entwicklung der Population liefern. Außerdem kann der richtige

Zeitpunkt für die Behandlung erkannt werden. Nach und während einer Behandlung kann die Wirkung der Maßnahme so überprüft werden.

**Alle getesteten Fallensysteme (Holzbrett, Stofffalle, Becherfalle) sowie die adaptierte Klopfprobe und die Larvengrabungen werden als nicht für diesen Zweck geeignet bewertet, wenn sie keine konstanten Daten liefern können.**

- **Regulierung**

Mit Regulierung wird an dieser Stelle die Reduzierung der adulten Dickmaulrüssler im System beschrieben. **Dafür eignen sich Unterschlüpfе mit einer Abtötungskomponente besonders gut**, vor allem wenn davon ausgegangen wird, dass Käfer, die die Verstecke wieder verlassen, diese Komponente weiter im System verteilen und so auch Adulte infiziert werden, die diese Verstecke nie selbst aufgesucht haben. **Auch die adaptierte Klopfprobe und andere Fallensysteme tragen zur Reduzierung der adulten Tiere bei, da gefangene Käfer aus der Fassadenbegrünung entfernt werden.** Allerdings wären diese eher zeitaufwendig und daher vermutlich nicht die erste Wahl für diesen Zweck. Als Bestandteil einer kombinierten Regulierungsstrategie können diese Maßnahmen zu einer Minderung der Befallsstärke und der Schäden beitragen.

**Larvengrabungen mit dem Ziel, Tiere auf diese Weise aus dem System zu entfernen scheinen ungeeignet, da in diesen Fall vermutlich eher ein Substrattausch effizienter ist. Eine Bonitur der Pflanzen eignet sich nicht für diesen Zweck.**

- **Bewertung**

Unter der wirtschaftlichen Schadschwelle sind die Kosten für die Bekämpfung niedriger als der finanzielle Schaden, der entsteht, definiert. Unter dieser Schadschwelle liegt meist die Bekämpfungsschwelle, die herangezogen wird, um den richtigen Zeitpunkt für die Bekämpfung zu erkennen (Fruttschi et al. 2019, S. 43–44). Es wäre wünschenswert, eine Bekämpfungsschwelle für Dickmaulrüssler in Fassadenbegrünungen über die Kontrolle mit Fallen erkennen zu können. Rückschlüsse auf die Populationsgröße ziehen zu können, scheint nach den Ergebnissen dieser Arbeit aufgrund der niedrigen Fangzahlen als problematisch. Auch wird es bei dem Übertragen der Methoden auf andere Standorte schwierig sein repräsentative Flächen auszuwählen, bei denen der Aufwand durch die beschränkte Zugänglichkeit der Fassadenflächen nicht rasch den Nutzen übersteigt.

**Die Bonitur der Fassadenbegrünung kann genutzt werden, um den Zustand der Begrünung zu bewerten. Außerdem können die verwendeten Pflanzenarten und deren Verteilung erfasst werden. Interessant wäre es, über die Bonitur Rückschlüsse auf die Bekämpfungsschwelle ziehen zu können. Der Vorteil gegenüber den anderen Methoden ist die sichere Gewinnung von Daten und die längere Dauer des möglichen Einsatzzeitraums. Für das Festsetzen dieses Wertes müssten mehr Daten gewonnen werden.**

**Die anderen Methoden, die untersucht wurden, haben keine Ergebnisse erbracht die eine Bewertung im Sinne einer Quantifizierung erlauben.**

- **Anpassung**

Die artspezifische Anpassung der Regulierungsmaßnahme kann beispielsweise bei der Behandlung mit Nematoden (EPN) eine Rolle spielen. Kann die Art der Dickmaulrüssler, die die Fassadenbegrünung besiedeln, erkannt werden, können Behandlungszeitpunkt und die Auswahl der Nematodenstämme auf diese abgestimmt werden. **Dafür eignen sich alle Methoden die einen Fangerfolg versprechen. Das kann die Larvengrabung, die**

**adaptierte Klopfprobe oder ein Fallensystem, das die Tiere festsetzt, sein. Die Bonitur der Pflanzen und die getesteten Fallensysteme eignen sich nicht dafür.**

Tabelle 11 zeigt zusammenfassend welche Erhebungsmethoden sich für welche Zwecke eignen können. Tabelle 11: Darstellung Erhebungsmethoden und ihrer Eignung (x) und der Eignung unter bestimmten Umständen (x\*) für die jeweiligen Zwecke

**Tabelle 11: Darstellung Erhebungsmethoden und ihrer Eignung (x) und der Eignung unter bestimmten Umständen (x\*) für die jeweiligen Zwecke**

	Larven- grabungen	Adaptierte Klopfprobe	Bonitur	Falle, die festsetzt	Versteck mit Abtötung
<b>Feststellung</b>	x	x	x	x*	
<b>Überwachung</b>			x*	x*	
<b>Regulierung</b>		x*		x*	x
<b>Bewertung</b>			x		
<b>Anpassung</b>	x*	x		x*	

### 7.4.3 Bauweise, Komponenten und Standorterhebungen

Das Berücksichtigen von diesen Faktoren ist wichtig, um die Anwendung von Maßnahmen an die Gegebenheiten vor Ort anzupassen. Diese beeinflussen die Art der Ausbringung von Schutzmitteln und somit auch die Auswahl an Behandlungsmöglichkeiten.

So ist das Vorhandensein eines automatischen Bewässerungssystems relevant, wenn man eine Behandlung mit Nematoden anstrebt, da es für den Erfolg wichtig ist, das Substrat feucht zu halten. Der Aufwand, der notwendig ist, um diesen Zustand zu erreichen, ist dann wesentlich geringer. Die Literaturrecherche hat gezeigt, dass auch die Ausbringung der Nematoden selbst über ein automatisches Bewässerungssystem mit Düngemittelpumpe denkbar ist (Wrede und Ufer 2012, S. 145). Für eine Anwendungsempfehlung müsste der Einsatz für längere Fließstrecken getestet werden. Bei wandgebundenen Bauweisen sollte auch die Verteilung der Nematoden im Zusammenhang mit dem Druckverlust, der mit der Steigerung der Höhe einhergeht, überprüft werden.

Bei bodengebundenen und bodennahen troggebundenen Systemen ist der Zugang zum Substrat, und somit Eingriffe, die in Bodennähe oder an den Wurzeln der Pflanzen erfolgen sollen, einfacher als bei anderen Bauweisen. Der Aufwand der Eingriffe erhöht sich, wenn für das Einarbeiten von Stoffen ins Substrat oder für die Applikation von Schutzmitteln mit Spritzen zusätzlich Fachpersonal mit Kletterkenntnissen, ein Hubsteiger oder ein Gerüst benötigt werden, um die Flächen zu erreichen.

Aufgenommene Standortfaktoren können für das Vergleichen von Daten mehrerer Standorte interessant sein, um eventuell Rückschlüsse über vom Dickmaulrüssler bevorzugte Systeme zu ziehen.

## 7.5 Reflexion zu Problemen mit Methoden und Daten

Bei Aufnahme 2 konnte im Versuch zum Monitoring der Fassade mit unterschiedlichen Erhebungssystemen nicht das erwartete Ergebnis erreicht werden. Mit den untersuchten Fallensystemen konnten an den ausgewählten Standorten im Versuchszeitraum keine Zählraten gewonnen werden. Das könnte an der Art der in einem System gefundenen Dickmaulrüssler liegen. *Otiorhynchus sulcatus* soll seinen Entwicklungszyklus schon früher im Jahr als andere Arten beenden. (Hommes et al. 2015, S. 4).

Eventuell war auch die Intensität des Befalls an den untersuchten Standorten insgesamt zu gering. Sollte dies der Fall sein, könnten mit den Fallensystemen möglicherweise erst bei höherer Populationsgröße Zählraten gewonnen werden.

Es ist denkbar, dass zu einem anderen Untersuchungszeitraum mit denselben Methoden und Hilfsmitteln andere Daten gewonnen werden können. Sinnvoll wäre sicherlich eine ganzjährige Beprobung der Untersuchungsstandorte. Als Monitoring-Instrument eignen sich Lebendfallen möglicherweise besser als die getesteten und untersuchten Systeme.

## 7.6 Ausblick

Nach neuen Ansätzen könnte bei der Verfeinerung des Entscheidungsdiagramms (Kapitel 6.3.2.2) in Hinblick auf die Einschätzung des Standorts über das Berücksichtigen von Standortfaktoren gesucht werden. Um die wirtschaftliche Schadschwelle zu definieren, könnten Kalkulationsansätze zur Ermittlung von Herstellungs- und Pflegekosten herangezogen werden und eingearbeitet werden. Um die Bekämpfungsschwelle genauer zu definieren und das vorgestellte Grundgerüst der Entscheidungshilfe weiter auszuarbeiten, müssten weitere Daten gesammelt werden, die Rückschlüsse auf die Befallsstärke zulassen oder durchgeführte Behandlungen dokumentieren.

Weiters wäre es auch interessant in Zusammenarbeit mit Expert\*innen im Schädlingsbefall eine Entscheidungshilfe für die Abstimmung der Maßnahmen selbst zu entwickeln. Dafür müssten unter anderem noch die Wirksamkeit und die Handhabung der einzelnen Behandlungen geprüft werden. Besonders interessant wäre ein Versuch, um herauszufinden ob die Ausbringung von Nematoden mit einer automatischen Bewässerungsanlage in einem Fassadenbegrünungssystem zufriedenstellend zu bewerkstelligen ist.

Für reine Monitoring-Zwecke wäre es empfehlenswert weitere Fallensysteme wie beispielsweise eine Lebendfalle für Fassadenbegrünungen zu konzipieren und zu testen, um deren Attraktivität und Funktionalität zu prüfen.

## 7.7 Zusammenfassende Beantwortung der Forschungsfragen

---

### **C: Was ist für die Bewertung des Schädlingbefalls in Fassadenbegrünungen wichtig und für zukünftige Aufnahmen sinnvoll und wie können geeignete Maßnahmen ausgewählt werden?**

Das Auftreten des Schädlings *Otiorhynchus sp.*, die Pflanzen im System und deren Erscheinungsbild, der Zeitpunkt der Beurteilung und die Einschätzung der Sensibilität des Standortes sind entscheidend, um geeignete Maßnahmen gegen den Dickmaulrüsslerbefall auszuwählen. Um zu einer Empfehlung für eine Regulierungsstrategie zu gelangen, kann die hier erarbeitete Entscheidungshilfe herangezogen werden. Durch das Beantworten von bis zu fünf Fragen werden die vorhandenen Daten und Informationen zum Dickmaulrüsslerbefall an einem Standort so unterteilt, dass Anwender\*innen zu einer Empfehlung gelangen, wie an dem konkreten Standort bezüglich des Dickmaulrüsslerbefalls vorgegangen werden kann. Welche spezifischen Maßnahmen in einem nächsten Schritt für den konkreten Standort ausgewählt werden, hängt auch noch von anderen Faktoren ab.

Die vorgestellte Entscheidungshilfe zeigt ein Grundgerüst, das hinsichtlich der Teilungskriterien und Kategorisierung der Ergebnisse noch weiter ausgearbeitet werden kann und soll.

---

### **B: Worin bestehen die Stärken und Schwächen von Erhebungssystemen und wie können diese verbessert werden?**

Die hier erprobten Erhebungsmethoden für Fassadenbegrünungen eignen sich grundsätzlich zur Feststellung, zur Überwachung, für die Bewertung, zur Regulierung und für die Auswahl von Regulierungsmaßnahmen. Alle der getesteten Erhebungsmethoden (Kontrolle des Larvenbefalls durch Grabungen, Monitoring mit Fallensystemen, Kontrolle mit adaptierter Klopfprobe und Bonitur der Pflanzen) bestechen durch ihre einfache und niederschwellige Anwendung, was eine wichtige Voraussetzung für ihre Weiterentwicklung ist. Die größte Schwäche stellt derzeit die unsichere Erbringung der gewünschten Ergebnisse dar. Alle der angewandten Methoden sind ausbaufähig und bei deren Auswahl müssen den Anwender\*innen die Grenzen der jeweiligen Erhebungssysteme bewusst sein.

Die recherchierten Möglichkeiten zur Bestimmung der Art des Dickmaulrüsslers im Larval-Stadium zu erproben, würde das Ergebnis der Grabungen nach Larven verbessern. Die Identifizierung von attraktiven Fallen, die als Infektionsstationen in Fassadenbegrünungen genutzt werden können, kann einen wertvollen Betrag zur Verbesserung der erarbeiteten Regulierungsstrategien leisten.

Generell würden anziehendere Fallen die Verwendung zur Messung der Befallsstärke ermöglichen. Die adaptierte Klopfprobe könnte mit modifizierten Hilfsmitteln aufgewertet werden und sollte auch tagsüber erprobt werden. Die Bonitur des charakteristischen Buchtenfraßes könnte mit einem Bewertungsschlüssel, der die Klassen graphisch darstellt, ergänzt werden was zu konsistenteren Ergebnissen führen kann. Interessant ist es, Pflanzen zu identifizieren, die besonders resistent bzw. unattraktiv für den Dickmaulrüssler sind oder umgekehrt bevorzugte Wirtspflanzen zu erkennen.

---

## A: Welche Regulierungsstrategien eignen sich für den Dickmaulrüsslerbefall in Fassadenbegrünungen?

In der Literatur finden sich viele Anwendungen für die Regulierung von Dickmaulrüsslern in herkömmlichen Grünstrukturen. Neben Maßnahmen, die bei der Planung und der Errichtung von Fassadenbegrünungssystemen berücksichtigt werden können, gibt es zahlreiche Möglichkeiten, die Entwicklung einer Dickmaulrüsslerpopulation nach einer Befallsfeststellung zu kontrollieren. Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Einsatz von entomopathogenen Nematoden (EPN) und Pilzen (EPF), und Neem-Extrakt sowie der Einsatz von Infektionsfallen recherchiert und näher betrachtet.

Diese können beispielsweise als ausgesuchte Einzelanwendungen eingesetzt werden. Die Maßnahmen können aber auch bei der Anwendung kombiniert werden. Dabei scheint vor allem die Kombination von entomopathogenen Pilzen (EPF) und Nematoden (EPN) sinnvoll zu sein (Burghause et al. 2012, S. 5). Auch Anwendungen, bei denen EPF in Infektionsstellen im Fassadenbegrünungssystem platziert werden, um dann von den adulten Käfern weiterverteilt zu werden, können vielversprechend für die Anwendung in Fassadenbegrünungen mit schwer erreichbaren Bereichen sein (Pope et al. 2018, S. 14).

Eine Überprüfung, ob die gleichmäßige Verteilung von Nematoden über die automatische Bewässerungsanlage einer Fassadenbegrünung ohne negative Auswirkungen auf das Bewässerungssystem gelingen kann, birgt Potenzial für die Entwicklung einer effizienten Ausbringungsmethode (Wrede und Ufer 2012, S. 144). Bevor jedoch eine Empfehlung dieser Anwendungen erfolgen kann, sollte der Erfolg von Maßnahmen unter Praxisbedingungen im Freiland überprüft werden. Dort beeinflussen neben dem korrekten Bekämpfungszeitpunkt unter anderem die lokalen Klima-, Boden- und Substratverhältnisse den Bekämpfungserfolg. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass auch bei der Anwendung von wirksamen Strategien die Bekämpfung von *Otiorhynchus*-Arten an einem Standort oft mehrere Jahre andauern wird (Wrede und Ufer 2012, S. 143).

---

## 7.8 Fazit

Wie kann man vorgehen, wenn ein Dickmaulrüsslerbefall in Fassadenbegrünungen vermutet wird?

1. Wenn ein Dickmaulrüsslerbefall in Fassadenbegrünungen vermutet wird, kann der Standort mit Larvenerhebungen, der adaptierten Klopfprobe oder einer Bonitur der Pflanzen überprüft und das Auftreten von Dickmaulrüsslern mit diesen Methoden möglicherweise bestätigt werden.
2. Mithilfe des sehr niedrighschwellig angelegten Entscheidungsdiagramms (Kapitel 6.3.2.2) kann eine Regulierungsstrategie für den Befallsstandort gewählt werden. Um eine fundierte Entscheidungshilfe weiter zu konkretisieren, müssen Daten gewonnen werden, die eine Quantifizierung zulassen.

3. Für ein Monitoring eignet sich von den untersuchten Methoden die Bonitur der Pflanzen, die dazu mehrmals wiederholt werden sollte, am besten. Auch eine gut gestaltete Lebendfalle könnte diesen Zweck möglicherweise erfüllen. Die getesteten Verstecke könnten als Bestandteil einer Regulierungsstrategie zur Reduzierung der Anzahl der adulten Käfer genutzt werden. Die Anwendung von Becherfallen wird nicht weiterempfohlen.
4. Aus den vorgestellten Maßnahmen zur Regulierung des Befalls (z.B. EPN, EPF, Neem-Extrakt, Reduzierung Adulte) können passende angewendet und erprobt werden, bevor jedoch eine konkrete Empfehlung von Behandlungen für Fassadenbegrünungen ausgesprochen werden kann, sollte deren Bekämpfungserfolg in Fassadenbegrünungssystemen weiter untersucht werden.

Das Testen der Erhebungsmethoden führte zu Erkenntnissen hinsichtlich ihres Nutzens, des geeigneten Einsatzzwecks und des Ausbaupotenzials der einzelnen Anwendungen. Als Bausteine einer Strategie, um den Befall durch Dickmaulrüsslern in Fassadenbegrünungen zu regulieren, eignen sie sich für die Feststellung, zur Überwachung, für die Bewertung, zur Regulierung und für die Anpassung von Maßnahmen.

Der erarbeitete Ansatz stellt einen Beitrag zur Entwicklung und Pflege von vertikalen Begrünungen dar und dient dem Aufrechterhalten von vor allem im städtischen Umfeld wichtigen Funktionen von Fassadenbegrünungen.

## 8 Literaturverzeichnis

AGES, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (2021): Schaderreger Dickmaulrüssler. Online verfügbar unter <https://www.ages.at/themen/schaderreger/dickmaulruessler/>, zuletzt aktualisiert am 24.08.2021, zuletzt geprüft am 06.09.2021.

Ansari, M. A.; Shah, F. A.; Butt, T. M. (2008): Combined use of entomopathogenic nematodes and *Metarhizium anisopliae* as a new approach for black vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus*, control. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 129 (3), S. 340–347. DOI: 10.1111/j.1570-7458.2008.00783.x.

Austrian Standards (2021): ÖNORM L 1136: Vertikalbegrünung im Außenraum. Wien: Austrian Standards International (03.120.10; 65.020.20; 91.040.01).

BAES - Bundesamt für Ernährungssicherheit (2021): Pflanzenschutzmittel-Register - Verzeichnis der in Österreich zugelassenen/genehmigten Pflanzenschutzmittel, Registernummer 4056-0, 2539-0, 3349-0, 2519-0, 2730-0, 3278-0, 3035-0. Online verfügbar unter <https://psmregister.baes.gv.at/psmregister/>, zuletzt geprüft am 23.11.2021.

Begon, Michael; Howarth, Robert W.; Townsend, Colin R. (2017): Ökologie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Billmann, Bettina; Lindner, Ulrike (Hrsg.) (2006): Planung, Anlage und Auswertung von Versuchen im ökologischen Gemüsebau. Handbuch für die Versuchsanstellung. FiBI-Report. Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick, Schweiz und Frankfurt, Deutschland.

Bundesamt für Ernährungssicherheit: Pflanzenschutzmittel-Register. Online verfügbar unter [https://psmregister.baes.gv.at/psmregister/faces/main?\\_adf.ctrl-state=b4zmzu97z\\_4](https://psmregister.baes.gv.at/psmregister/faces/main?_adf.ctrl-state=b4zmzu97z_4), zuletzt geprüft am 22.11.2021.

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2019): Online Bestimmungshilfe. Schadorganismen im Obst und Weinbau. Online verfügbar unter <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/grundlagen-pflanzenbau/pflanzenschutz/schaderreger/schadorganismen-im-weinbau/tierische-schaderreger/gefurchter-dickmaulruessler-otiorhynchus-sulcatus-lappenruessler-breitmaulruessler>, zuletzt aktualisiert am 07.01.2019, zuletzt geprüft am 12.10.2021.

Burghause; Hirsch; Hommes; Jung; Katroschan; Kleinhenz et al. (2012): Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen Bodenschädlinge. Verbundabschlussbericht, zuletzt geprüft am 20.02.2021.

e-nema, Gesellschaft für Biotechnologie und biologischen Pflanzenschutz mbH (s.a.): Käfer-Stopp: Fangbrett für adulte Dickmaulrüssler nematop®. Online verfügbar unter <https://www.e-nema.de/shop/zier-und-nutzpflanzen/nematop/1102001-nematop.html>, zuletzt geprüft am 19.11.2021.

Englisch, M; Erwert-Altenhain, D; Klein, M; Lemper, P; Scholl, C; Steffen, J et al. (2016): Unvollständige Versuchspläne. TU Dresden. Online verfügbar unter [https://versuch.file2.wcms.tu-dresden.de/w/index.php/Unvollst%C3%A4ndige\\_Versuchspl%C3%A4ne](https://versuch.file2.wcms.tu-dresden.de/w/index.php/Unvollst%C3%A4ndige_Versuchspl%C3%A4ne), zuletzt geprüft am 06.03.2022.

FA Dachgrün (s.a.): Produktbeilage Hersteller Fassadenbegrünungssystem. Stauden für tecmetall-Wand. Wien.

Fisher, James R. (2006): Fecundity, longevity and establishment of *Otiorhynchus sulcatus* (Fabricius) and *Otiorhynchus ovatus* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae) from the Pacific

North-west of the United States of America on selected host plants. *Agricultural and Forest Entomology* 8 (4), S. 281–287. DOI: 10.1111/j.1461-9563.2006.00309.x.

Fruttschi, Bernhard; Gut, Philipp; Stüssi, Samue; Kaiser, Laura (2019): Pflanzenschutz im Gartenbau Grundlagen zum E. 4. überarbeitete Auflage. Aarau und Bern: JardinSuisse, Unternehmerverband Gärtner Schweiz und Bundesamt für Umwelt (BAFU).

Georgis, R.; Koppenhöfer, A. M.; Lacey, L. A.; Bélair, G.; Duncan, L. W.; Grewal, P. S. et al. (2006): Successes and failures in the use of parasitic nematodes for pest control. *Biological Control* 38 (1), S. 103–123. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2005.11.005.

Gosik, Rafał; Sprick, Peter; Skuhrovec, Jiří; Deruś, Magdalena; Hommes, Martin (2016): Morphology and identification of the mature larvae of several species of the genus *Otiorhynchus* (Coleoptera, Curculionidae, Entiminae) from Central Europe with an update of the life history traits. *Zootaxa* 4108 (1), S. 1–67. DOI: 10.11646/zootaxa.4108.1.1.

Grünstattgrau (s.a.): Mugli. Online verfügbar unter <https://gruenstattgrau.at/mugli/>, zuletzt geprüft am 13.12.2021.

Grünstattgrau (s.a.): Technik Fassadenbegrünung. Online verfügbar unter <https://gruenstattgrau.at/urban-greening/technik/#fassadenbegruenung>, zuletzt geprüft am 11.11.2021.

Gunkel, Rita (2004): Fassadenbegrünung. Kletterpflanzen und Klettergerüste. Stuttgart: Ulmer.

Guy, Adam; Gaffney, Michael; Kapranas, Apostolos; Griffin, Christine T. (2017): Conditioning the entomopathogenic nematodes *Steinernema carpocapsae* and *Heterorhabditis megidis* by pre-application storage improves efficacy against black vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae) at low and moderate temperatures. *Biological Control* 108, S. 40–46. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2017.02.005.

Hirsch, Jacqueline; Sprick, Peter; Reineke, Annette (2010): Molecular identification of larval stages of *Otiorhynchus* (Coleoptera: Curculionidae) species based on polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism analysis. *Journal of Economic Entomology* 103 (3), S. 898–907. DOI: 10.1603/EC09381.

Hommes, M.; Schaarschmidt, R.; Mösch, S.; Hirsch, J.; Reineke, A.; Schwarz, J. et al. (2015): Rüsselkäfer in Baumschulen und Staudengärtnereien.

Janousek, A (2013): Grünwände – Montage und Wartung einer automatischen Bewässerungsanlage. Präsentation zum Projekt GrünAktivHaus, 2013.

Khun, Kim Khuy; Wilson, Bree A. L.; Stevens, Mark M.; Huwer, Ruth K.; Ash, Gavin J. (2020): Integration of Entomopathogenic Fungi into IPM Programs: Studies Involving Weevils (Coleoptera: Curculionoidea) Affecting Horticultural Crops. *Insects* 11 (10). DOI: 10.3390/insects11100659.

KOB (s.a.): Klopfprobe. Stiftung Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee. Ravensburg-Bavendorf. Online verfügbar unter <https://www.kob-bavendorf.de/klopfprobe.html>, zuletzt geprüft am 19.03.2022.

Köhler, M (1989): Ökologische Untersuchungen an extensiven Dachbegrünungen. Sonderdruck aus „Verhandlungen Gesellschaft für Ökologie“, Band XVIII. 249-255. Essen.

Kromoser, Benjamin; Ritt, Martin; Spitzer, Alexandra; Stangl, Rosemarie; Idam, Friedrich (2020): Design Concept for a Greened Timber Truss Bridge in City Area. In: *Sustainability* 12 (8), S. 3218. DOI: 10.3390/su12083218.

Lanzinger, Manuela; Tributsch, Ingrid; Markt, Karl; Jäger-Katzmann, Sophie (2016): Naturnische Hausgarten Ökologisch Gärtnern - leicht gemacht. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Abteilung V/5, Chemiepolitik und Biozide.

- Lundmark, Magnus (2010): *Otiorhynchus sulcatus*, an autopolyploid general-purpose genotype species? *Hereditas* 147 (6), S. 278–282. DOI: 10.1111/j.1601-5223.2010.02198.x.
- MA 22 (2019): Leitfaden Fassadenbegrünung. Unter Mitarbeit von MA22 - Wiener Umweltschutzabteilung und ÖkoKaufWien. Wien.
- Malicky, Hans (2019): Vom Handwerk der Entomologie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Medl, Alexandra; Stangl, Rosemarie; Florineth, Florin (2017): Vertical greening systems – A review on recent technologies and research advancement. *Building and Environment* 125, S. 227–239. DOI: 10.1016/J.BUILDENV.2017.08.054.
- Moorhouse, E R; Charnley, A K; Gillespie, A T (1992): A review of the biology and control of the vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Ann Applied Biology* 121 (2), S. 431–454. DOI: 10.1111/j.1744-7348.1992.tb03455.x.
- Ng, Annalyn; Soo, Kenneth (2018): Data Science – was ist das eigentlich?! Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Nufarm GmbH (s.a.): NeemAzal®-T/S: Insektizid. Online verfügbar unter <https://nufarm.com/at/product/neemazal-t-s/>, zuletzt geprüft am 27.11.2021.
- Pelko, Carina (2018): Vertikaler Garten in Wien Monitoring der Fassadenbegrünung am Amtsgebäude der MA 31. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur Wien. Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau.
- Pfoser, Nicole (2018): Vertikale Begrünung. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- Pherobank (2021): Newly available Pherobank products, lure and trap for the Black vine weevil *Otiorhynchus sulcatus*. Online verfügbar unter <https://www.pherobank.com/news-reader/newly-available-pherobank-products-lure-and-trap-for-the-black-vine-weevil-otiorhynchus-sulcatus.html>, zuletzt aktualisiert am 22.07.2021, zuletzt geprüft am 18.08.2021.
- Pilz, Christina (2008): Biological control of the invasive maize pest *Diabrotica virgifera virgifera* by the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. Dissertation. Universität für Bodenkultur, Wien.
- Pitha, Ulrike; Scharf, Bernhard; Enzi, Vera; Mursch-Radlgruber, Erich; Trimml, Heidelinde; Seher, Walter et al. (2012): Grüne Bauweisen für Städte der Zukunft. Optimierung des Wasser- und Lufthaushalts urbaner Räume mittels Gründächern, Grünfassaden und versickerungsfähigen Oberflächenbefestigungen. Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt Grün Stadt Klima. Wien.
- Plapinger, Thomas (2017): What is a Decision Tree? Online verfügbar unter <https://towardsdatascience.com/what-is-a-decision-tree-22975f00f3e1>, zuletzt geprüft am 10.10.2021.
- Pope, Tom W.; Hough, Gemma; Arbona, Charlotte; Roberts, Harriet; Bennison, Jude; Buxton, John et al. (2018): Investigating the potential of an autodissemination system for managing populations of vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae) with entomopathogenic fungi. *Journal of Invertebrate Pathology* 154, S. 79–84. DOI: 10.1016/j.jip.2018.04.002.
- Reineke, Anette; Hirsch, Jaqueline; Kubach, Gerhard (2012): Erarbeitung von Pflanzenschutzkonzepten gegen den Gefurchten Dickmaulrüssler (*Otiorhynchus sulcatus*) in Gartenbaukulturen unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes und der dauerhaften Etablierung entomopathogener Pilze im Bestand. Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Phytomedizin. In: Burghause; Hirsch; Hommes; Jung; Katroschan; Kleinhenz et al. (2012): Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen Bodenschädlinge. Verbundabschlussbericht, S. 150–183.

- Roberts, Joe M.; Jahir, Akib; Graham, Juliane; Pope, Tom W. (2020): Catch me if you can: the influence of refuge / trap design, previous feeding experience, and semiochemical lures on vine weevil (Coleoptera: Curculionidae) monitoring success. *Pest. Manag. Sci.* 76 (2), S. 553–560. DOI: 10.1002/ps.5545.
- Roberts, Joe M.; Kundun, Jhaman; Rowley, Charlotte; Hall, David R.; Douglas, Paul; Pope, Tom W. (2019): Electrophysiological and Behavioral Responses of Adult Vine Weevil, *Otiorhynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae), to Host Plant Odors. *Journal of chemical ecology* 45 (10), S. 858–868. DOI: 10.1007/s10886-019-01108-x.
- Rogmans, Christoph (s.a.): Neem Aktiv. Online verfügbar unter <https://www.native-plants.de/3895/neem-aktiv-spezialduenger>, zuletzt geprüft am 23.11.2021.
- Son, Youngsoo; Lewis, Edwin E. (2005): Modelling temperature-dependent development and survival of *Otiorhynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Agric Forest Ent* 7 (3), S. 201–209. DOI: 10.1111/j.1461-9555.2005.00260.x.
- Sprick, Peter (2012): Bodentrüßler als Schädlinge im Garten- und Hopfenbau – Erfassung des Artenspektrums und Untersuchungen zu Bekämpfungsmöglichkeiten als Grundlage zur Entwicklung gezielter Bekämpfungsstrategien. Curculio-Institut e.V. (CURCI). In: Burghause; Hirsch; Hommes; Jung; Katroschan; Kleinhenz et al. (2012): Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen Bodenschädlinge. Verbundabschlussbericht, S. 7–72.
- Springer Gabler (2018): SWOT-Analyse. Definition: Was ist "SWOT-Analyse"? Springer Gabler, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. Online verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/swot-analyse-52664#panel-links>, zuletzt geprüft am 07.12.2021.
- Stangl, Rosemarie; Medl, Alexandra; Scharf, Bernhard; Pitha, Ulrike (2019): Wirkungen der grünen Stadt. Studie zur Abbildung des aktuellen Wissensstands im Bereich städtischer Begrünungsmaßnahmen. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Hrsg.), *Berichte aus Energie- und Umweltforschung* 12/2019, 65;. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
- Stocker, M (2013): Biodiversität: Tiere in/an Fassadenbegrünungen. Wien. Online verfügbar unter [www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/presentation-stocker.pdf](http://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/presentation-stocker.pdf), zuletzt geprüft am 23.03.2021.
- Suckling, David M. (2015): Can we replace toxicants, achieve biosecurity, and generate market position with semiochemicals? *Front. Ecol. Evol.* 3 (Article 17), S. 1–7. DOI: 10.3389/fevo.2015.00017.
- Teulon, David A. J.; Davidson, Melanie M.; Nielsen, Mette; Butler, Ruth; Bosch, Dolores; Riudavets, Jordi; Castañé, Cristina (2018): Short communication: Efficacy of a non-pheromone semiochemical for trapping of western flower thrips in the presence of competing plant volatiles in a nectarine orchard. *Span J Agric Res* 16 (Issue 3) (3), 1-6. DOI: 10.5424/sjar/2018163-13060.
- Thelen-Germann, Mira (2015): Entwicklung eines Bewertungsschemas zur Beurteilung krautiger Pflanzen bei vegetationstechnischen Aufnahmen. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur Wien. Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau.
- Umweltbundesamt (s.a.): Dickmaulrüßler. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/dickmaulruessler#alternative-bekampfungsmassnahmen>, zuletzt geprüft am 21.06.2021.
- van Tol, R. W. H. M.; Visser, J. H.; Sabelis, M. W. (2004): Behavioural responses of the vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus*, to semiochemicals from conspecifics, *Otiorhynchus salicicola*, and host plants. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 110 (2), S. 145–150. DOI: 10.1111/j.0013-8703.2004.00127.x.

van Tol, Robert W. H. M.; Elberse, Ivonne A. M.; Bruck, Denny J. (2020): Development of a refuge-kairomone device for monitoring and control of the vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus*, by lure-and-kill and lure-and-infect. Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219419303916?via%3Dihub>, zuletzt geprüft am 03.04.2022.

van Tol, Robert W.H.M.; Bruck, Denny J.; Griepink, Frans C.; Willem Jan De Kogel (2012): Field Attraction of the Vine Weevil *Otiorhynchus sulcatus* to Kairomones. *Journal of Economic Entomology* 105 (1), S. 169–175. DOI: 10.1603/EC11248.

Vidal, Stefan; Mävers, Frauke; Brandl, Michael; Przyklenk, Michael; Schuhmann, Mario; Patel, Anant (2015): 'Attract & Kill' -ein innovatives Konzept zur biologischen Bekämpfung von bodenlebenden Schädlingen. Online verfügbar unter <http://orgprints.org/view/projects/int-conf-wita-2015.html>, zuletzt geprüft am 20.02.2021.

Wrede, Andreas (2016): Biologische Bekämpfung adulter Dickmaulrüssler (Otiornychinae), die ein Schadpotential für Baumschulen aufweisen. Erarbeitung von Grundlagen zur Entwicklung eines praxisrelevanten Bekämpfungsverfahrens. Abschlussbericht. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Abteilung Gartenbau – Gartenbauzentrum Thiensen 16, 25373 Ellerhoop. Online verfügbar unter [https://service.ble.de/ptdb/index2.php?detail\\_id=38128&site\\_key=145&stichw=2&zeilenzahl\\_zaehler=593&pId=38128&dId=9901350](https://service.ble.de/ptdb/index2.php?detail_id=38128&site_key=145&stichw=2&zeilenzahl_zaehler=593&pId=38128&dId=9901350), zuletzt geprüft am 03.04.2022.

Wrede, Andreas; Ufer, Thorsten (2012): Optimierung und Erweiterung des Nematodeneinsatzes gegen Dickmaulrüssler (Otiornychinae) und andere Bodenschädlinge. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. In: Burghause; Hirsch; Hommes; Jung; Katroschan; Kleinhenz et al. (2012): Erarbeitung von integrierten Pflanzenschutzverfahren gegen Bodenschädlinge. Verbundabschlussbericht, S. 99–149.

Zielke, Britta (2016): Integrierte Bekämpfung des Gefurchten Dickmaulrüsslers. Präsentationsunterlage. VuB - Versuchs- und Beratungsring Baumschulen e.V. Online verfügbar unter [https://www.lksh.de/fileadmin/PDFs/Gartenbau/Integrierte\\_Bekaempfung\\_des\\_Gefurchten\\_Dickmaulruesslers.pdf](https://www.lksh.de/fileadmin/PDFs/Gartenbau/Integrierte_Bekaempfung_des_Gefurchten_Dickmaulruesslers.pdf), zuletzt geprüft am 22.11.2021.

Zimmermann, Gisbert (2007): Review on safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology* 17 (9), S. 879–920. DOI: 10.1080/09583150701593963.



## 9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kategorien der Vertikalbegrünung - Zusammenstellung mit Skizzen (Austrian Standards 2021, 8; eigene Abbildungen nach Pfoser 2018, 73-82) .....	21
Tabelle 2: Empfehlung zur Nematodenbehandlung nach Arten (Erstellung nach Hommes et al. 2015, 5-8).....	41
Tabelle 3: Empfehlung zur Nematodenbehandlung nach Temperatur (Aufstellung nach Zielke 2016, 3).....	42
Tabelle 4: Monitoring-Design von Erhebung 2 im lateinischen Quadrat.....	49
Tabelle 5: Darstellung der Erhebungen an den Projektstandorten mit der Anzahl der Überprüfungen .....	55
Tabelle 6: SWOT-Analyse der Befallsfeststellung durch Larvensuche.....	65
Tabelle 7: SWOT-Analyse der Befallsfeststellung mit Fallen und Lockstoff .....	66
Tabelle 8: SWOT-Analyse der Befallsfeststellung mit der adaptierten Klopfprobe .....	69
Tabelle 9: SWOT-Analyse der Bonitur bei Dickmaulrüsslerbefall.....	70
Tabelle 10: Übersicht über die getesteten Fallensysteme Fangbrett, Stofffalle und Becherfalle .....	83
Tabelle 11: Darstellung Erhebungsmethoden und ihrer Eignung (x) und der Eignung unter bestimmten Umständen (x*) für die jeweiligen Zwecke.....	94
Tabelle 12: Auflistung der untersuchten Standorte .....	111



## 10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Forschungsdesign Masterarbeit - Aufbau.....	15
Abbildung 2: Darstellung ausgewählter Funktionen von Fassadenbegrünungen (eigene Erstellung nach Medl et al. 2017, 230-232; MA 22 2019, 14-15) .....	17
Abbildung 3: Nahrungs- und Lebensraumangebot Fassadenbegrünung (Eigene Darstellung nach Pfoser 2018; 140; Stocker 2013; s.p.).....	19
Abbildung 4: Zusammenstellung von häufig verwendeten Pflanzen für Fassadenbegrünungen (MA 22 2019, 48; Pfoser 2018, 216-222; Produktbeilage FA Dachgrün s.a., S. 1).....	23
Abbildung 5: Darstellung des Entwicklungskreislaufs des Dickmaulrüsslers (eigene Erstellung) .....	26
Abbildung 6: Habitus einer ausgewachsenen Larve von <i>Otiorhynchus sulcatus</i> (eigene Erstellung nach Gosik et al. 2016, 14).....	28
Abbildung 7: Darstellung der Merkmale des adulten Dickmaulrüsslers <i>Otiorhynchus sulcatus</i> (eigene Erstellung nach AGES 2021, s.p.) .....	29
Abbildung 8: Buchtenfraß des adulten Dickmaulrüsslers an <i>Bergenia sp.</i> (eigene Aufnahme) .....	30
Abbildung 9: Fraßschäden der Larven an den Wurzeln von <i>Tiarella sp.</i> (Foto: Elisabeth Gruchmann) .....	30
Abbildung 10: Zusammenstellung empfindlicher und unempfindlicher Wirtspflanzengattungen (Eigene Erstellung nach Zielke 2016, 2; Lanzinger 2016, 63-64; Hommes et al. 2015, 6-8).....	31
Abbildung 11: Darstellung der Standortauswahl für das Monitoring der Fassadenbegrünungen (eigene Erstellung) .....	47
Abbildung 12: Quadratischer Versuchsplan (Eigene Erstellung nach Englisch et al. 2016, s.p.) .....	48
Abbildung 13: aufgestelltes Fangbrett (eigene Aufnahme) .....	50
Abbildung 14: Fangbrett nach der Anwendung (eigene Aufnahme).....	50
Abbildung 15: Becherfalle mit Fangflüssigkeit (eigene Aufnahme) .....	51
Abbildung 16: Becherfalle mit Abdeckung (eigene Aufnahme) .....	51
Abbildung 17: flexible Stofffalle (eigene Aufnahme).....	51
Abbildung 18: geschlossener und geöffneter Dispenser (eigene Aufnahme) .....	52
Abbildung 19: möglicher Aufbau eines Entscheidungsbaums.....	56
Abbildung 20: MUGLI - Wand: Wandgebundenes System in Regalbauweise (eigene Aufnahme).....	57
Abbildung 21: Aufnahmefläche MUGLI-Wand (eigene Erstellung).....	57
Abbildung 22: Zusammensetzung der Grünwand Standort I: MUGLI - Wand .....	58
Abbildung 23: Charakteristischer Buchtenfraß: Darstellung der relativen Häufigkeit der aufgenommenen Boniturklassen am Standort I .....	58
Abbildung 24: MUGLI - Trog: Troggebundenes System ohne Rankhilfe (eigene Aufnahme).....	59
Abbildung 25: Aufnahmefläche MUGLI-Wand (eigene Erstellung).....	59
Abbildung 26: Zusammensetzung der Begrünung Standort II: MUGLI -Trog .....	60

Abbildung 27: Charakteristischer Buchtenfraß: Darstellung der relativen Häufigkeit der aufgenommenen Boniturklassen am Standort II .....	60
Abbildung 28: Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz: Wandgebundenes System in Regalbauweise in sonniger Lage (eigene Aufnahme).....	61
Abbildung 29: Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz: Wandgebundenes System in Regalbauweise in verschatteter Windschneise (eigene Aufnahme).....	61
Abbildung 30: Aufnahmefläche Grünwand Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz (eigene Erstellung).....	61
Abbildung 31: Zusammensetzung der Begrünung (der aufgenommenen Parzellen) Standort III: Grünwand Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz .....	62
Abbildung 32: Charakteristischer Buchtenfraß: Darstellung der relativen Häufigkeit der aufgenommenen Boniturklassen am Standort III .....	62
Abbildung 33:Trogbepflanzung Rotenturmstraße: Troggebundenes System mit Rankhilfe (eigene Aufnahme).....	63
Abbildung 34: Aufnahmefläche Rotenturmstraße (eigene Erstellung).....	63
Abbildung 35: Zusammensetzung der Begrünung Standort IV: Trogbepflanzung Rotenturmstraße .....	64
Abbildung 36: Charakteristischer Buchtenfraß: Darstellung der relativen Häufigkeit der aufgenommenen Boniturklassen am Standort IV.....	64
Abbildung 37: Darstellung der Teilung der Datenpunkte in zwei Gruppen für den Knoten Pflanzenzustand (Ebene 1) .....	73
Abbildung 38: Darstellung der Teilung der Datenpunkte in zwei Gruppen für den Knoten Vorkommen des Schädlings (Ebene 2) .....	73
Abbildung 39: Darstellung der Teilung der Datenpunkte in zwei Gruppen für den Knoten Entwicklung der Populationsgröße (Ebene 4).....	74
Abbildung 40: Darstellung der Teilung der Datenpunkte in zwei Gruppen für den Knoten Zeitpunkt (Ebene 3).....	75
Abbildung 41: Darstellung der Teilung der Datenpunkte in zwei Gruppen für den Knoten Standort (Ebene 5) .....	76
Abbildung 42: Ergebniskategorien für die Entscheidungshilfe (eigene Erstellung) .....	76
Abbildung 43: Darstellung eines Entscheidungsbaumes als Grundlage für die Entwicklung einer Entscheidungshilfe .....	77
Abbildung 44: Darstellung eines Entscheidungsdiagramms für die integrierte Bekämpfung des Dickmaulrüsslers in Fassadenbegrünungen .....	78
Abbildung 45: Darstellung der Entscheidungswege für die Standorte mit der erstellten Entscheidungshilfe .....	80
Abbildung 46: Darstellung der angewandten Erhebungssysteme (eigene Erstellung) .....	82
Abbildung 47: resistente Pflanzen für Fassadenbegrünungen bei Dickmaulrüsslerbefall (eigene Erstellung) .....	86
Abbildung 48: Von Dickmaulrüsslern bevorzugte Wirtspflanzen, die in Fassadenbegrünungen eingesetzt werden (eigene Erstellung).....	88
Abbildung 49: Darstellung der Abfolge von den möglichen Maßnahmen entomopathogenen Pilzen (EPF), entomopathogenen Nematoden (EPN), Reduzierung der Adulte und Neem-Extrakt bei einer kombinierten Anwendung .....	89

Abbildung 50: Nutzen der Erhebungen im Zusammenhang mit der Anwendung in Fassadenbegrünungen .....	91
Abbildung 51: Darstellung der untersuchten Erhebungsmethoden für Fassadenbegrünungen und empfohlene Anwendungszeiträume.....	92



# 11 Anhang

## 11.1 Erhebung 1: Auflistung der 19 untersuchten Standorte

Tabelle 12: Auflistung der untersuchten Standorte

Adresse	Bezeichnung	Objektkategorie
1010 Wien, Dr. Karl Renner Ring	Wartehäuschen Parlament	Technisches Bauwerk mit Fassadenbegrünung
1020 Wien, Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz	Raika-Fluchtstiege	Technisches Bauwerk mit Fassadenbegrünung
1050 Wien, Schönbrunnerstraße 54	Bezirksamt Margareten	Gebäude mit Fassadenbegrünung
1060 Wien, Fritz-Grünbaum-Platz 1	Haus des Meeres	Gebäude mit Fassadenbegrünung
1070 Wien, Kandlgasse 39	Gymnasium	Gebäude mit Fassadenbegrünung
1090 Wien, Strudelhofgasse 8	Strudelhofstiege	Technisches Bauwerk mit Fassadenbegrünung
1140 Wien, Schanzstrasse 23	Gartencraft	Gebäude mit Fassadenbegrünung
1150 Wien, Diefenbachgasse 19	Gymnasium	Gebäude mit Fassadenbegrünung
1150 Wien, Hackengasse 20	Boutique-Hotel Stadthalle	Gebäude mit Fassadenbegrünung
1160 Wien, Schuhmeierplatz	Gymnasium	Gebäude mit Fassadenbegrünung
1160 Wien, Yppenplatz	MA 59 - Marktamt	Gebäude mit Fassadenbegrünung
1170 Wien, Geblergasse 78	Wohnhausanlage	Gebäude mit Fassadenbegrünung
1180 Wien, Gregor-Mendel-Straße 33	BOKU Mendel cafe	Gebäude mit Fassadenbegrünung
1190 Wien, Boschstraße 40	MA 30 -Wien Kanal	Gebäude mit Fassadenbegrünung
1190, Spittelau	Techmetallwand Ubantrasse	Technisches Bauwerk mit Fassadenbegrünung
1210 Wien, Pragerstraße 24-38	Gartenregal "Florasdorf"	Technisches Bauwerk mit Fassadenbegrünung
1210 Wien, Schöpfleuthnergasse 11	Greenwall	k. A.
2500 Baden, Kaiser Franz-Ring 5	The Park Hotel	Gebäude mit Fassadenbegrünung
derzeit Wien, mobiler Standort	MUGLI	Ausstellungsobjekt/Forschungsanlage



## 11.3 Erhebung 2: Aufgenommene Daten in Excel – Erhebungssysteme

	Bezeichnung	Abhängige Variablen			Faktor A	Faktor B	Faktor C	Begrünungskategorie	
		Aufnahmenr. (Tag)	AV: Fangzahlen	AV: Fangzahlen im Umkreis 30cm	Zeit	Fallendesign Fangart	Lockstoff		Standort
		1=20.08.21 (nachts) +21.08.21(tagsüber)	Anzahl der gefundenen Käfe in Falle/Parzelle	Anzahl der gefundenen Käfer um 30cm Radius um die Fallen	Benötigte Zeit für Kontrolle in Stunden:Minuten: Sekunden	1=Fangbrett, 2=Becher, 3=Ruffle Trap, 4 = nächtliche Suche	Lockstoff bei Falle; 1=ja; 0=nein	1=Mugliwand, 2=Muglitrog, 3=RaiFFEisenwand, 4=Bertatrog Rotenturm	
	Standort C., Aufnahmeart A, Lockstoff B							3=Troggebunden, 4= Wandgebunden	
W1	S3 (RaiffeisenWand) Brett, ML	1	0	0	00:01:23	1	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Becher, ML	1	0	0	00:00:36	2	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, OL	1	0	0	00:02:39	3	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Suche, OL	1	0	0	00:05:00	4	0	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, ML	1	0	0	00:01:56	3	1	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Suche, ML	1	0	0	00:05:00	4	1	3	4
	S2 (Muglitrog) Becher ML	1	0	0	00:00:15	2	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Ruffle ML	1	0	0	07:01:23	3	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Suche OL	1	0	1	00:05:00	4	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Brett OL	1	0	0	00:00:45	1	0	2	3
	*S1 (Mugliwand) Ruffle, OL	1	0	0	00:01:50	3	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Suche, OL	1	0	0	00:05:00	4	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Brett, OL	1	0	0	00:00:53	1	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Becher, OL	1	0	0	00:00:25	2	0	1	4
	S4 (RotenturmTrog) Fangen ML	1	0	0	00:05:00	4	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Brett ML	1	0	0	00:00:33	1	1	4	3
S4 (RotenturmTrog) Becher OL	1	0	0	00:00:12	2	0	4	3	
S4 (RotenturmTrog) Ruffle OL	1	0	0	00:00:50	3	0	4	3	
W1	S3 (RaiffeisenWand) Brett, ML	2	0	0	00:01:07	1	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Becher, ML	2	0	0	00:00:48	2	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, OL	2	0	0	00:01:28	3	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Suche, OL	2	0	0	00:05:00	4	0	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, ML	2	0	0	00:02:11	3	1	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Suche, ML	2	0	0	00:05:00	4	1	3	4
	S2 (Muglitrog) Becher ML	2	0	0	00:00:59	2	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Ruffle ML	2	0	0	00:01:18	3	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Suche OL	2	0	0	00:05:00	4	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Brett OL	2	0	0	00:01:03	1	0	2	3
	*S1 (Mugliwand) Ruffle, OL	2	0	0	00:03:10	3	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Suche, OL	2	0	0	00:05:00	4	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Brett, OL	2	0	0	00:01:43	1	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Becher, OL	2	0	0	00:00:46	2	0	1	4
	S4 (RotenturmTrog) Fangen ML	2	0	0	00:05:00	4	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Brett ML	2	0	0	00:00:34	1	1	4	3
S4 (RotenturmTrog) Becher OL	2	0	0	00:00:15	2	0	4	3	
S4 (RotenturmTrog) Ruffle OL	2	0	0	00:01:08	3	0	4	3	
W1	S3 (RaiffeisenWand) Brett, ML	3	0	0	00:00:45	1	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Becher, ML	3	0	0	00:00:18	2	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, OL	3	0	0	00:00:55	3	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Suche, OL	3	0	0	00:05:00	4	0	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, ML	3	0	0	00:00:58	3	1	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Suche, ML	3	0	0	00:05:00	4	1	3	4
	S2 (Muglitrog) Becher ML	3	0	0	00:01:02	2	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Ruffle ML	3	0	0	00:02:13	3	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Suche OL	3	0	0	00:05:00	4	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Brett OL	3	0	0	00:00:37	1	0	2	3
	*S1 (Mugliwand) Ruffle, OL	3	0	0	00:00:52	3	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Suche, OL	3	0	0	00:05:00	4	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Brett, OL	3	0	0	00:00:45	1	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Becher, OL	3	0	0	00:01:00	2	0	1	4
	S4 (RotenturmTrog) Fangen ML	3	0	0	00:05:00	4	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Brett ML	3	0	0	00:01:05	1	1	4	3
S4 (RotenturmTrog) Becher OL	3	0	0	00:00:12	2	0	4	3	
S4 (RotenturmTrog) Ruffle OL	3	0	0	00:00:49	3	0	4	3	
W2	S3 (RaiffeisenWand) Brett, OL	4	0	0		1	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Becher, ML	4	0	0		2	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, ML	4	0	0		3	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Suche, OL	4	0	0		4	0	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Brett, ML	4	0	0		1	1	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Suche, ML	4	0	0		4	1	3	4
	S2 (Muglitrog) Becher OL	4	0	0		2	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Ruffle ML	4	0	0		3	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Suche ML	4	0	0		4	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Brett OL	4	0	0		1	0	2	3
	S1 (Mugliwand) Ruffle, OL	4	0	0		3	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Suche, OL	4	0	0		4	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Brett, OL	4	0	0		1	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Becher, OL	4	0	0		2	0	1	4

	S4 (RotenturmTrog) Fangen OL	4	0	0	4	0	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Brett ML	4	0	0	1	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Becher ML	4	0	0	2	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Ruffle OL	4	0	0	3	0	4	3
W2	S3 (RaiffeisenWand) Brett, OL	5	0	0	1	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Becher, ML	5	0	0	2	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, ML	5	0	0	3	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Suche, OL	5	0	0	4	0	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) brett, ML	5	0	0	1	1	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Suche, ML	5	0	0	4	1	3	4
	S2 (Muglitrog) Becher OL	5	0	0	2	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Ruffle ML	5	0	0	3	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Suche ML	5	0	0	4	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Brett OL	5	0	0	1	0	2	3
	S1 (Mugliwand) Ruffle, OL	5	0	0	3	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Suche, OL	5	0	0	4	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Brett, OL	5	0	0	1	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Becher, OL	5	0	0	2	0	1	4
	S4 (RotenturmTrog) Fangen OL	5	0	0	4	0	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Brett ML	5	0	0	1	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Becher ML	5	0	0	2	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Ruffle OL	5	0	0	3	0	4	3
W2	S3 (RaiffeisenWand) Brett, OL	6	0	0	1	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Becher, ML	6	0	0	2	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, ML	6	0	0	3	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Suche, OL	6	0	0	4	0	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) brett, ML	6	0	0	1	1	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Suche, ML	6	0	0	4	1	3	4
	S2 (Muglitrog) Becher OL	6	0	0	2	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Ruffle ML	6	0	0	3	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Suche ML	6	0	0	4	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Brett OL	6	0	0	1	0	2	3
	S1 (Mugliwand) Ruffle, OL	6	0	0	3	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Suche, OL	6	0	0	4	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Brett, OL	6	0	0	1	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Becher, OL	6	0	0	2	0	1	4
	S4 (RotenturmTrog) Fangen OL	6	0	0	4	0	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Brett ML	6	0	0	1	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Becher ML	6	0	0	2	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Ruffle OL	6	0	0	3	0	4	3
W3	S3 (RaiffeisenWand) Brett, OL	7	0	0	1	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Becher, OL	7	0	0	2	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, ML	7	0	0	3	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Suche, ML	7	0	0	4	1	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) brett, ML	7	0	0	3	1	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Becher, ML	7	0	0	2	1	3	4
	S2 (Muglitrog) Becher OL	7	0	0	2	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Ruffle OL	7	0	0	3	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Suche ML	7	0	0	4	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Brett ML	7	0	0	1	1	2	3
	S1 (Mugliwand) Ruffle, OL	7	0	0	3	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Suche, OL	7	0	0	4	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Brett, OL	7	0	0	1	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Becher, OL	7	0	0	2	0	1	4
	S4 (RotenturmTrog) Fangen OL	7	0	0	4	0	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Brett OL	7	0	0	1	0	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Becher ML	7	0	0	2	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Ruffle ML	7	0	0	3	1	4	3
W3	S3 (RaiffeisenWand) Brett, OL	8	0	0	1	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Becher, OL	8	0	0	2	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, ML	8	0	0	3	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Suche, ML	8	0	0	4	1	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) brett, ML	8	0	0	3	1	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Becher, ML	8	0	0	2	1	3	4
	S2 (Muglitrog) Becher OL	8	0	0	2	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Ruffle OL	8	0	0	3	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Suche ML	8	0	0	4	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Brett ML	8	0	0	1	1	2	3
	S1 (Mugliwand) Ruffle, OL	8	0	0	3	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Suche, OL	8	0	0	4	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Brett, OL	8	0	0	1	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Becher, OL	8	0	0	2	0	1	4
	S4 (RotenturmTrog) Fangen OL	8	0	0	4	0	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Brett OL	8	0	0	1	0	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Becher ML	8	0	0	2	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Ruffle ML	8	0	0	3	1	4	3
W3	S3 (RaiffeisenWand) Brett, OL	9	0	0	1	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Becher, OL	9	0	0	2	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, ML	9	0	0	3	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Suche, ML	9	0	0	4	1	3	4

	*S3 (RaiffeisenWand) brett, ML	9	0	0	3	1	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Becher, ML	9	0	0	2	1	3	4
	S2 (Muglitrog) Becher OL	9	0	0	2	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Ruffle OL	9	0	0	3	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Suche ML	9	0	0	4	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Brett ML	9	0	0	1	1	2	3
	S1 (Mugliwand) Ruffle, OL	9	0	0	3	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Suche, OL	9	0	0	4	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Brett, OL	9	0	0	1	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Becher, OL	9	0	0	2	0	1	4
	S4 (RotenturmTrog) Fangen OL	9	0	0	4	0	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Brett OL	9	0	0	1	0	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Becher ML	9	0	0	2	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Ruffle ML	9	0	0	3	1	4	3
W4	S3 (RaiffeisenWand) Suche, ML	10	0	0	4	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Brett, ML	10	0	0	1	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Becher, OL	10	0	0	2	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, OL	10	0	0	3	0	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Becher, ML	10	0	0	2	1	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, ML	10	0	0	3	1	3	4
	S2 (Muglitrog) Brett ML	10	0	0	1	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Becher ML	10	0	0	2	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Ruffle OL	10	0	0	3	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Suche OL	10	0	0	4	0	2	3
	*S1 (Mugliwand) Becher, OL	10	0	0	2	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Ruffle, OL	10	0	0	3	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Suche, OL	10	0	0	4	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Brett, OL	10	0	0	1	0	1	4
	S4 (RotenturmTrog) Ruffle ML	10	0	0	3	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Fangen ML	10	0	0	4	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Brett OL	10	0	0	1	0	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Becher OL	10	0	0	2	0	4	3
W4	S3 (RaiffeisenWand) Suche, ML	11	0	0	4	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Brett, ML	11	0	0	1	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Becher, OL	11	0	0	2	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, OL	11	0	0	3	0	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Becher, ML	11	0	0	2	1	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, ML	11	0	0	3	1	3	4
	S2 (Muglitrog) Brett ML	11	0	0	1	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Becher ML	11	0	0	2	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Ruffle OL	11	0	0	3	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Suche OL	11	0	0	4	0	2	3
	*S1 (Mugliwand) Becher, OL	11	0	0	2	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Ruffle, OL	11	0	0	3	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Suche, OL	11	0	0	4	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Brett, OL	11	0	0	1	0	1	4
	S4 (RotenturmTrog) Ruffle ML	11	0	0	3	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Fangen ML	11	0	0	4	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Brett OL	11	0	0	1	0	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Becher OL	11	0	0	2	0	4	3
W4	S3 (RaiffeisenWand) Suche, ML	12	0	0	4	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Brett, ML	12	0	0	1	1	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Becher, OL	12	0	0	2	0	3	4
	S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, OL	12	0	0	3	0	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Becher, ML	12	0	0	2	1	3	4
	*S3 (RaiffeisenWand) Ruffle, ML	12	0	0	3	1	3	4
	S2 (Muglitrog) Brett ML	12	0	0	1	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Becher ML	12	0	0	2	1	2	3
	S2 (Muglitrog) Ruffle OL	12	0	0	3	0	2	3
	S2 (Muglitrog) Suche OL	12	0	0	4	0	2	3
	*S1 (Mugliwand) Becher, OL	12	0	0	2	0	1	4
	*S1 (Mugliwand) Ruffle, OL	12	0	0	3	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Suche, OL	12	0	0	4	0	1	4
	S1 (Mugliwand) Brett, OL	12	0	0	1	0	1	4
	S4 (RotenturmTrog) Ruffle ML	12	0	0	3	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Fangen ML	12	0	0	4	1	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Brett OL	12	0	0	1	0	4	3
	S4 (RotenturmTrog) Becher OL	12	0	0	2	0	4	3

**Erhebung 2: Aufgenommene Daten in Excel – Untersuchung der Erhebungssysteme unter Berücksichtigung der Faktoren Lockstoff (A), Fallendesign/Fangart (B) und Standort (C)**

**11.4 Erhebung 3: Aufgenommene Daten in Excel – angepasster Boniturbogen für Dickmaulrüsslerbefall**

Bezeichnung	Rahmen (vom Boden) A-Z Spalten (links nach rechts) 1-100	Buchstabe A,B,C...	Ziffer 01,02,03...	Gattung	Pflanze (Gattung) als Nr.	erster Eindruck der Pflanze	Gewichtungs- und/oder Krankheits- bild	Der Befall von Schädlingen/ Widerstandsfähigkeit	Gewichtungs- und/oder Krankheits- stand	Beschreibung	Die Intensität der Fraßschäden	Gewichtungs- und/oder Krankheits- stand	G=keine Anzeichen, 1=ja	Addition Boniturnum- mer	Anzahl Parameter	Einzelparameter			
Raikawand I, A1	19.10.21	Raikawand	I	A	1	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	1	100,00	4	
Raikawand I, A2	19.10.21	Raikawand	I	A	2	Geranium	1	5	1	3	1	Mehltau	9	1	1	17	3	62,96	2
Raikawand I, A3	19.10.21	Raikawand	I	A	3	Heuchera	2	7	1	7	1	7	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand I, A4	19.10.21	Raikawand	I	A	4	Heuchera	2	5	1	5	1	5	1	0	17	3	62,96	2	
Raikawand I, A5	19.10.21	Raikawand	I	A	5	Stellaria	3	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand I, A6	19.10.21	Raikawand	I	A	6	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand I, B1	19.10.21	Raikawand	I	B	1	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand I, B2	19.10.21	Raikawand	I	B	2	Geranium	1	5	1	5	1	Mehltau	9	1	1	19	3	70,37	3
Raikawand I, B3	19.10.21	Raikawand	I	B	3	Geranium	1	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand I, B4	19.10.21	Raikawand	I	B	4	Hedera	4	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand I, C1	19.10.21	Raikawand	I	C	1	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand I, C2	19.10.21	Raikawand	I	C	2	Geranium	1	5	1	7	1	Eier	9	1	0	21	3	77,78	3
Raikawand I, C3	19.10.21	Raikawand	I	C	3	Geranium	1	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand I, C4	19.10.21	Raikawand	I	C	4	Geranium	1	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand I, D1	19.10.21	Raikawand	I	D	1	Geranium	1	3	1	1	1	mehltau	7	1	1	11	3	40,74	1
Raikawand I, D2	19.10.21	Raikawand	I	D	2	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand I, D3	19.10.21	Raikawand	I	D	3	Geranium	1	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand I, D4	19.10.21	Raikawand	I	D	4	Bergenia	5	9	1	7	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand I, D5	19.10.21	Raikawand	I	D	5	Geranium	1	5	1	7	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand II, E1	19.10.21	Raikawand	II	E	1	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand II, E2	19.10.21	Raikawand	II	E	2	Geranium	1	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand II, E3	19.10.21	Raikawand	II	E	3	Geranium	1	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand II, E4	19.10.21	Raikawand	II	E	4	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand II, F1	19.10.21	Raikawand	II	F	1	Stellaria	3	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand II, F2	19.10.21	Raikawand	II	F	2	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand II, F3	19.10.21	Raikawand	II	F	3		0	1	1	9	1	9	1	0	19	3	70,37	3	
Raikawand II, F4	19.10.21	Raikawand	II	F	4	Geranium	1	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand II, G1	19.10.21	Raikawand	II	G	1	Calamintha	6	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand II, G2	19.10.21	Raikawand	II	G	2	Stellaria	3	1	1	9	1	9	1	0	19	3	70,37	3	
Raikawand II, G3	19.10.21	Raikawand	II	G	3	hedera	4	1	1	9	1	9	1	0	19	3	70,37	3	
Raikawand II, G4	19.10.21	Raikawand	II	G	4	Geranium	1	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand II, G5	19.10.21	Raikawand	II	G	5		0	1	1	9	1	9	1	0	19	3	70,37	3	
Raikawand II, G6	19.10.21	Raikawand	II	G	6	Heuchera	2	3	1	7	1	7	1	0	17	3	62,96	2	
Raikawand II, G7	19.10.21	Raikawand	II	G	7	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand II, G8	19.10.21	Raikawand	II	G	8		0	7	1	3	1	5	1	0	15	3	55,56	2	
Raikawand II, H1	19.10.21	Raikawand	II	H	1	Heuchera	2	7	1	5	1	7	1	0	19	3	70,37	3	
Raikawand II, H2	19.10.21	Raikawand	II	H	2	Geranium	1	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand II, H3	19.10.21	Raikawand	II	H	3	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand III, D1	18.10.2021	Raikawand	III	D	1	Hosta	7	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand III, D2	18.10.2021	Raikawand	III	D	2	Geranium	1	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand III, D3	18.10.2021	Raikawand	III	D	3	Geranium	1	5	1	5	1	Blattläus	7	1	0	17	3	62,96	2
Raikawand III, D4	18.10.2021	Raikawand	III	D	4	Bergenia	5	5	1	7	1	7	1	0	19	3	70,37	3	
Raikawand III, D5	18.10.2021	Raikawand	III	D	5	Geranium	1	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand III, E1	18.10.2021	Raikawand	III	E	1	Hosta	7	7	1	9	1	windsch	9	1	0	25	3	92,59	4
Raikawand III, E2	18.10.2021	Raikawand	III	E	2	Hosta	7	7	1	9	1	Windsch	9	1	0	25	3	92,59	4
Raikawand III, E3	18.10.2021	Raikawand	III	E	3	Hosta	7	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand III, E4	18.10.2021	Raikawand	III	E	4	Geranium	1	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand III, E5	18.10.2021	Raikawand	III	E	5	Hosta	7	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand III, F1	18.10.2021	Raikawand	III	F	1	Heuchera	2	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand III, F2	18.10.2021	Raikawand	III	F	2	Hosta	7	5	1	9	1	Windsch	9	1	0	23	3	85,19	3
Raikawand III, F3	18.10.2021	Raikawand	III	F	3	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand III, F4	18.10.2021	Raikawand	III	F	4	Geranium	1	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand III, F5	18.10.2021	Raikawand	III	F	5	Hosta	7	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand III, F6	18.10.2021	Raikawand	III	F	6	Hosta	7	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand III, G1	18.10.2021	Raikawand	III	G	1	Geranium	1	5	1	5	1	Blattläus	9	1	0	19	3	70,37	3
Raikawand III, G2	18.10.2021	Raikawand	III	G	2	Hosta	7	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand III, G3	18.10.2021	Raikawand	III	G	3	Geranium	1	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand III, G4	18.10.2021	Raikawand	III	G	4	Bergenia	5	5	1	5	1	7	1	0	17	3	62,96	2	
Raikawand III, G5	18.10.2021	Raikawand	III	G	5	Geranium	1	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand IV, B1	18.10.2021	Raikawand	IV	B	1	Geranium	1	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand IV, B2	18.10.2021	Raikawand	IV	B	2	Bergenia	5	5	1	7	1	7	1	0	19	3	70,37	3	
Raikawand IV, B3	18.10.2021	Raikawand	IV	B	3	Geranium	1	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand IV, B4	18.10.2021	Raikawand	IV	B	4	Geranium	1	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand IV, C1	18.10.2021	Raikawand	IV	C	1	Hosta	7	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand IV, C2	18.10.2021	Raikawand	IV	C	2	Hosta	7	6	1	9	1	9	1	0	24	3	88,89	3	
Raikawand IV, C3	18.10.2021	Raikawand	IV	C	3	Hosta	7	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand IV, C4	18.10.2021	Raikawand	IV	C	4	Hosta	7	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand IV, D1	18.10.2021	Raikawand	IV	D	1	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand IV, D2	18.10.2021	Raikawand	IV	D	2	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand IV, D3	18.10.2021	Raikawand	IV	D	3	Bergenia	5	3	1	5	1	Blattläus	9	1	0	17	3	62,96	2
Raikawand IV, D4	18.10.2021	Raikawand	IV	D	4	Hosta	7	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand IV, D5	18.10.2021	Raikawand	IV	D	5	Hosta	7	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand IV, E1	18.10.2021	Raikawand	IV	E	1	Hosta	7	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand IV, E2	18.10.2021	Raikawand	IV	E	2	Heuchera	2	1	1	9	1	9	1	0	19	3	70,37	3	
Raikawand IV, E3	18.10.2021	Raikawand	IV	E	3	Geranium	1	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand IV, E4	18.10.2021	Raikawand	IV	E	4	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand V, F1	18.10.2021	Raikawand	V	F	1	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand V, F2	18.10.2021	Raikawand	V	F	2	Heuchera	2	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand V, F3	18.10.2021	Raikawand	V	F	3	Heuchera	2	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand V, F4	18.10.2021	Raikawand	V	F	4	Hosta	7	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand V, G1	18.10.2021	Raikawand	V	G	1	Bergenia	5	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand V, G2	18.10.2021	Raikawand	V	G	2	Heuchera	2	7	1	7	1	7	1	0	21	3	77,78	3	
Raikawand V, G3	18.10.2021	Raikawand	V	G	3	hedera	4	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand V, G4	18.10.2021	Raikawand	V	G	4	hedera	4	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand V, H1	18.10.2021	Raikawand	V	H	1	Carex	8	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand V, H2	18.10.2																		

Raikawand VI, E2	18.10.2021	Raikawand	VI	E	2	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand VI, E3	18.10.2021	Raikawand	VI	E	3	Geranium	1	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Raikawand VI, E4	18.10.2021	Raikawand	VI	E	4	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Raikawand VI, F1	18.10.2021	Raikawand	VI	F	1	Geranium	1	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand VI, F2	18.10.2021	Raikawand	VI	F	2	Heuchera	2	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand VI, G1	18.10.2021	Raikawand	VI	G	1	Hosta	7	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Raikawand VI, G2	18.10.2021	Raikawand	VI	G	2	Hedera	4	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Rotenturmtrög I, A1	19.10.2021	Rotenturmtrög	I	A	1	Lonicera	11	5	1	7	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Rotenturmtrög I, A2	19.10.2021	Rotenturmtrög	I	A	2	Lonicera	11	5	1	7	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Rotenturmtrög I, B1	19.10.2021	Rotenturmtrög	I	B	1	Epimedium	9	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög I, C1	19.10.2021	Rotenturmtrög	I	C	1	Carex	8	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög I, C2	19.10.2021	Rotenturmtrög	I	C	2	Carex	8	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög I, C3	19.10.2021	Rotenturmtrög	I	C	3	Carex	8	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög II, A1	19.10.2021	Rotenturmtrög	II	A	1	Clematis	12	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Rotenturmtrög II, A2	19.10.2021	Rotenturmtrög	II	A	2	Clematis	12	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Rotenturmtrög II, B1	19.10.2021	Rotenturmtrög	II	B	1	Epimedium	9	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Rotenturmtrög II, B2	19.10.2021	Rotenturmtrög	II	B	2	Epimedium	9	5	1	3	1	Mehltau	9	1	1	17	3	62,96	2
Rotenturmtrög II, C1	19.10.2021	Rotenturmtrög	II	C	1	Carex	8	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög II, C2	19.10.2021	Rotenturmtrög	II	C	2	Carex	8	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög II, D1	19.10.2021	Rotenturmtrög	II	D	1	Vinca	10	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Rotenturmtrög II, D2	19.10.2021	Rotenturmtrög	II	D	2	Vinca	10	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Rotenturmtrög III, A1	19.10.2021	Rotenturmtrög	III	A	1	Wisteria	14	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög III, A2	19.10.2021	Rotenturmtrög	III	A	2	Wisteria	14	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög III, B1	19.10.2021	Rotenturmtrög	III	B	1	Epimedium	9	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög III, C1	19.10.2021	Rotenturmtrög	III	C	1	Carex	8	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög III, C2	19.10.2021	Rotenturmtrög	III	C	2	Carex	8	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög III, C3	19.10.2021	Rotenturmtrög	III	C	3	Carex	8	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Rotenturmtrög III, D1	19.10.2021	Rotenturmtrög	III	D	1	Vinca	10	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög III, D2	19.10.2021	Rotenturmtrög	III	D	2	Vinca	10	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög IV, A1	19.10.2021	Rotenturmtrög	IV	A	1	Clematis	12	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög IV, A2	19.10.2021	Rotenturmtrög	IV	A	2	Clematis	12	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög IV, B1	19.10.2021	Rotenturmtrög	IV	B	1	Epimedium	9	7	1	7	1	Mehltau	9	1	1	23	3	85,19	3
Rotenturmtrög IV, C1	19.10.2021	Rotenturmtrög	IV	C	1	Carex	8	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög IV, C2	19.10.2021	Rotenturmtrög	IV	C	2	Carex	8	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög IV, C3	19.10.2021	Rotenturmtrög	IV	C	3	Carex	8	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög IV, D1	19.10.2021	Rotenturmtrög	IV	D	1	Vinca	10	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög IV, D2	19.10.2021	Rotenturmtrög	IV	D	2	Vinca	10	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög V, A1	19.10.2021	Rotenturmtrög	V	A	1	Parthenocissus	13	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Rotenturmtrög V, A2	19.10.2021	Rotenturmtrög	V	A	2	Parthenocissus	13	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Rotenturmtrög V, B1	19.10.2021	Rotenturmtrög	V	B	1	Epimedium	9	5	1	3	1	Mehltau	9	1	0	17	3	62,96	2
Rotenturmtrög V, B2	19.10.2021	Rotenturmtrög	V	B	2	Epimedium	9	5	1	7	1	Mehltau	9	1	0	21	3	77,78	3
Rotenturmtrög V, C1	19.10.2021	Rotenturmtrög	V	C	1	Carex	8	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög V, C2	19.10.2021	Rotenturmtrög	V	C	2	Carex	8	3	1	9	1	9	1	0	21	3	77,78	3	
Rotenturmtrög V, C3	19.10.2021	Rotenturmtrög	V	C	3	Carex	8	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög V, D1	19.10.2021	Rotenturmtrög	V	D	1	Vinca	10	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög V, D2	19.10.2021	Rotenturmtrög	V	D	2	Vinca	10	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög VI, A1	19.10.2021	Rotenturmtrög	VI	A	1	Lonicera	11	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög VI, A2	19.10.2021	Rotenturmtrög	VI	A	2	Lonicera	11	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög VI, B1	19.10.2021	Rotenturmtrög	VI	B	1	Epimedium	9	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög VI, B2	19.10.2021	Rotenturmtrög	VI	B	2	Epimedium	9	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög VI, C1	19.10.2021	Rotenturmtrög	VI	C	1	Carex	8	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög VI, C2	19.10.2021	Rotenturmtrög	VI	C	2	Carex	8	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Rotenturmtrög VI, D1	19.10.2021	Rotenturmtrög	VI	D	1	Vinca	10	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Rotenturmtrög VI, D2	19.10.2021	Rotenturmtrög	VI	D	2	Vinca	10	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Mugliwand I, A1	21.10.2021	Mugliwand	I	A	1	Bergenia	5	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Mugliwand I, A2	21.10.2021	Mugliwand	I	A	2	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Mugliwand I, A3	21.10.2021	Mugliwand	I	A	3	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Mugliwand I, A4	21.10.2021	Mugliwand	I	A	4	Alchemilla	15	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Mugliwand I, B1	21.10.2021	Mugliwand	I	B	1	Geranium	1	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Mugliwand I, B2	21.10.2021	Mugliwand	I	B	2	Bergenia	5	7	1	7	1	7	1	0	21	3	77,78	3	
Mugliwand I, B3	21.10.2021	Mugliwand	I	B	3	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Mugliwand I, B4	21.10.2021	Mugliwand	I	B	4	Geranium	1	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Mugliwand I, C1	21.10.2021	Mugliwand	I	C	1	Geranium	1	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Mugliwand I, C2	21.10.2021	Mugliwand	I	C	2	Tiarella	16	3	1	3	1	Infekt	5	1	1	11	3	40,74	1
Mugliwand I, C3	21.10.2021	Mugliwand	I	C	3	Alchemilla	15	3	1	5	1	Rostfleck	9	1	1	17	3	62,96	2
Mugliwand I, D1	21.10.2021	Mugliwand	I	D	1	Bergenia	5	5	1	5	1	Mehltau	9	1	1	19	3	70,37	3
Mugliwand I, D2	21.10.2021	Mugliwand	I	D	2	Tiarella	16	3	1	3	1	Infekt	7	1	1	13	3	48,15	1
Mugliwand I, D3	21.10.2021	Mugliwand	I	D	3	Tiarella	16	3	1	3	1	Infekt	7	1	1	13	3	48,15	1
Mugliwand I, D4	21.10.2021	Mugliwand	I	D	4	Geranium	1	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Mugliwand I, D5	21.10.2021	Mugliwand	I	D	5	Geranium	1	9	1	9	1	9	1	0	27	3	100,00	4	
Mugliwand I, E1	21.10.2021	Mugliwand	I	E	1	Bergenia	5	3	1	5	1	5	1	0	13	3	48,15	1	
Mugliwand I, E2	21.10.2021	Mugliwand	I	E	2	Tiarella	16	1	1	9	1	9	1	0	19	3	70,37	3	
Mugliwand I, E3	21.10.2021	Mugliwand	I	E	3	Geranium	1	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Mugliwand I, E4	21.10.2021	Mugliwand	I	E	4	Geranium	1	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Mugliwand I, F1	21.10.2021	Mugliwand	I	F	1	Geranium	1	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Mugliwand I, F2	21.10.2021	Mugliwand	I	F	2	Geranium	1	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Mugliwand I, F3	21.10.2021	Mugliwand	I	F	3	Geranium	1	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Mugliwand I, F4	21.10.2021	Mugliwand	I	F	4	Bergenia	5	5	1	5	1	5	1	0	15	3	55,56	2	
Mugliwand I, F5	21.10.2021	Mugliwand	I	F	5	Bergenia	5	5	1	5	1	5	1	0	15	3	55,56	2	
Mugliwand I, G1	21.10.2021	Mugliwand	I	G	1	Geranium	1	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Mugliwand I, G2	21.10.2021	Mugliwand	I	G	2	Geranium	1	7	1	9	1	9	1	0	25	3	92,59	4	
Mugliwand I, G3	21.10.2021	Mugliwand	I	G	3	Alchemilla	15	5	1	9	1	9	1	0	23	3	85,19	3	
Mugliwand I, G4	21.10.2021	Mugliwand	I	G	4	Bergenia	5	5	1	5	1	7	1	0	17	3	62,96	2	
Mugliwand I, A1	21.10.2021	Mugliwand	I	A	1	Lonicera	11	5	1	3	1	5	1	0	13	3	48,15	1	
Mugliwand I, A2	21.10.2021	Mugliwand	I	A	2	Fallopia	17	5	1	5	1	3	1	0	13	3	48,15	1	
Mugliwand I, B1	21.10.2021	Mugliwand	I	B	1	Calamintha	6	5	1	5									