

**RWTH Aachen**  
**Abteilung Zoologie und Humanbiologie**  
**Institut für Biologie II**

---

**Bachelorarbeit**

Sommersemester 2019

---

**Untersuchungen zu Wechselbeziehungen zwischen Phänologie und  
Futterpflanzenspezifität von ausgewählten, sich im Frühjahr an  
Laubgehölzen entwickelnden Makrolepidopteren-Raupen**

A study on the interrelations between phenology and food plant preferences  
of selected macrolepidopteran caterpillars developing in spring  
on deciduous trees

**1. Prüfer:** Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Johannes Bohrmann

**2. Prüferin:** Dr. rer. nat. Ingeborg Heil

Vorgelegt von Sarah Gürtler

Aachen, den 29.09.2019

Matrikelnummer: 368239

# Inhaltsverzeichnis

1. <b>Einleitung</b> .....	4
2. <b>Material und Methoden</b> .....	7
2.1. Erfassungsmethoden .....	7
2.2. Quantifizierung .....	8
2.2.1. Klopfproben .....	9
2.3. Untersuchungsgebiete .....	9
2.4. Botanische Bestimmungen.....	10
2.5. Probenbearbeitung und Bestimmung der Raupen .....	11
2.5.1. Raupenbestimmung .....	11
2.5.2. Probenaufbewahrung .....	12
2.6. Methodenanwendung an Laubgehölzen.....	13
3. <b>Ergebnisse</b> .....	20
3.1. Methodenvergleich .....	23
3.1.1. Probenaufbewahrung .....	32
3.2. Methodenkritik.....	34
3.2.1. Klopfproben.....	34
3.3. Phänologie .....	37
3.3.1. Herbsteulen der Gattungen <i>Xanthia</i> und <i>Agrochola</i> sowie <i>Eupithecia tenuiata</i> .....	37
3.3.2. Wintereulen.....	39
3.3.3. Blütenspanner der Gattung <i>Rhinoprora</i> und <i>Eupithecia inturbata</i> .....	41
3.3.4. Frühlingseulen der Gattung <i>Orthosia</i> .....	43
3.4. Futterpflanzenspezifität in Zusammenhang mit der Blühphänologie .....	45
3.4.1. Herbsteulen der Gattungen <i>Xanthia</i> und <i>Agrochola</i> sowie <i>Eupithecia tenuiata</i> .....	47
3.4.2. Wintereulen.....	52
3.4.3. Blütenspanner der Gattung <i>Rhinoprora</i> sowie <i>Eupithecia inturbata</i> .....	56
3.4.4. Frühlingseulen der Gattung <i>Orthosia</i> .....	57
4. <b>Diskussion</b> .....	58
4.1. Herbsteulen sowie <i>Eupithecia tenuiata</i> .....	58
4.2. Raupen der Gattung <i>Conistra</i> und <i>Eupsilia transversa</i> .....	71
4.3. Frühlingseulen der Gattung <i>Orthosia</i> .....	76
4.4. Blütenspanner der Gattung <i>Rhinoprora</i> sowie <i>Eupithecia inturbata</i> .....	78
5. <b>Zusammenfassung</b> .....	81

<b>6. Fachdidaktische Aufarbeitung der wissenschaftlichen Erkenntnisse .....</b>	<b>84</b>
6.1. Allgemeine Einleitung .....	84
6.2. Geförderte Kompetenzen .....	86
6.3. Fachliche Klärung .....	88
6.4. Vorwissen der Schülerinnen und Schüler .....	92
6.5. Lehr-Lern-Labor .....	93
6.5.1. Einleitung .....	93
6.5.2. Zeitraum der Durchführung .....	94
6.5.3. Materialien .....	95
6.5.4. Vorbereitung der Durchführung .....	96
6.5.5. Durchführung .....	97
6.5.6. Nachbereitung.....	101
<b>7. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>103</b>
<b>8. Verzeichnis über Bildaufnahmen .....</b>	<b>105</b>
<b>9. Anhang.....</b>	<b>106</b>

# 1. Einleitung

Mit dem Klimawandel und der damit einhergehenden heute präsenten Veränderung des Klimas steht die Wissenschaft vor der wichtigen Aufgabe des Schutzes der bestehenden Biodiversität und der Eindämmung des durch anthropogenen Einflusses zustande gekommenen sechsten großen Massenaussterbens in der Geschichte (vgl. CEBALLOS & EHRlich, 2015). Da falsche oder unüberlegte Maßnahmen zum Schutz von Arten fatale und zum Teil dem Ziel konträre Folgen verursachen können, ist es von entscheidender Bedeutung die Wechselwirkung einer Art mit ihrem Lebensraum in allen Facetten zu begreifen, um diese letztendlich sinnvoll schützen zu können. Diese Arbeit soll einen Teil zum Verständnis der Wechselbeziehungen zwischen Phänologie und Futterpflanzenspezifität von ausgewählten, sich im Frühling an Laubgehölzen entwickelnden, Schmetterlingsraupen beitragen, um Rückschlüsse darüber ziehen zu können, ob und inwieweit diese möglicherweise vom Klimawandel beeinflusst oder gefährdet werden könnten bzw. imstande sind auf die Erwärmung zu reagieren.

Die Annahme, dass eventuell eine Gefährdung bestehen könnte, rührt unter Anderem daher, dass sich durch die Erwärmung des Planeten die Blühzeiten von für die Raupen wichtigen Futterpflanzen verschieben (vgl. RAMMERT & CASSENS, 2007/8). Die Frage ist nun, inwieweit die hier betrachteten Larven der Großschmetterlinge überhaupt auf relativ konstante Blühzeiten angewiesen sind und ob sie in der Lage sind, sich entsprechend den veränderten Blühzeiten anzupassen. Zu untersuchen ist also, ob und in welcher Form es Unterschiede zwischen Futterpflanzenpräferenzen der betrachteten Arten gibt und inwieweit die Raupenphänologie vom Blütezustand der jeweiligen Futterpflanzen abhängt. Sämtliche in dieser Arbeit erfasste Raupen ernähren sich im Frühling zumindest zeitweise an Laubgehölzen und dennoch haben die Raupen eine unterschiedliche Phänologie. Ein Grund hierfür ist die unterschiedliche Form der Überwinterung im Lebenszyklus der Raupen, denn die erfassten Raupenarten überwintern entweder als Ei, Raupe, Puppe oder Falter.

Zu den Eiüberwinterern zählen in und an Weidenkätzchen erfasste Herbsteulen der Gattungen *Agrochola* und *Xanthia*, sowie auch einige Blütenspanner (vgl. STEINER & GÜNTER, 1997; STEINER & GÜNTER, 1998; BARTSCH et al. 2003). Bei diesen Herbsteulen handelt es sich um eine systematische Gruppe mit ähnlicher Lebensweise, denn sie fliegen und legen ihre Eier im Herbst und ernähren sich dann als Raupen nach dem Schlupf im Frühling, im jungen Stadium, häufig vorzugsweise von Weiden- und Pappelkätzchen (Primärfutterpflanzen) und dann in späteren Stadien laut Literatur weitestgehend recht polyphag von den niederen Pflanzen der Krautschicht (Sekundärfutterpflanzen) (vgl. FORSTER & WOHLFAHRT, 1971). Gemeinsamkeit der als Ei überwinternden Raupen ist, dass der Falter durch seine Eiablage im Vorjahr bereits die Auswahl

über die primäre Futterpflanze trifft. Von entscheidender Bedeutung ist die Pflanze, an der die Eier abgelegt wurden, da an ihr im Frühling die jungen Raupen der Art schlüpfen und direkt auf Nahrung angewiesen sind. Wären entsprechende Raupen also auf die Blüte von Pflanzen angewiesen, wie z. B. die Herbsteulen laut Literatur auf die Kätzchen von Weiden und Pappeln, so müssen die Eier im Herbst von den Faltern an solchen Laubgehölzen abgelegt werden, die im Frühling zum Zeitpunkt des Raupenschlupfes auch tatsächlich blühen/ knospen.

Raupenüberwinterer überwintern wie der Name schon sagt als Raupe und unterliegen im Winter oft einer verlängerten Form der Diapause, in der keine Nahrung mehr aufgenommen und die erst im Frühling wieder gebrochen wird (vgl. FORSTER & WOHLFAHRT, 1977).

Bei wichtigen Gruppen der als Falter überwinternden Arten, die in dieser Arbeit behandelt wurden, handelt es sich um die Wintereulen, die größtenteils der Gattung *Conistra* angehören. Die Falterüberwinterer fliegen im Frühling und die Eidauer ist relativ kurz, sodass eben auch die Raupe im Frühling lebt (vgl. BARTSCH et al., 2001).

Die behandelten Puppenüberwinterer sind hauptsächlich die Frühlingseulen der Gattung *Orthosia*. Sie werden auch als Kätzcheneulen bezeichnet, weil die Falter, die im Frühling schlüpfen, gerne an den Kätzchen von Weiden und Pappeln saugen. Auch ihre Raupen leben im Frühling an Laubgehölzen (vgl. STEINER & GÜNTER, 1998).

Die Frühlings- und Wintereulen haben die Gemeinsamkeit, dass ihre Falter im Frühling fliegen und ihre Eier legen, was sie von den Herbseulen unterscheidet (vgl. STEINER & GÜNTER, 1997). Die im Frühling als Falter lebenden Arten haben also den Vorteil, dass zum Zeitpunkt ihrer Eiablage der Blütezustand einer Pflanze ersichtlich ist und aufgrund der kurzen Eidauer die Futterpflanze den Raupen dann auch im richtigen Zustand zur Verfügung steht. Vor allem polyphage Arten haben theoretisch am ehesten die Möglichkeit bei zu früher Blüte oder zu früher Abblüte der präferierten Futterpflanzen auf solche Pflanzen umzuschwenken, die sich noch in Vollblüte befinden. Einen Vorteil, den die Herbsteulen nicht haben, da sie bereits im Herbst des Vorjahres ihre Eier legen. Im Herbst ist natürlich noch nicht ersichtlich, ob die Eiablage-Pflanzen zum Zeitpunkt des Raupenschlupfes tatsächlich Blüten und Blättern austreiben. Aufgrund dieser Tatsache kann angenommen werden, dass die Eiüberwinterer möglicherweise stärker von den Einwirkungen des Klimawandels betroffen sein könnten, da es den im Herbst fliegenden Faltern nicht direkt möglich ist ihr Eiablage-Verhalten an die vorherrschenden Verhältnisse zum Zeitpunkt des Eischlupfes im Frühling anzupassen.

Doch neben dem Lebenszyklus spielen auch andere Faktoren noch eine Rolle, wie beispielsweise das Futterpflanzenspektrum. So ist eine polyphage Raupe tendenziell anpassungsfähiger als eine monophage Raupe. In einem solchen Fall würde auch eine Eiablage im Frühling nichts nutzen, da die Raupen der Art eher nicht auf andere Futterpflanzen umschwenken können. Ein weiterer Vorteil oder Nachteil liegt also in der Breite des Futterpflanzenspektrums. Je polyphager eine Raupenart sich ernähren kann, desto besser sind theoretisch die Überlebens- und Anpassungschancen ihrer Art. So könnten im Falle eines durch den Klimawandel verursachten verfrühten Abblühens der bevorzugten Futterpflanzen die Eier zumindest von den im Frühjahr fliegenden Faltern ersatzhalber an andere, noch blühende Futterpflanzen gelegt werden.

Ein weiterer Aspekt, der in dieser Arbeit aber eher im Hintergrund steht, ist die Varianz im Schlupf der Eier, die durch Temperatur und Lichtverhältnisse von Eigelege zu Eigelege auftreten kann oder durch intrinsische genetische Varianz je nach Art auch innerhalb eines Eigeleges (vgl. GIEßBACH, 2016). Dass der Schlupf von Raupen stark von der Temperatur abhängt, wurde in einem Versuch bestätigt, in dem Eigelege bei unterschiedlichen Temperaturen aufbewahrt und der Schlupfzeitpunkt verglichen wurde (vgl. GIEßBACH, 2016). Dabei fiel auf, dass die Eier, sofern sie kühl gehalten werden, später schlüpfen und dagegen früher bei höheren Temperaturen (vgl. GIEßBACH, 2016). Starke Temperaturschwankungen wie frühe hohe Temperaturen oder z. B. auch Spätfröste, könnten den bereits geschlüpften Raupen also gefährlich werden. Es könnte aber auch sein, dass bei wärmeren Temperaturen im Frühling nicht nur die Laubgehölze eher blühen, sondern auch die Schmetterlingsraupen eher schlüpfen. Die Annahme hier wäre aber eher, dass die Schmetterlinge auf Temperaturen etwas empfindlicher reagieren als Pflanzen. Gibt es nämlich frühzeitig im Jahr kurze milde oder sogar warme Phasen, könnte es gut sein, dass diese den Eischlupf der Raupen einleiten, aber eben noch nicht die Blühphase der Bäume. Dies zeigt allerdings, dass auch die Blühphänologie der Pflanzen im Gesamtzusammenhang dieser Arbeit berücksichtigt werden muss.

Mithilfe freilandökologischer Methoden, wie Raupenklopfen und Sammeln von Kätzchen wurden im Zuge dieser Untersuchungen an ausgewählten Laubgehölzen im Frühling lebende Raupen erfasst, um einige wichtige Fragen zur Phänologie und Futterpflanzenspezifität zu beantworten. Darunter die Frage, ob es bei den Puppen- und Falterüberwinterern möglicherweise einen Zusammenhang zwischen der Raupenphänologie und der Blühphänologie der Futterpflanzen gibt. Präferieren Gruppen von Raupen evtl. bestimmte Pflanzenzustände und sind dahingehend angepasst? Auch bei den in Kätzchen lebenden Arten stellt sich die Frage nach der Futterpräferenz und nach dem Zusammenhang zwischen Schlupfphänologie und Blühphänologie sowie Futterpflanzenpräferenz. Hat die Phänologie der Raupen möglicherweise einen Einfluss

darauf, an welchen Pflanzen die Raupen überhaupt vorkommen? Bei den Herbsteulen beispielsweise liest man in der Literatur häufig, dass diese eher an oder in männlichen Kätzchen leben als in weiblichen (vgl. STEINER & GÜNTER, 1997). Die Frage ist, ob es da einen Zusammenhang mit der Blütezeit und / oder dem Geschlecht der Pflanzen gibt oder eventuell nur methodische Schwierigkeiten zu diesen Erkenntnissen geführt haben könnten. Auch stellt sich die Frage, warum die Herbsteulen-Arten nicht an allen Weidenarten gleichermaßen vorzukommen scheinen.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1. Erfassungsmethoden**

Es wurden unterschiedliche Erfassungsmethoden zur Beantwortung der Fragestellungen genutzt, vorzugsweise darunter das Raupenklopfen und Sammeln von herabgefallenen Weidenkätzchen. Die freilandökologische Erfassung erfolgte insgesamt von Anfang März bis Mitte Juni mit allgemeinem Schwerpunkt auf Laubgehölzen im März und April und speziellem Schwerpunkt auf der Gattung *Salix spec.*, also Weiden. Gefundene Raupen wurden dabei entweder vor Ort bestimmt oder in Schnappdeckelgläschen und Plastikboxen mit ins Institut genommen, wo sie später bestimmt wurden.

Eine verwendete Methode war die Methode des Sammelns, die sich auf Kätzchen von z. B. Weidenarten beschränkte, welche entweder nach der Abblühte oder nach einem Sturm auf dem Boden lagen, dem Baum allerdings einwandfrei zuzuordnen waren. Dabei wurde darauf geachtet, möglichst alle Kätzchen oder zumindest eine repräsentative Menge zu sammeln. Sämtliche vom Boden gesammelte Weidenkätzchen-Proben wurden im Institut bearbeitet.

Bei der hauptsächlich verwendeten Methode handelte es sich allerdings um das sogenannte Raupenklopfen, das sowohl für die Weidenbeprobungen, als auch für die Bearbeitung anderer Laubgehölze verwendet wurde. Dabei wurde mithilfe eines gepolsterten Knüppels von oben auf eine passende Stelle möglichst jedes erreichbaren Astes eines Baumes geschlagen und alles vom Baum abfallende Material von einem unter den Ast gehaltenen sogenannten Klopfschirm aufgefangen. Der Klopfschirm wurde anschließend entweder schon vor Ort nach Raupen durchsucht und / oder die Probe ins Institut mitgenommen, wo sie weiterbearbeitet wurde. Weidenkätzchen-Proben wurden grundsätzlich mitgenommen und häufig auch Proben von Schlehe (*Prunus spinosa*), da sich hier immer viel Substrat von den Pflanzen löste und die Masse der feinen Blütenteile das Auffinden der Raupen im Schirm erschwerte, zumal kleine Raupen in

den Blüten erfahrungsgemäß häufig ohnehin schwer zu finden sind. Dagegen wurden Proben mit übersichtlichem Pflanzenmaterial/Substrat, wie z. B. die von Kulturapfel (*Malus domestica*), meist schon vor Ort bearbeitet. Ganz generell wurden die meisten Laubgehölzarten über einen längeren Zeitraum beklopft. Speziell bei Weiden gibt es auch häufiger Proben von ein und demselben Baum zu unterschiedlichen Zeitpunkten, um in der Diskussion falls nötig einen konkreten Vergleich zwischen den Proben gewährleisten zu können.

Eine ergänzende Methode, die ebenfalls vor allem, aber nicht ausschließlich an den Weidenarten Anwendung fand, war das Pflücken von Kätzchen. Diese Methode wurde in solchen Fällen genutzt, in denen das Klopfen nicht möglich war, weil eine Böschung beispielsweise zu dicht war, um den Klopfschirm effektiv unter den beschlagenen Ast halten zu können. Außerdem wurde sie verwendet, wenn trotz Klopfen die Kätzchen nicht vom Baum fielen oder aber auch beim genauen Gegenteil, nämlich wenn beim Klopfen so viele stark abgeblühte Kätzchen vom Baum fielen, dass sie dabei nicht mit dem Klopfschirm aufgefangen werden konnten. So entstand auch die kombinierte Methode des „Klopf-Pflückens“ an solchen Bäumen, bei denen zunächst der Versuch unternommen wurde, die Methode des Raupenklopfens anzuwenden, dann aber aus den eben beschriebenen Gründen auf das Pflücken umgestiegen wurde. In einem einzigen Fall wurde das Klopfen auch mit dem Sammeln statt mit dem Pflücken kombiniert, bevor zur Kombination mit Pflücken umgeschwenkt wurde, da diese sich als effizienter erwies.

Ebenfalls als Methode aufgeführt werden sollte an dieser Stelle die optische Suche, auch wenn diese nicht exzessiv betrieben wurde. Wenn allerdings bei den freilandökologischen Arbeiten eine einzelne Raupe spontan ins Auge fiel, die sich an einer relevanten Pflanze aufhielt, so wurde diese selbstverständlich ebenfalls erfasst. Es handelt sich bei den optischen Proben also um ergänzende Daten und diese Methode steht nicht im Vordergrund der Arbeit.

## **2.2. Quantifizierung**

Bei jeder der Methoden wurden zahlreiche Informationen festgehalten, um später eine möglichst gesicherte Interpretation der Daten zu gewährleisten. Darunter waren die Methode selbst sowie das Datum der Probennahme, der Standort der Pflanze, die Probennummer, die Pflanzenart und ihr Blütezustand, die Wetterbedingungen, sowie bei Weiden zusätzlich das Geschlecht der Pflanze, sofern diese Kätzchen trugen. Beim Sammeln wurde zusätzlich der Zustand der am Boden befindlichen Weidenkätzchen notiert, da diese nicht selten in Mitleidenschaft gezogen worden waren.



Die beiden wichtigsten Parameter bei der Quantifizierung allerdings sind das Gewicht und die Klopfschläge. Bei allen ins Institut mitgenommenen Proben wurde zusätzlich das Trockengewicht notiert. Falls die Proben feucht waren, wurde also so lange gewartet, bis dem nicht mehr so war, bevor gewogen wurde. Ebenso wurde beim Beklopfen jedes Baumes die Anzahl der Klopfschläge festgehalten, denn nur so ist es später auch möglich quantitative Aussagen zu treffen und die Ergebnisse sinnvoll zu vergleichen.

Sämtliche im Institut bearbeitete Proben wurden, je nach Probengröße und Zustand, ein bis zwei Wochen aufgehoben und zumindest alle paar Tage nach Raupen durchsucht. Bei der Bearbeitung wurden die Proben in einer übersichtlichen Menge in weiße Wannen gefüllt und systematisch mehrmals durchwühlt und geschüttelt, bis keine Raupen mehr zu finden waren. Die Aufbewahrung der Proben war deshalb von großer Bedeutung, weil einige Raupen, wie beispielsweise die Herbsteulen-Arten, die sich als Eiraupen teilweise richtig in die Weidenkätzchen hineinfressen, nicht gefunden werden können, aber dann mit zunehmender Größe in den Proben sichtbar werden. So konnte es sein, dass in einer bearbeiteten Probe, die zunächst keine Raupen zu enthalten schien, nach einigen Tagen erste Raupen zu finden waren, da diese wohl ausreichend herangewachsen waren und sich nicht mehr in den Kätzchen zu verstecken vermochten.

### **2.2.1. Klopfproben**

Im Verlauf der Beprobung wurden zwei unterschiedliche Klopfschirme verwendet. Die Klopfschirme bestanden aus einem trichterförmigen Tuch, welches um ein rechteckiges Gestell genäht war. Mit diesem Tuch wurden Pflanzensubstrat und Raupenindividuen aufgefangen. Der kleinere Klopfschirm besaß am unteren Ende zudem eine Plastikflasche zum Auffangen von Raupen und Probenmaterial. Aber das Tuch wurde meist über der Flasche abgebunden, da sich darin zu viel Pflanzenmaterial festsetzte und dieses schwer zu entfernen war. Dieser Schirm hatte eine Öffnung von 59\*40 cm, was 2360 cm<sup>2</sup> entspricht, während die Öffnung des größeren Schirms 60\*42 cm, also 2520 cm<sup>2</sup> maß. Die Öffnung des großen Schirms entsprach also etwa 106,78 % der Größe der Öffnung des kleinen Schirms.

### **2.3. Untersuchungsgebiete**

Insgesamt wurden die meisten Erfassungen im Raum Aachen durchgeführt. Aachen gehört zum Teil der Eifel nahe der Niederrheinischen Bucht. Zu den Standorten der Laubgehölze in Aachen zählen der Campus Melaten, das Gillesbachtal, der Bürgerpark, der Stadtgarten Aachen, der Lousberg, sowie vereinzelte Standorte mit sich zum Klopfen oder Sammeln anbietenden Bäumen oder günstigen Gelegenheiten zur Beschaffung von Pflanzenmaterial und somit Raupen. In

Aachen herrscht die Temperatur betreffend ein ozeanisches, also gemäßigttes Klima, das sich durch mäßig warme Sommer sowie milde Winter auszeichnet. Aachen hat aufgrund der milden Winter auch eine relativ hohe Jahrestemperatur im Vergleich zu anderen deutschen Städten, die bei +9,7 °C liegt. Frost- und Eistage gibt es in Aachen kaum und damit ebenso selten wie wärmebelastete Sommertage (vgl. LINDEN, 2001).

Zusätzlich zu den Standorten in Aachen wurden auch an vier Tagen Proben aus Düsseldorf genommen, und zwar vom Golfplatz Hubbelrath und dem Gebiet Eller Forst. Der Eller Forst ist ein Naturschutzgebiet, das in der Niederrheinischen Bucht liegt, bestehend aus überwiegend Erlenbruchwald, Buchen und Eichen und bis auf einige Ausnahmen eher weniger harten Laubgehölzen. Neben den Wäldern gibt es hier große Bereiche mit Feuchtwiesen, also eine hohe Feuchtigkeit im Gebiet (vgl. LANUV NRW, 2011). Nicht unmittelbar im Naturschutzgebiet und meist am Waldrand wurden auch Laubgehölze in diesem Gebiet bearbeitet. Der Verein um den Hubbelrath-Golfplatz achtet stark auf Natur- und Umweltschutz, sodass sich auch hier waldige Elemente und viele Böschungen, bei im Vergleich zum Eller Forst eher trockenem Klima, finden. Bei Interesse ist auf der Website des Golfklubs Hubbelrath auch eine Karte vom hauptsächlich beprobten Westplatz der Anlage einsehbar. Der Hubbelrath Golfplatz hat natürlich viele weitläufige Rasenflächen und dazwischen stehen immer wieder vereinzelt Bäume. Die waldigen Elemente des Platzes sind meist durch Hecken gesäumt. Durch Dr. Ludger Wirooks wird sowohl im Eller Forst als auch auf dem Hubbelrath Golfplatz seit 2014 ein Klimafolgemonitoring für Düsseldorf durchgeführt. Der Golfplatz wurde deshalb als Ort dafür gewählt, weil er höher liegt als der Eller Forst und schon zum Bergischen Land zählt.

Die einzige Probe von Zitterpappel stammt vom Niederrhein. Die Erklärung hierfür ist einfach: Die Pappeln sind für gewöhnlich zu hoch zum Beklopfen. Doch dort ergab sich durch einen umgestürzten, aber noch blühenden und lebenden Baum, zufällig eben diese seltene Gelegenheit, an die weiblichen Kätzchen einer Zitterpappel zu gelangen.

## **2.4. Botanische Bestimmungen**

Um die Laubgehölze vor Ort zu bestimmen, wurden die "Gehölzflora" von FITSCHEN (1990), sowie der ROTMAHLER (1990) verwendet. Zusätzlich kam unterstützend zugegebenermaßen seltener auch die Android App "Flora incognita" zum Einsatz, mit welcher allerdings größtenteils bloß Ergebnisse überprüft wurden. Die hier verwendete Nomenklatur der Gehölze stammt aus einem Artikel der Kochia Zeitschrift (vgl. BUTTLER & HAND, 2008). Darin nicht enthaltene Baumarten

erhielten ihre Bezeichnung entsprechend der "Gehölzflora" von FITSCHEN (1990). Die Blühphänologie der Laubgehölze wurde ebenfalls dem ROTMAHLER (1990) entnommen.

## **2.5. Probenbearbeitung und Bestimmung der Raupen**

Um Proben besser auswerten zu können, wurden den beprobten Laubgehölzen Standortnummern zugeordnet. Die Standortnummer basieren auf einer gewöhnlichen Touristenstadtkarte von Aachen, bei der die Stadt in Quadrate eingeteilt ist. Die Standortnummer B/C-5-01 bekam so beispielsweise die erste in Campus Melaten an den Biologie-Sammelbauten beklopfte Salweide und die zweite bekam die Nummer B/C-5-02. Den Standortnummern wurden zusätzlich noch Probennummern angehängt. Bei der ersten Probe von der Salweide „B/C-5-01“ beispielsweise wurde die Probennummer eins angehängt, wodurch die Bezeichnung B/C-5-01 / 1 zustande kam. Bei der zweiten Beprobung derselben Pflanze wurde dann die Probennummer zwei angehängt (B/C-5-01 / 2), damit direkt klar war, dass die Pflanze schon mal beprobt worden war. Im weiteren Verlauf der Arbeit allerdings fasst der Begriff „Probennummer“ die hier erklärte Standort- und Probennummer zusammen.

### **2.5.1. Raupenbestimmung**

Ganz generell wurden die Raupenarten nach der Nomenklatur von KARSHOLT UND RAZOWSKI (1996) benannt und die Familien der Nachtfalter dem Buch „Die Nachtfalter Deutschlands“ von STEINER et al. (2014) entnommen. Es war bei der Bestimmung aber nicht nur wichtig, die Raupenart selbst zu bestimmen, sondern aufgrund der phänologischen Fragestellung auch die möglichst exakte Bestimmung des Häutungsstadiums, was eine große Herausforderung darstellte. Das Häutungsstadium ist deshalb von entscheidender Bedeutung, weil durch diese Information Rückschlüsse auf das Stadium der Entwicklung von einzelnen Raupen, im Zusammenhang mit dem aktuellen Blütezustand der Futterpflanze, gezogen werden konnten. Wenn eine Weidenkätzchen-Probe beispielsweise schon einmal erfolglos nach Raupen untersucht wurde und dann einige Tage später aus eben dieser Probe junge Raupen der mittleren Häutungsstadien zu finden sind, so lässt sich dadurch darauf schließen, dass sich zum Zeitpunkt der Probennahme gerade erst geschlüpfte Eiraupen in den Blüten befanden.

War eine Raupe auf den ersten Blick identifizierbar und das Häutungsstadium sicher, so wurde sie digital erfasst und daraufhin direkt wieder freigelassen. Da sich allerdings die Raupen innerhalb der Gattungen und teilweise auch Raupen verschiedener Gattungen in unterschiedlichen Häutungsstadien recht ähnlich sahen, wurden auch viele Raupen erst im Institut unter Verwendung von Bestimmungsliteratur und einem, eigenständig aus den Fotos und Daten

von Dr. Ludger Wirooks zusammengestellten, Bilderkatalog bestimmt. Im Katalog enthalten waren, sofern vorhanden, Fotos aller bereits einmal erfassten Raupenarten in ihren unterschiedlichen Häutungsstadien und mit festgehaltenem Maßstab, sodass mithilfe des Katalogs nicht nur auf die Raupenart, sondern auch auf das Häutungsstadium eines Raupenindividuums geschlossen werden konnte.

War eine Bestimmung nicht sofort möglich, wurden die (meistens jüngeren) Raupenexemplare für eine gesicherte Identifikation angezchtet. Dazu wurden die Raupen entweder einzeln, oder in Proben zusammengefasst, in Schnappdeckelgläschen, Gläsern oder Plastikboxen gehalten. Sie wurden mit ihrer Futterpflanze gefüttert und das Behältnis regelmäßig gereinigt, bis die Raupenindividuen dann nach meist einer oder zwei Häutungen bestimmt und freigelassen werden konnten. Es ist vor allem deshalb einfacher erwachsene Raupen zu bestimmen, weil diese im Gegensatz zu den sehr jungen, oft recht einfarbigen Raupen, markante Zeichnungen aufweisen und natürlich auch einfach größer sind. Die „Lebensgeschichte“ jeder Zuchtraupe wurde bestmöglich festgehalten. Notiert wurden dabei Häutungen, Verhaltensauffälligkeiten sowie Veränderungen von Größe, Farbe und Zeichnung, aber auch plötzliches Ableben durch eine missglückte Häutung oder einen Parasiten.

Das Häutungsstadium wurde je nach Art unterschiedlich benannt, was damit zusammenhängt, dass die Anzahl der Häutungen nicht bei jeder Raupenart bekannt war. Sofern die Anzahl der Häutungen aus Eizuchten sicher bekannt war, wurde die Angabe des Häutungsstadiums positiv gezählt. Die Larve der Herbsteulen-Art *Agrochola circellaris* beispielsweise durchläuft fünf Häutungen in ihrer Entwicklung. Dabei wurde dann das Häutungsstadium positiv gezählt, sodass eine frisch geschlüpfte Eiraupe als Raupe im Häutungsstadium L1 bezeichnet wurde und das ausgewachsene Exemplar als L6- oder einfach L-Raupe. War die Anzahl der Häutungen einer Art nicht bekannt wurde das Häutungsstadium rückwärts gezählt. In einem solchen Fall wurde eine Raupe im vorletzten Häutungsstadium also als Raupe mit dem Häutungsstadium L-1 notiert.

### **2.5.2. Probenaufbewahrung**

Das besondere bei den mitgenommenen Proben ist, dass diese im Institut nach der ersten Durchsichtung, sofern sie dann bereits trocken genug waren, gewogen und dann alle zwei bis drei Tage nochmal gründlich durchsucht wurden. Es war dabei wichtig, dass die Behältnisse nicht zu voll, zu trocken oder feucht wurden, weshalb die Probenbehälter regelmäßig und mindestens alle zwei bis drei Tage kontrolliert und gesäubert werden mussten. Zum Durchsuchen der Proben ist es teilweise auch nötig gewesen, diese der Übersichtlichkeit halber für die Durchsichtung zu

portionieren. Bei jeder Durchsichtung wurde eine Probe so lange systematisch von einer Seite zu andere durchsucht, bis in einem Durchlauf gar keine Raupe mehr darin gefunden wurde.

## 2.6. Methodenanwendung an Laubgehölzen

Es wurden insgesamt an 45 verschiedenen Laubgehölzarten Raupen gesucht. Die Bearbeitungszeiträume der Gehölze waren dabei recht unterschiedlich (vgl. Tab. 1). Insgesamt wurden 327 Proben von 234 Standorten ausgewertet. Von diesen 327 Proben wurden 150 mit ins Institut genommen und brachten ein Gesamtgewicht von etwa 14 kg (14.001,02 g) auf die Waage.

*Table 1: Übersicht über die beprobten Laubgehölze. Enthalten sind deutsche, wie auch lateinischer Bezeichnung der Laubgehölze und Angabe des jeweiligen Bearbeitungszeitraums.*

<b>Pflanzenart (latein)</b>	<b>Pflanzenart (deutsch)</b>	<b>Bearbeitungszeitraum</b>
Acer campestre	Feldahorn	16.04.2019 – 24.05.2019
Acer pseudoplatanus	Bergahorn	01.05.2019
Betula pendula	Hängebirke	01.05.2019 – 02.06.2019
Carpinus betulus	Hainbuche	11.04.2019 – 16.04.2019
Corylus avellana	Gemeine Hasel	31.05.2019
Crataegus monogyna	Eingriffeliger Weißdorn	25.04.2019 – 16.05.2019
Crataegus x prunifolia	Pflaumenblättriger Weißdorn	31.05.2019
Fagus sylvatica	Rotbuche	01.05.2019
Fraxins excelsior	Gemeine Esche	16.04.2019
Lonicera xylosteum	Rote Heckenkirsche	02.06.2019
Malus domestica	Kulturapfel	16.04.2019 – 11.06.2019
Mespilus germanica	Echte Mispel	31.05.2019
Populus canadensis (P. deltoides x nigra)	Kanadische Pappel	01.05.2019
Populus tremula	Zitterpappel	10.04.2019
Prunus avium	Vogelkirsche	16.04.2019 – 01.05.2019
Prunus cerasifera	Kirschpflaume	22.03.2019 – 01.04.2019
Prunus laurocerasus	Kirschlorbeer	25.04.2019 – 15.05.2019
Prunus padus	Gewöhnliche Traubenkirsche	16.04.2019
Prunus serotina	Spät blühende Traubenkirsche	01.05.2019 – 02.06.2019
Prunus serrulata	Japanische Blütenkirsche	11.04.2019
Prunus spinosa	Schlehe	21.03.2019 – 18.06.2019
Pyracantha coccinea	Mittelmeer-Feuerdorn	31.05.2019
Pyrus communis	Kulturbirne	16.04.2019 – 06.05.2019
Quercus alba	Amerikanische Weißeiche	31.05.2019
Quercus robur	Stieleiche	16.04.2019 – 18.06.2019
Rhamnus cathartica	Purgier-Kreuzdorn	01.05.2019 – 18.06.2019
Ribes nigrum	Schwarze Johannisbeere	01.05.2019
Ribes rubrum	Rote Johannisbeere	01.05.2019
Rosa canina	Hundsrose	24.05.2019 – 18.06.2019

<b>Pflanzenart (latein)</b>	<b>Pflanzenart (deutsch)</b>	<b>Bearbeitungszeitraum</b>
Salix alba	Silberweide	23.03.2019 – 02.06.2019
Salix alba/ fragilis agg.	Silberweide/ Bruchweide agg.	16.04.2019 – 02.06.2019
Salix aurita	Ohrweide	16.04.2019 – 01.05.2019
Salix babylonica (Sammelart)	Trauerweide (Sammelart)	11.04.2019 – 16.04.2019
Salix caprea	Salweide	07.03.2019 – 25.04.2019
Salix cinerea	Grauweide	16.04.2019 – 18.06.2019
Salix fragilis	Bruchweide	11.04.2019 – 25.04.2019
Salix triandra	Mandelweide	16.04.2019 – 01.05.2019
Salix viminalis	Korbweide	16.04.2019 – 01.05.2019
Sambucus nigra	Schwarzer Holunder	21.05.2019 – 02.06.2019
Sorbus aria	Echte Mehlbeere	01.05.2019
Sorbus aucuparia	Nordische Eberesche	21.05.2019 – 29.05.2019
Tilia cordata	Winterlinde	01.05.2019
Tilia platyphyllos	Sommerlinde	01.05.2019
Ulmus x hollandica	Holländische Ulme	01.05.2019

Dabei wurde die Methode des Klopfens mit Abstand am häufigsten angewandt, da sie sowohl bei Salweiden als auch allen anderen Laubgehölzen als Standardmethode durchgeführt wurde. Es wurden insgesamt 265 Beklopfungen durchgeführt - 14 davon in Kombination mit anderen Methoden - und dabei insgesamt 8402 Klopfschläge getätigt (vgl. Tab. 2). Dabei wurden 92 der reinen Klopfproben, vorzugsweise von Weiden (*Salix spec.*) und Schlehen (*Prunus spinosa*), mit ins Institut genommen. Diese brachten ein Gesamtgewicht von etwa 4,9 kg (4.918,2 g) auf die Waage. Mit ca. 2,8 kg (2.759,9 g) machen dabei die von Weiden genommenen Proben mehr als die Hälfte des Gesamtgewichts der mitgenommenen Klopfproben aus (vgl. Tab. 2).

Die zweithäufigste Methode war das 27-mal durchgeführte Sammeln. Neben 25 Proben aufgesamelter Weidenkätzchen handelte es sich bei den übrigen Sammelproben um solche von Hainbuchen (*Carpinus betulus*) (vgl. Tab. 2). Sämtliche Sammelproben wurden ins Institut mitgenommen und brachten zusammen ein Gewicht von etwa 3 kg (3.068,9 g) auf die Waage (vgl. Tab. 2). Auch hier machten die Weidenkätzchen mit einem Gewicht von 2,6 kg (2.632,9 g) den größten Anteil des Gewichts aus, obwohl lediglich Proben von drei der neun "Weidenarten" gesammelt wurden, nämlich von der Trauerweide (*Salix babylonica*) als Sammelart, der Salweide (*Salix caprea*) und der Bruchweide (*Salix fragilis*) (vgl. Tab. 2).

Die Methode des Pflückens fand 19-mal Anwendung und 17 dieser Proben wurden im Institut weiter untersucht (vgl. Tab. 2). Diese mitgenommenen Proben stammten von den untersuchten Weidenarten Salweide und Bruchweide sowie dem Kirschlorbeer (*Prunus laurocerasus*), der sich aufgrund seiner Form schlecht klopfen ließ (vgl. Tab. 2). Eine weitere große Probe stammte

zudem von einer umgestürzten weiblichen Zitterpappel (*Populus tremula*) mit einem Gewicht von ca. 2,0 kg (1.999 g). Hier machten die Weidenproben mit 494,3 g den geringsten Teil des Gesamtgewichts von 3.658,8 g aus (vgl. Tab. 2).

Im Zuge der Methodenkombinationen Klopfen und Pflücken oder Klopfen und Sammeln wurden lediglich Weidenarten beprobt (vgl. Tab. 2). Geklopft und gepflückt wurden 12 Proben, während die Kombination aus Klopfen und Sammeln bloß dreimal durchgeführt wurde - zweimal an einem Aggregat von Silber- und Bruchweide (*Salix alba/fragilis agg.*) und beim dritten Mal an einer Silberweide (*Salix alba*) (vgl. Tab. 2). Das gemeinsame Gewicht der Proben, bei denen geklopft und zusätzlich gesammelt wurde, beträgt 262,4 g, wobei die Silberweiden-Probe bloß 11,4 g dieses Gewichts ausmacht. Die Methodenkombination Klopfen und Pflücken hingegen wurde, abgesehen von der Trauerweide als Sammelart und der Bruchweide, an allen Weiden zumindest einmal durchgeführt (vgl. Tab. 2). Die größte der 12 Proben stammte allerdings von einer Grauweide (*Salix cinerea*) und macht mit 1,4 kg (1.436 g) mehr als die Hälfte des Gesamtgewichts der Proben von 2,3 kg (2.258 g) aus (vgl. Tab. 2).

Wie unschwer zu erkennen ist, lag der Schwerpunkt bei der Probenbeschaffung eindeutig auf den Weidenarten mit besonderem Schwerpunkt auf den Salweiden, zur Erfassung der in dieser Arbeit untersuchten Herbsteulen der Gattungen *Xanthia* und *Agrochola*. Dazu passt, dass es sich bei der ersten Probe vom 7. März dieses Jahres um Kätzchen-Sammelproben von der Salweide (Standort B/C-5-01) bei Campus Melaten handelt. Die entsprechende Salweide hatte aufgrund von Orkanböen schon frühzeitig einen Großteil ihrer Kätzchen verloren. Insgesamt wurden Salweidenproben bis zum 25. April geklopft und gesammelt. Zusätzlich zu den breitblättrigen Salweiden wurden die breitblättrigen Grauweiden etwa von Mitte April bis Mitte Juni bearbeitet und die ebenfalls breitblättrige Ohrweide (*Salix aurita*) von Mitte April bis Anfang Mai (vgl. Tab. 1). Beide Weidenarten konnten ausschließlich am 16. April und 1. Mai in Düsseldorf beprobt werden, wo sich die einzigen beiden Standorte von Grauweide und der einzige Standort der Ohrweide befanden.

Bei den beprobten schmalblättrigen Weiden handelt es sich um solche von Korbweide (*Salix viminalis*), Mandelweide (*Salix triandra*), Bruchweide, Silberweide und der Sammelart Trauerweide sowie von einem Aggregat aus Silber- und Bruchweide (vgl. Tab. 1). Bei der Mandel, Ohr- und Trauerweide wurden nur jeweils ein bis zwei Standorte mit zwei bis drei Proben untersucht, während die übrigen schmalblättrigen Weiden jeweils an fünf bis sieben Standorten und mit sechs bis acht Proben bearbeitet wurden (vgl. Tab. 2). Die Beprobung der schmalblättrigen Weiden begann am 23. März mit einer Silberweiden-Probe und zog sich bis

Anfang Juni, wobei allerdings ab dem 1. Mai vielfach nur beblätterte Zweige ohne Kätzchen beklopft wurden (vgl. Tab. 1).

Zusätzlich zu den Weiden wurden auch der Feldahorn (*Acer campestre*) und Eingriffelige Weißdorn (*Crataegus monogyna*) im April und Mai, sowie der Kulturapfel (*Malus domestica*) von April bis Juni umfangreicher beklopft (vgl. Tab. 1). Beim Feldahorn wurden 17 Proben von 16 Standorten geklopft (vgl. Tab. 2). Von diesen Proben wurden fünf mit einem Gewicht von insgesamt 432,6 g mit ins Institut genommen (vgl. Tab. 2). Auch der Kulturapfel wurde an 28 Standorten und bei insgesamt 31 Beprobungen ausschließlich beklopft (vgl. Tab. 2). Es wurden dabei bloß zwei der Kulturapfel-Proben mit einem Gewicht von 103,2 g mit ins Institut genommen (vgl. Tab. 2). Auch die 31 Beprobungen an den 28 Standorten von Weißdorn wurden größtenteils durch Klopfen vorgenommen, allerdings wurde, mit 21 an der Zahl, der Großteil der Proben mitgenommen und im Institut untersucht (vgl. Tab. 2).

**Tabelle 2: Übersicht aller Methodenanwendungen an den unterschiedlichen Laubgehölzen.** Der Tabelle sind Standort und Gesamtprobenzahlen für die Beprobung unterschiedliche Laubgehölze in diesem Frühjahr zu entnehmen, wie auch die unterschiedlichen an ihnen durchgeführten Methoden (Kl. & Pf.: Klopfen und Pflücken, Kl. & S.: Klopfen und Sammeln) mit Auskunft über Mitnehmproben, Klopfschläge und Gewicht.

Pflanzenart (lat.)	Standort Anzahl	Gesamtprobenzahl	Methode	Durchführungen	Mitnehmproben	Klopfschläge	Gewicht (g)
<i>Acer campestre</i>	16	17	Klopfen	17	5	534	432,6
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	1	Optisch	1	-	-	-
<i>Betula pendula</i>	3	3	Klopfen	2	-	27	-
			Optisch	1	-	-	-
<i>Carpinus betulus</i>	4	5	Klopfen	3	3	97	63,3
			Sammeln	2	2	-	436
<i>Corylus avellana</i>	1	1	Klopfen	1	-	15	-
<i>Crataegus monogyna</i>	28	31	Klopfen	30	21	779	514,8
			Optisch	1	-	-	-
<i>Crataegus x prunifolia</i>	1	1	Klopfen	1	-	13	-
<i>Fagus sylvatica</i>	1	1	Klopfen	1	-	23	-
<i>Fraxinus excelsior</i>	1	1	Klopfen	1	-	9	-
<i>Lonicera xylosteum</i>	2	2	Klopfen	2	-	43	-
<i>Malus domestica</i>	12	31	Klopfen	31	2	854	103,2
<i>Mespilus germanica</i>	1	1	Klopfen	1	-	75	-
<i>Populus canadensis</i>	2	2	Klopfen	1	-	18	-
			Kl. & Pf.	1	1	13	19,7
<i>Populus tremula</i>	2	2	Pflücken	1	1	-	1563
			Optisch	1	-	-	-
<i>Prunus avium</i>	3	3	Klopfen	3	-	142	-



Pflanzenart (lat.)	Standort Anzahl	Gesamtprobenzahl	Methode	Durchführungen	Mitnehmproben	Klopfschläge	Gewicht (g)
Prunus cerasifera	2	3	Klopfen	3	2	103	69,6
Prunus laurocerasus	8	10	Pflücken	10	8	-	1364,3
Prunus padus	3	3	Klopfen	3	1	56	11,7
Prunus serotina	6	8	Klopfen	8	-	205	-
Prunus serrulata	1	1	Klopfen	1	1	48	87,7
Prunus spinosa	18	23	Klopfen	23	15	973	448,8
Pyracantha coccinea	1	1	Klopfen	1	-	47	-
Pyrus communis	3	3	Klopfen	3	-	108	-
Quercus alba	1	1	Klopfen	1	-	50	-
Quercus robur	32	32	Klopfen	28	1	800	34,2
			Optisch	4	-	-	-
Rhamnus cathartica	5	7	Klopfen	4	-	145	-
			Optisch	3			
Ribes nigrum	1	1	Klopfen	1	-	38	-
Ribes rubrum	3	3	Klopfen	3	-	94	-
Rosa canina	12	18	Klopfen	18	-	449	-
Salix alba	5	8	Klopfen	4	3	86	55,3
			Kl. & S.	1	1	32	251
			Kl. & Pf.	1	1	72	218,8
			Optisch	1	-	-	-
			Pflücken	1	1	-	237,2
Salix alba/ fragilis agg.	7	7	Klopfen	4	-	137	-
			Kl. & Pf.	1	1	7	31,7
			Kl. & S.	1	1	6	11,4
			Optisch	1	-	-	-
Salix aurita	1	3	Klopfen	2	2	63	52
			Kl. & Pf.	1	1	31	129,4
Salix babylonica (Sammelart)	2	3	Klopfen	2	2	119	112,6
			Sammeln	1	1	-	24,9
Salix caprea	36	54	Klopfen	26	26	959	1110,4
			Kl. & Pf.	2	2	74	288,7
			Pflücken	4	4	-	280,9
			Sammeln	22	22	-	2476
Salix cinerea	5	7	Klopfen	4	2	202	1165,9
			Kl. & Pf.	2	2	209	1436
			Optisch	1	-	-	-
Salix fragilis	5	8	Klopfen	3	3	104	243,7
			Pflücken	3	3	-	213,4
			Sammeln	2	2	-	132
Salix triandra	1	2	Klopfen	1	1	67	7,6

Pflanzenart (lat.)	Standort Anzahl	Gesamtprobenzahl	Methode	Durchführungen	Mitnehmproben	Klopfschläge	Gewicht (g)
			Kl. & Pf.	1	1	6	8,4
Salix viminalis	6	6	Klopfen	2	1	83	1
			Kl. & Pf.	4	4	111	363,8
Sambucus nigra	2	2	Klopfen	2	-	23	-
Sorbus aria	1	1	Klopfen	1	-	9	-
Sorbus aucuparia	2	5	Klopfen	5	-	68	-
Tilia cordata	1	1	Optisch	1	-	-	-
Tilia platyphyllos	3	3	Klopfen	2	-	94	-
			Optisch	1	-	-	-
Ulmus x hollandica	1	1	Klopfen	1	-	82	-

Ganz generell ist noch wichtig zu erwähnen, dass vorzugsweise Pflanzen beklopft wurden, die entweder schon in der Blüte standen, dabei waren abzublühen oder gerade erst frisch abgeblüht waren, in einigen Fällen aber auch bewusst nicht blühende Laubbäume oder schon komplett abgeblühte Pflanzen, um einen Vergleich zu gewährleisten (vgl. Tab. 3). Laut den Unterlagen waren fünf Pflanzen bei ihrer Beprobung noch nicht erblüht, fünf hatten geschlossene Knospen und fünf Pflanzen waren dabei aufzublühen (vgl. Tab. 3). Insgesamt wurde zudem bei 72 Proben festgehalten, dass die Pflanzen sich in der Abblühte befanden, wohingegen bei 40 Proben die Pflanzen bereits abgeblüht waren und 14 Laubgehölze zum Zeitpunkt ihrer Beprobung Früchte trugen (vgl. Tab. 3). Bei der überwiegenden Mehrheit von 140 Probenahmen befand sich das entsprechende Laubgehölz also in der Vollblüte (vgl. Tab. 3). Genauere Daten für einzelne Laubgehölze können der Tabelle 3 entnommen werden. Bei den Weidenproben sind alle Proben ohne Angabe des Blütezustands Proben von Weiden ohne Kätzchen, also dementsprechend auch ohne Blüten.

**Tabelle 3: Übersicht über die Anzahl der Beprobungen für die verschiedenen Laubgehöl-Arten in unterschiedlichen Blütezuständen in diesem Frühjahr.**

	Ohne Angabe	Knospend	Aufblühend	Vollblüte	Abblühend	Abgeblüht	Fruchtend		Ohne Angabe	Knospend	Aufblühend	Vollblüte	Abblühend	Abgeblüht	Fruchtend
Acer campestre	7	-	-	5	4	-	1	Ribes nigrum	-	-	-	1	-	-	-
Acer pseudoplatanus	1	-	-	-	-	-	-	Ribes rubrum	-	-	-	2	-	-	1
Betula pendula	2	-	-	-	1	-	-	Rosa canina	-	-	-	10	6		2
Carpinus betulus	-	-	-	-	5	-	-	Salix alba (oK)	1	-	-	-	-	-	-
Corylus avellana	1	-	-	-	-	-	-	Salix alba (m)	2	-	-	3	1	-	-
Crataegus monogyna	5	1	3	15	6	1	-	Salix alba (w)	-	-	-	1	-	-	-
Crataegus x prunifolia	-	-	-	1	-	-	-	Salix alba/ fragilis agg. (oK)	5	-	-	-	-	-	-
Fagus sylvatica	1	-	-	-	-	-	-	Salix alba/ fragilis agg. (m)	-	-	-	2	-	-	-
Fraxinus excelsior	-	-	-	1	-	-	-	Salix aurita (m)	-	-	-	3	-	-	-
Lonicera xylosteum	-	-	-	-	-	-	2	Salix babylonica (m)	-	-	-	1	2		-
Malus domestica	1	-	1	-	14	8	7	Salix caprea (m)	-	-	-	18	11	5	-
Mespilus germanica	-	-	-	-	-	1	-	Salix caprea (w)	-	-	-	20	-		-
Populus canadensis	1	-	-	1	-	-	-	Salix cinerea (m)	-	-	-	1	1		-
Populus tremula	1	-	-	-	-	-	1	Salix cinerea (w)	-	-	-	3	-	2	-
Prunus avium	-	-	-	3	-	-	-	Salix fragilis (m)	-	-	-		2	2	-
Prunus cerasifera	-	-	-	2	1	-	-	Salix fragilis (w)	-	-	-	1	2	1	-
Prunus laurocerasus	-	-	-	7	3	-	-	Salix triandra (w)	-	-	-	1	-	1	-
Prunus padus	-	-	-	3	-	-	-	Salix viminalis (oK)	-	-	-		1	-	-
Prunus serotina	-	-	-	2	6	-	-	Salix viminalis (m)	-	-	-	1	1	-	-
Prunus serrulata	-	-	-	1	-	-	-	Salix viminalis (w)	-	-	-	3	-	-	-
Prunus spinosa	2	-	-	13	2	6	-	Sambucus nigra	-	-	-	2	-	-	-
Pyracantha coccinea	-	-	-	1	-	-	-	Sorbus aria	-	-	-	1	-	-	-
Pyrus communis	1	-	-	1	-	1	-	Sorbus aucuparia	-	-	-	2	1	2	-
Quercus alba	-	-	-	-	-	1	-	Tilia cordata	1	-	-	-	-	-	-
Quercus robur	12	-	1	5	4	10	-	Tilia platyphyllos	2	-	-	1	-	-	-
Rhamnus cathartica	1	4	-	2	-	-	-	Ulmus x hollandica	1	-	-	-	-	-	-

### 3. Ergebnisse

Im Rahmen dieser Arbeit wurden insgesamt exakt 2400 Raupen erfasst und davon 2305 bis zur Art bestimmt (vgl. Tab. 4). Insgesamt sind 56 unterschiedliche Raupenarten vertreten. Bei den übrigen 95 Raupen handelt es sich um 74 Exemplaren von *Agriopsis aurentiaria/marginaria agg.*, 6 Raupen von *Amphipyra berbera/pyramidea agg.* sowie 15 Individuen der Gattung *Epirrita spec.*, die in dieser Arbeit nicht näher untersucht werden. (vgl. Tab. 4).

*Tabelle 4: Übersicht über alle in diesem Frühjahr erfassten Raupenarten. Aufgeführt ist die Gesamtzahl der erfassten Raupenindividuen einer Art, deren Familienzugehörigkeit und das Überwinterungsstadium, wobei letztere Information aus der Buchreihe „Die Schmetterlinge Baden-Württembergs“ entnommen wurde.*

Artnamen nach K&R	Anzahl	Familie	Überwinterungsstadium
<i>Agriopsis leucophaearia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	7	Geometridae	Puppe
<i>Agrochola circellaris</i> (Hufnagel, 1766)	650	Noctuidae	Ei
<i>Agrochola lota</i> (Clerck, 1759)	9	Noctuidae	Ei
<i>Agrochola lychnidis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	8	Noctuidae	Ei
<i>Agrochola macilenta</i> (Hübner, 1809)	7	Noctuidae	Ei
<i>Allophyes oxyacanthae</i> (Linnaeus, 1758)	15	Noctuidae	Ei
<i>Alsophila aescularia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	35	Geometridae	Puppe
<i>Amphipyra berbera</i> (Rungs, 1949)	17	Noctuidae	Ei
<i>Amphipyra pyramidea</i> (Linnaeus, 1758)	35	Noctuidae	Ei
<i>Anticlea derivata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	2	Geometridae	Puppe
<i>Apocheima hispidaria</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	3	Geometridae	Puppe
<i>Apocheima pilosaria</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	12	Geometridae	Puppe
<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	3	Noctuidae	Ei
<i>Bena bicolorana</i> (Fuessly, 1775)	1	Noctuidae	Raupe
<i>Biston strataria</i> (Hufnagel, 1767)	3	Geometridae	Puppe
<i>Catocala sponsa</i> (Linnaeus, 1767)	1	Erebidae	Ei
<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	21	Geometridae	Ei
<i>Conistra ligula</i> (Esper, 1791)	24	Noctuidae	Falter
<i>Conistra rubiginosa</i> (Scopoli, 1763)	36	Noctuidae	Falter
<i>Conistra vaccinii</i> (Linnaeus, 1761)	63	Noctuidae	Falter
<i>Cosmia pyralina</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	2	Noctuidae	Ei
<i>Cosmia trapezina</i> (Linnaeus, 1758)	19	Noctuidae	Ei
<i>Dryobotodes eremita</i> (Fabricius, 1775)	1	Noctuidae	Ei
<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	69	Geometridae	Ei
<i>Eulithis prunata</i> (Linnaeus, 1758)	1	Geometridae	Ei
<i>Eupithecia abbreviata</i> (Stephens, 1831)	1	Geometridae	Puppe
<i>Eupithecia insigniata</i> (Hübner, 1790)	3	Geometridae	Puppe
<i>Eupithecia inturbata</i> (Hübner, 1817)	6	Geometridae	Ei
<i>Eupithecia tenuiata</i> (Hübner, 1813)	24	Geometridae	Ei
<i>Eupsilia transversa</i> (Hufnagel, 1766)	65	Noctuidae	Falter
<i>Gymnoscelis ruffasciata</i> (Haworth, 1809)	1	Geometridae	Puppe
<i>Hemithea aestivaria</i> (Hübner, 1789)	4	Geometridae	Raupe
<i>Hydriomena furcata</i> (Thunberg, 1784)	1	Geometridae	Ei

Artnamen nach K&R	Anzahl	Familie	Überwinterungsstadium
<i>Ipimorpha retusa</i> (Linnaeus, 1761)	1	Noctuidae	Ei
<i>Laspeyria flexula</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1	Erebidae	Raupe
<i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus, 1758)	20	Erebidae	Ei
<i>Macaria wauaria</i> (Linnaeus, 1758)	2	Geometridae	Ei
<i>Neozephyrus quercus</i> (Linnaeus, 1758)	1	Lycaenidae	Ei
<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1775)	799	Geometridae	Ei
<i>Opisthograptis luteolata</i> (Linnaeus, 1758)	1	Geometridae	Raupe/ Puppe
<i>Orgyia antiqua</i> (Linnaeus, 1758)	1	Erebidae	Ei
<i>Orthosia cerasi</i> (Fabrocois, 1775)	27	Noctuidae	Puppe
<i>Orthosia cruda</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	15	Noctuidae	Puppe
<i>Orthosia gothica</i> (Linnaeus, 1758)	15	Noctuidae	Puppe
<i>Orthosia incerta</i> (Hufnagel, 1766)	21	Noctuidae	Puppe
<i>Orthosia munda</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	7	Noctuidae	Puppe
<i>Parastichtis ypsilon</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	4	Noctuidae	Ei
<i>Peridea anceps</i> (Goeze, 1781)	1	Noctuidae	Puppe
<i>Philereme vetulata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	7	Geometridae	Ei
<i>Plemyria rubiginata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	2	Geometridae	Ei
<i>Rhinoprora chloerata</i> (Mabille, 1870)	1	Geometridae	Ei
<i>Rhinoprora rectangulata</i> (Linnaeus, 1758)	30	Geometridae	Ei
<i>Theria primaria</i> (Haworth, 1809)	3	Geometridae	Puppe
<i>Triphosa dubitata</i> (Linnaeus, 1758)	1	Geometridae	Falter
<i>Xanthia icteritia</i> (Hufnagel, 1766)	151	Noctuidae	Ei
<i>Xanthia togata</i> (Esper, 1788)	45	Noctuidae	Ei
<b>GESAMT</b>	<b>2305</b>		

Besonders deutlich zu erkennen ist, dass es sich bei den meisten Raupen um solche handelt, die den Familien der Spanner (Geometridae) und der Eulen (Noctuidae) angehören (vgl. Tab. 4). Ausnahmen bilden die 20 Raupen der Art *Lymantria dispar*, welche, genauso wie zwei Einzelfunde von *Laspeyria flexula* und *Catocala sponsa*, zu den *Erebidae* zählen (vgl. Tab. 4). Bei der einzigen dabei erfassten Tagfalterraupe handelte es sich um die Art *Neozephyrus quercus*, also einen Vertreter der Lycaenidae (vgl. Tab. 4).

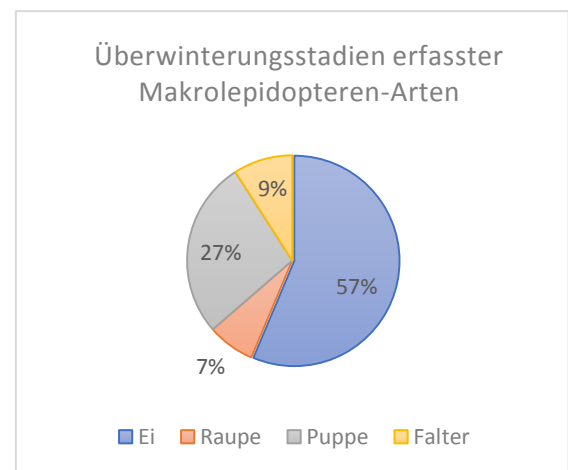
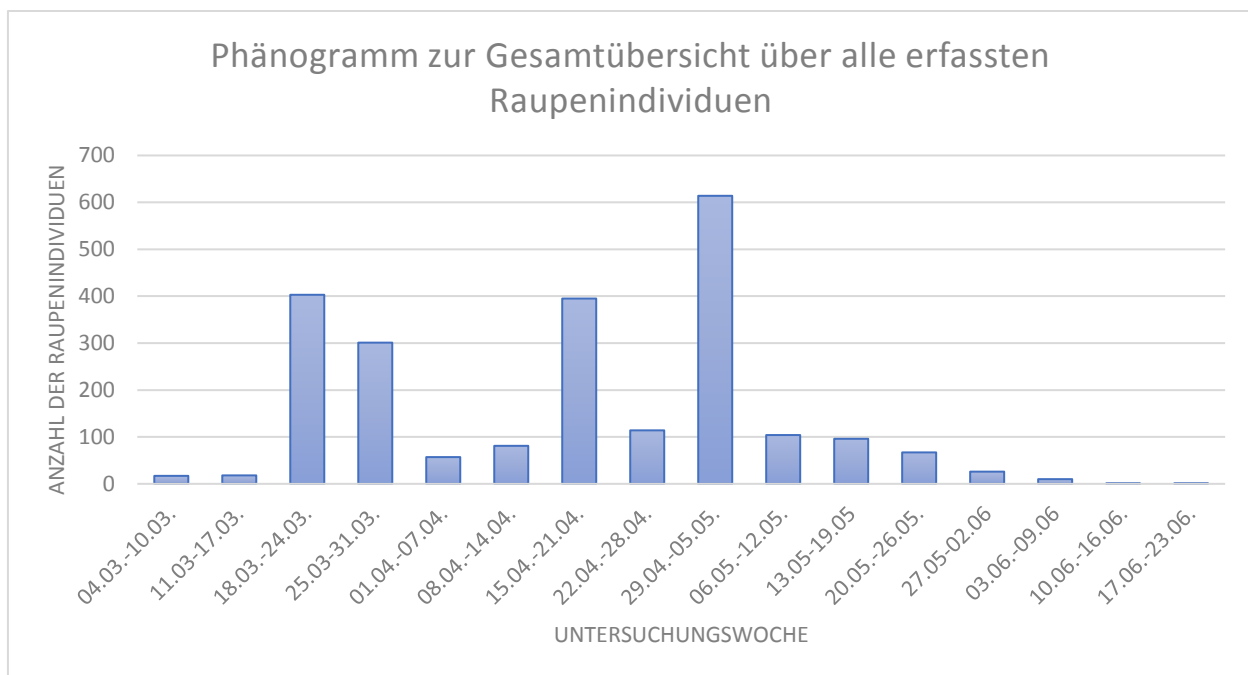


Abbildung 1: Prozentuale Verteilung der erfassten Raupenarten auf die unterschiedlichen Überwinterungsstadien.

Ganz deutlich ist den Angaben über die Raupenarten zu entnehmen, dass über die Hälfte von ihnen, 57 %, als Ei überwintert (vgl. Abb. 1). Mit 27 % machen die Puppenüberwinterer-Arten ebenfalls einen großen Teil aus, während gerade einmal 9 % als Falter und nur 7 % als Raupe überwintern (vgl. Abb. 1). Das ist sehr auffällig und unverhältnismäßig, wenn man bedenkt, dass

normalerweise die Nachfalter eher als Raupen (oder Puppen) überwintern (vgl. STEINER et al., 2014). Es muss davon ausgegangen werden, dass aufgrund der Vorauswahl und Beschränkung auf die im Frühling untersuchten Laubgehölze, diese deutlich erkennbaren veränderten Tendenzen im prozentualen Anteil an Überwinterungsstadien von Arten unbewusst bereits festgelegt wurden. Zu einem späteren Zeitpunkt im Jahr wären also aller Wahrscheinlichkeit nach z. B. eher Puppenüberwinterer gefunden worden, wie die Raupendaten von Dr. Wirooms belegen. Die Verteilung der erfassten Raupenarten auf die Überwinterungsstadien hängt zum Beispiel damit zusammen, dass es nicht allzu viele Raupen zu geben scheint, die an Laubbäumen überwintern, da diese normalerweise wohl anscheinend die hier nicht untersuchte Krautschicht zu bevorzugen scheinen.

Insgesamt ist die Verteilung aller Erfassungen von Individuen über den Untersuchungszeitraum recht durchwachsen (vgl. Abb. 2). Es wird jedoch deutlich, dass in der dritten (18. bis 24. März), siebten (15. bis 21. April) und neunten (29. April bis 05. Mai) Untersuchungswoche die meisten Raupen erfasst wurden. Die ersten beiden Peaks in der dritten und vierten Woche kommen wohl zustande durch das massenhafte Auftreten von in Kätzchen lebenden Raupen (vgl. Abb. 2). In der siebten und neunten Untersuchungswoche gibt es eine Anhäufung von Erfassungen auch deshalb, weil in jeder der Wochen ja einmal ganztägig, und zwar am 16. April und am 1. Mai, in Düsseldorf zusammen mit Dr. Wirooms Proben genommen wurden (vgl. Abb. 2).



**Abbildung 2: Phänogramm mit allen in diesem Frühjahr erfassten Raupenindividuen.** Übersicht über die Anzahl an Erfassungen von Raupenindividuen in absoluten Zahlen (y-Achse) für die einzelnen Wochen (x-Achse) über den gesamten Untersuchungszeitraum.

### 3.1. Methodenvergleich

Um zu einer Einschätzung darüber zu gelangen, welche Methode sich am effektivsten gezeigt hat, wurde in der Tabelle 5 die Gesamtzahl der durch eine Methode erfassten Raupenindividuen über das Gesamtgewicht und die Gesamtklopfschläge aller Weidenproben jeder entsprechenden Methode relativiert, sodass die gerundete Raupenzahl pro kg Weidenkätzchen errechnet werden konnte.

*Tabelle 5: Übersicht über die absoluten Individuenzahlen aller durch unterschiedliche Erfassungsmethoden an Weiden gefundenen Raupenarten. Der Tabelle zu entnehmen sind zudem durchschnittliche Individuenzahlen auf 100 Klopfschläge und ein Kilogramm Weidenkätzchen für die unterschiedlichen Erfassungsmethoden.*

	Klopfen	Klopfen und Plücken	Klopfen und Sammeln	Optisch	Pflücken	Sammeln	Gesamt
Agriopsis agg.	13	1	0	0	2	0	16
Agrochola circellaris	75	17	1	0	0	514	607
Agrochola lota	2	6	0	0	1	0	9
Alsophila aescularia	4	0	0	0	0	0	4
Amphipyra berbera	4	1	0	0	0	0	5
Amphipyra pyramidea	1	3	0	0	0	0	4
Apocheima pilosaria	2	0	0	0	0	0	2
Colotois pennaria	1	1	0	0	0	2	4
Conistra rubiginosa	0	0	0	0	0	1	1
Conistra vaccinii	4	7	0	0	0	0	11
Cosmia trapezina	2	1	0	0	0	0	3
Epirrita spec.	2	0	0	0	0	1	3
Erannis defoliaria	12	2	0	0	0	0	14
Eupithecia tenuiata	11	0	0	0	0	13	24
Euplisia transversa	4	9	0	0	0	0	13
Hydriomena furcata	0	1	0	0	0	0	1
Ipimorpha retusa	0	0	0	1	0	0	1
Lymantria dispar	3	0	0	0	0	0	3
Operophtera brumata	134	71	2	0	9	8	224
Orthosia cerasi	4	0	0	0	0	0	4
Orthosia cruda	4	2	0	0	0	0	6
Orthosia gothica	6	0	1	0	1	0	8
Orthosia incerta	2	0	0	0	1	0	3
Orthosia munda	0	2	0	0	0	0	2
Parastichtis ypsilon	0	1	0	2	0	1	4
Xanthia icteritia	29	0	1	0	1	120	151
Xanthia togata	4	33	0	0	1	7	45
<b>Gesamte Individuenzahl</b>	<b>323</b>	<b>158</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>667</b>	<b>1172</b>
<b>Gewicht Proben Gesamt</b>	<b>2748,5</b>	<b>2477,8</b>	<b>262,4</b>	-	<b>731,5</b>	<b>2633,0</b>	<b>8853,2</b>
<b>Raupen pro kg Kätzchen</b>	<b>117,52</b>	<b>63,77</b>	<b>19,05</b>	-	<b>21,87</b>	<b>253,32</b>	<b>132</b>
<b>Klopfschläge Gesamt</b>	<b>1820</b>	<b>510</b>	<b>38</b>	-	-	-	
<b>Raupen pro 100 Klopfschläge</b>	<b>151,02</b>	<b>485,84</b>	<b>690,53</b>	-	-	-	

Ganz allgemein lässt sich zunächst sagen, dass die neu eingeführten kombinierten Methoden aus Klopfen und Sammeln und Klopfen und Pflücken eine im Vergleich zu den herkömmlichen Methoden niedrigere Raupenanzahl pro Kilogramm Kätzchen erzielt haben und eine hohe pro 100 Klopfschläge, aber das hängt damit zusammen, dass in der Kombination grundsätzlich durch Sammeln oder Pflücken Raupen eingetragen wurden, für deren Erfassung keine Klopfschläge getätigt wurden (vgl. Tab. 5). Es ist dementsprechend also extrem schwierig, die kombinierten Methoden überhaupt zu quantifizieren. Die Empfehlung an dieser Stelle ist, sich für beide Mischformen der Beprobung auf den in Relation zum Gewicht stehenden Werte pro kg Pflanzensubstrat zu beziehen, weil meist nach erfolglosem oder mäßig erfolgreichem Klopfen entweder gesammelt oder gepflückt wurde.

Generell wurden, abgesehen von acht Beprobungen an Bäumen ohne Kätzchen, alle 48 geklopfen Weidenproben mitgenommen und gewogen, weshalb der Wert der Anzahl von Raupenindividuen in Relation zum Gewicht auch bei dieser Methode recht aussagekräftig ist. Aber der Vollständigkeit halber: Aus den nicht gewogenen Proben stammten 118 von den insgesamt 323 der durch die Klopfproben erfassten Raupenindividuen. Wenn diese Proben nicht mit einbezogen worden wären, läge der neue durchschnittliche Wert beim Klopfen bei etwa 75 Raupenindividuen pro Kilogramm Kätzchen.

Beim reinen Klopfen ohne Probenmitnahme ist die Relation nach Klopfschlägen selbstverständlich genauer, allerdings kann hiermit schlechter ein Vergleich zwischen den Methoden vorgenommen werden, weil sich die Relationen für andere Methoden nicht so berechnen lassen und die verschiedenen berechneten Werte pro Kilogramm Kätzchen oder pro 100 Klopfschläge außerdem nicht vergleichbar sind.

Die beiden etablierten Methoden Klopfen und Sammeln zeigten mit Abstand die größten Erfolge bei der Beprobung von Weiden. Beim Klopfen kommen wir dabei sogar auf einen Wert von 75 Raupen pro Kilogramm (ohne die Proben an Gehölzen ohne Kätzchen), der sehr viel höher ist als die Quote beim mäßig erfolgreichem Klopfpflücken (vgl. Tab. 5). Dieser Wert wird allerdings noch vom Ergebnis der Sammelmethode in den Schatten gestellt, bei der pro Kilogramm Weidenkätzchen ganze 254 Raupen gefunden wurden, also mehr als doppelt so viele wie beim Klopfen (vgl. Tab. 5). Damit ist das Sammeln eindeutig die effektivste Methode, wobei dabei bedacht werden muss, natürlich nur, falls dies zum richtigen Zeitpunkt erfolgt und das Erfassen von vielen Individuen der Herbsteulen und *Eupithecia tenuiata* das Ziel ist.

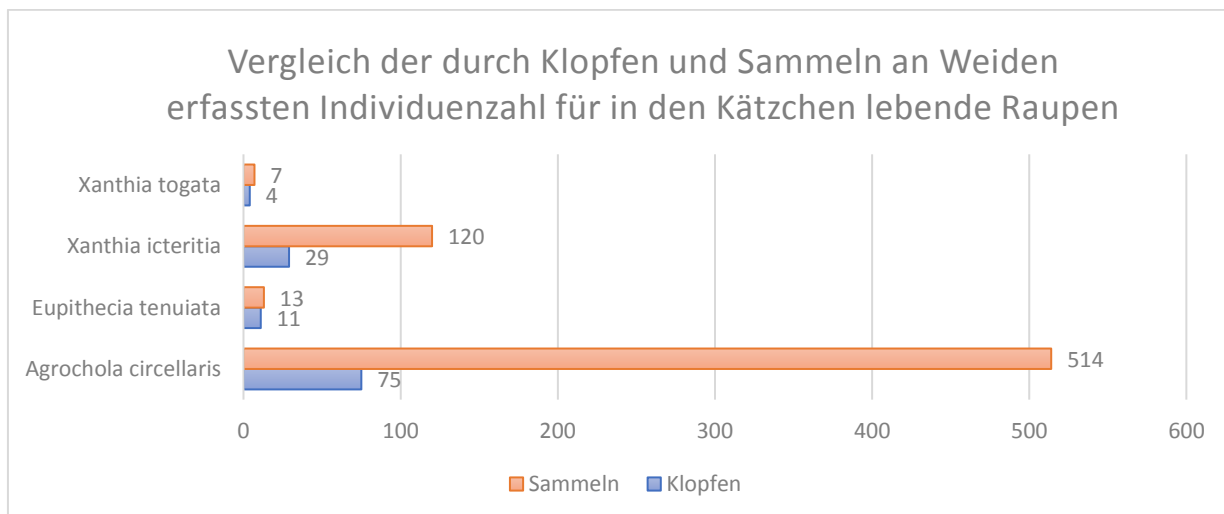
Aber auch zwischen den einzelnen Arten und Gattungen gibt es große Unterschiede, sodass die in Kätzchen lebenden Herbsteulen in hoch überwiegender Zahl (645 Raupenindividuen)



gesammelt aber wohl auch öfter mal (119 Raupenindividuen) geklopft wurden, während die meisten anderen Raupenarten fast ausschließlich oder sogar ausschließlich geklopft wurden - darunter die am häufigsten erfasste *Operopter brumata* (vgl. Tab. 5 und 6). Bei der Kombination von Klopfen mit Pflücken der Weidenkätzchen wurden an Weiden seltenere Arten wie *Agrochola lota* und *Conistra vacinii* in absoluter Zahl häufiger gefunden (vgl. Tab. 6).

**Tabelle 6: Übersicht über die durch unterschiedliche Erfassungsmethoden zustande gekommenen durchschnittlichen Individueanzahlen pro Kilogramm Weidenkätzchen für einige Herbsteulen und *Eupithecia tenuiata*.**

	<b>Agrochola circellaris</b>	<b>Eupithecia tenuiata</b>	<b>Xanthia icteritia</b>	<b>Xanthia togata</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Gewicht</b>	<b>Raupen pro kg</b>
Klopfen	75	11	29	4	119	2748,50	<b>43,30</b>
Klopfen und Plücken	17	0	0	33	50	2477,80	<b>20,18</b>
Klopfen und Sammeln	1	0	1	0	2	262,40	<b>7,62</b>
Pflücken	0	0	1	1	2	731,50	<b>2,73</b>
Sammeln	514	13	120	7	654	2633,00	<b>248,39</b>
<b>Gesamt</b>	<b>607</b>	<b>24</b>	<b>151</b>	<b>45</b>	<b>827</b>	<b>8853,20</b>	<b>93,41</b>



**Abbildung 3: Vergleich der absoluten Individuenzahlen (x-Achse) für entweder durch Klopfen oder Sammeln an Weiden erfasste Raupenindividuen der in Weidenkätzchen lebenden Arten (y-Achse).**

Eine weitere interessante Überlegung war, die durch Klopfen und durch Sammeln gefundenen Raupenindividuen in absoluter Zahl für die vier in Weidenkätzchen lebenden Arten zu vergleichen (vgl. Abb. 3). Dabei ist klar zu erkennen, dass bei der *E. tenuiata* das Verhältnis zwischen Individuen aus geklopften und gesammelten Proben sehr ähnlich ist, während die Herbsteulen in der Tendenz eher aus gesammelten Proben erfasst wurden als aus geklopften Proben (vgl. Abb. 3). Auffällig ist auch, dass *Agrochola circellaris* und *X. icteritia* in absoluten Zahlen weit

häufiger gesammelt als geklopft wurden, während *X. togata* dagegen häufiger geklopft wurde (vgl. Abb. 3). Es ist dabei allerdings zu bedenken, dass das Probengewicht vernachlässigt wurde. Das Ergebnis sollte also besser nochmal etwas ausdifferenzierter betrachtet werden.

Die Tabelle 7 zeigt nun für die vier in Kätzchen lebenden Arten nochmal das Ergebnis zwischen Klopfen und Sammeln in Relation zum Gewicht und für einzelne Futterpflanzen-Arten. Erst einmal fällt auf, dass *Xanthia togata* im Gegensatz zu den Zahlen in der absoluten Grafik in Relation zum Gewicht eigentlich fast nur geklopft oder gepflückt wurde und nicht gesammelt (vgl. Tab. 7). Außerdem ist der Wert für die Individuenzahl bei *X. togata* für gesammelte männliche Salweidenkätzchen mit 2,83 pro Kilogramm recht gering, ganz im Gegenteil zu dem von *X. icteritia* mit 48,06 Raupen pro Kilogramm (vgl. Tab. 7). Der Wert für geklopfte *X. icteritia* Raupen in männlichen Salweidenproben liegt dagegen nur bei 31 Raupen, also bei etwa 2/3, ist also viel geringer. Leider bieten sich Vergleiche zwischen pro Kilogramm geklopften und gesammelten Raupenindividuen für die meisten Laubgehölze nicht an, da diese nur auf eine Art und Weise beprobt wurden (vgl. Tab. 2, Kap. 2.6 und Tab. 7). Auch bei der *E. tenuiata* fällt auf, dass diese im direkten Vergleich bei männlicher Salweide (*Salix caprea*) als Raupe pro kg häufiger geklopft als gesammelt wurde (vgl. Tab. 7).

Bei der *A. circellaris* verhält es sich so, dass diese in Weiden zwar eindeutig häufiger in gesammelten Proben eingetragen wurde als in geklopften Proben, allerdings gilt dies für die Hainbuche genau umgekehrt, da hier in den Klopfproben pro kg etwa 24 Exemplare gefunden wurden (vgl. Tab. 7).

**Tabelle 7: Absolute und durchschnittlich pro Kilogramm eingetragene Individuenzahlen der in Kätzchen lebenden Raupenarten.** Werte differenziert für geklopfte (K), geklopfte und gepflückte (K&P) und gepflückte (P) Proben im Kontrast zu gesammelten Proben für die verschiedenen Futterpflanzen-Arten.

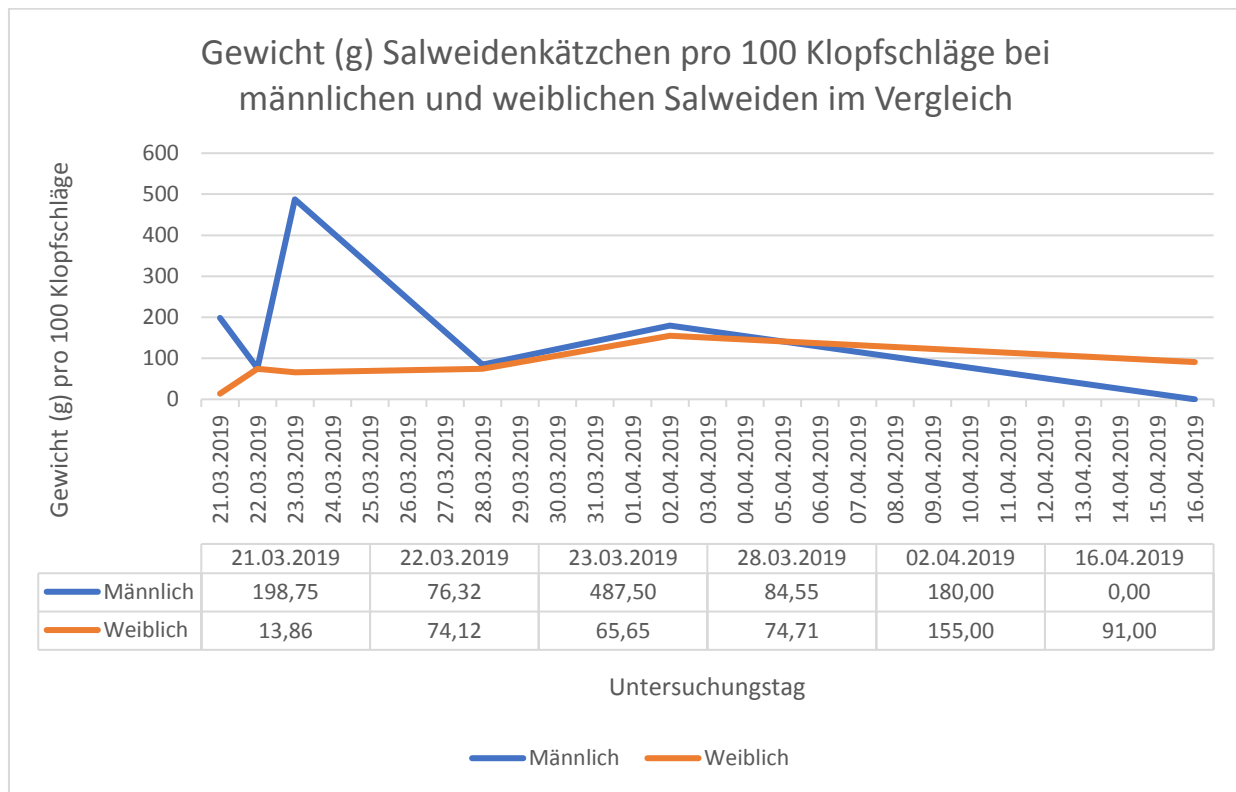
		<b>Agrochola circellaris</b>		<b>Eupithecia tenuiata</b>		<b>Xanthia ictericia</b>		<b>Xanthia togata</b>	
		<b>Absolut</b>	<b>Gewichtet</b>	<b>Absolut</b>	<b>Gewichtet</b>	<b>Absolut</b>	<b>Gewichtet</b>	<b>Absolut</b>	<b>Gewichtet</b>
<b>Carpinus betulus</b>	K, K&P und P	2	31,60	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Carpinus betulus</b>	Sammeln	3	6,88	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Populus tremula (w)</b>	Pflücken	34	21,75	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Prunus spinosa</b>	K, K&P und P	3	6,68	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Quercus robur</b>	K, K&P und P	1	29,24	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Salix alba (m)</b>	K, K&P und P	6	12,51	0	0,00	1	2,09	0	0,00
<b>Salix babylonica (m)</b>	Sammeln	0	0,00	0	0,00	1	40,16	0	0,00
<b>Salix caprea (m)</b>	K, K&P und P	45	126,83	11	31,00	11	31,00	0	0,00

		Agrochola circellaris		Eupithecia tenuiata		Xanthia ictericia		Xanthia togata	
		Absolut	Gewichtet	Absolut	Gewichtet	Absolut	Gewichtet	Absolut	Gewichtet
<b>Salix caprea (m)</b>	Sammeln	521	210,42	13	5,25	119	48,06	7	2,83
<b>Salix caprea (w)</b>	K, K&P und P	17	12,83	0	0,00	14	10,56	4	3,02
<b>Salix cinerea (m)</b>	K, K&P und P	13	28,43	0	0,00	0	0,00	27	59,06
<b>Salix cinerea (w)</b>	K, K&P und P	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	2,80
<b>Salix fragilis (m)</b>	Sammeln	0	0,00	0	0,00	1	7,58	0	0,00
<b>Salix fragilis (w)</b>	K, K&P und P	3	8,61	0	0,00	4	11,48	1	2,87
<b>Salix viminalis (m)</b>	K, K&P und P	1	133,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00

Es lässt sich deutlich ein frühes Maximum beim Probengewicht pro 100 Klopfschläge für das Klopfen an männlicher Salweide feststellen, während die weibliche Salweide erst etwa eine Woche später den höchsten Gewichtswert pro 100 Klopfschläge verzeichnen kann (vgl. Abb. 4). Dass sich das Maximum an abgefallenen Kätzchen pro Klopfschläge ab dem 22. noch bis zum 23. März aufbaut, liegt vermutlich daran, dass in dieser Zeit die Kätzchen aufgeblüht sind und sie sich schlicht schwerer vom Baum klopfen lassen, wenn sie frisch blühen (vgl. Abb. 4). Die Abnahme bis Ende März deutet dann darauf hin, dass einfach mittlerweile weniger Kätzchen an den Bäumen sind, weshalb logischerweise auch weniger geklopft werden konnten (vgl. Abb. 4). Die beiden Proben, die in der Grafik den Wert vom 28. März für männliche Salweide allein gemittelt repräsentieren, sind hier kritisch zu sehen, vor allem, wenn der erneute Anstieg des Gewichts pro 100 Klopfschläge zum 2. April hin betrachtet wird (vgl. Abb. 4).

Deutlich muss gesagt werden, dass am 2. April die letzte Klopfprobe an männlicher Salweide genommen wurde, weil noch eine gefunden wurde, die erstaunlich spät noch Kätzchen trug. Das bedeutet, dass der Wert hier eigentlich viel niedriger als bei weiblicher Salweide wäre. Später im Frühjahr wurden die männlichen Weiden dann allerdings nicht mehr beklopft, weil einfach keine Kätzchen mehr an den Bäumen waren, während das bei weiblichen Weiden noch nicht der Fall war. Insgesamt haben die weiblichen Bäume also später als die männlichen Bäume den Höhepunkt bei der Gewichtsmenge pro 100 Klopfschläge, was bestätigt, dass die weiblichen Weiden später anfangen zu blühen und die Blüte dafür länger dauert als die der männlichen Artgenossen. Dementsprechend ist auch der Höhepunkt für das Gewicht pro 1.000 Klopfschläge versetzt (vgl. Abb. 4). Die Grafik verdeutlicht zudem noch, dass sich die weiblichen Weidenkätzchen generell schwieriger vom Baum klopfen lassen als die männlichen, da ihr

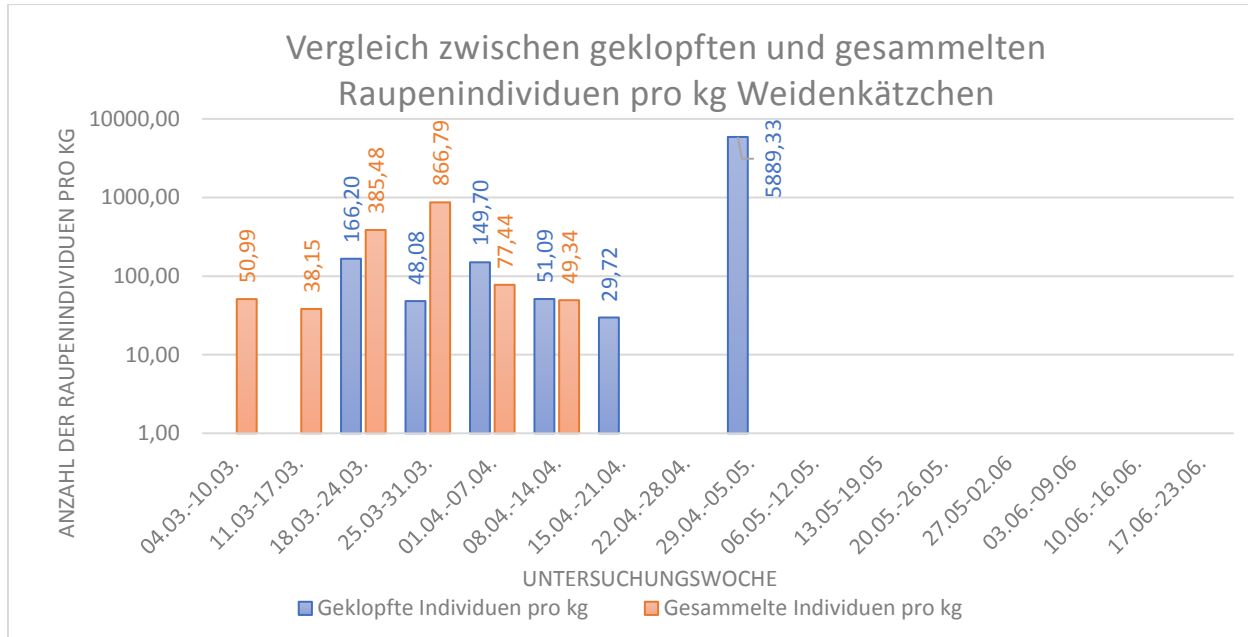
maximales Gewicht pro 100 Klopfschläge über den Untersuchungszeitraum weit hinter dem der männlichen zurücksteht (vgl. Abb. 4).



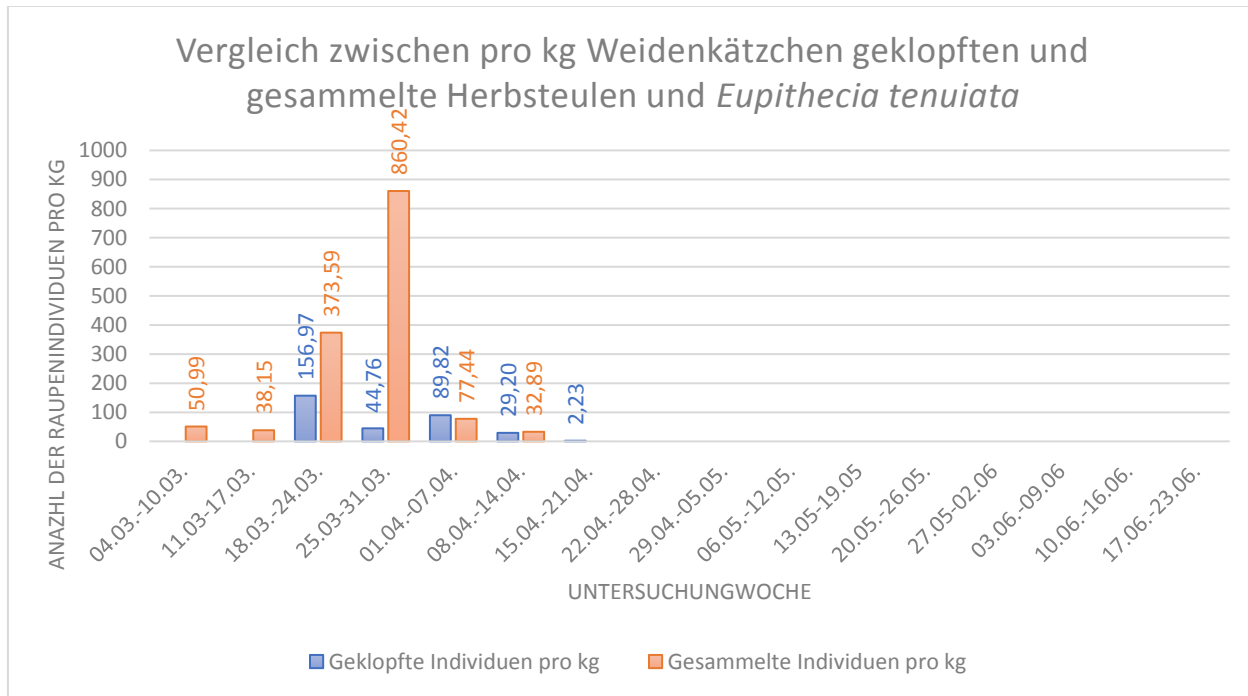
**Abbildung 4: Übersicht über das pro 100 Klopfschläge eingetragene Gewicht (in g, y-Achse) an männlichen und weiblichen Salweidenkätzchen über die Tage des Untersuchungszeitraums (x-Achse) im Vergleich.**

Als Nächstes stellt sich die Frage, wann durch welche Methode die meisten Raupenindividuen in Weidenkätzchen gefunden werden können. Zunächst einmal ist ganz deutlich, dass beim Klopfen und Sammeln die Maxima an Raupen pro kg Weidenkätzchen nicht im selben Zeitraum liegen, sondern versetzt (vgl. Abb. 5). Während beim Sammeln in der Woche vom 25. bis zum 31. März, also Ende März, am meisten Raupen, nämlich 866,79 Exemplare pro Kilogramm gefunden wurden, konnten Maxima in der Individuenzahl für das Klopfen in der Woche zuvor mit 166,2 Raupen pro Kilogramm und der Woche darauf mit 149,7 Individuen pro Kilogramm Kätzchen festgestellt werden (vgl. Abb. 5). Der hohe Peak mit einer Individuenzahl von 5.889,33 Raupen pro Kilogramm Weidenkätzchen für das Klopfen in der Woche vom 29. April bis zum 5. Mai rührt daher, dass hier am 5. Mai an zahlreichen Weiden ohne Kätzchen höchst erfolgreich geklopft wurde (vgl. Abb. 5). Insgesamt ist das Klopfen eigentlich grundsätzlich, über den ganzen Untersuchungszeitraum gesehen, als die effektivere Methode zur Beschaffung von Raupenindividuen anzusehen und das auch Ende März an Weidenkätzchen (vgl. Abb. 5). Lediglich in der Woche ab dem 1. April gibt es für das Klopfen mit 149,7 Raupen pro Kilogramm

einen deutlich höheren Durchschnittswert als für das Sammeln mit lediglich 77,44 Raupen pro Kilogramm (vgl. Abb. 5).



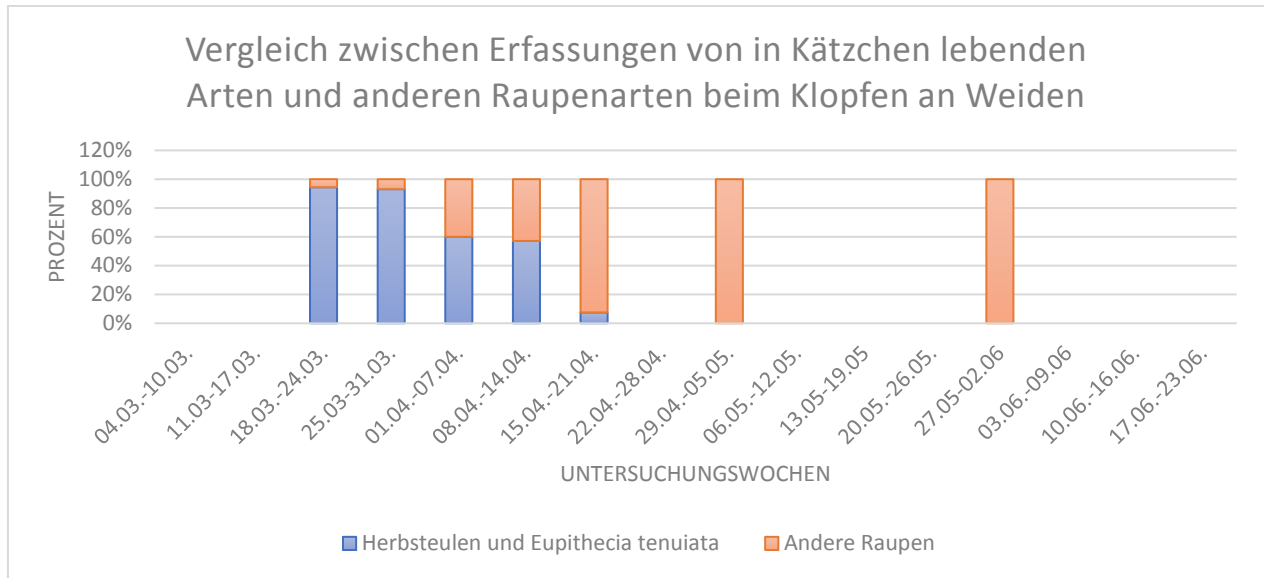
**Abbildung 5: Vergleich der durchschnittlichen Anzahl von Raupenindividuen pro Kilogramm geklopfter und gesammelter Weidenkätzchen.** Zur Übersicht wurde die Anzahl der Raupenindividuen in einer logarithmischen Skala (y-Achse) über den Untersuchungszeitraum (x-Achse) aufgetragen.



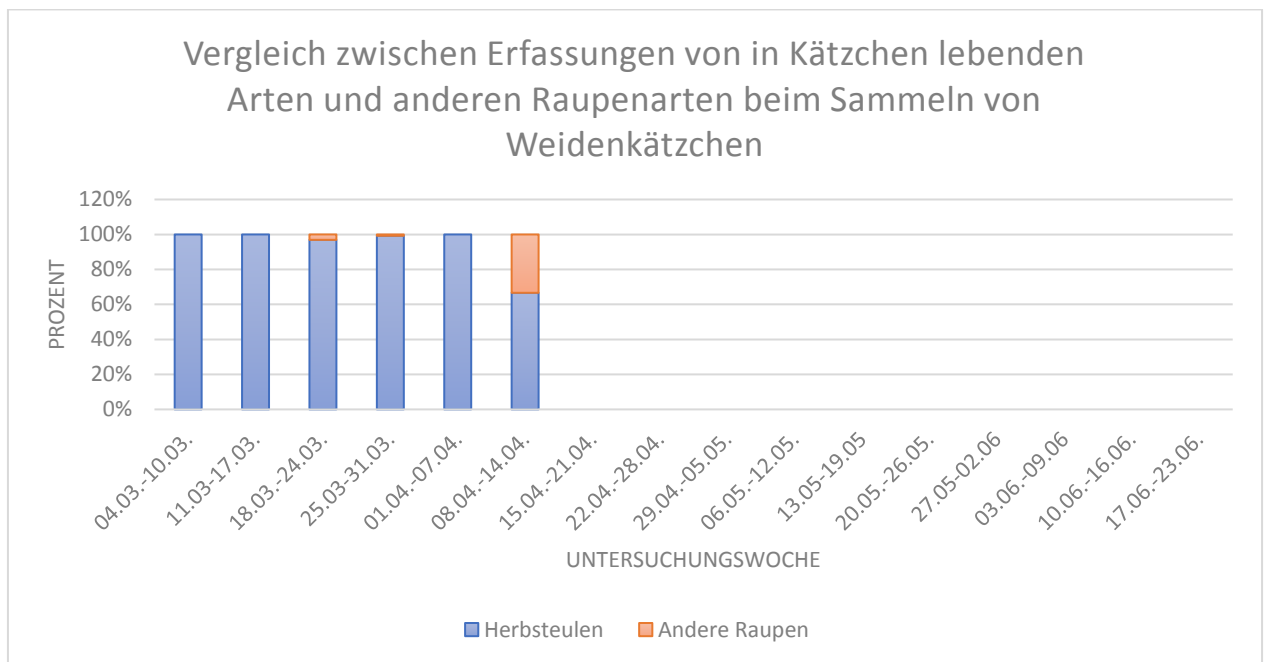
**Abbildung 6: Vergleich der durchschnittlichen Anzahl der in Kätzchen lebenden Raupenindividuen pro Kilogramm geklopfter und gesammelter Weidenkätzchen.** Zur Übersicht wurde die durchschnittliche Anzahl der Raupenindividuen pro Kilogramm (y-Achse) über den Untersuchungszeitraum (x-Achse) aufgetragen.

Die durchschnittlichen Zahlen für das Sammeln von in Kätzchen lebenden Raupenindividuen mit 373,59 Erfassungen in der vorletzten Märzwoche und durchschnittlich 860,42 Raupenindividuen in der letzten Märzwoche zeigt, dass bei der Suche nach Herbsteulen, im Gegensatz zu Raupen im Allgemeinen, das Klopfen nicht die effektivste Methode darstellt, sondern das Sammeln (vgl. Abb. 6). In den letzten beiden Märzwochen überragt die durchschnittliche Zahl der pro Kilogramm gesammelten Raupen, die der pro Kilogramm geklopfen um ein Vielfaches (vgl. Abb. 6). Die höchste Diskrepanz der durchschnittlichen Werte findet sich in der letzten Märzwoche, bei der das Sammeln im Durchschnitt 860,42 Raupen pro Kilogramm Weidenkätzchen einträgt, während das Klopfen bloß 44,76 Raupenindividuen pro Kilogramm einbringt (vgl. Abb. 6).

Diese Erkenntnisse lassen darauf schließen, dass beim Klopfen mehr der nicht speziell in Kätzchen lebenden Arten mit erfasst werden als beim Sammeln und das kann auch mathematisch bestätigt werden (vgl. Abb. 7 und 8). Ab Ende März steigt der prozentuale Anteil der beim Klopfen gefundenen Raupenindividuen an, die normalerweise nicht in Kätzchen leben, während dementsprechend der Anteil der Herbsteulen zurückgeht. In den letzten beiden Wochen des März liegt der Anteil an anderen Raupen bei weniger als 7 %. Ab Anfang April steigt der Anteil dann immer weiter an – in der ersten Aprilwoche auf 40 %, in der zweiten dann auf ca. 43 % und in der dritten auf ganze 92,5 % (vgl. Abb. 7). Um also Klopfproben mit weitestgehend Herbsteulenerfassungen durchzuführen, bieten sich die beiden letzten Wochen im März am ehesten an. Beim Sammeln dagegen gibt es auch noch bis zum 10. März einen fast durchgängig hundertprozentigen Anteil an Raupen der Herbsteulen und *Eupithecia tenuiata* in den Proben, der dann erst in der Zeit bis Mitte März auf 66,67 % abfällt, was im Vergleich zu deren Anteil beim Klopfen ein noch höheres Ergebnis darstellt (vgl. Abb. 7 und 8). Ist einem also daran gelegen, möglichst wenig Beifang zu erfassen, so eignen sich allenfalls die letzten beiden Märzwochen zum Klopfen und spätestens danach sollte auf das Sammeln von Weidenkätzchen umgestiegen werden.



**Abbildung 7:** Vergleich des prozentualen Anteils von in Weidenkätzchen und nicht in Weidenkätzchen lebenden Raupen (y-Achse) für geklopfte Weidenproben über den Untersuchungszeitraum (x-Achse).



**Abbildung 8:** Vergleich des prozentualen Anteils von in Weidenkätzchen und nicht in Weidenkätzchen lebenden Raupen (y-Achse) für gesammelte Weidenproben über den Untersuchungszeitraum (x-Achse).

### 3.1.1. Probenaufbewahrung

Da mit ins Institut genommene Proben längere Zeit aufbewahrt und mehrfach durchsucht wurden, konnten Raupen sowohl gleich zu Anfang als auch erst nach einiger Zeit gefunden werden. Dabei war es je nach beprobter Pflanze und betrachteter Raupenart unterschiedlich, ob die Raupen eher zu Anfang oder erst nach einiger Zeit gefunden wurden (vgl. Tab. 8 und 9).

*Tabelle 8: Zeitpunkte der Raupenerfassungen in mitgenommenen Klopfproben von männlicher Salweide. Enthalten sind Probennummern, ihr Gewicht sowie alle aus ihnen erfassten Raupen in absoluter Zahl ab dem Probenahmetag (Tag 0).*

Standort- / Probennummer	Gewicht (g)	Tag 0	Tag 1-3	Tag 4-6	Tag 7-10	ab Tag 10
C-6-01 / 2	15,9	-	4	3	-	-
B-5-05 / 1	51,9	-	2	1	-	-
F-6-03 / 2	72,2	-	11	10	-	-
F-6-07 / 2	31,6	-	-	-	5	4
F-6-08 / 1	44,4	-	1	6	-	-
F-6-09 / 1	58,5	-	7	3	-	-
F-6-13 / 2	13,2	-	-	4	1	3
F-6-17 / 2	9,3	-	-	-	1	-
F-6-21 / 2	9,3	-	-	4	1	-
B-5-05 / 2	23,4	-	-	-	-	-

*Tabelle 9: Zeitpunkte der Raupenerfassungen in mitgenommenen Sammelproben von männlicher Salweide. Enthalten sind Probennummern, ihr Gewicht sowie alle aus ihnen erfassten Raupen in absoluter Zahl ab dem Probenahmetag (Tag 0).*

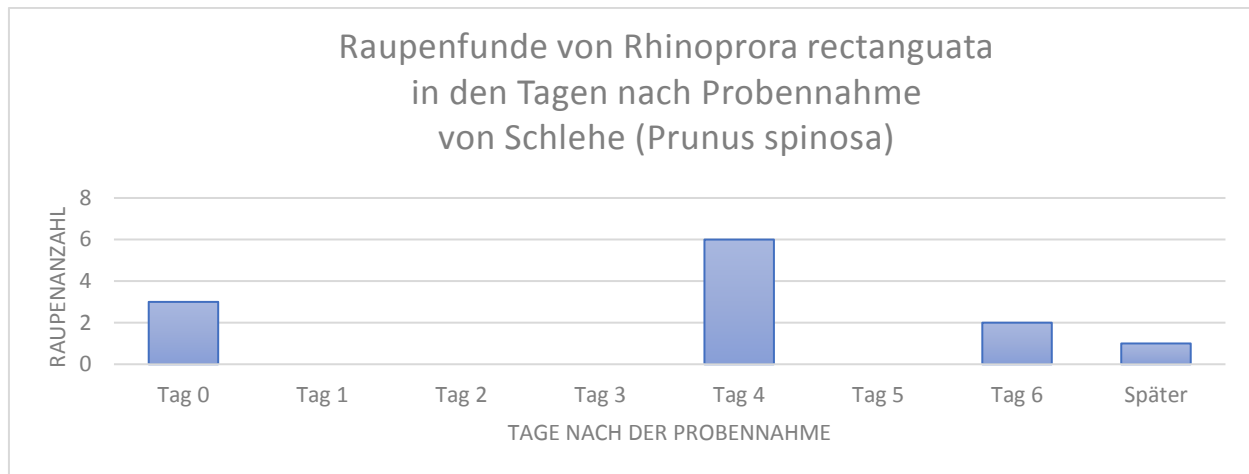
Standort- / Probennummer	Gewicht (g)	Tag 0	Tag 1-3	Tag 4-6	Tag 7-10	ab Tag 10
B/C-5-01 / 1	316,4	-	-	7	6	-
B/C-5-02 / 1	17	-	-	2	2	-
B/C-5-03 / 1	11,9	-	-	-	-	-
B/C-5-01 / 2	29,3	-	-	1	2	-
B/C-5-02 / 2	430,6	-	2	12	1	-
B-5-01 / 1	86,4	-	16	12	10	-
C-6-01 / 1	9,7	-	-	1	-	-
C-6-02 / 1	78,6	-	14	36	2	6
B/C-5-01 / 3	285,1	16	44	19	-	-
B/C-5-02 / 3	115,4	1	1	-	3	-
F-6-01 / 1	72,8	-	-	2	-	-
F-6-03 / 1	25,9	-	4	11	-	-
F-6-04 / 1	79,8	1	45	38	-	-
F-6-07 / 1	86,8	1	33	8	-	-
F-6-13 / 1	172,8	-	2	52	25	-
F-6-17 / 1	58,4	-	-	167	7	2
F-6-21 / 1	27,2	-	-	-	6	-
B/C-5-01 / 4	23,1	-	-	4	-	-
B/C-5-02 / 4	32,3	-	-	7	-	-
B-5-01 / 2	32,6	-	6	-	-	-
C-6-01 / 3	62,6	-	4	1	1	-
C-6-02 / 2	421,3	-	19	9	-	-



Es ist zu erkennen, dass bei gesammelten Proben im Vergleich zu geklopften Proben die Raupenerfassungen auch teilweise schon am Tag der Probennahme erfolgt sind, wie in der Probe B/C-5-01 / 3, in der am ersten Tag bereits 16 Raupen entdeckt wurden (vgl. Tab. 8 und 9). Das könnte damit zusammenhängen, dass in den gesammelten Kätzchen in der Tendenz ältere Raupenindividuen gefunden wurden als in den geklopften weniger abgeblühten Kätzchen, sodass geklopfte Exemplare vor ihrer Erfassung oft noch ein bis zwei Häutungen vollziehen mussten, bis sie aufgrund ihrer Größe deutlicher in der Probe zu erkennen waren.

Auch bei den Mitnehmproben von Schlehe wurden bestimmte Arten erst einige Zeit nach dem Sammeldatum gefunden, insbesondere der Blütenspanner *Rhinoprora rectangulata*. Insgesamt sind bloß drei der zwölf an Schlehe gefundenen Raupen dieser Art auch tatsächlich noch am Tag der Probennahme entdeckt worden (vgl. Abb. 9). Die meisten Raupen wurden erst vier Tage nach Probennahme gefunden (vgl. Abb. 9). Es ist dabei auch vorgekommen, dass in ein und derselben Probe zeitlich versetzt Raupen gefunden wurden. In einer Schlehenprobe mit der Nummer EL-7/1 beispielsweise wurden noch am Tag der Probenentnahme zwei Raupen von *R. rectangulata* gefunden, allerdings wurde vier Tage später beim erneuten Durchsuchen der Probe eine erwachsene Raupe der Art gefunden. Ähnliches gilt für die Schlehenprobe HS-4-U/1, die am 16. April genommen wurde. In dieser Probe wurde erstmals vier Tage später eine ausgewachsene *R. rectangulata* gefunden und dann, erst elf Tage nach der Probenentnahme, ein weiteres Exemplar.

Auffällig dabei ist, dass diese Art wirklich immer nur im letzten Larvalstadium gefunden wurde und nie in kleineren Stadien, in denen sie sich zum Zeitpunkt der Probennahme befunden haben muss. Besonders ist noch, dass bei den Funden der Raupe von *R. rectangulata* an Traubenkirsche, diese zwar auch immer im letzten Häutungsstadium war, jedoch immer direkt gefunden wurde. Vielleicht hängt das damit zusammen, dass Schlehe verhältnismäßig kleine Blüten besitzt, in denen die kleine Raupenart sich besser verstecken kann.



**Abbildung 9:** Übersicht über sämtliche aus Mitnehmproben der Schlehe (*Prunus spinosa*) erfassten Exemplare (y-Achse) der *Rhinoprora rectangulata* über die Probenbearbeitungszeitraum (x-Achse) ab dem Probenahmetag (0).

Dieses Beispiel zeigt, dass bei der Bestimmung des Häutungsstadiums beachtet werden muss, dass das Häutungsstadium zum Zeitpunkt des Raupenfundes und nicht zum Zeitpunkt der Probennahme festgehalten wurde. Will man also Rückschlüsse über das Häutungsstadium einer Raupe zum Zeitpunkt der Probennahme ziehen, so muss man die Zeit einbeziehen, die die Probe bereits in Bearbeitung war. Dass sämtliche Raupen der Gattung *Rhinoprora* sowie die *E. tenuiata* fast ausschließlich im letzten Häutungsstadium gefunden wurden bedeutet zum Beispiel nicht, dass sie sich auch beim Zeitpunkt der Probenentnahme schon darin befunden haben. Bei den noch vor Ort bearbeiteten Proben gibt es diese Schwierigkeit der Bestimmung des ursprünglichen Häutungsstadiums zur Probennahme dagegen nicht.

### 3.2. Methodenkritik

#### 3.2.1. Klopfproben

Durch die Beprobungen mit zwei unterschiedliche Klopfschirmen muss die Frage nach der Vergleichbarkeit in die Überlegungen zur Quantifizierung mit einfließen, da hypothetisch mit einem größeren Schirm bei derselben Beprobung mehr Raupenindividuen hätten erfasst werden können.

Bei allen Klopfproben, die mit dem kleinen Schirm gemacht wurden, wurde dazu die hypothetische Anzahl Raupen, die mit dem größeren Schirm gefunden worden wären, errechnet (vgl. Tab. 10). Wie unschwer zu erkennen ist, handelt es sich dabei um 60 von den 327 Proben. Das Ergebnis zeigt: Nur bei einer großen Individuenzahl fällt die Berechnung überhaupt ins Gewicht.

*Tabelle 10: Darstellung der hypothetischen Individuenzahlen für die mit dem kleinen Klopfschirm genommenen Proben unter Einbezug des prozentualen Größenunterschieds der Schirmöffnungen. Zudem eine Übersicht über die von diesen Klopfproben betroffenen Pflanzenarten.*

<b>Proben- nahme</b>	<b>Standort- / Probennummer</b>	<b>Pflanze</b>	<b>Individu- enzahl</b>	<b>Hypothetische Individuenzahl</b>
11.04.2019	B/C-5-06 / 1	Prunus spinosa	1	1,07
11.04.2019	B-4-06 / 1	Carpinus betulus	1	1,07
21.05.2019	B-4-16 / 3	Malus domestica	1	1,07
21.03.2019	C-5-01 / 1	Prunus spinosa	1	1,07
28.03.2019	F-6-12 / 1	Salix caprea	1	1,07
28.03.2019	F-6-17 / 2	Salix caprea	1	1,07
28.03.2019	F-6-19 / 1	Salix caprea	1	1,07
02.06.2019	P-6 / 1	Sambucus nigra	1	1,07
11.04.2019	B/C-5-09 / 1	Prunus serrulata	2	2,14
13.04.2019	B/C-5-10 / 2	Carpinus betulus	2	2,14
25.04.2019	B-4-08 / 1	Acer campestre	2	2,14
25.04.2019	B-4-12 / 1	Acer campestre	2	2,14
22.03.2019	B-5-04 / 1	Salix caprea	2	2,14
02.04.2019	B-5-06 / 2	Prunus spinosa	2	2,14
11.04.2019	C-5-02 / 2	Salix fragilis	2	2,14
25.04.2019	CM-1 / 2	Crataegus monogyna	2	2,14
16.04.2019	ES-6-U / 1	Acer campestre	2	2,14
23.03.2019	F-6-06 / 1	Salix alba	2	2,14
16.04.2019	HS-5 / 1	Prunus spinosa	2	2,14
11.04.2019	B/C-5-04b / 2	Salix babylonica	3	3,20
11.04.2019	B/C-5-05 / 1	Prunus spinosa	3	3,20
25.04.2019	B-4-07 / 1	Acer campestre	3	3,20
25.04.2019	B-4-11 / 1	Acer campestre	3	3,20
22.03.2019	B-5-05 / 1	Salix caprea	3	3,20
29.04.2019	B/C-5-22 / 1	Acer campestre	4	4,27
11.04.2019	B-4-05 / 1	Salix fragilis	4	4,27
25.04.2019	B-4-09 / 1	Acer campestre	4	4,27
25.04.2019	B-4-10 / 1	Acer campestre	4	4,27
16.04.2019	ES-2 / 1	Salix cinerea	4	4,27
16.04.2019	ES-7 / 1	Acer campestre	4	4,27
16.04.2019	ES-8-U / 2	Salix aurita	4	4,27
28.03.2019	F-6-15 / 1	Salix caprea	4	4,27
25.04.2019	W-1 / 1	Crataegus monogyna	4	4,27
22.03.2019	B-4-02 / 1	Salix caprea	5	5,34
11.04.2019	B-4-04 / 1	Salix fragilis	5	5,34
28.03.2019	F-6-21 / 2	Salix caprea	5	5,34
16.04.2019	HS-6 / 1	Prunus spinosa	5	5,34
11.04.2019	B/C-5-08 / 1	Prunus spinosa	6	6,41
25.04.2019	B-4-13 / 1	Acer campestre	6	6,41
23.03.2019	F-6-05 / 1	Salix alba	6	6,41
16.04.2019	HS-3 / 1	Pyrus communis	6	6,41
11.04.2019	B/C-5-07 / 1	Prunus spinosa	7	7,47
21.03.2019	C-6-01 / 2	Salix caprea	7	7,47
23.03.2019	F-6-08 / 1	Salix caprea	7	7,47
25.04.2019	R-5 / 1	Crataegus monogyna	7	7,47
28.03.2019	F-6-13 / 2	Salix caprea	8	8,54
25.04.2019	R-4 / 1	Crataegus monogyna	8	8,54
23.03.2019	F-6-07 / 2	Salix caprea	9	9,61
28.03.2019	F-6-11 / 1	Salix caprea	9	9,61

Proben- nahme	Standort- / Probennummer	Pflanze	Individu- enzahl	Hypothetische Individuenzahl
16.04.2019	HS-1 / 1	Prunus padus	9	9,61
02.04.2019	B-5-04 / 2	Salix caprea	10	10,68
23.03.2019	F-6-09 / 1	Salix caprea	10	10,68
21.03.2019	B-5-02 / 1	Prunus spinosa	12	12,81
16.04.2019	ES-1 / 1	Salix cinerea	12	12,81
23.04.2019	CM-1 / 1	Crataegus monogyna	14	14,95
25.04.2019	R-1 / 1	Crataegus monogyna	15	16,02
25.04.2019	R-3 / 1	Crataegus monogyna	17	18,15
29.04.2019	B/C-5-21 / 1	Acer campestre	18	19,22
23.03.2019	F-6-03 / 2	Salix caprea	21	22,42
16.04.2019	HS-4-U / 1	Prunus spinosa	23	24,56
		<b>GESAMT</b>	<b>348</b>	<b>371,59</b>

Einzelwerte für Anzahlen von Raupen scheinen sich dadurch kaum zu ändern. Ein oder zwei Individuen könnten in einer großen Probe weniger gefangen worden sein, aber im Großen und Ganzen ist der minimale Unterschied vernachlässigbar. Würde der Schirmunterschied mit einberechnet werden, so stiege die Anzahl von 348 mit dem leichten, kleinen Schirm gefundenen Raupenindividuen auf eine hypothetische Anzahl von 371,59 Raupenindividuen.

Für das Vernachlässigen des Schirmunterschiedes sprechen auch die hauptsächlich in den Proben gefundenen Raupenarten. Es sind nämlich 129 Raupen und damit knapp über 37 % kleine Frostspanner, *Operophtera brumata*, auf die in dieser Arbeit ohnehin kein besonderes Augenmerk gelegt wird (vgl. Tab. 11).

*Tabelle 11: Übersicht über die mit dem kleinen Klopfschirm erfassten Raupenindividuen der verschiedenen Arten und deren prozentualer Anteil an der Gesamtzahl.*

Raupenart	Anzahl	Prozentualer Anteil	Raupenart	Anzahl	Prozentualer Anteil
Alsophila aescularia	1	0,29 %	Conistra vaccinii	4	1,15 %
Epirrita	1	0,29 %	Cosmia trapezina	4	1,15 %
Gymnoscelis rufifasciata	1	0,29 %	Allophyes oxyacanthae	6	1,72 %
Lymantria dispar	1	0,29 %	Amphipyra pyramidea	6	1,72 %
Orthosia gothica	1	0,29 %	Conistra ligula	10	2,87 %
Orthosia munda	1	0,29 %	Conistra rubiginosa	13	3,74 %
Rhinoprora chloerata	1	0,29 %	Eupsilia transversa	13	3,74 %
Theria primaria	1	0,29 %	Eupithecia tenuiata	14	4,02 %
Agriopis aurantiaria/marginaria	2	0,57 %	Rhinoprora rectangulata	15	4,31 %
Amphipyra berbera	2	0,57 %	Erannis defoliaria	16	4,60 %
Apocheima pilosaria	2	0,57 %	Xanthia ictertia	28	8,05 %
Colotois pennaria	2	0,57 %	Agrochola circellaris	71	20,40 %
Xanthia togata	3	0,86 %	Operophtera brumata	129	37,07 %
			<b>GESAMT</b>	<b>348</b>	

### 3.3. Phänologie

#### 3.3.1. Herbsteulen der Gattungen *Xanthia* und *Agrochola* sowie *Eupithecia tenuiata*

Von den Herbsteulen der Gattung *Agrochola* wurden vier Arten gefunden (*A. lota*, *A. circellaris*, *A. macilenta* und *A. lychnidis*), von der Gattung *Xanthia* die beiden Arten *Xanthia icteritia* und *Xanthia togata*. Die Herbsteulen haben den Wechsel von Primär- zu Sekundärfutterpflanzen und das Leben der jungen Raupen vor allem in Weidenkätzchen gemein. Die zahlreich erfasste *Eupithecia tenuiata* bietet als auch im Stadium Ei überwinternde und in Weidenkätzchen lebende Art einen möglichen Vergleich zu den Herbsteulen, obwohl es sich bei ihr um einen Sommer-Blütenspanner handelt (vgl. STEINER et al., 2014).

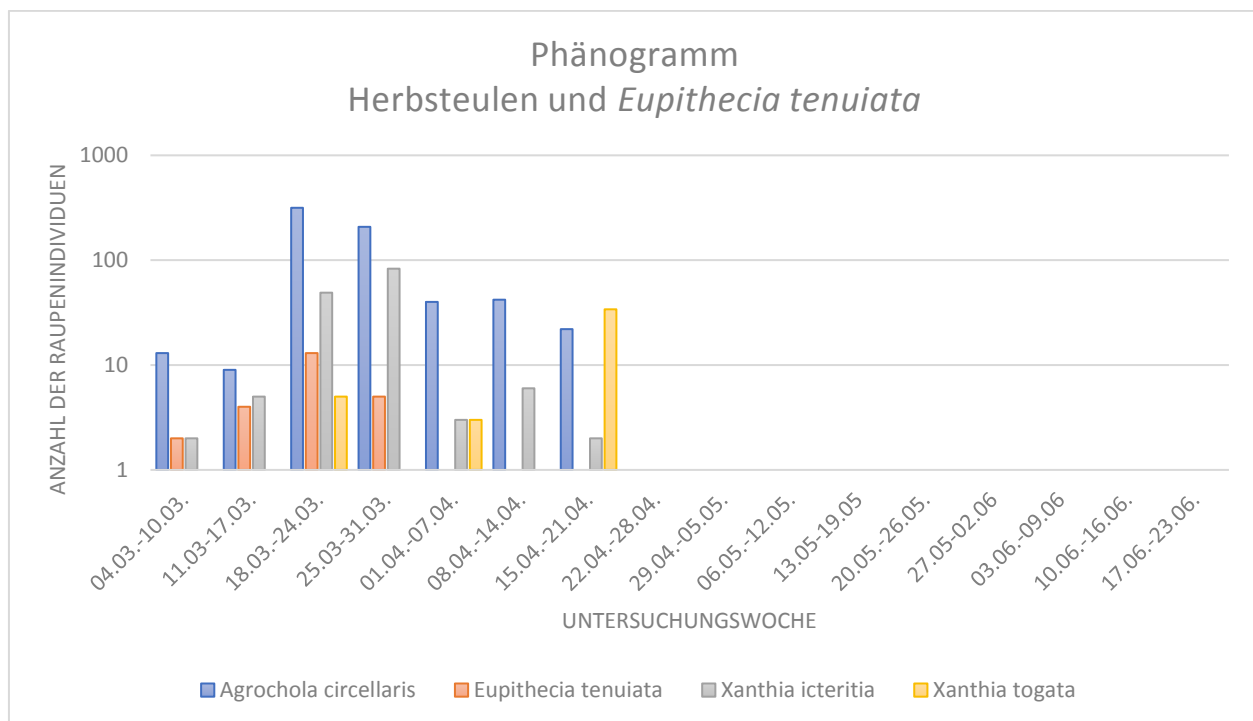


Abbildung 10: Phänogramm für in diesem Frühjahr erfasste in Kätzchen lebende Raupen (*Agrochola circellaris*, *Xanthia icteritia*, *Xanthia togata*, *Eupithecia tenuiata*) in absoluten Zahlen (y-Achse, logarithmisch) über den Untersuchungszeitraum (x-Achse).

Die insgesamt zweithäufigste und unter den Herbsteulen mit Abstand am konstantesten und häufigsten auftretende Art bei den Untersuchungen in diesem Frühjahr war *A. circellaris* mit einer Gesamtzahl von 650 erfassten Raupen. Schon in den ersten Proben vom 7. März, die durch einen Sturm von zwei männlichen Salweiden geweht wurden, wurde die polyphage Art gefunden (vgl. Abb. 10). Bis zum 16. April, also im Zeitraum der ersten sieben Untersuchungswochen, wurde *A. circellaris* in Proben von Zitterpappel, Schlehe, Stieleiche, Hainbuche und in vielen verschiedenen Weidenarten erfasst (vgl. Tab. 7; Abb. 10). In der dritten und vierten Untersuchungswoche von Mitte bis Ende März, in der Zeit also, in der die meisten

Weidenkätzchenproben gesammelt wurden, wurde *A. circellaris* 524-mal erfasst, was auffällig ist und etwa 80 % der Gesamterfassungen ausmacht, wobei man aber natürlich berücksichtigen muss, dass im Zuge dieser Arbeit die Weidenkätzchen besonders intensiv beprobt wurden.

Im Vergleich zur polyphagen *A. circellaris* traten die Raupen der zwei *Xanthia*-Arten zwar seltener auf, wurden aber dennoch mit insgesamt 196 Gattungsvertretern recht zahlreich erfasst. Beide Arten wurden dabei über den gesamten Untersuchungszeitraum ausschließlich an unterschiedlichen Weidenarten gefunden (vgl. Abb. 10).

Die Raupen von *X. icteritia* hatten ihre phänologischen Maxima in den gleichen Wochen wie *A. circellaris*, allerdings in einem kleineren Rahmen. Dennoch, von den insgesamt 151 Raupen der *X. icteritia* wurden 132 Raupen von Mitte bis Ende März erfasst, was einen Anteil von etwa 87 % an den Gesamterfassungen der Art ausmacht. Der Erstfund der *X. icteritia* war aus denselben männlichen Salweidenproben vom 7. März, in der auch die *A. circellaris* das erste Mal gefunden wurde. Zum letzten Mal wurde *X. icteritia* in einer weiblichen Salweiden-Probe vom 25. April gefunden.

Bei der *X. togata* dagegen stellt sich die Phänologie etwas anders dar. Zunächst einmal ist diese Art unter den im Phänogramm betrachteten Herbsteulen mit 45 Individuen am wenigsten vertreten. Auch der Startpunkt der Erfassung war erst am 21. März in einer männlichen Salweidenprobe, obwohl zuvor schon solche Proben genommen worden waren. Einen auffälligen Höhepunkt in der Anzahl der *X. togata* gibt es von Mitte bis Ende April. Dabei muss man allerdings berücksichtigen, dass allein 27 ihrer Raupen aus einer großen, am 16.4. im Düsseldorfer Eller Forst gesammelten, Kätzchenprobe von männlichen Grauweiden stammen. Abgesehen von diesem starken Auftreten der Art gab es bis zum ihrem letzten Einzelfund am 25. April in der achten Untersuchungswoche keine großen Schwankungen in der Zahl der pro Woche gefundenen Raupen und diese ist konstant eher gering (vgl. Abb. 10).

Die *E. tenuiata* tritt genau wie *A. circellaris* und *X. icteritia* schon in der ersten Untersuchungswoche auf, wird aber dann nur noch bis Ende März in der vierten Untersuchungswoche gefunden, während die anderen Arten noch bis Ende April erfasst werden konnten (vgl. Abb. 10). Bei der *E. tenuiata* ist noch besonders auffällig, dass sie bis auf ein einziges Mal immer im letzten Häutungsstadium vor der Verpuppung gefunden wurde. Bloß in einer männlichen Probe von Salweide (*Salix caprea*) vom 12. März wurde am 21. März eine *E. tenuiata* im vorletzten Häutungsstadium (L3) gefunden.

Zusätzlich zu diesen Raupen wurden noch andere Herbsteulen gefunden, die im Folgenden ebenfalls, wenn auch etwas kürzer, besprochen werden. *Agrochola macilenta* hat eine den Herbsteulen in der Grafik ähnliche Lebensweise, allerdings ist die Zahl der erfassten Raupenindividuen mit sieben Exemplaren sehr niedrig. Sämtliche Individuen der Art stammen

bloß aus zwei Proben: Einer von Zitterpappel (gepflückte weibliche Kätzchen) am 10. April und einer Klopfpabe vom 16. April an abblühender Schlehe. *Agrochola lota* ruht als erwachsene Raupe tagsüber wohl meist z. B. in Rindenritzen, was der Grund dafür sein könnte, dass auch im Zuge dieser Arbeit bloß neun Exemplare im April und Mai an unterschiedlichen Weidenarten gefunden wurden (STEINER et al., 2014). Erstfunde für diese Art waren am 16. April in Düsseldorf in Proben dreier verschiedener in Vollblüte stehender Weidenarten und der letzte Fund stammt aus einer Probe von Korbweide (*Salix viminalis*) vom 1. Mai, bei der die Weide bereits zu fruchten begann. Die acht Individuen von *Agrochola lychnidis* wurden alle am 24. Mai von Hundsrose (*Rosa canina*) geklopft.

### 3.3.2. Wintereulen

Aus der Gattung *Conistra* werden im Zuge der Arbeit die Wintereulen-Arten *Conistra vaccinii*, *Conistra ligula* und *Conistra rubiginosa* näher betrachtet. Eine weitere betrachtete Wintereule, ist *Eupsilia transversa*.

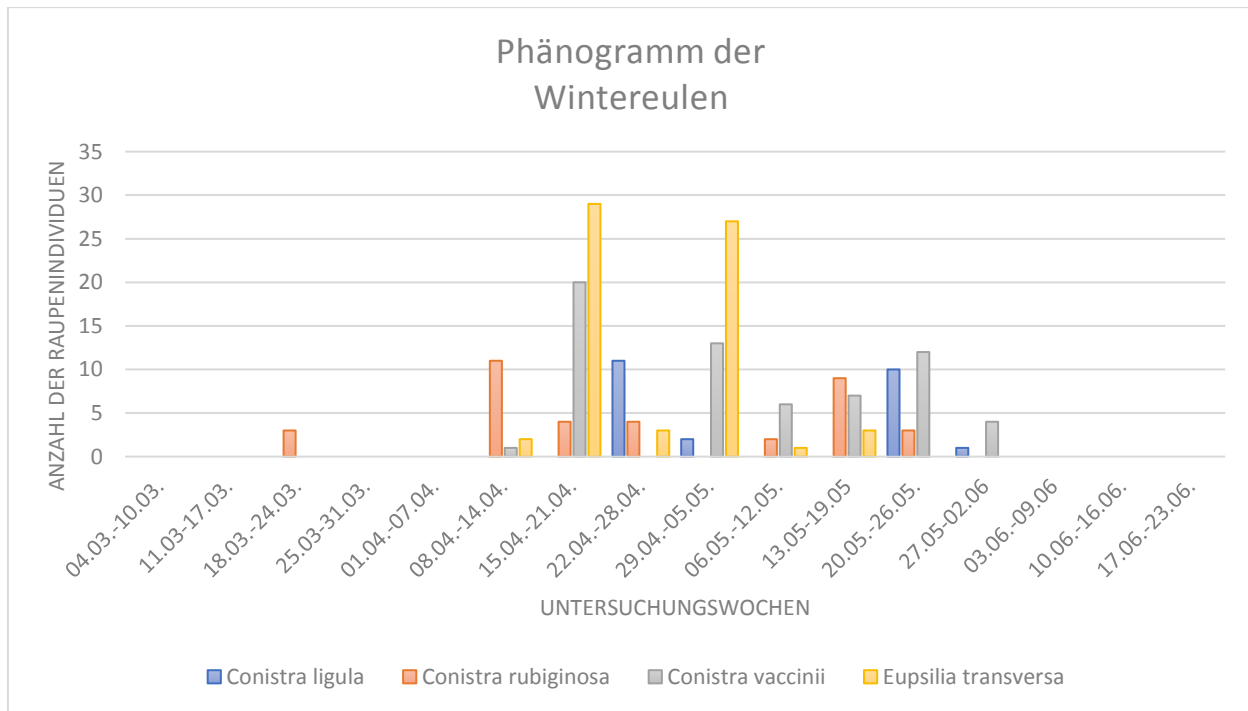


Abbildung 11: Phänogramm für in diesem Frühjahr erfasste Wintereulen (*Conistra ligula*, *Conistra rubiginosa*, *Conistra vaccinii*, *Eupsilia transversa*) in absoluten Zahlen (y-Achse) über den Untersuchungszeitraum (x-Achse).

Was bei der Phänologie der Raupen der Gattung *Conistra* als Erstes ins Auge fällt, ist das ungemein lange phänologische Auftreten der mit insgesamt 36 Raupenindividuen erfassten *C. rubiginosa*, die schon in der dritten Untersuchungswoche Mitte/Ende März, genauer am 23. März, an früh blühender Salweide (*Salix caprea*) und Schlehe (*Prunus spinosa*) gefunden wurde

und deren letzte Erfassung am 21. Mai an Kulturapfel (*Malus domestica*) und Spät blühender Traubenkirsche (*Prunus serotina*) stattfand (vgl. Abb. 11). Erst ab Mitte April wurde die Raupe neben Schlehe auch an anderen Pflanzenarten der Gattung *Prunus* gefunden, ebenso wie an Weißdorn (*Crataegus monogyna*). Am stärksten wurde die Art in der Woche vom 8. bis zum 14. April mit elf Exemplaren und in der Woche vom 13. bis zum 19. Mai mit neun Exemplaren erfasst. Auch ist auffällig, dass die Raupe zwischendurch in den Untersuchungswochen Ende März – Anfang April und Anfang Mai nicht auftaucht, obwohl in diesen Zeiträumen einige Proben von Futterpflanzen der Art genommen wurden, beispielsweise von Kirschpflaume (*Prunus cerasifera*) Ende März und von Spät blühender Traubenkirsche sowie späten Schlehen und auch die ersten Proben von Kulturapfel Anfang Mai.

Auch im phänologischen Auftreten der anderen Wintereulen-Arten ist diese Problematik vorzufinden. *C. ligula* wurde insgesamt 27-mal erfasst, aber erst am 23. April in einer Probe von Weißdorn zum ersten Mal. Sie trat phänologisch zwar bis zum 27. Mai auf, wo sie in einer Probe von Stieleiche (*Quercus robur*) gefunden wurde, wurde aber zwischenzeitlich um die Mitte des Mai herum (10./11. Untersuchungswoche) gar nicht erfasst (vgl. Abb. 11). Anhäufungen dieser Art traten hingegen in den Untersuchungswochen Ende April auf, als diese zahlreich in Weißdorn-Proben gefunden wurde, sowie Ende Mai durch Erfassungen aus Proben von Hundsrose (*Rosa canina*) und Stieleiche (vgl. Abb. 11).

Die *Conistra vacinii* wurde insgesamt 63-mal erfasst. Der Erstfund war am 11. April an der Japanischen Blütenkirsche (*Prunus serrulata*) und zuletzt wurde *C. vacinii* am 29. Mai an Eberesche (*Sorbus aucuparia*) gefunden (vgl. Tab. 11). Dazwischen wurde die Art in der Untersuchungswoche Ende April nicht erfasst, was insofern merkwürdig ist, als das in den Untersuchungswochen davor und danach, mit 20 und 13 Raupenindividuen, die höchsten absoluten Zahlen für Erfassungen der *C. vacinii* zustande gekommen sind (vgl. Abb. 11). Die Peaks hängen aller Wahrscheinlichkeit nach wieder mit den Probennahmen in Düsseldorf am 16. April und 1. Mai zusammen. Insgesamt fällt auf, dass die Art an vielen Laubgehölzen aufgetreten ist, an denen ihre Schwesternarten gar nicht vorkamen, beispielsweise auch an Grauweide (*Salix cinerea*), Mandelweide (*Salix triandra*), Feldahorn (*Acer campestre*), Vogelkirsche (*Prunus avium*) und Rotbuche (*Fraxinus excelsior*).

Zuletzt wird nun die 65-mal erfasste *E. transversa* betrachtet, welche sich von den Herbsteulen insofern abhebt, als sie im phänologischen Vorkommen von den Erstfunden am 11. April aus zwei Schlehen-Proben bis zum letzten Fund am 13. Mai an Holzapfel in jeder Untersuchungswoche erfasst wurde, obwohl die absoluten Zahlen starken Schwankungen unterliegen (vgl. Abb. 11).



Auch das kann allerdings wieder mit den Probennahmen in Düsseldorf zusammenhängen. Ähnlich wie die Raupen der *C. vacinii* wurde auch die der *E. transversa* an ganz unterschiedlichen Laubgehölzen gefunden, darunter, neben vielen der bisher in diesem Kapitel aufgezählten Pflanzenarten, zusätzlich auch vereinzelt an Ohrweide (*Salix aurita*) und Schwarzer Johannisbeere (*Ribes nigrum*).

Insgesamt lässt sich sagen, dass die Ergebnisse zum Auftreten der Wintereulen recht durchwachsen sind, was wohl mit der etwas unregelmäßigen Beprobungen einzelner Futterpflanzen zusammenhängt, obwohl grundsätzlich an Futterpflanzen auch zu den Zeiten geklopft wurde, in denen die Raupen zwischenzeitlich nicht gefunden wurden. *C. rubiginosa* hat jedenfalls im Vergleich zu den übrigen Arten ein sehr langes und v. a. deutlich früher beginnendes Auftreten (vgl. Abb. 11). Am noch starken Auftreten der *C. vacinii* in der letzten Erfassungswoche Ende Mai bis Anfang Juni lässt sich immerhin darauf schließen, dass diese Art von den im Phänogramm aufgeführten Arten im Frühjahr am spätesten noch gefunden werden kann (vgl. Abb. 11).

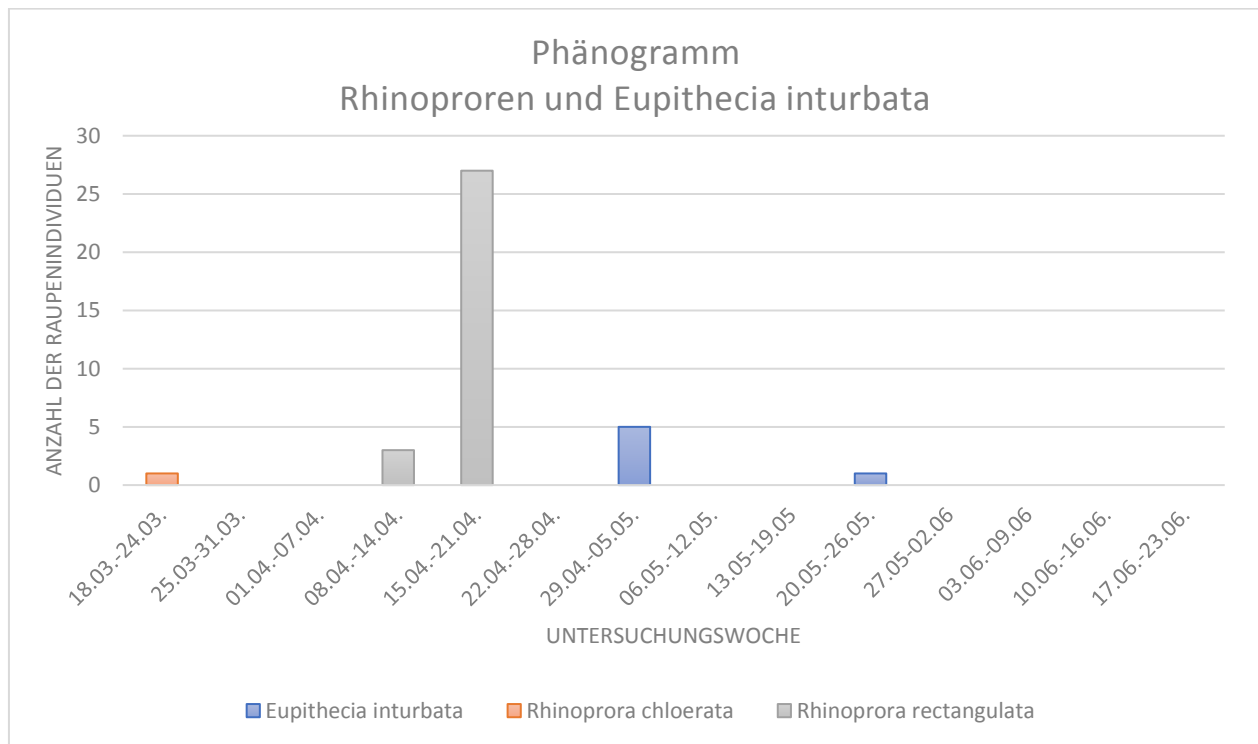
### **3.3.3. Blütenspanner der Gattung *Rhinoprora* und *Eupithecia inturbata***

Von der Gattung *Rhinoprora* wurden bloß 31 Raupenindividuen erfasst und abgesehen von einer einzelnen *Rhinoprora chloerata*, die recht früh am 21. März an Schlehe (*Prunus spinosa*) gefunden wurde, gehören alle übrigen Raupen dieser Gattung der Art *Rhinoprora rectangulata* an (vgl. Abb. 12). Individuen der *R. rectangulata* traten erstmals, sehr viel später als die Schwesternart, am 11. April auf, aber dafür ebenfalls an Schlehe. Das stärkste Vorkommen der Raupen wurde in der Untersuchungswoche ab Mitte April festgehalten, in der 27 von den insgesamt 31 Raupen, also etwa 90 % der Gesamtzahl, aus zehn am 16. April in Düsseldorf genommenen Proben erfasst wurden (vgl. Abb. 12). Diese Raupen stammten neben Schlehe ebenso von Holzapfel (*Malus domestica*), Traubenkirsche (*Prunus padus*), Vogelkirsche (*Prunus avium*) und Kulturbirne (*Pyrus communis*). Der letzte Fund von *R. rectangulata* war am 27. April aus einer Schlehenprobe die am 16. April, also knapp zwei Wochen zuvor, genommen worden war (vgl. Abb. 12). Obwohl auch nach dem 16. bzw. 27. April, zum Beispiel in der Woche Anfang Mai noch Proben von den Futterpflanzen Vogelkirsche, Schlehe und Kulturbirne genommen wurden, tauchte die Raupe in der Zeit nicht mehr auf.

Bei der *Eupithecia inturbata* ist der phänologische Zeitraum weiter nach hinten verschoben, denn die Art wurde erstmalig am 29. April mit 3 Raupenindividuen und zuletzt am 24. Mai mit einem einzelnen Individuum erfasst (vgl. Abb. 12). Sämtliche sechs von dieser Art insgesamt erfassten Raupenindividuen stammen von Proben des Feldahorns (*Acer campestre*). In den zwei

Untersuchungswochen vom 6. bis zum 19. Mai, zwischen dem ersten und letzten Auftreten, wurde kein Fund der *E. inturbata* verzeichnet, obwohl in dieser Zeit eine Probe (mit 27 Klopfschlägen) vom Feldahorn genommen wurde.

Insgesamt ist es sehr auffällig, wie viel früher *R. chloerata* im Vergleich zur *R. rectangularata* auftritt, auch wenn nur eine Raupe dieser Art sicher bestimmt werden konnte. *E. inturbata* dagegen tritt im Vergleich zu den Blütenspannern der Gattung *Rhinoprora* erst viel später auf. Auffällig bei der *E. inturbata* und der *R. chloerata* sind die niedrigen absoluten Fundzahlen und die Häutungsstadien, denn sämtliche gefundenen Raupen der *E. inturbata*, wie auch der Gattung *Rhinoprora*, wurden fast ausnahmslos im letzten Entwicklungsstadium, also dem letzten Häutungsstadium, erfasst und das teilweise, nachdem Proben schon einige Tage aufgehoben und zuvor durchsucht worden waren. Das heißt also, dass die Raupen sich zum Zeitpunkt der Beprobung noch in einem jüngeren Stadium befunden haben müssen als zum späteren Zeitpunkt ihrer tatsächlichen Erfassung (vgl. Abb. 9, Kap. 3.1.1.).



**Abbildung 12: Phänogramm für in diesem Frühjahr erfasste Blütenspanner-Raupen *Rhinoprora chloerata*, *Rhinoprora rectangularata* und *Eupithecia inturbata* in absoluten Zahlen (y-Achse) über den Untersuchungszeitraum (x-Achse).**

### 3.3.4. Frühlingseulen der Gattung *Orthosia*

Nur der Vollständigkeit und des Vergleichs halber werden jetzt im letzten Teil der reinen Auswertung der Phänologie von Raupengruppen auch noch die Frühlingseulen der Gattung *Orthosia* besprochen. Hierunter fallen die *Orthosia*-Arten *Orthosia cerasi*, *O. cruda*, *O. gothica*, *O. incerta* und *O. munda*.

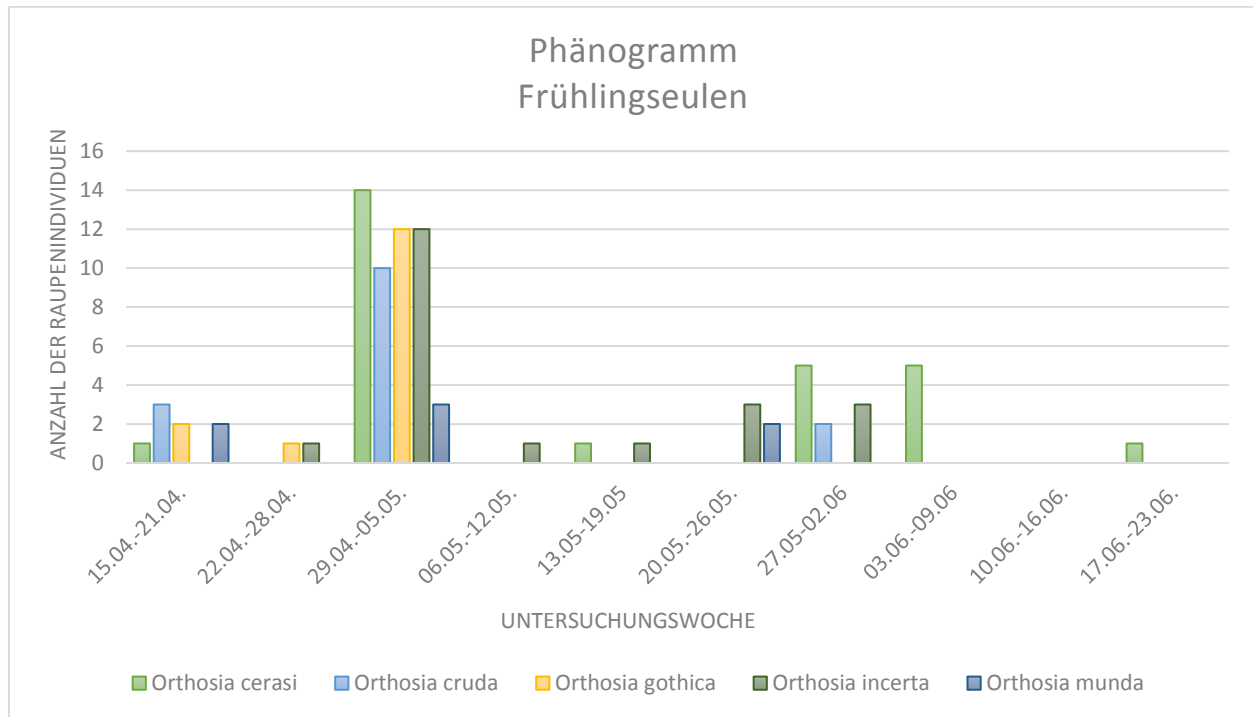


Abbildung 13: Phänogramm für in diesem Frühjahr erfassten Frühlingseulen der Gattung *Orthosia* (*Orthosia cerasi*, *O. cruda*, *O. gothica*, *O. incerta*, *O. munda*) in absoluten Zahlen (y-Achse) über den Untersuchungszeitraum (x-Achse).

Bei allen Raupen bis auf *O. incerta* war der Erstfund in der siebten Untersuchungswoche ab dem 15. April und sämtliche Raupen, *O. incerta* eingeschlossen, zeigen den höchsten absoluten Zahlenwert bei den Erfassungen in der neunten Untersuchungswoche Anfang Mai (vgl. Abb. 13). *O. cerasi* wurde erstmals am 16. April in einer männlichen Korbweide (*Salix viminalis*) erfasst. Insgesamt wurde die Art mit 27 Raupen unter den Frühlingseulen am häufigsten gefunden und Ende April bis Anfang Mai, in ihrer phänologisch stärksten Woche, wurden 14 Exemplare für die Art protokolliert, die sich hauptsächlich an den Futterpflanzen Kulturapfel (*Malus domestica*), Stieleiche (*Quercus robur*) aufhielten, aber auch vereinzelt an Holländischer Ulme (*Ulmus x hollandica*), männlicher und weiblicher Grauweide (*Salix cinerea*) und Weißdorn (*Crataegus monogyna*). Später wurde die Art dann zusätzlich noch an Schlehe (*Prunus spinosa*), einem männlichen Aggregat aus Silber- und Bruchweide (*Salix alba/ fragilis* agg.) und vor allem an Hundsrose (*Rosa canina*) ausgemacht (vgl. Abb. 13). Die letzte Erfassung erfolgte am 18. Juni optisch an Stieleiche.

*O. cruda* wurde ab dem Erstfund am 16. April an Schlehe, männlicher Ohrweide (*Salix aurita*) und männlicher Korbweide noch 15-mal insgesamt gefunden. Bis auf den letzten Fund am 27. Mai am Lousberg wurde die Art nur bei den Beprobungen am 16. April und 1. Mai in Düsseldorf erfasst, was den Peak in der 5. Untersuchungswoche um den 1. Mai mit 10 erfassten Raupenexemplaren erklärt (vgl. Abb. 13). Dennoch wurde *O. cruda* an vielen unterschiedlichen Laubgehölzen erfasst, so neben den genannten auch noch an Kulturapfel und männlicher Grauweide. Die meisten, nämlich insgesamt 6 Erfassungen, kamen allerdings beim Durchsuchen von Proben der Stieleiche zustande.

*O. gothica* wurde genau wie ihre Schwesternart *O. cruda* 15-mal erfasst und Erstfunde stammen ebenfalls aus Düsseldorf vom 16. April von Schlehe und einer unbestimmten schmalblättrigen Weide (vgl. Abb. 13). Sie wurde in der Woche um den 1. Mai insgesamt mit 12 Individuen am häufigsten erfasst und neben Schlehe, einem Aggregat aus männlicher Silber- und Bruchweide, männlicher Grau- und Ohrweide und Kulturapfel, auch in Proben von Feldahorn (*Acer campestre*) und weiblicher Salweide (*Salix caprea*) entdeckt. Der letzte Fund der Art stammt aus einer Weißdorn-Probe vom 3. Mai (vgl. Abb. 13).

Der Erstfund der *O. incerta* ist im Gegensatz zu dem der Gattungsgenossen erst in der neunten Untersuchungswoche am 25. April an weiblicher Bruchweide erfolgt und die Art zeigt auch als einzige eine durchgängige Erfassung in jeder Untersuchungswoche ab dem Erstfund bis Anfang Juni, wo sie zuletzt am 2. Juni an Hängebirke erfasst wurde (vgl. Abb. 13). Das stärkste Auftreten ist genau wie bei der *O. gothica* ebenfalls mit 12 Raupenindividuen für die Woche um den 1. Mai dokumentiert (vgl. Abb. 13). Neben Schlehe, männlicher Ohrweide, Weißdorn und Stieleiche wurde *O. incerta* auch an anderen Laubgehölzen gefunden, darunter weibliche Bruchweide (*Salix fragilis*), Schwarze Johannisbeere (*Ribes nigrum*), Holländische Ulme (*Ulmus x hollandica*), weibliche Mandelweide (*Salix triandra*), Kulturbirne (*Pyrus communis*), Hängebirke (*Betula pendula*) und Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*).

*O. munda* wurde von allen Frühlingseulen mit gerade mal neun Raupen am seltensten erfasst. Zuerst gefunden wurde sie in einer männlichen Grauweidenprobe vom 16. April und die stärkste Erfassung mit drei Tieren war, wie die der anderen Frühlingseulen in der Woche um den 1. Mai (vgl. Abb. 13). Obwohl die Raupe nur so selten gefunden wurde, wurde sie es doch an verhältnismäßig vielen Futterpflanzen, nämlich jeweils einmal an männlicher Grau- und Ohrweide, Feldahorn, Schlehe und noch drei weitere Male an Stieleiche.

Was insgesamt im Vergleich zu den anderen Arten auffällt ist, dass die Frühlingseulen sehr viele unterschiedliche Futterpflanzen besiedeln und alle eine recht ähnliche phänologische Tendenz zeigen, auch wenn *O. munda* höchst selten aufgetreten ist.

### 3.4. Futterpflanzenspezifität in Zusammenhang mit der Blühphänologie

Bevor in den nächsten Kapiteln die Futterpflanzenpräferenzen und die Futterpflanzenpräferenzen in Zusammenhang mit der Blühphänologie besprochen werden können ist es zunächst nötig sich einmal einen Überblick über die von den betrachteten Raupenarten überhaupt gefressenen Futterpflanzen zu verschaffen und auch einige Arten dahingehend zu besprechen, denen kein Unterkapitel gewidmet ist (vgl. Tab. 12).

**Tabelle 12: Verteilung der Erfassung von Exemplaren unterschiedlicher Raupengruppen und -arten auf die verschiedenen beprobten Laubgehölze.** Gesamtzahlen für die an den jeweiligen Pflanzenarten auftretenden Individuen. Guppenbezeichnungen: **Herbsteulen und Eupithecia tenuiata** (*Agrochola circellaris*, *Xanthia icteritia*, *Xanthia togata*, *Eupithecia tenuiata*), **Wintereulen und Eupsilia transva** (*Conistra ligula*, *Conistra rubiginosa*, *Conistra vacinii* und *Eupsilia transversa*), **Rhinoprora und Eupithecia tenuiata** (*Rhinoprora chloerata*, *Rhinoprora rectangulata* und *Eupithecia inturbata*), **Frühlingseulen** (*Orthosia cerasi*, *Orthosia cruda*, *Orthosia gothica*, *Orthosia incera* und *Orthosia munda*). Hinweis: Eine *Eupsilia transversa* konnte aufgrund der Umstände des Fundes keiner Pflanzenart zugeordnet werden.

	Herbsteulen und Eupithecia tenuiata (s. Kapitel 3.3.1)	Agrochola lota	Agrochola lychnidis	Agrochola macilenta	Wintereulen und Eupsilia transva (s. Kapitel 3.3.2.)	Rhinoprora und Eupithecia inturbata (s. Kapitel 3.3.3.)	Frühlingseulen (s. Kapitel 3.3.4.)	Andere Raupen	Gesamt
Acer campestre	0	0	0	0	12	6	2	90	110
Acer pseudoplatanus	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Betula pendula	0	0	0	0	0	0	1	4	5
Carpinus betulus	5	0	0	0	0	0	0	10	15
Corylus avellana	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crataegus monogyna	0	0	0	0	16	0	5	114	135
Crataegus x prunifolia	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagus sylvatica	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Fraxinus excelsior	0	0	0	0	2	0	0	1	3
Lonicera xylosteum	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Malus domestica	0	0	0	0	31	6	8	228	273
Mespilus germanica	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Populus canadensis	0	0	0	0	0	0	0	3	3
Populus tremula (w)	34	0	0	5	0	0	0	0	39
Prunus avium	0	0	0	0	8	1	0	33	42
Prunus cerasifera	0	0	0	0	1	0	0	1	2
Prunus laurocerasus	0	0	0	0	9	0	0	16	25

	Herbstseulen und Eupithecia tenuiata (s. Kapitel 3.3.1)	Agrochola lota	Agrochola lychnidis	Agrochola macilenta	Wintereulen und Eupsilia transversa (s. Kapitel 3.3.2.)	Rhinoprora und Eupithecia inturbata (s. Kapitel 3.3.3.)	Frühlingseulen (s. Kapitel 3.3.4.)	Andere Raupen	Gesamt
Prunus padus	0	0	0	0	0	9	0	8	17
Prunus serotina	0	0	0	0	3	0	1	9	13
Prunus serrulata	0	0	0	0	1	0	0	1	2
Prunus spinosa	3	0	0	2	49	13	9	176	252
Pyracantha coccinea	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pyrus communis	0	0	0	0	0	2	1	13	16
Quercus alba	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quercus robur	1	0	0	0	25	0	22	91	139
Rhamnus cathartica	0	0	0	0	0	0	0	10	10
Ribes nigrum	0	0	0	0	1	0	4	15	20
Ribes rubrum	0	0	0	0	0	0	0	9	9
Rosa canina	0	0	8	0	3	0	5	5	21
Salix alba	9	0	0	0	0	0	0	9	18
Salix alba/ fragilis agg.	0	1	0	0	0	0	2	20	23
Salix aurita	0	0	0	0	1	0	8	16	25
Salix babylonica (Sammelart)	1	0	0	0	0	0	0	5	6
Salix caprea	761	1	0	0	3	0	1	47	812
Salix cinerea	46	4	0	0	15	0	5	113	184
Salix fragilis	9	0	0	0	0	0	1	4	14
Salix triandra	0	0	0	0	3	0	1	25	29
Salix viminalis	1	3	0	0	3	0	5	49	61
Sambucus nigra	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Sorbus aria	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sorbus aucuparia	0	0	0	0	1	0	0	2	3
Tilia cordata	0	0	0	0	0	0	0	7	7
Tilia platyphyllos	0	0	0	0	0	0	1	29	30
Ulmus x hollandica	0	0	0	0	0	0	3	28	31
<b>Gesamt</b>	<b>870</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>187</b>	<b>37</b>	<b>85</b>	<b>1196</b>	<b>2399</b>

Wichtig in diesem Kapitel zu erwähnen sind drei Arten der Gattung *Agrochola* mit den Artnamen *lota*, *lychnidis* und *macilenta*, denen kein eigenes Kapitel gewidmet wurde.

*A. lota* wurde an vier verschiedenen, darunter schmal- und breitblättrigen, Weidenarten gefunden. Erfasst wurden dabei immer junge bzw. halberwachsene Raupen. Dies bestätigt die allgemein bekannte Tatsache, dass sich nur die jüngeren Stadien tags an Blättern finden lassen, da sich die erwachsene Raupe tagsüber unter Rinde versteckt.

Die acht Raupenindividuen von *A. lychnidis* wurden insgesamt bloß in zwei Proben vom selben Tag, dem 24. Mai, an in Vollblüte stehender Hundsrose (*Rosa canina*) und an derselben Stelle im Gebiet Campus Melaten erfasst (vgl. Tab. 12). An denselben Hundsrosen wurden in den darauffolgenden Wochen ab dem 4. Juni noch mehrfach Proben genommen, und zwar sechs Proben am 4. Juni selbst, sechs Proben am 8. Juni und drei Proben am 11. Juni, allerdings ohne ein weiteres Auftauchen der *A. lychnidis*. Zudem fiel auf, dass die Raupe nie erwachsen erfasst wurde, sondern meist in der vorvorletzten Haut (L4).

Von der Art *A. macilenta* wurden fünf Raupenindividuen am 10. April an blühender weiblicher Zitterpappel (*Populus tremula*) und zwei Individuen am 16. April an abblühender Schlehe erfasst (vgl. Tab. 12). Leider gibt es bei der Zitterpappel keinen Vergleich mit anderen Proben, da der Baum, wie in der Einleitung bereits erwähnt, nur beprobt werden konnte, weil er umgestürzt war. Daneben gab es zwei Raupenfunde an Schlehe. Schlehe dagegen wurde neben dem Termin im Eller Forst am 16. April auch zuvor in allen Wochen ab dem 18. März beklopft und danach auch noch dreimal am 1. Mai und einmal am 2. Juni in Düsseldorf sowie ein weiteres Mal am 18. Juni im Stadtgarten Aachen – aber ohne ein weiteres Auftreten der *A. macilenta* (vgl. Tab. 12).

Insgesamt scheinen alle der in Kätzchen lebenden Raupen recht wählerisch zu sein was den Blütezustand der Futterpflanze angeht. *A. lychnidis* wurde zwar nur an in Vollblüte stehender Hundsrose erfasst, allerdings wurde die Raupe auch nur an einem Tag erfasst, weshalb hier keine quantitative Aussage über die Präferenz eines Blütezustandes geleistet werden kann, zumal aus der Literatur von Dr. Wirooks hervorgeht, dass die Art Blätter frisst. Lediglich *A. macilenta*, die ausschließlich in Pappel- und Schlehen-Proben gefunden wurde, ähnelt in ihrer Lebensweise und Bindung zu Blüten den übrigen Herbsteulen (STEINER & GÜNTER, 1997).

### **3.4.1. Herbsteulen der Gattungen *Xanthia* und *Agrochola* sowie *Eupithecia tenuiata***

Bei den Herbsteulen stellt sich die Frage, welche Weiden und evtl. andere Laubgehölze diese als Futterpflanze akzeptieren und ob es bei den Weiden Präferenzen bezüglich des Geschlechts gibt. Aus der Tabelle 13 geht hervor, dass alle Herbsteulen bis auf *Xanthia togata* am häufigsten an Salweide (*Salix caprea*) auftraten. *Agrochola circellaris* ist ganz klar polyphag und abgesehen von der Sammelart Trauerweide (*Salix babylonica*), an allen Weidenarten vertreten (vgl. Tab. 13). Außerdem lebt sie im Gegensatz zu den übrigen Herbsteulen auch in den Kätzchen von

Hainbuche (*Carpinus betulus*), weiblicher Zitterpappel (*Populus tremula*), an Schlehe (*Prunus spinosa*) und Stieleiche (*Quercus robur*) (vgl. Tab. 13). Während sich das phänologische Auftreten der Raupen von *Eupithecia tenuiata* vollständig auf die Salweide beschränkte, lebten die Raupen der Gattung *Xanthia* auch an anderen Weidenarten (vgl. Tab. 13). *X. toagta* wurde mit 33 Individuen am häufigsten an Grauweide (*Salix cinerea*) gefunden: Die Salweide rangierte mit elf Individuen auf dem zweiten Platz, während an Bruchweide (*Salix fragilis*) nur eine Raupe gefunden wurde. Dem gegenüber trat *X. icteritia* an Grauweide überhaupt nicht auf. Sie wurde am häufigsten an Salweide gefunden, aber in deutlich geringerer Zahl auch an drei schmalblättrigen Weiden. Dass *X. icteritia* nicht an Grauweide auftritt, scheint auch eher kein Zufall zu sein. Als die Raupenart nämlich am 16. April ein einziges Mal im Eller Forst gefunden wurde, fand sie sich an weiblicher Salweide, obwohl es im Eller Forst große Ansammlungen von Grauweiden gibt und die Salweiden sehr vereinzelt auftreten, sodass sich im näheren Umkreis des Fundes zahlreiche Grauweiden, aber nicht eine einzige andere Salweide befanden.

Aus den Proben von Ohrweide (*Salix aurita*), dem Aggregat aus Silber- und Bruchweide (*Salix alba/ fragilis* agg.) oder Mandelweide (*Salix triandra*) wurden keine Herbsteulen-Arten erfasst, allerdings gab es an diesen Weiden auch nur sehr wenig Kätzchen.

**Tabelle 13: An unterschiedlichen Laubgehölzen in diesem Frühjahr erfasste absolute Individuenzahlen der in Weidenkätzchen lebenden Raupenarten (*Agrochola circellaris*, *Xanthia icteritia*, *Xanthia togata*, *Eupithecia tenuiata*).**

	<b>Agrochola circellaris</b>	<b>Eupithecia tenuiata</b>	<b>Xanthia icteritia</b>	<b>Xanthia togata</b>	<b>Gesamt</b>
Carpinus betulus	5	-	-	-	<b>5</b>
Populus tremula (w)	34	-	-	-	<b>34</b>
Prunus spinosa	3	-	-	-	<b>3</b>
Quercus robur	1	-	-	-	<b>1</b>
Salix alba	7	-	2	-	<b>9</b>
Salix babylonica (Sammelart)	-	-	1	-	<b>1</b>
Salix caprea	583	24	143	11	<b>761</b>
Salix cinerea	13	-	-	33	<b>46</b>
Salix fragilis	3	-	5	1	<b>9</b>
Salix viminalis	1	-	-	-	<b>1</b>
<b>Gesamt</b>	<b>650</b>	<b>24</b>	<b>151</b>	<b>45</b>	<b>870</b>



Es wird deutlich, dass für alle Weiden- und Raupenarten gilt: In Relation zum Gewicht wurden fast immer mehr der in Kätzchen lebenden Raupen an den männlichen als an den weiblichen Weiden gefunden (vgl. Abb. 14).

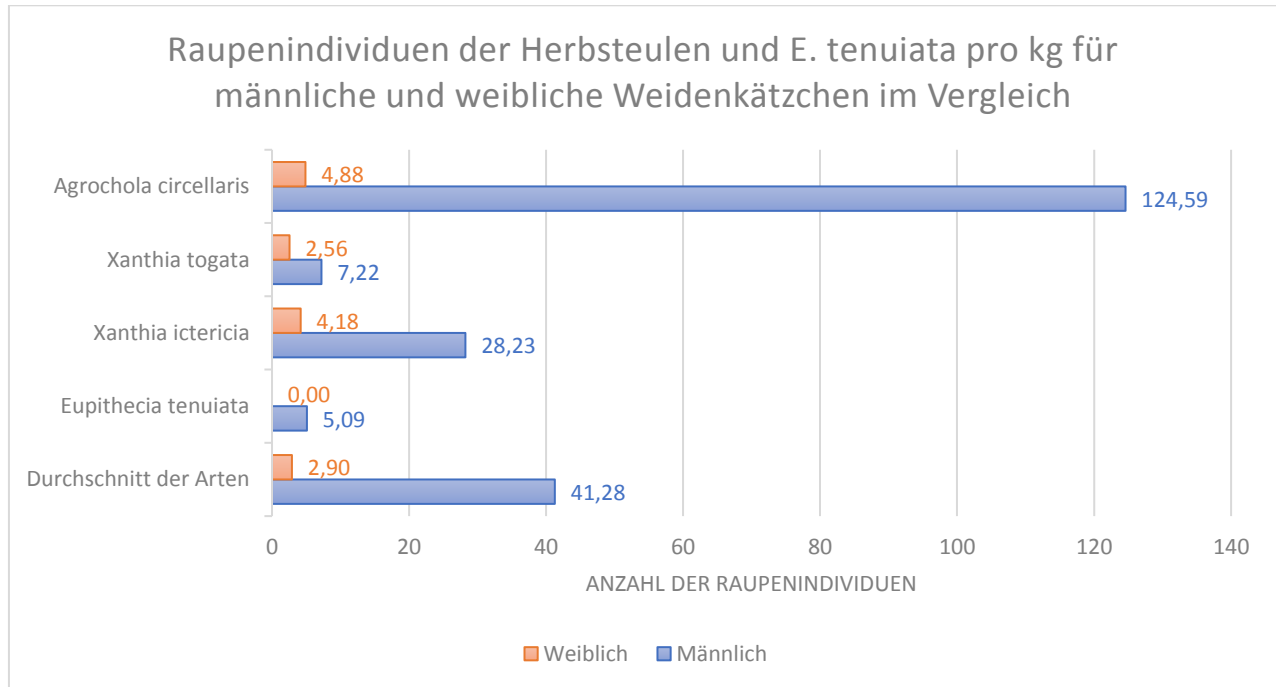


Abbildung 14: Durchschnittlich pro Kilogramm Weidenkätzchen eingetragene in Kätzchen lebenden Raupenindividuen (getrennt nach Arten und im Durchschnitt) für männliche und weibliche Salweidenkätzchen im Vergleich.

Obwohl das generell allerdings so ist, gibt es Ausnahmen für einzelne Weiden- und Raupenarten, die im Folgenden näher erläutert werden. Eine der Ausnahmen bildet *X. togata*, bei der die Raupenanzahl pro Kilogramm Kätzchen für weibliche Salweide höher ist als für männliche und die *Agrochola circellaris*, die für weibliche Bruchweidenkätzchen eine höhere Anzahl an Raupenindividuen aufweist als für das männliche Pendant (vgl. Abb. 14). Auffällig ist noch der Wert der *X. icteritia* für weibliche Bruchweide, der, mit 11,48 Raupen pro Kilogramm Kätzchen, ihren Wert für die männliche Bruchweide, von 4,15 Raupenindividuen pro Kätzchen, mehr als verdoppelt (vgl. Abb. 14).

Viele Raupen kommen allerdings auch gar nicht in den weiblichen Exemplaren der Art Weide vor, in denen sie in männlichen eben doch vorkommen. Das gilt für *A. circellaris* bei Silber-, Grau- und Korbweide und für *X. icteritia* an Silber- und Salweide. *E. tenuiata* dagegen wurde über den ganzen Untersuchungszeitraum nicht ein einziges Mal an weiblicher Weide erfasst.

Einzig *X. togata* wurde immer, wenn sie an einer männlichen Weidenart gefunden wurde auch am weiblichen Gegenstück erfasst (vgl. Abb. 14). *X. togata* wurde in der männlichen Grauweide mit durchschnittlich 59,06 Exemplaren häufiger gefunden als in der weiblichen mit 2,8 Individuen pro

Kilogramm. Bei allen Übrigen Weidenarten, darunter bei der Salweide, schien die *X. togata* die weiblichen Blüten zumindest leicht gegenüber den männlichen zu bevorzugen. Aufgrund der großen Diskrepanz bei den durchschnittlichen Zahlen der Art für männliche und weibliche Grauweide, fällt jedoch die Gesamtauswertung für *X. togata* immer noch so aus, als würde diese generell männliche Weide bevorzugen, was deutlich macht, dass eine möglichst differenzierte Betrachtung der Werte hier ganz entscheidend ist (vgl. Abb. 14 und Tab. 14)

*Tabelle 14: Durchschnittliche Anzahl der Raupenindividuen pro kg Weidenkätzchen für die unterschiedlichen in Kätzchen lebenden Raupenarten an weiblichen (w) und männlichen (m) Weiden.*

	<b>Agrochola circularis</b>	<b>Eupithecia tenuiata</b>	<b>Xanthia icteritia</b>	<b>Xanthia togata</b>
Salix alba (m)	9,58	0,00	2,74	0,00
Salix alba (w)	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Salix alba (Gesamt)</b>	<b>4,79</b>	<b>0,00</b>	<b>1,37</b>	<b>0,00</b>
<b>Salix alba/ fragilis agg. (m)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Salix aurita (m)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Salix babylonica (Sammelart) (m)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>7,27</b>	<b>0,00</b>
Salix caprea (m)	199,94	8,48	45,57	2,47
Salix caprea (w)	12,83	0,00	10,56	3,02
<b>Salix caprea (Gesamt)</b>	<b>106,39</b>	<b>4,24</b>	<b>28,07</b>	<b>2,75</b>
Salix cinerea (m)	28,43	0,00	0,00	59,06
Salix cinerea (w)	0,00	0,00	0,00	2,80
<b>Salix cinerea (Gesamt)</b>	<b>14,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>30,93</b>
Salix fragilis (m)	0,00	0,00	4,15	0,00
Salix fragilis (w)	8,61	0,00	11,48	2,87
<b>Salix fragilis</b>	<b>4,31</b>	<b>0,00</b>	<b>7,82</b>	<b>1,44</b>
<b>Salix triandra (w)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Salix viminalis (m)	133,33	0,00	0,00	0,00
Salix viminalis (w)	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Salix viminalis</b>	<b>66,67</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

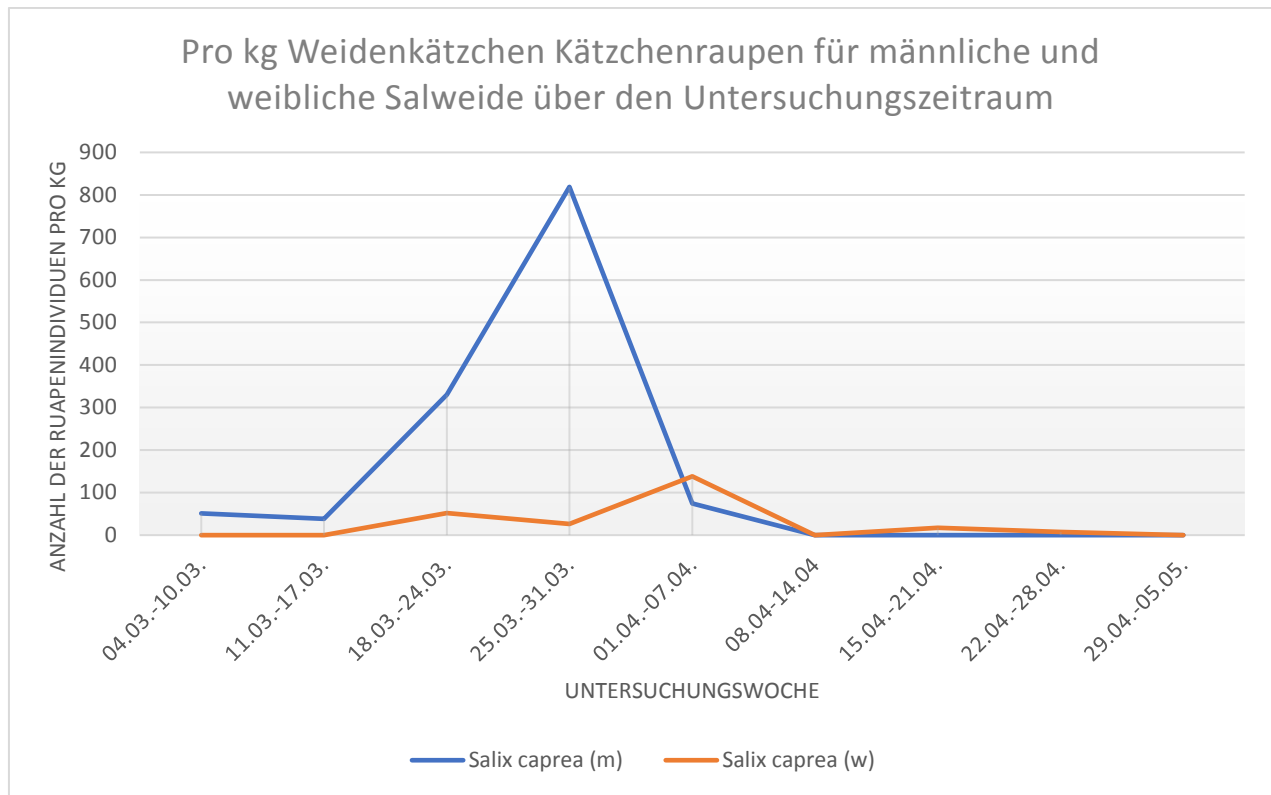
Nun muss aber berücksichtigt werden, dass männliche Kätzchen v.a. gesammelt, weibliche aber nur geklopft wurden. Um also tatsächlich gesichert Auskunft über die Futterpflanzenpräferenzen von *A. circularis* geben zu können ist es notwendig, nur die Klopfproben zu vergleichen, um eine

Verfälschung der Ergebnisse zu vermeiden. Die Lösung ist daher, alle geklopfen oder gepflückten Proben beider Geschlechter miteinander zu vergleichen.

Doch selbst wenn man nur die Klopfproben vergleicht ergibt sich eine durchschnittliche Individuenzahl von 136,49 Raupen (45 Raupen auf 329,7 g) in männlichen und 15,9 Raupen (17 Raupen auf 1.069,4 g) in weiblichen Kätzchen. Die Werte sprechen also auch so dafür, dass die Art männliche Salweidenkätzchen präeriert.

Da im methodischen Teil der Auswertung im Kapitel Phänologie bereits besprochen wurde, dass die männlichen und weiblichen Weiden leicht versetzt blühen, ist es auch noch notwendig die Präferenzen bezüglich der Weiden dahingehend näher unter die Lupe zu nehmen. Da nur die Salweide für eine solche Auswertung über den gesamten Bearbeitungszeitraum häufig genug beprobt wurde, beschränkt sich die Auswertung hier hauptsächlich auf diese Weidenart.

Der Höhepunkt für die Anzahl an Raupenindividuen in einem Kilogramm männlicher Salweidenkätzchen liegt ganz klar in der letzten Märzwoche, was sich auch mit den Auswertungen zum Gewicht heruntergefallener Kätzchen pro 1.000 Klopfschläge im Methodenteil deckt, da hier in derselben Untersuchungswoche ein Maximum erreicht wird (vgl. Abb. 15). Auffällig ist auch, dass das Maximum der durchschnittlich in weiblichen Salweidenkätzchen gefundenen Raupenindividuen erst später, in der Woche ab dem 1. April, auftritt und sich außerdem die Zeit des Auftretens an weiblichen Weiden länger hinzieht (vgl. Abb. 15). In der Woche vom 15. bis zum 21. April wurden aus den Kätzchen weiblichen Salweiden immer noch Raupen erfasst, während alle männlichen Exemplare längst abgeblüht waren, keine Kätzchen mehr trugen und deshalb auch nicht mehr beprobt werden konnten (vgl. Abb. 15). Ganz generell ist aber auch ersichtlich, dass das Maximum der Funde von Raupen bei männlichen Salweiden früher liegt und insgesamt höher ist als das der weiblichen Salweiden (vgl. Abb. 15). Die Maxima für männlich und weibliche Salweide decken sich außerdem mit den Maxima der Grafik zum eingetragenen Gewicht auf 100 Klopfschläge über den Untersuchungszeitraum. Das bedeutet, je mehr Weidenkätzchen auf 100 Klopfschläge von den Weiden gefallen sind, desto mehr Raupen waren auch durchschnittlich in einem Kilogramm der Weidenkätzchen zu finden.



**Abbildung 15:** Vergleich der durchschnittlichen Individuenzahlen der in Kätzchen lebenden Raupen pro Kilogramm (y-Achse) über den Untersuchungszeitraum (x-Achse). Dazugehörige Arten sind *Agrochola circellaris*, *Xanthia icteritia*, *Xanthia togata*, *Eupithecia tenuiata*.

Zwischen den Weiden lässt sich unterscheiden zwischen früh und spät blühenden Weiden, wobei die Sal-, Grau- und Korbweide zu den frühen, schon im März blühenden Arten gehören und alle Übrigen zu den späteren, also erst im April blühenden Weiden (vgl. ROTHMALER, 1990). Insgesamt ist in der Arbeit aufgefallen, dass mehr der in Kätzchen lebenden Raupen an breitblättrigen Weiden gefunden wurden als an schmalblättrigen.

### 3.4.2. Wintereulen

Innerhalb der drei *Conistra*-Arten gibt es einige Unterschiede bezüglich der Futterpflanzenpräferenz. Während *Conistra ligula* am häufigsten an Weißdorn erfasst wurde, wurde es *Conistra rubiginosa* an Schlehe und *Conistra vacinii* an Kulturapfel (vgl. Tab. 15). Zudem wurde an einigen Pflanzen auch nur eine Art gefunden, wie *C. ligula* an der Hundsrose (*Rosa canina*), *E. transversa* an der Ohrweide (*Salix aurita*) und an Schwarzer Johannisbeere (*Ribes nigrum*), *C. vacinii* an der Japanischen Blütenkirsche (*Prunus serrulata*) und *Conistra rubiginosa* an der Kirschpflaume (*Prunus cerasifera*) (vgl. Tab. 15). *Eupsilia transversa* wurde zusätzlich noch an Schlehe, Stieleiche (*Quercus robur*) und Salweide (*Salix caprea*) erfasst (vgl. Tab. 15).

Die Wintereulen sind generell polyphager als die Herbsteulen und akzeptieren mehr der beprobten Laubgehölzarten als Futterpflanzen. Die *E. transversa* und *C. vacinii* überragen die übrigen Wintereulen in der Hinsicht, wie aus Tabelle 15 hervorgeht.

Die *E. transversa* dient dem Vergleich. Beim Betrachten der Futterpflanzenergebnisse für *E. transversa* im Vergleich zu den Wintereulen der Gattung *Conistra* fällt zunächst auf, dass diese abgesehen von der Schlehe (*Prunus spinosa*) und der Vogelkirsche (*Prunus avium*) an keinem der anderen Laubgehölze der Gattung *Prunus* erfasst werden konnte, die, wenn auch nicht durchgängig, von den Arten der Gattung *Conistra* scheinbar weitestgehend akzeptiert wurden (vgl. Tab. 15). Zudem weist *E. transversa* viele Gemeinsamkeiten mit der *C. vacinii* auf, denn diese ist ebenfalls polyphager als die übrigen beiden Wintereulen. Nur *E. transversa* und *C. vacinii* konnten an den Pflanzen Feldahorn (*Acer campestre*) sowie Gemeiner Esche (*Fraxinus excelsior*) und den Salix-Arten Grau-, Mandel- und Korbweide nachgewiesen werden. Alle vier Arten akzeptierten dagegen die Futterpflanzen Weißdorn (*Crataegus monogyna*) und Kulturapfel (*Malus domestica*) (vgl. Tab. 15).

**Tabelle 15: An unterschiedlichen Laubgehölzen in diesem Frühjahr erfasste absolute Individuenzahlen der Wintereulen-Arten (*Conistra ligula*, *Conistra rubiginosa*, *Conistra vacinii*, *Eupsilia transversa*).**

	<b>Conistra ligula</b>	<b>Conistra rubiginosa</b>	<b>Conistra vacinii</b>	<b>Eupsilia transversa</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Acer campestre</b>	-	-	6	6	<b>12</b>
<b>Crataegus monogyna</b>	10	1	1	4	<b>16</b>
<b>Fraxinus excelsior</b>	-	-	1	1	<b>2</b>
<b>Malus domestica</b>	2	9	15	5	<b>31</b>
<b>Prunus avium</b>	-	-	1	7	<b>8</b>
<b>Prunus cerasifera</b>	-	1	-	-	<b>1</b>
<b>Prunus laurocerasus</b>	1	7	1	-	<b>9</b>
<b>Prunus serotina</b>	-	1	2	-	<b>3</b>
<b>Prunus serrulata</b>	-	-	1	-	<b>1</b>
<b>Prunus spinosa</b>	-	16	11	22	<b>49</b>
<b>Quercus robur</b>	8	-	12	5	<b>25</b>
<b>Ribes nigrum</b>	-	-	-	1	<b>1</b>
<b>Rosa canina</b>	3	-	-	-	<b>3</b>
<b>Salix aurita</b>	-	-	-	1	<b>1</b>
<b>Salix caprea</b>		1	-	2	<b>3</b>

	<b>Conistra ligula</b>	<b>Conistra rubiginosa</b>	<b>Conistra vacinii</b>	<b>Eupsilia transversa</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Salix cinerea</b>	-	-	8	7	<b>15</b>
<b>Salix triandra</b>	-	-	1	2	<b>3</b>
<b>Salix viminalis</b>	-	-	2	1	<b>3</b>
<b>Sorbus aucuparia</b>	-	-	1	-	<b>1</b>
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>187</b>

Insgesamt fällt auf, dass *C. ligula* eher an niedrigen Bäumen und in Hecken und Gebüsch zu finden war, wie zum Beispiel der Schlehe, den niedrigen Apfelbäumen, dem Kirschlorbeer (*Prunus laurocerasus*) und der Hundsrose (vgl. Tab. 15). Die einzige Ausnahme bilden hier die Stieleichen, wobei diese immerhin am Rand waldiger Elemente des Lousberg standen und mit dem Klopfschirm erreichbar waren.

Dasselbe gilt, abgesehen von einem Fund in einer Salweidenprobe und einer Probe von Spät blühender Traubenkirsche (*Prunus serotina*), für *C. rubiginosa*. Die Bäume standen allerdings beide immerhin an einem heckenartigen Straßenrand mit viel Vegetation. Auch die anderen Proben, in denen *C. rubiginosa* erfasst wurde, wie Weißdorn, Schlehe und Kirschlorbeer waren grundsätzlich als Gebüsch oder Hecke angelegt oder darin integriert.

*C. vacinii* dagegen scheint auch zusätzlich zu Hecken und Gebüsch noch an höheren Bäumen und schattigeren Standorten zu leben. Darunter fallen einige Weiden und Stieleichen. Besonders häufig wurde *C. vacinii* neben Schlehe an Grauweide (*Salix cinerea*) und Eiche gefunden. Dabei entstammten die Proben von Weiden und Schlehenn meist dem Eller Forst in Düsseldorf und die Eichen befanden sich, wie schon erwähnt, am Rand der waldigen Gebiete des Lousbergs in Aachen. Die Frage ist nun, wie bei so einem polyphagen Futterpflanzenspektrum die Futterpflanzen ausgewählt werden oder was deren Gemeinsamkeit ist.

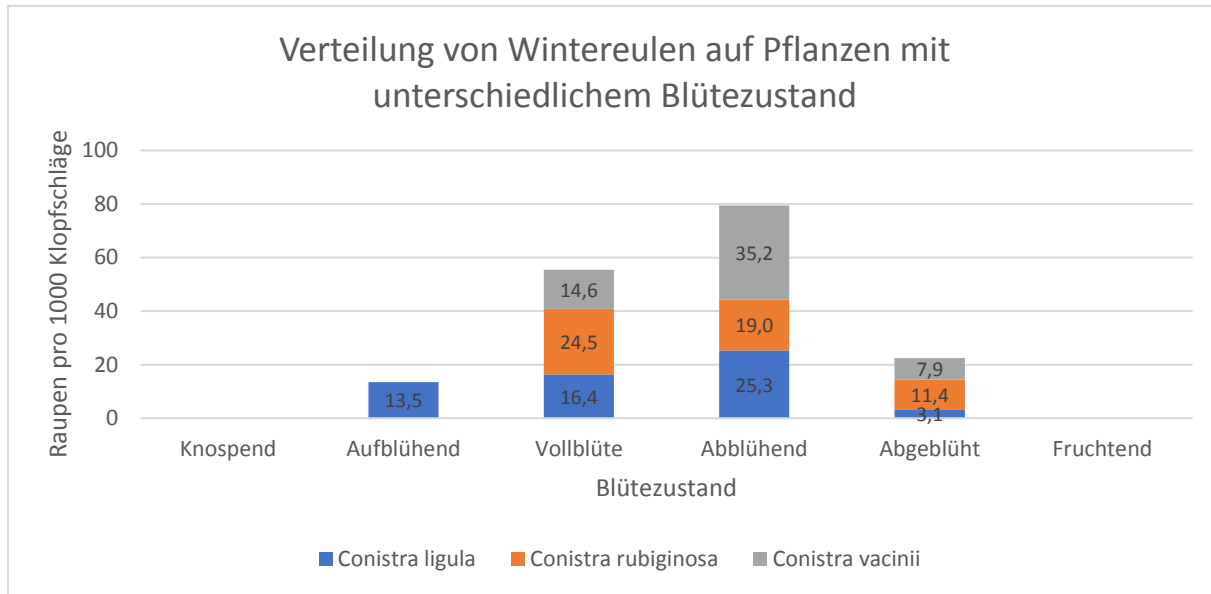


Abbildung 16: Durchschnittliche Individuenzahlen für Erfassungen von Wintereulenraupen der Gattung *Conistra* (*Conistra ligula*, *Conistra rubiginosa*, *Conistra vacinii*) auf 1.000 Klopfschläge für Probennahmen bei Pflanzen in verschiedenen Blütezuständen.

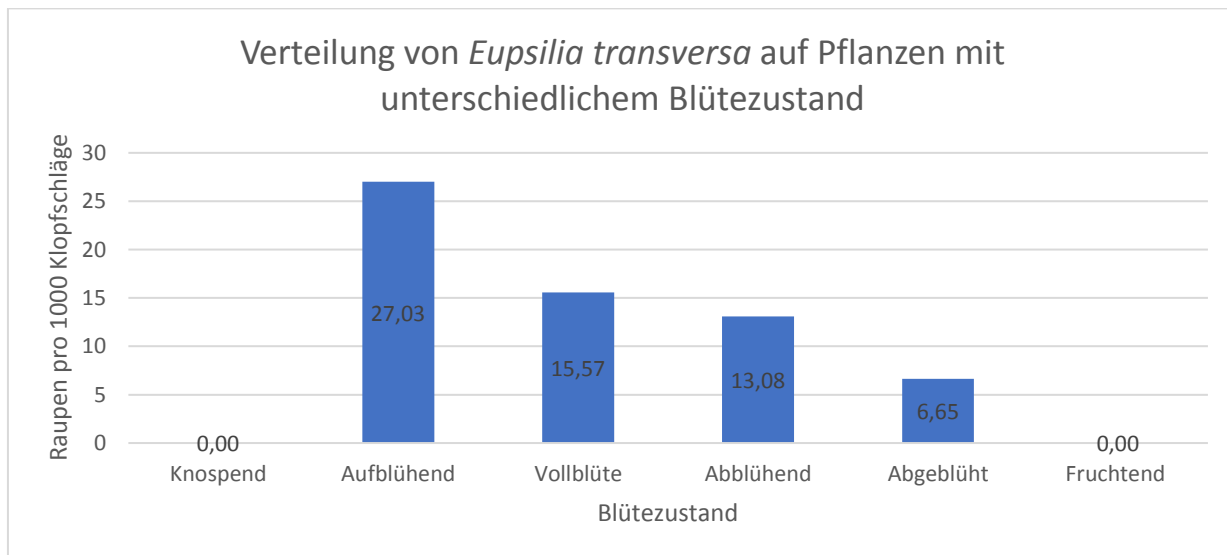


Abbildung 17: Durchschnittliche Individuenzahlen für Erfassungen der *Eupsilia transversa* auf 1.000 Klopfschläge für Probennahmen bei Pflanzen in verschiedenen Blütezuständen.

Der Unterschied liegt in der Verteilung auf die Blühzustände der Pflanzen, wie in den Abbildungen 17 und 18 unschwer zu erkennen ist. Im Gegensatz zur *E. transversa* treten die drei Arten der Gattung *Conistra* bei der Vollblüte zahlreich auf. Ebenso gibt es eine Anhäufung von Raupenindividuen pro 1.000 Klopfschläge bei abblühenden Pflanzen. Sowohl *C. ligula* mit durchschnittlich 25,3 Raupenindividuen als auch *C. vacinii* mit 35,2 Exemplaren pro 1.000 Klopfschläge, sind scheinbar deutlich am häufigsten in abblühenden Pflanzen beheimatet (vgl. Abb. 16). Auch *C. rubiginosa* kommt mit 19 Raupen pro 1.000 Klopfschläge an den abblühenden

Pflanzen noch weitaus häufiger vor als *E. transversa* mit 13,08 Exemplaren. An in Vollblüte stehenden Pflanzen sind die drei Arten der Gattung *Conistra* ebenfalls stark vertreten – *C. rubiginosa* mit 24,5 Raupen pro 1.000 Klopfschläge sogar noch stärker als an Laubgehölzen in der Abblüte (vgl. Abb. 16). Auffällig ist in diesem Zusammenhang auch, dass besonders frühe phänologische Auftreten der *C. rubiginosa* am 25. März an Schlehe und männlicher Salweide, die von den hier bearbeiteten Bäumen mit am frühesten blühen. Es scheint sich also ein Zusammenhang in der Lebensweise und Futterpflanzenpräferenz der *Conistra*-Arten mit der Blühphänologie herauszukristallisieren.

*E. transversa* tritt dagegen eindeutig am häufigsten auf, wenn eine Pflanze gerade aufblüht. Leider wurde nur an einer einzigen knospenden Pflanze geklopft, weshalb nicht genau gesagt werden kann, ob sie nicht auch vorher schon stärker vorgekommen wäre (vgl. Abb. 17). Dass die *E. transversa* sich eher an aufblühenden Pflanzen findet, hängt womöglich damit zusammen, dass sie Blätter frisst. Beispielsweise wurde die Art schon früh an aufblühendem Weißdorn (*Crataegus monogyna*) geklopft, der zu dem Zeitpunkt schon Blätter ausgetrieben hatte, wie es für diese Pflanze typisch ist. Schlehe (*Prunus spinosa*) dagegen bekommt erst ihre Blüten, bevor die Pflanze Blätter austreibt, was erklärt, warum die Art hier erst in Vollblüte oder später gefunden wurde.

### **3.4.3. Blütenspanner der Gattung *Rhinoprora* sowie *Eupithecia inturbata***

Von den in diesem Kapitel behandelten Blütenspannern ist *Eupithecia inturbata* am schnellsten abgehandelt, da diese nur monophag an blühendem und abblühendem Feldahorn (*Acer campestre*) auftrat. Die Art ist dabei immer ausgewachsen, also in der letzten Haut gefunden worden.

Die beiden Raupenarten der Gattung *Rhinoprora* dagegen zeigen ein unterschiedliches Auftreten. *Rhinoprora chloerata* tritt weit früher im Frühjahr auf, weshalb sie wohl auch an Schlehe (*Prunus spinosa*) gefunden wurde, die ja recht früh blüht. *Rhinoprora rectangulata* dagegen trat neben Schlehe auch noch an Kulturapfel (*Malus domestica*), Vogelkirsche (*Prunus avium*), Gewöhnlicher Traubenkirsche (*Prunus padus*) und Kulturbirne (*Pyrus communis*) auf (vgl. Tab. 17). Die Schwesternarten scheinen sich also die Schlehe als Futterpflanze in gewisser Weise zu teilen, denn während *R. chloerata* vor allem an der frühen Schlehe gefunden wurde, wurden Exemplare der *R. rectangulata* erst an später blühenden Schlehen gefunden. Insgesamt deutet sich an, dass die Arten der Gattung *Rhinoprora* Obstbäume als Futterpflanzen zu bevorzugen scheinen. Dennoch wurde auch *R. rectangulata*, trotz späterer Phänologie als ihre Schwesternart, nicht an



Spät blühender Traubenkirsche (*Prunus serotina*) erfasst, vermutlich, weil diese erst blüht, wenn die Raupen phänologisch schon gar nicht mehr auftreten.

Die *Rhinoprora*-Arten wurden in großer Mehrheit an in Vollblüte stehenden Pflanzen erfasst mit Ausnahme von sechs am 16. April gefundenen Individuen der *R. rectangulata* an aufblühendem Apfel und jeweils einer *R. rectangulata* in abblühender und bereits abgeblühter Schlehe.

**Tabelle 16: An unterschiedlichen Laubgehölzen in diesem Frühjahr erfasste absolute Individuenzahlen der Blütenspanner *Rhinoprora chloerata*, *Rhinoprora rectangulata* und *Eupithecia inturbata*.**

	<b>Eupithecia inturbata</b>	<b>Rhinoprora chloerata</b>	<b>Rhinoprora rectangulata</b>	<b>Gesamt</b>
Acer campestre	6	-	-	6
Malus domestica	-	-	6	6
Prunus avium	-	-	1	1
Prunus padus	-	-	9	9
Prunus spinosa	-	1	12	13
Pyrus communis	-	-	2	2
Gesamt	6	1	30	37

#### **3.4.4. Frühlingseulen der Gattung *Orthosia***

Von den insgesamt 85 erfassten Exemplaren der Gattung *Orthosia* wurden 22 an Pflanzen ohne Blüten, meist jungem Feldahorn (*Acer campestre*), gefunden. An knospenden und aufblühenden Pflanzen wurden dagegen keine der Raupen gefunden. An in Vollblüte stehenden Pflanzen dagegen wurden 27 Raupenindividuen gefunden, 16 an abblühenden Pflanzen, 15 an abgeblühten Pflanzen und fünf an bereits fruchtenden Pflanzen.

Dass viele Raupen an Pflanzen völlig ohne Blüten gefunden wurden, deutet stark darauf hin, dass eher kein Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Frühlingseulen und der Blütezeit ihrer Futterpflanzen besteht.

## 4. Diskussion

Neben der Literatur war es möglich, Einsicht in die unveröffentlichten Raupendaten von Dr. Ludger Wirooks zu nehmen. Das ist insofern gut, als es in Fachliteratur vor allem bei konkreten Einzelfunden oft an Genauigkeit der Daten mangelt. Zudem hat Dr. Ludger Wirooks über zehn Jahre in Düsseldorf das Klimafolgemonitoring durchgeführt und zu diesen Zwecken in den Gebieten Eller Forst und Golfplatz Hubbelrath regelmäßig Raupen erfasst. Da er auch im Raum Aachen sehr aktiv war, lassen sich seine Daten, vor Allem, da diese über einen so langen Zeitraum entstanden sind, gut mit den Ergebnissen der Untersuchungen in diesem Frühjahr vergleichen.

### 4.1. Herbsteulen sowie *Eupithecia tenuiata*

Laut FORSTER & WOHLFAHRT (1971) tritt die Raupe der *Agrochola circellaris* von Ende März bis Mai auf und in kühleren Landesteilen sogar noch bis Anfang Juni. Die Eier wurden von A. Schanowski im Februar gefunden und ist der Erstfund in Baden-Württemberg erst für Ende März, nämlich für den 25. März verzeichnet (vgl. STEINER & GÜNTER, 1997). Eifunde im Februar sind für die Art auch in den Raupendaten von Dr. Ludger Wirooks für den 24. Februar 2010 belegt.

Das Auftreten hängt aber wohl vor Allem damit zusammen, dass erst um die Zeit Ende März herum die früh blühenden Salweiden (*Salix caprea*) ihre Kätzchen verlieren, denn im Zuge dieser Arbeit wurde die Raupe auch schon am 11. März aus einer Probe von männlicher Salweide erfasst (vgl. Kapitel 3.1.; Kapitel 3.3.1.). Die konnte jedoch nur deshalb bereits am 7. März beprobt werden, weil aufgrund der Orkanböen zwei Nächte zuvor die Kätzchen der Salweiden zu Boden geweht worden waren. Obwohl das Raupenfunddatum hier erst vier Tage hinter dem Probensammeldatum liegt, ist davon auszugehen, dass die Phänologie der *A. circellaris* eigentlich schon früher im März oder sogar Ende Februar einsetzt, diese bloß wie STEINER & GÜNTER (1997) angeben zu der Zeit noch nicht gefunden wurde, da die besonders früh aufblühenden Kätzchen von Salweiden normalerweise noch unerreichbar hoch am Baum hängen. Da es sich bei den zuerst im März gefundenen Raupen der *A. circellaris* auch nicht um frisch geschlüpfte Eiraupen handelte, sondern um solche, die schon relativ weit entwickelt waren, ist weiterhin davon auszugehen, dass die Phänologie der Raupenart noch früher beginnt als am 7. März, dem Zeitpunkt der ersten Probennahme von Salweide, obwohl gerade die jungen Raupen sich auch recht schnell entwickeln können. Die Raupen der Art sind nämlich in den noch jüngeren, viel kleineren Häutungsstadien in den Kätzchen so gut wie nicht zu finden, da Sie sich hervorragend darin verstecken können.

Der letzte Fund für *A. circellaris* wurde laut STEINER & GÜNTER (1997) für den 16. Mai verzeichnet, wobei aber leider nicht angegeben ist, ob es sich dabei um einen Fund an einer Primärfutterpflanze gehandelt hat oder um eine schon in der Krautschicht lebende Raupe. Der letzte Fund im Zuge dieser Arbeit wurde demgegenüber schon am 22. April getätigt. Er stammte aus einer am 16. April in Düsseldorf beprobten Grauweide (*Salix cinerea*) und obwohl auch nach diesem Zeitraum noch Futterpflanzen der *A. circellaris* beprobt wurden, unter anderem zwei Grauweiden am 1. Mai in Düsseldorf und eine Salweide am 23. April, konnte die Raupe nicht mehr gefunden werden. Das wird bestätigt durch die Raupendaten von Dr. Ludger Wirooks, der die letzte *A. circellaris* im Mai des Jahres 2015 (am 9. Mai) an Schlehe (*Prunus spinosa*) gefunden hat, obwohl er auch nach April noch vielfach an Futterpflanzen der polyphagen Art geklopft hatte. Es muss allerdings an dieser Stelle davon ausgegangen werden, dass die Raupe noch länger im Jahr phänologisch in der Krautschicht z. B. an Ehrenpreis und Weißer Taubnessel auftritt, sobald sie mit dem Abfallen der Kätzchen vom Baum ihre primäre Futterpflanze verlassen muss (vgl. STEINER & GÜNTER, 1997). Auch Dr. Ludger Wirooks fand Anfang Juni 1995 beispielsweise einige nicht ganz ausgewachsene Raupen der *A. circellaris* in der Krautschicht an Giersch und Kletten-Klebkraut, während in der Nähe herabgefallene Kätzchen der Zitterpappel (*Populus tremula*) lagen, was bestätigt, dass die Raupen teilweise noch wachsen müssen, wenn sie die Kätzchen einer Pflanze bereits verlassen haben.

Als Futterpflanzen für *A. circellaris* nennen STEINER & GÜNTER (1997) Kanada-Pappel (*Populus x canadensis*), Zitterpappel (*Populus tremula*), Ohrweide (*Salix aurita*), Grauweide und Salweide. Die Kanada-Pappel wurde im Zuge der Arbeit zwar einmal beprobt, allerdings waren die Kätzchen zu diesem Zeitpunkt wohl schon so stark vertrocknet, dass kein Raupenindividuum mehr daraus erfasst werden konnte. Neben diesen Pflanzen werden vor allem in älteren Werken auch noch Ulmen (*Ulmus spec.*) und Stieleichen (*Quercus robur*) als Optionen der *A. circellaris* für primäre Futterpflanzen, vor dem obligaten Wechsel in die Krautschicht, angegeben (vgl. STEINER UND GÜNTER, 1997; BERGMANN, 1954). STEINER & GÜNTER (1997) bemerkten allerdings bereits, dass an der Ulme, die früher oft mit an erster Stelle der Futterpflanzen gestanden hatte, heutzutage nicht mehr so viele Funde verzeichnet werden. Obwohl im Zuge dieser Arbeit nicht an Ulme geklopft wurde, soll an dieser Stelle erwähnt sein, dass das mit dem großen Ulmensterben zu tun haben könnte, das in den 70er Jahren auch in den Medien häufig präsent war und heute in der Ökologie noch thematisiert wird (vgl. KEHR et al., 2004). Eine Hypothese wäre hier, dass es eine genetische Prädisposition für die Präferenz von Futterpflanzen geben könnte und durch den Tod der Ulmen die an ihnen lebenden Raupen ebenfalls dahinschieden, sodass die Gene der Falter im Genpool reduziert wurden, die ihre Eier hauptsächlich an Ulme ablegen. So könnte eine Form

der gerichteten Selektion stattgefunden haben. Selbstverständlich lässt sich das nur äußert schwer nachweisen, ohne die entsprechende Genetik zu entschlüsseln. Andererseits ist es auch möglich und wahrscheinlich, dass einfach aufgrund des Sterbens großer Teile der Ulmen heute diese Baumart selten beprobt wird und deshalb ein solcher Unterschied zu früheren Erkenntnissen zu bestehen scheint. Welche von beiden Hypothesen zutrifft ließe sich leicht herausfinden, indem nach ausreichender Beprobung die durchschnittlichen Individuenzahlen der *A. circellaris* in einem Kilogramm Ulmenfrüchten und Weidenkätzchen verglichen werden. Je geringer die durchschnittliche Anzahl der Exemplare an Ulmen im Vergleich zu Weiden ist, desto wahrscheinlicher ist, dass auch eine Änderung des Genpools dem zugrunde liegen könnte. Ganz allgemein sei noch der Gedanke angehängt, dass selbst, falls es tatsächlich eine phylogenetische Erklärung für die Futterpflanzen- oder Eiablagepräferenz von Schmetterlingsarten gibt, sich immer noch die Frage stellt, wie schnell sich die Schmetterlinge evolutionär an klimatische Veränderungen anpassen können.

Obwohl im Zuge dieser Untersuchungen in Düsseldorf am 16. April und 1. Mai auch drei Proben an Ohrweide genommen wurden, fand sich die Raupe hier, trotz der Angabe der Ohrweide als Futterpflanze durch STEINER & GÜNTER (1997), nicht. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass die Ohrweide bei den beiden Beprobungen am 16. April gerade erst kurz zuvor aufgeblüht war. Die Blühzeiten der Bäume sind zwar tendenziell im ROTMAHLER (1990) festgehalten, aber können dennoch in Abhängigkeit vom Standort vom vorgegebenen Zeitraum abweichen. Bei den Proben der Ohrweide handelte es sich zudem um sehr kleine Proben von einem kleinen Busch, weshalb die Daten hier wenig repräsentativ sind. STEINER & GÜNTER (1997) geben dagegen an, dass in einem gestörten Hochmoor Ende 1977 von Meinecke auf 300 Kätzchen der Ohrweide 58 Raupen der Art *A. circellaris* gefunden worden waren. Nun ließe sich mutmaßen, ob das Nicht-Vorkommen an Ohrweide bei diesen Untersuchungen Konsequenz einer klimatischen Entwicklung sein könnte, die mit den Blühzeiten der Weiden zusammenhängt. Mit der Feststellung, dass die Raupen der *A. circellaris* in den letzten Jahren nicht mehr so häufig im Mai gefunden wurden und der Hypothese, dass sich das phänologische Auftreten der Art weiter in das frühere Jahr verschoben haben könnte, geht die Vermutung einher, dass die Ohrweide, die ja im Gegensatz zur Salweide erst ab April blüht, vielleicht als Futterpflanze aufgrund der späten Blühphänologie weniger attraktiv geworden ist. Andererseits ist diese Hypothese, weil sie nur auf den Erkenntnissen aus einer kleinen Probe an einem kleinen Busch aufgebaut ist, wohl etwas gewagt.

Bei den Beprobungen dieser Arbeit wurden Raupenindividuen der *A. circellaris* an vielen unterschiedlichen Laubgehölzen erfasst. Von den von STEINER & GÜNTER (1997) bereits

genannten Pflanzenarten wurde sie dabei an Grauweide, Salweide und Stieleiche gefunden. *A. circellaris* konnte aber zusätzlich auch noch an Hainbuche (*Carpinus betulus*), weiblicher Zitterpappel, Schlehe, Silberweide (*Salix alba*), Korbweide (*Salix viminalis*) und Bruchweide (*Salix fragilis*) festgestellt werden. Dr. Ludger Wirooks gibt in seinen Raupendaten zusätzlich noch Funde für Raupen der Art an Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und Gemeiner Esche (*Fraxinus excelsior*) an, von der auch die bereits erwähnten Eifunde stammen. An Esche wurden von ihm mehrfach Raupen der Art gefunden, darunter beispielsweise vier nicht ausgewachsene Raupenindividuen am 15. April 2015, die durch ihre rötliche Färbung auf der Esche besonders gut getarnt waren. Dr. Wirooks fand laut seinen Raupendaten diese Art zudem am 10. April 2015 durch Klopfen ein einziges Mal an Weißdorn (*Crataegus monogyna*), und zwar im Eller Forst in Düsseldorf. Der Weißdorn stand jedoch unter vielen Eschen und Pappeln. Der erste Eindruck verspricht dennoch, dass die Art noch viel polyphager ist als bisher von beispielsweise STEINER & GÜNTER (1997) angenommen. Bei der Schlehe als Futterpflanze sollte bedacht werden, dass an dieser insgesamt im Zuge der Arbeit nur drei Individuen der *A. circellaris* erfasst wurden. Diese wiederum stammen jedoch aus drei unterschiedlichen Proben, die aus Aachen und beiden Gebieten aus Düsseldorf stammen und nicht eben aus einer einzelnen Probe. In den Raupendaten von Dr. Ludger Wirooks sind noch mehr Funde der Art an Schlehen angegeben.

Es könnte generell natürlich sein, dass trotz mehrfacher Funde an Schlehe bei einer so geringen Individuenzahl die Raupen von anderen Pflanzen auf die Schlehen gefallen waren oder möglicherweise von Vögeln über den Schlehen fallen gelassen wurden. Letztlich würde jedoch nur ein Eifund an Schlehe tatsächlich sicher bestätigen, dass die Baumart zu den Primärfutterpflanzen der Raupen von *A. circellaris* gezählt werden kann, zumal sie den Pflanzen der Familie der *Rosaceae* angehört, welche ansonsten von dieser Art nicht als Futterpflanzen genutzt werden. Entsprechendes gilt für den Weißdorn, bei dem es sehr gut möglich ist, dass die Raupe vor der Erfassung von Eschenfrüchten oder mit Pappelkätzchen auf ihn herabgefallen war.

Auch die Fundzahlen an Stieleiche, Korbweide und Bruchweide sind nicht besonders hoch. Die Erfassung der *A. circellaris* an der Eiche wurde zwar schon von BERGMANN (1954) publiziert, ist aber doch ungewöhnlich, dass die Eiche als primäre Futterpflanze der Art wohl nur durch das Finden der Eier am Baum belegt werden kann, was ohne Frage bei dem wohl äußerst geringen Vorkommen an dieser Pflanze eine Herausforderung darstellen dürfte (vgl. STEINER & GÜNTER, 1997). Die Funde an Korb- und Bruchweide könnten zwar Ausnahmen darstellen, aber Weidenkätzchen als Nahrung sind für diese Art ja nicht außergewöhnlich. Korbweide ist im Gegensatz zu den anderen Weiden zwar schmalblättrig, hat aber laut ROTHMALER (1990) eine

Blühphänologie, die eher der breiblättriger Weiden, wie z. B. der Sal- und Grauweiden, entspricht, an denen die Raupe ja immerhin sehr häufig gefunden wurde.

Die Zitterpappel wurde von STEINER & GÜNTER (1997) als Futterpflanze der *A. circellaris* zwar nicht explizit genannt, die Erfassungen der Raupe sind allerdings nicht verwunderlich, da immerhin ja andere Pappeln als Futterpflanzen allgemein bekannt sind. Mit hoher Wahrscheinlichkeit nutzt *A. circellaris* sogar häufiger die weiblichen Zitterpappeln als Primärfutterpflanzen, wurde jedoch zuvor nicht gefunden, weil die Bäume zu hoch zum Klopfen sind. Die Raupen waren deshalb wohl häufig schon zu Boden gefallen und verpuppt, wenn die schon lange abgeblühten und bereits fruchtenden Kätzchen der weiblichen Espen endlich vom Baum fielen und gesammelt werden konnten. Dr. Ludger Wirooks fand zwar am 24. April 1998 viele Raupen der *A. circellaris* in den gesammelten Kätzchen einer weiblichen Zitterpappel, doch er fand auch viele nachts in der Nähe an krautigen Pflanzen, die die Kätzchen also wohl bereits verlassen hatten. An herabgefallenen weiblichen Weidenkätzchen dagegen fanden sich nie Raupen der Art, wobei diese möglicherweise auch einfach nicht schnell genug gesammelt wurden.

Nun stellt sich die Frage nach den Präferenzen der *A. circellaris* für ihre Futterpflanzen. Die Raupe wurde zwar mit Abstand am häufigsten an Salweide gefunden, doch das könnte eben auch daran liegen, dass diese Weidenart im Gegensatz zur Zitterpappel und Hainbuche viel häufiger beprobt worden ist. An Salweide wurde *A. circellaris* über den Untersuchungszeitraum mit durchschnittlich 140,28 Individuen pro Kilogramm Kätzchen erfasst (vgl. Kapitel 3.4.1.). Der Wert für die männliche Salweide liegt dabei allerdings mit 199,94 Raupenindividuen pro Kilogramm noch weit über dem Wert für die Salweide im Allgemeinen (vgl. Kap. 3.4.1.). Mit einer Anzahl von 21,75 Raupen pro Kilogramm Kätzchen fällt die Zitterpappel in Sachen Präferenz weit hinter der (männlichen) Salweide zurück, ebenso wie die Hainbuche, für die sich eine durchschnittliche Individuenzahl von 10,02 Raupen pro Kilogramm Kätzchen ergeben hat (vgl. Kap. 3.4.1.). Damit ist die Präferenz der *A. circellaris* für männliche Salweide schon weitaus wahrscheinlicher. Dennoch ist Vorsicht geboten, da auch die Möglichkeit besteht, dass die Raupen in den Salweiden stärker auftreten, weil sie in den abgefallenen Kätzchen der Salweide in der freien Natur noch längere Zeit zubringen, wie sie es ja sogar auch in Gefangenschaft tun (vgl. Kap. 3.1.1.). Fakt ist auch, dass die Kätzchen von Hainbuchen und Pappeln ganz anders beschaffen sind als die der Salweide (vgl. ROTMAHLER, 1991). Es könnte also durchaus sein, dass die Raupen der *A. circellaris* die herabgefallenen Hainbuchen- und Zitterpappelkätzchen auch einfach früher verlassen, da diese möglicherweise schneller austrocknen, vielleicht nicht kompakt genug sind oder weniger Schutz bieten. Das erklärt auch, warum in den sehr trockenen, aber immerhin von einem am Boden liegenden Ast gepflückten, Kätzchen der Kanada-Pappel, die im Eller Forst beprobt wurde, keine

Raupenindividuen (mehr) zu finden waren. Dafür spricht auch, dass *A. circellaris* in den Kätzchen der umgekippten, aber noch in Vollblüte stehenden Zitterpappel derart häufig vorkam.

Es steht dann aber immer noch die Frage aus, ob *A. circellaris* möglicherweise eine Präferenz für männliche oder weibliche Kätzchen zeigt und inwieweit der Anschein einer Präferenz, der sich im Laufe dieser Arbeit herauskristallisiert hat, eventuell auch nur durch methodische Aspekte erklärt werden kann (vgl. Kap. 3.4.1.). *A. circellaris* wurde mit Ausnahme von drei Funden an weiblicher Bruchweide, neben denen kein Fund am männlichen Pendant verzeichnet wurde, grundsätzlich mit höheren durchschnittlichen Individuenzahlen pro Kilogramm in den männlichen Weidenarten gefunden (vgl. Kap. 3.4.1.). Aber auch wenn hier die Werte gesammelter Proben außen vor gelassen werden, weil eine Anhäufung von Raupen in den herabgefallenen Kätzchen zu einem verfälschten Ergebnis führen könnte, scheint *A. circellaris* eindeutig stärker in den Klopfproben von männlichen Weiden vertreten. Die Art bevorzugt also mit allerhöchster Wahrscheinlichkeit tatsächlich die männliche Salweide gegenüber der weiblichen. Leider lässt sich das für die anderen Weidenarten nicht errechnen, da zu wenig Probennahmen an diesen durchgeführt wurden. Es wäre also sinnvoll die Geschlechter aller unterschiedlichen Weiden nochmal eingehender mit Klopfen (oder Pflücken) zu beproben und die Werte dann zu vergleichen, um auch hier weitere repräsentative Ergebnisse zu erhalten. Es kann durchaus sein, dass von der Präferenz männlicher Kätzchen bei den Salweiden nicht automatisch auf die Präferenz von männlichen Kätzchen im Allgemeinen geschlossen werden kann, da die Kätzchen ja, wie ROTHMALER (1991) darstellt, völlig unterschiedlich beschaffen sind.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass *A. circellaris* zusätzlich zu den von STEINER & GÜNTER (1997) und BERGMANN (1954) aufgeführten Laubgehölzarten auch Esche, weibliche Zitterpappel, Silberweide, Bruchweide, Korbweide und Hainbuche als Primärfutterpflanzen nutzt. Schlehe und Weißdorn dagegen erscheinen als Primärfutterpflanzen unwahrscheinlicher, sodass zum Nachweis Eifunde an entsprechenden Pflanzen getätigt werden müssten. Zudem präferiert die Art wohl männliche Salweide gegenüber der weiblichen.

Auffällig ist, dass Raupen von *Xanthia ictertia* und *Xanthia togata* insgesamt bloß in sechs der insgesamt 98 Weidenbeprobungen zusammen vorkamen und bloß in einer der 45 Klopfproben von Weiden. Um herauszufinden, womit dieser Umstand zusammenhängen könnte, werden die Arten im Folgenden zusammen besprochen, da es sich anbietet, die beiden Gattungsvertreter in unterschiedlichen Aspekten der Lebensweise und Präferenzen zu vergleichen.

Die Raupenarten haben zunächst einmal eine unterschiedliche Phänologie, denn *X. ictertia* Raupen treten wie die der *A. circellaris* laut STEINER & GÜNTER, (1997) von Ende März bis Ende

Mai auf, während fast alle Raupenfunde der *X. togata*, zumindest in Baden-Württemberg, in den Monat April fallen. Von FORSTER & WOHLFAHRT (1971) ist für *X. togata* dagegen dieselbe Zeitspanne wie für die anderen beiden Herbsteulen angegeben. Allerdings belegen auch die Raupendaten von Dr. Ludger Wirooks, dass die meisten Raupenfunde für *X. togata* in den April fallen, da von den mehreren hundert gefundenen Exemplaren bloß eine einzige im Mai gefunden wurde und keine bereits im März.

Im Verlauf dieser Arbeit wurde *X. icteritia* dagegen bereits im März sehr häufig gefunden und dabei hauptsächlich Ende März, was mit Sicherheit mit der Blüte der früh blühenden Salweiden zusammenhängt, die hier ihren Höhepunkt erreicht (vgl. Kap. 3.1.). Jedenfalls fallen von den 151 Funden der Art 132 in den Zeitraum von Mitte bis Ende März. Der Erstfund vom 14. März stammt dabei aus einer Salweidenprobe vom 7. März und ist somit über eine Woche eher als der in der Literatur angegebene Erstfund für Baden-Württemberg am 16. März (vgl. STEINER & GÜNTER, 1997). Hier ist wieder derselbe Schluss zu ziehen, wie bei der *A. circellaris*, da es sich um dieselben nach Orkanböen abgefallenen Salweidenkätzchen handelt, nämlich, dass es die Raupen schon früher gibt, diese nur noch nicht gefunden werden, weil die männlichen Kätzchen normalerweise noch am Baum hängen. *X. togata* wurde erst zwei Wochen später am 25. März aus einer männlichen Salweidenprobe vom 22. März erstmals erfasst, weshalb sie wahrscheinlich phänologisch etwas später auftritt als die *X. icteritia* oder zumindest erst später aus dem Ei schlüpft.

Die in der Literatur genannten Futterpflanzen für *X. icteritia* sind Zitterpappel, Grauweide und Salweide (vgl. STEINER & GÜNTER, 1997). Einzelfunde sind laut STEINER & GÜNTER (1997) auch an Schwarzpappel (*Populus nigra*) und Ohrweide belegt. Die Art wurde in dieser Arbeit, wahrscheinlich aufgrund der schon erwähnten geringen Probenanzahl und Größe, nicht an Ohrweide erfasst und ebenso wenig an Schwarzpappel, die allerdings auch nicht beprobt wurde. Dafür wurde die Art zusätzlich mit zwei Individuen an Siberweide erfasst, mit einem Exemplar an der Sammelart Trauerweide (*Salix babylonica*) und mit fünf an der Bruchweide.

Dabei ist besonders auffällig, dass die Art nicht an Grauweide gefunden wurde, obwohl gleich zweimal am 16. April und 1. Mai eine riesige Grauweidengruppe im Eller Forst beprobt wurde und die Pflanze laut STEINER & GÜNTER (1997) eindeutig als Futterpflanze der Art aufgelistet ist. Es sollte dabei erwähnt werden, dass das auch mit dem Eller Forst als Biotop zusammenhängen könnte, da in dem recht feuchten Gebiet von Dr. Ludger Wirooks beim Klimafolgemonitoring bis zu diesem Jahr niemals eine *X. ictericia* gefunden wurde – weder als Raupe noch als Falter. Merkwürdigerweise war der diesjährige Erstfund dieser Art für das Gebiet zudem an weiblicher



Salweide, obwohl die riesige Grauweidengruppe quasi direkt daneben stand. *X. ictericia* wird von STEINER & GÜNTER (1997) als euryök gegenüber Wärme und Trockenheit beschrieben, allerdings ist nirgendwo festgehalten, dass sie sich möglicherweise an feuchten Standorten unwohl fühlt. Falls die Art aber möglicherweise trockenere Standorte präferiert, könnten die letzten beiden besonders trockenen Sommer der Grund dafür sein, dass Sie plötzlich als Konsequenz des Klimawandels im eher feuchten Eller Forst zu finden ist.

Die *X. ictericia* wurde bei diesen Untersuchungen nicht an der Zitterpappel gefunden, welche allerdings auch nur an einer Stelle beprobt wurde. Allerdings kann ein solcher Fund in Pappelkätzchen, welcher die Angabe von STEINER & GÜNTER (1997) bestätigt, in den Raupendaten von Dr. Ludger Wirooks für den 24. April 1998 am Aachener Wilkensberg belegt werden. Der Fund gelang hier durch die optische Suche in am Boden liegenden Kätzchen der Zitterpappel. Zusätzlich war in den Daten von Dr. Wirooks eine Erfassung der Art an Korbweide verzeichnet, welche in der Literatur nicht als Futterpflanze genannt wird (vgl. STEINER & GÜNTER, 1997; FORSTER et al. 1971; PORTER, 1997). Wie eben schon bei der *A. circellaris* erwähnt könnte die Erfassung von *X. ictericia* an der Korbweide mit deren früher Blüte zusammenhängen, weil der Art andere schmalblättrige Weiden möglicherweise zu spät aufblühen. Insgesamt ist jedenfalls zu erkennen, dass die *X. ictericia* es zu bevorzugen scheint, an breitblättrigen Weiden und früh blühenden Pappeln zu leben, auch wenn sie gelegentlich an schmalblättrigen Weiden vorkommt. Für die Raupen der Art *X. togata* sind von STEINER & GÜNTER (1997) bloß Ohrweide, Grauweide und Salweide als Futterpflanzen mit Bestimmung bis zur Art aufgeführt. Die *X. togata* wurde genau wie die anderen Herbsteulen zwar nicht an der Ohrweide gefunden, dafür aber einmal an der Bruchweide und von Dr. Ludger Wirooks am 15. April 2015 in Form von acht Individuen auch an Korbweide. Pappeln werden von STEINER & GÜNTER (1997) zwar als Gattung unter den Futterpflanzen genannt, aber es wird kein expliziter Fund für die *X. togata* an diesem Laubgehölz nachgewiesen. Ebenso wenig fand sich bei den diesjährigen Erhebungen oder in den Raupendaten von Dr. Wirooks ein Beleg für das Auftreten der Art an Pappeln, weshalb die Angabe von Pappeln als Futterpflanzen kritisch zu sehen ist. Dass *X. togata* diese möglicherweise nicht als Futterpflanze nutzt, könnte damit zusammenhängen, dass die Raupenart hierfür phänologisch im Gegensatz zur *X. ictericia* etwas zu spät auftritt, aber kann auch einfach dadurch bedingt sein, dass es sich bei der Pappel um keine präferierte Futterpflanze der Raupen von *X. togata* handelt. Abgesehen von hohen Individuenzahlen an der breitblättrigen Salweide ist *X. togata* nämlich im Gegensatz zu den anderen Arten auch sonst eher an schmalblättrigen Weiden zu finden, die ja tendenziell später blühen als die breitblättrigen Weiden. Das beweist, dass die Phänologie der Art

etwas später ist als die der *X. ictericia* und deutet zudem darauf hin, dass die Phänologie beider Arten von der Futterpflanzenwahl beeinflusst sein könnte.

*X. icteritia* scheint zumindest laut dem durchschnittlichen Wert für Salweidenproben mit 45,57 Individuen eher an männlichen Kätzchen zu leben, denn der durchschnittliche Wert für weibliche Salweidenkätzchen beträgt gerade einmal 10,56 Exemplare pro Kilogramm (vgl. Kap. 3.4.1.). *X. togata* dagegen kommt durchschnittlich mit einem Wert von 2,47 Exemplaren pro Kilogramm an männlicher und 3,02 Raupen an weiblicher Salweide vor.

Die *X. togata* wird nicht nur in dieser Arbeit, sondern auch laut STEINER & GÜNTER (1997) insgesamt weit weniger gefunden als *X. ictericia*. Das könnte durch Aspekte in der Lebensweise der Arten oder das methodische Vorgehen zu erklären sein. Wenn *X. ictericia* z. B. tatsächlich etwas früher auftritt, könnte es dazu kommen, dass die kleinen Raupen der *X. ictericia* die Raupen der Art *X. togata* fressen, da diese noch jünger sind. Das würde evolutionär auch Unterschiede im Futterpflanzenspektrum der Arten begründen. Möglich ist es jedenfalls, denn die Arten sind sich in ihrer Larvalphänologie ähnlich und legen im Herbst an denselben Stellen an Weiden, nämlich zwischen Schuppen und in Zweiggabelungen, ihre Eier ab (vgl. STEINER & GÜNTER, 1997). Möglicherweise haben sich auch die unterschiedlichen Futterpflanzen- und Geschlechtspräferenzen der beiden Arten erst dadurch evolutionär entwickelt. Zum Beispiel hätte *X. togata* an Grauweide natürlich sehr gute Überlebenschancen, wenn *X. ictericia* daran nicht vorkommt. Ein solches Verhalten unter Raupen, bei denen Arten andere Arten fressen, die an denselben Futterpflanzen leben, ist außerdem auch schon bei anderen Raupengruppen, wie zum Beispiel den Kapseleulen, bekannt (vgl. WIROOKS & PLABMANN, 1999).

Eine weitere Erklärung für das seltene gemeinschaftliche Auftreten von *X. ictericia* und *X. togata* besteht in der räumlichen Trennung der beiden Arten in Straten. Das würde beispielsweise erklären, warum *X. icteritia*, die dieses Jahr im Eller Forst an weiblicher Salweide gefunden wurde, nicht an der großen Grauweidengruppe saß, da diese nicht besonders hoch war. Das könnte auch generell erklären, warum *X. ictericia* nicht an Grauweide zu finden ist, da dieses Laubgehölz grundsätzlich immer ein Busch ist, im Gegensatz zur Salweide, die ein Baum ist. Es könnte sein, dass *X. ictericia* eher die höheren Straten eines Baumes besiedelt, während *X. togata* sich eher in den unteren Bereichen aufhält. Das würde auch das Vorkommen beider Arten an Salweide erklären, da diese häufig hohen Bäume eben auch tiefe Äste haben, also bodennahe Straten, die von der *X. togata* besiedelt werden können. Es wurde zwar in der Literatur von BERGMANN (1954) angegeben, dass bereits eine *X. ictericia* an Grauweide gefunden wurde, aber die genauen

Umstände des Fundes werden nicht beschrieben, weshalb dies der Straten-Hypothese nicht unbedingt widerspricht, zumal es sich um eine Ausnahme handeln könnte.

Wenn an der Stratenbindung etwas dran ist, hätte die *X. ictericia* mehr in den Sammelproben der Weiden gefunden werden müssen, da die gesammelten Kätzchen aus höheren Baumteilen stammen können. Dagegen wäre die Art beim Klopfen und Pflücken seltener gefunden worden, weil dort ja nur die unteren Bereiche eines Baumes beprobt werden können, sofern dieser eine entsprechende Größe vorweisen kann. Die *X. togata* müsste in diesem Fall ein gegenteiliges Verhältnis aufweisen und beim Sammeln prozentual weniger häufig gefunden worden sein als beim Klopfen. Tatsächlich ist es so, dass *X. togata* ihren höchsten Wert für Individuen pro Kilogramm Kätzchen mit 59,06 Raupen bei den Klopfproben und Pflückproben von Grauweide aufweist (vgl. Kap. 3.4.1.). Auch sonst sind die durchschnittlichen Individuenzahlen für Raupenfunde der *X. togata* beim Klopfen und Pflücken grundsätzlich höher als beim Sammeln (vgl. Kap. 3.4.1.). Für die Proben an männlichen Salweide ist die Art allerdings mit einer durchschnittlichen Individuenzahl, mit einer Diskrepanz von gerade einmal 0,19 Raupen zugunsten der Klopf- und Pflückproben vor den Sammelproben, recht gleichwertig vertreten (vgl. Kap. 3.4.1.).

Bei der *X. ictericia* dagegen ist es etwas komplizierter, da diese doch häufiger geklopft wurde als gedacht. Die durchschnittliche Individuenzahl für Proben der männlichen Salweide liegt für Sammelproben jedoch bei 48,06 Raupen und damit immer noch höher als die für Klopf- und Pflückproben zusammen genommen bei 31 Raupen pro Kilogramm (vgl. Kap. 3.4.1.). Die Werte für andere Baumarten sind durch unzureichend häufige Probenahmen leider nicht repräsentativ, weshalb hier Nachholbedarf besteht.

Die *E. tenuiata* soll laut BARTSCH et al. (2003) im März und April zu finden sein und in der Tendenz auch schon früher. BARTSCH et al. (2003) vermuten die junge Raupe schon im Februar in Kätzchen, was sich mit der Tatsache deckt, dass die Raupe im Zuge dieser Erhebungen ebenfalls direkt Anfang März erwachsen in den Kätzchen von männlicher Salweide gefunden wurde. Der letzte Fund der Raupe im Zuge der diesjährigen Untersuchungen fällt auf den 8. April und stammte aus einer männlichen Salweidenprobe vom 28. März. In der darauffolgenden Woche wurden zwar von männlicher und weiblicher Grauweide noch Proben genommen, aber die Raupenart wurde darin nicht mehr gefunden. Auch in den Proben, die nach dem 28. März von Salweide genommen wurden, war die Raupe nicht mehr aufzufinden.

Die *E. tenuiata* wurde außerdem ausschließlich an männlicher Salweide gefunden, obwohl BARTSCH et al. (2003) für diese Art auch andere Futterpflanzen auflisteten. So ist *E. tenuiata* laut

WEIGT (1987) vorwiegend in männlichen Salweidenkätzchen und Ohrweide, während BARTSCH et al. (2003) schreiben, dass die höchste Dichte des Artvorkommens mit 10 Larven pro 100 Kätzchen bei der Grauweide liegt. Außerdem werden Hybridweiden als Futterpflanzen genannt, die allerdings dieses Frühjahr im Laufe der Untersuchungen nicht beklopft wurden (vgl. BARTSCH et al., 2003). Wie auch die anderen in Kätzchen lebenden Raupen wurde *E. tenuiata* nicht in den Ohrweiden-Proben aus dem Eller Forst gefunden. Ungewöhnlich ist dagegen, dass die Art ebenfalls nicht in den Proben von der großen Grauweidengruppe am Eller Forst erfasst wurde, da sie ja wie eben schon erwähnt laut BARTSCH et al. (2003) hier das höchste Vorkommen hätte zeigen sollen. Sie ist sogar dazu noch explizit als Art deklariert, die eben auch feuchte Gebiete und Bruchwälder besiedelt (vgl. BARTSCH et al., 2003).

BARTSCH et al. (2003) schlagen den gebietsweisen Mangel an Grauweiden als Grund für die Besiedelung von Salweiden durch *E. tenuiata* vor. Dies könnte in Aachen zwar zutreffen, jedoch wie bereits ausgeführt wohl nicht im Düsseldorfer Eller Forst. Generell wurden jedoch andererseits im Zuge der diesjährigen Untersuchungen überhaupt keine Exemplare der Art im Eller Forst erfasst. Die Daten von Dr. Ludger Wirooks jedoch verzeichnen zwei Raupen der *E. tenuiata*, die am 7. April 2018 im Düsseldorfer Eller Forst von eben der männlichen Grauweidengruppe geklopft wurden, an der dieses Frühjahr nichts gefunden wurde. Zudem ist dort noch ein weiterer Fund der Art an Grauweide im Eller Forst für den 10. April 2015 verzeichnet. Dass alle diese Raupen zudem bereits in der vorletzten oder letzten Häutungsstadien erfasst wurden, ist ein deutliches Zeichen dafür, dass die Beklopfung der Grauweiden im Eller Forst im Zuge dieser Erhebungen am 16. April dieses Jahres möglicherweise schon zu spät stattfand, sodass die Raupe dort gar nicht mehr auftrat. Das wäre vor allem insofern interessant, als dann das phänologische Zeitfenster der *E. tenuiata* kleiner wäre als die Blütezeit ihrer Futterpflanzen. Hier fände sich dann auch der Grund, warum *E. tenuiata* womöglich nicht an schmalblättrige Weiden geht, die ja tendenziell erst später im Jahr blühen.

Der Unterschied in der Lebensweise zwischen den Herbsteulen und *E. tenuiata* ist weither bekannt –Der Blütenspanner *E. tenuiata* vollzieht nicht den obligaten Wechsel von Primär- zu Sekundärfutterpflanzen in der Krautschicht (vgl. WEIGT, 1988). Das bestätigen auch die Ergebnisse in Bezug auf die Methode, mit der *E. tenuiata* hauptsächlich gefunden wurde, denn diese wurde im Gegensatz zu den anderen Herbsteulen sogar in männlicher Salweide (*Salix caprea*) häufiger in geklopften als in gesammelten Proben gefunden (vgl. Kap. 3.4.1.). Das bedeutet entweder, dass die Raupen die Kätzchen frühzeitig verlassen oder aber eben, dass *E. tenuiata* ihre Entwicklung an den Kätzchen schneller vollzieht und schon quasi verpuppungsbereit mit dem abgeblühten Kätzchen vom Baum fällt. Letztere Hypothese wird auch

dadurch bestätigt, dass die Raupen der Art, bis auf eine einzige Ausnahme im vorletzten Häutungsstadium, immer nur im letzten Häutungsstadium gefunden wurden. Falls *E. tenuiata* in einem möglichst jungen Häutungsstadium erfasst werden soll, käme also das Klopfen als Methode eher infrage, obwohl junge Exemplare in den Blüten scheinbar besonders schwierig zu finden sind. Dennoch wurden die Raupen der Art auch in gesammelten Proben gefunden, wenn auch weniger häufig. Das hängt vermutlich damit zusammen, dass immer ein Teil der am Boden liegenden Kätzchen frisch vom Baum abgefallen ist, während der überwiegende Teil bereits länger auf dem Boden gelegen hat.

Der Vollständigkeit halber sind auch noch die anderen drei gefundenen Arten der Gattung *Agrochola* zu erwähnen. Die *Agrochola lota* beispielsweise wurde vielleicht auch deshalb so selten gefunden, weil viele kleinere und jüngere Weiden beprobt wurden, bei denen sich keine für *A. lota* notwendige Möglichkeit bietet als erwachsene Raupe Schutz unter der Rinde zu finden, da diese noch nicht genug Borke haben (vgl. STEINER & GÜNTER, 1997). Sie kommen zwar dennoch scheinbar an jungen Weiden vor, aber eventuell sind die Überlebenschancen dort einfach geringer. Da die junge Raupe sich zudem zwischen den Blättern von Weiden einspinnt, ist es aufgrund des allgemeinen Fokus der Arbeit auf die Kätzchen logisch, dass die Art seltener gefunden wurde, da dafür öfter optisch gezielt zwischen Blättern und unter der Rinde der Futterpflanzen nach ihr hätte gesucht werden müssen.

Auch die seltenere *Agrochola lychnidis* wurde im Zuge der Untersuchungen mit acht Exemplaren an Hundsrose (*Rosa canina*) erfasst, welche laut STEINER & GÜNTER (1997), BERGMANN (1954) und FORSTER & WOHLFAHRT (1971) bislang nicht als Futterpflanze der Art genannt wird. In den alten Raupendaten von Dr. Ludger Wirooks finden sich allerdings ebenfalls einige Funde der Art an Hundsrose, die diese als Futterpflanze für *A. lychnidis* bestätigen, obwohl sie in der Literatur merkwürdigerweise nie Erwähnung findet.

Auffällig ist hier zudem, dass *A. lychnidis* nur am 24. Mai an Hundsrose gefunden wurde und trotz zahlreicher Beprobungen der Pflanze am selben Standort in den nächsten Wochen nicht mehr auftrat, obwohl alle gefundenen Raupen nicht ausgewachsen waren, sondern sich im vorletzten oder überwiegend vorvorletzten Häutungsstadium befanden. Das könnte darauf hinweisen, dass sich erwachsene Raupen der Art tagsüber nicht klopfen lassen. Ob die Raupe deshalb allerdings eine kurze Phänologie aufweist, steht als Frage weiterhin aus, da die Hundsrose vor dem 24. Mai nicht beprobt wurde. Die wenigen Funde könnten auch als Indiz dafür verstanden werden, dass die Art generell höchst selten und in kleineren Populationen vorkommt. Für beide Hypothesen sprechen auch die Altdaten von Dr. Ludger Wirooks, da die Raupe hier seit dem Jahr 2000 immer

nur zwischen Mitte Mai und Anfang Juni gefunden wurde, insgesamt zwischen 1994 und 2016 allerdings nur achtmal. Laut STEINER & GÜNTER (1997) geht die Raupenzeit der *A. lychnidis* etwa von Mitte Mai bis Mitte Juni, was sich mit den Funden der Raupe im Zuge dieser Untersuchungen deckt, da sämtliche gefundenen Raupen noch nicht ausgewachsen waren und vermutlich noch einige Zeit gebraucht hätten, um an der Pflanze auszuwachsen. Das würde allerdings aufgrund der vielfachen Beprobung von Hundsrosen nach dem Fund der Raupen von *A. lychnidis* darauf hindeuten, dass diese Art bloß höchst selten vorzukommen scheint.

Es ist also deutlich geworden, dass *A. circellaris* viel polyphager ist als *X. ictericia* und *X. togata*, die neben ihr ebenfalls die Weidenkätzchen bewohnen. *A. circellaris* ist auch im Gegensatz zu den anderen Raupenarten nicht an die Weiden gebunden und hat deshalb potentiell bessere Chancen sich dem Klimawandel anzupassen, da sie theoretisch auf viele unterschiedliche Futterpflanzen ausweichen könnte. Die Futterpflanzenpräferenz der *A. circellaris* liegt eindeutig bei männlichen Salweidenkätzchen und hängt wohl zusammen mit ihrem frühen phänologischen Auftreten, da die Salweide auch recht früh blüht. Das würde auch die, wenn auch seltenen, Funde an Schlehe (*Prunus spinosa*) erklären, die ja ebenfalls sehr früh blüht, sofern diese noch als Primärfutterpflanze nachgewiesen werden kann. Es ist anzunehmen, dass wenn sich aufgrund des Klimas die Phänologie der *A. circellaris* verschiebt, diese die Möglichkeit hat, das (evolutionär) über die Verschiebung der Futterpflanzenpräferenz auszugleichen.

Obwohl die beiden Raupen der Gattung *Xanthia* weniger polyphag sind und sich stärker in ihrem Lebensraum einzunischen scheinen, ist die Futterpflanzenpräferenz der Raupen der von *A. circellaris* recht ähnlich. Neben der *A. circellaris* bevorzugen nämlich auch die Raupenindividuen der *X. ictericia* männliche Salweidenkätzchen, wohingegen *X. togata* da scheinbar keinen Unterschied macht (vgl. Kap. 3.4.1.). Diese Unterschiede in der Futterpflanzenpräferenz könnten sich, über Futter- und Platzkonkurrenz mit der *X. ictericia*, evolutionär auf das womöglich genetisch prädispositionierte Eiablage-Verhalten der Falter ausgewirkt haben, was dann zur räumlichen Trennung über die Bindung an Straten der Laubgehölze geführt haben könnte.

Zu diskutieren wäre noch, ob bei den Herbsteulen die Futterpflanzenpräferenz eher eine Habitat-Präferenz bewirkt oder umgekehrt. Vor allem *A. circellaris* und *X. togata* haben sich an trockenen Weiden, z. B. im Bereich Campus-Melaten in Aachen, genauso entwickelt wie in den Weidenkätzchen der feuchten Weiden im Eller Forst, was eher darauf hindeutet, dass es keine Präferenzen im Biotop gibt und das Vorhandensein der Futterpflanze als Lebensgrundlage für die Raupe ausreicht. Bei der *X. ictericia* hingegen, die ja warme trockene Gebiete bevorzugt, könnte es allerdings auch sein, dass Sie die feucht stehenden Grauweiden im Eller Forst aufgrund ihrer

Biotop-Präferenzen meidet. Möglicherweise ist dieses Meiden der Grauweide aber auch im Zuge der Straten-Bindung von *X. togata* und *X. ictericia* zustande gekommen, da *X. ictericia* im Eller Forst dieses Jahr an weiblicher Salweide immerhin gefunden wurde. Beide Phänomene könnten auch zusammenhängen, da in einer Baumkrone sicherlich ein anderes Mikroklima herrscht als bodennah.

Bei allen Raupen ist ganz klar der richtige Zeitpunkt der Beprobung der Futterpflanze entscheidend über den Erfolg bei der Erfassung, wobei der Zeitraum, in dem die vier in Weidenkätzchen lebenden Raupenarten in abgeblühten und heruntergefallenen Salweidenkätzchen zu leben scheinen, länger ist, als der Zeitraum in dem dieselben Arten in Blüten von Hainbuchen, Esche und Zitterpappel zubringen. Das gilt vor allem für die Kätzchen weiblicher Weiden, in denen die Raupen teilweise beim Herabfallen schon gar nicht mehr zu finden sind.

#### **4.2. Raupen der Gattung *Conistra* und *Eupsilia transversa***

An der Phänologie der drei untersuchten Wintereulen fällt vor allem *Conistra rubiginosa* auf, die im Untersuchungszeitraum ein recht langes phänologisches Vorkommen aufwies (vgl. Kap. 3.3.1.). Obwohl laut FORSTER & WOHLFAHRT (1971) die *C. rubiginosa* nur im Mai und Juni auftritt, wurde sie im Zuge dieser Arbeit schon in einer Schlehenprobe vom 21. März das erste Mal entdeckt. Bis etwa Mitte April wurde die Raupe dann noch weitere Male an Schlehe gefunden, wie auch ein weiteres Mal an männlicher Salweide (*Salix caprea*), die ja ebenfalls recht früh blüht (vgl. ROTHMALER, 1990). Ab Mitte April bis Mitte Mai wurde die Raupe dann neben Schlehe auch an anderen *Prunus*-Arten gefunden, die in der Zwischenzeit aufgeblüht sind, wie z. B. der Kirschlorbeer (*Prunus laurocerasus*) (vgl. ROTHMALER, 1990). Ab dem Monat Mai wurde die Raupe dann an Kulturapfel (*Malus domestica*) des Öfteren erfasst und die beiden letzten gefundenen Exemplare der Art stammen aus Proben vom 21. Mai von Kulturapfel und Spät blühender Traubenkirsche (*Prunus serotina*), also vor dem Wechsel der Art in die Krautschicht. Es wird deutlich, dass *C. rubiginosa* erst an den besonders früh blühenden Baumarten vorkommt und über zwischenzeitlich aufgeblühte Pflanzenarten sogar bis zu Pflanzenarten wie der Spät blühenden Traubenkirsche vordringt, deren Name ja schon besagt, dass sie spät blüht (vgl. ROTHMALER, 1990). Die *C. rubiginosa* wurde im Zuge dieser Untersuchungen sogar insgesamt 10-mal nach dem 13. Mai gefunden, was häufiger ist als die erfasste Individuenzahl der Art für den gesamten Monat April dieses Jahres (vgl. Kap. 3.3.2.). Ins spätere Frühjahr hinein endet die Raupenzeit der *C. rubiginosa* dafür etwas früher als die ihrer Schwesternarten.

Aufgrund des frühen Auftretens der *C. rubiginosa* ist auf jeden Fall anzunehmen, dass die Falter von *C. rubiginosa*, zumindest im Raum Aachen (denn es könnte auch klimatisch bedingt sein), früher kopulieren und Eier legen als die der anderen Wintereulen-Arten.

Die Raupenfunde von Exemplaren der Arten *Conistra vacinii* und *Conistra ligula* dagegen decken sich weitestgehend mit den Angaben von STEINER & GÜNTER (1997) und FORSTER & WOHLFAHRT (1971), nach denen die Raupen der *C. vacinii* von Mitte April bis Mitte Juli auftreten und die Raupen der *C. ligula* von April bis Anfang Juli. Beide Raupenarten wurden etwa zu dem angegebenen Zeitpunkt des Beginns der Raupenzeit zum ersten Mal entdeckt – *C. vacinii* zuerst am 16. April an mehreren Schlehen- und Weidenproben sowie einer Probe von Stieleiche (*Quercus robur*) und *C. ligula* zuerst am 23. April an Weißdorn (*Crataegus monogyna*). Beide zeigten, ähnlich der *C. rubiginosa*, immer wieder im Verlauf der Raupenzeit eine Affinität zu Futterpflanzen, die gerade aufgeblüht waren. Bis auf ein einzelnes Exemplar einer Raupe der Art *C. ligula* an aufblühendem Weißdorn, das am 25. April erfasst wurde, wurde keines der 122 übrigen Raupenindividuen der Gattung *Conistra* an einer Pflanze gefunden, die bis dato nicht in Vollblüte stand. Um ganz sicherzugehen, hätte man allerdings einigen Pflanzen, wie z. B. den Kulturapfel, häufiger auch schon vor der Blüte beklopfen müssen, da in einigen Fällen ja erst zur Zeit der Blüte damit begonnen wurde.

Dass *C. rubiginosa* phänologisch so viel früher auftritt als die anderen Wintereulen-Arten könnte damit zusammenhängen, dass der Falter weniger witterungsempfindlich ist. Während *C. vacinii* und *C. ligula* in den Wintermonaten November und Dezember Winterruhe halten und deshalb kaum nachzuweisen sind, so gibt es bei guten Witterungsverhältnissen (ab ca. 4 °C) doch eine Vielzahl von Nachweisen für das Auftreten des Falters der Art *C. rubiginosa* (vgl. STEINER & GÜNTER, 1997). Wenn der Falter also weniger temperaturempfindlich ist, könnte das erklären, warum er im Frühjahr auch eher zur Kopulation bereit ist als die anderen Vertreter der Gattung *Conistra* und würde damit das frühe Auftreten der Raupen erklären.

Da die Wintereulen alle recht polyphag sind und die Arten der Futterpflanzen für die Diskussion nicht besonders entscheidend sind, sondern vielmehr der Vergleich von Blühzeiten der Pflanzenarten und Funddaten der Raupen, werden im Folgenden nur die von STEINER & GÜNTER (1997), FORSTER & WOHLFAHRT (1971) und BERGMANN (1954) noch nicht genannten Pflanzenarten aufgeführt, an denen entsprechende Arten der Wintereulen erfasst wurden. Für *C. ligula* handelt es sich dabei um Kulturapfel (*Malus domestica*), Hundsrose (*Rosa canina*) und Kirschlorbeer (*Prunus laurocerasus*). Für *C. rubiginosa* sind neue Funde festgehalten worden an den Laubgehölzen Weißdorn, Gemeiner Esche (*Fraxinus excelsior*), Kulturapfel, Kirschpflaume



(*Prunus cerasifera*), Kirschlorbeer und Spät blühender Traubenkirsche (*Prunus serotina*) sowie von Dr. Ludger Wirooks noch an Roter Johannisbeere (*Ribes rubrum*) (vgl. Kap. 3.4.2.). *C. vacinii* wurde neben den in der Literatur bereits angegebenen Futterpflanzen zusätzlich an Weißdorn, Gemeiner Esche, Vogelkirsche (*Prunus avium*), Kirschlorbeer, Spät blühender Traubenkirsche, Mandelweide (*Salix triandra*) und Korbweide (*Salix viminalis*) gefunden. Aus den Daten von Dr. Wirooks kommen für diese Art noch Funde an Roter Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), Bergahorn, Kulturbirne (*Pyrus communis*), Traubeneiche und Hängebirke (*Betula pendula*) hinzu. Die Vermutung ist allerdings, dass das Futterpflanzenspektrum der drei Arten der Gattung *Conistra* im Wesentlichen bloß das Biotop-Spektrum repräsentiert. Laut STEINER et al. (1997) ist *C. vacinii* eine Waldart bzw. eine Waldsaumart, die vor allem in Laub- und Mischwäldern vorkommt, aber auch in Gebüsch. *C. ligula* dagegen präferiert scheinbar offenere und wärmere bzw. sonnigere Standorte als den Wald, auch wenn sie dort schon erfasst wurde (vgl. STEINER et al., 1997). *C. rubiginosa* ist recht flächendeckend verbreitet und scheint nur größere feuchtere Gebiete, wie die Auenwälder am Rhein, weitestgehend zu meiden (vgl. STEINER et al., 1997).

Bei der *C. ligula* spiegelt sich die Präferenz von sonnigen und offeneren Standorten in der Erfassung innerhalb dieser Untersuchungen wider. Zum Beispiel wurde die Art in Düsseldorf an einem alleinstehenden Kulturapfel gefunden und in der Umgebung Aachen-Melaten an drei Standorten von Weißdorn und zwei von Hundrose. Alle diese Standorte sind gebüsch- oder heckenartig, recht offen gelegen und sonnig. Zusätzlich wurde *C. ligula* allerdings auch am Waldrand beim Lousberg an drei Standorten von Eiche erfasst, die allerdings recht weit oben beklopft werden konnten, also in einem Teil des Baumes, der zumindest viel Sonne abbekommt. Da der Wald um den Lousberg mitten in der Stadt Aachen liegt, könnte das Klima dort möglicherweise auch wärmer sein – gerade am Waldrand. Auch in den Altdaten von Dr. Wirooks wurde *C. ligula* hauptsächlich an Büschen und Hecken von Weißdorn und Schlehe und kleineren Laubgehölzen gefunden.

Die Futterpflanzen, an denen *C. vacinii* gefunden wurde spiegeln deren Biotop-Präferenz ebenfalls weitestgehend wider. Es wird deutlich, dass es sich bei der *C. vacinii* im Kontrast zu den anderen Wintereulen hauptsächlich um eine Baumart handelt. Sie wurde insgesamt an 35 Standorten erfasst, von denen nur elf Standorte von Schlehe, Weißdorn und Feldahorn eher in die Kategorie Hecke oder Gebüsch fielen. Fast alle diese Standorte von Gebüsch oder Hecken waren allerdings eher an schattigen Stellen des Hubbelrath Golfplatzes oder im feuchten Eller Forst zu finden, der ja immerhin direkt am Wald liegt. Ansonsten wurde die Art auch an Bäumen von Kulturapfel gefunden (obwohl diese zugegebenerweise recht freistehend waren), an Spät blühender Traubenkirsche, Gemeiner Esche, Weidenbäumen und vor Allem an Stieleiche, deren

Standort sich direkt am Waldrand vom Lousberg in Aachen befand. Insgesamt fällt auch auf, dass *C. vacinii* im Vergleich zur *C. ligula* verhältnismäßig häufig im Eller Forst und auf dem Golfplatz Hubbelrath erfasst wurde. Gerade in diesen Gebieten, wie auch am Lousberg, gibt es recht viele waldige Elemente. Auch aus den Raupendaten von Dr. Ludger Wirooks ist ersichtlich, dass *C. vacinii* in den beprobten Gebieten in Düsseldorf mit besonders zahlreichen waldigen Elementen auch besonders häufig vorkommt, denn außerhalb Düsseldorfs wurde diese Art kaum erfasst. Das deutet darauf hin, dass sie es im Gegensatz zu den anderen Wintereulen nicht nur waldig, sondern auch gerne schattig hat.

Von der Art *C. rubiginosa*, welche laut STEINER et al. (1997) ja, wie erwähnt, weite feuchte Auenwälder meidet, wurden bloß zwei Exemplare auf den Feuchtwiesen im Eller Forst an Schlehe gefunden. Ansonsten scheint die Art, ebenso wie *C. ligula*, eher an frei stehenden Bäumen, Hecken und Gebüsch aufzutreten. Darunter fallen beispielsweise viele Schlehen, sowie einige Standorte von Kirschlorbeer und Kulturapfel im Gebiet Campus Melaten in Aachen. Die Art kommt jedenfalls als einzige der drei Wintereulen der Gattung *Conistra* nicht an den Eichen am Rand des Lousbergs vor. Generell könnte deshalb behauptet werden, dass *C. rubiginosa* wohl noch weniger eine Waldart zu sein scheint als *C. ligula*, die ja immerhin einige Male am Waldrand gefunden wurde. In den Raupendaten von Dr. Wirooks wurde *C. rubiginosa* nämlich ebenfalls vorwiegend an Weißdorn und Schlehe gefunden, was die Präferenz der Art für Hecken und Gebüsche nochmal deutlich macht. Auch in diesen Altdaten wurde bloß ein Raupenindividuum der *C. rubiginosa* am 9. April 2017 an einem Standort im Eller Forst an Schlehe erfasst, was ja zu den Biotop-Präferenzen hervorragend passt, da es sich beim Eller Forst um einen Auenwald handelt, in dem die Art höchstens ausnahmsweise vorkommen dürfte.

Bei den in höchstem Maße polyphagen Wintereulen ist besonders interessant, dass scheinbar eine Verbindung der Arten mit der Blühphänologie von Pflanzen besteht. In den Abbildungen 16 und 17 in Kapitel 3.4.2. ist bei den Wintereulen im Vergleich zur *Eupsilia transversa* eine völlig andere Verteilung der Erfassung in Abhängigkeit von den Bützuständen der Pflanzen deutlich geworden.

Dass die Mordraupe *E. transversa* im Gegensatz zu den Raupen der Gattung *Conistra* mit einer Zahl von 27,03 Raupenindividuen auf 1.000 Klopfschläge häufiger an aufblühenden Pflanzen erfasst wurde und mit Voranschreiten der Blüte immer seltener gefunden wurde, bis schließlich durchschnittlich nur noch 6,65 Raupenindividuen auf 1.000 Klopfschläge an bereits abgeblühten Pflanzen gefunden wurden, ist alles andere als verwunderlich. Dieser Umstand hängt höchstwahrscheinlich damit zusammen, dass die Art eher an Blätter gebunden ist, denn die junge

Raupe wird recht häufig eingesponnen zwischen Blättern gefunden (vgl. FORSTER & WOHLFAHRT, 1971; BERGMANN, 1954). Das ist wohl ein Grund dafür, dass die Art besonders gut nachts geklopft werden kann, wenn die Raupe aufgrund der niedrigeren Gefahr durch Fressfeinde vielleicht ihre Deckung verlässt (vgl. PORTER, 1997). Dass die Raupe eher an die Austriebszeiten der Blätter ihrer Futterpflanzen als an deren Blühphänologie gebunden ist belegen auch zahlreiche in diesem Frühjahr getätigte Funde an Pflanzen ohne Blüten. Beispielsweise wären da drei am 1. Mai an Stieleichen ohne Blüten gefundene Exemplare und jeweils ein Fund Mitte und Ende April an Feldahorn, der ebenfalls zu diesem Zeitpunkt keine Blüten trug.

Es ist aber laut den Auswertungen in Kapitel 3.4.2. anzunehmen, dass die Raupenarten der Gattung *Conistra* sich, im Gegensatz zur *E. transversa*, zumindest vorzugsweise von den Blüten ihrer Futterpflanzen ernähren. Belege dafür gibt es sogar einige, so wurden von *C. ligula* beispielsweise laut den Raupendaten von Dr. Wirooks am 18. April 2018 drei Raupen der Häutungsstadien L1 und L2 an Feldahorn (*Acer campestre*) gefunden, von denen eine in einer Blütenknospe saß. Er bemerkte einige kleine Kötel auf den Blütenblättern der Knospe und öffnete sie, woraufhin er eine Eiraupe der *C. ligula* auf dem Blütenboden sitzen sah.

Bei der *C. rubiginosa* gibt es noch mehr Indizien für einen Zusammenhang der Phänologie der Art mit der Blühphänologie der Futterpflanzen. STEINER & GÜNTER (1997) schreiben beispielsweise, dass die Raupe an Flieder- und an Apfelblüten fressend gefunden wurde. Die Raupendaten von Dr. Wirooks belegen, dass am 4. April 1998 eine *C. rubiginosa* mit gesammelten Kätzchen der Hainbuche (*Carpinus betulus*) eingetragen wurde. Sie fraß daraufhin noch bis zum 13. April nur an den alten Kätzchen, bevor Sie auch an Blättern zu fressen begann. Für den 8. Mai 2012 verzeichnete Dr. Wirooks noch zwei weitere optische Funde für Raupenexemplare der *C. rubiginosa*, bei denen die Raupen an Weißdornblüten fraßen. Ein weiterer optischer Fund der Art in einem mittleren Häutungsstadium (L3) wurde von ihm am 29. April 1998 getätigt, während die Raupen an Schlehenblüten fraßen. Noch ein Fund der Raupe von *C. rubiginosa* stammte von einer Schlehe vom 27. April 2015, die zu dem Zeitpunkt ihrer Beprobung gar keine Blätter besaß, sodass sicher ist, dass die Raupe von den Blüten gefressen haben muss. Zu guter Letzt wurden noch zwei Raupenindividuen der Art in den weiblichen Kätzchen von Salweide am 4. Mai 2012 eingetragen, die, trotz frischem Löwenzahn im Zuchtgläschen, während der Zucht nur die alten Kätzchen weiter fraßen.

Die *C. vacinii* wird nach STEINER & GÜNTER (1997) als Raupe im Verhältnis zum Falter erstaunlich selten gefunden und wurde auch von Dr. Wirooks in den Jahren von 1991 bis 2019 insgesamt nur knapp über 100 Mal erfasst. Im Zuge dieser Erhebungen allerdings wurde sie mit einer

Gesamtzahl von 63 Individuen überaus häufig gefunden. Eine Erfassung von Dr. Ludger Wirooks für die Raupe vom 4. Mai 2012 in weiblichen Weidenkätzchen ist besonders interessant, dass, obwohl die Weidenkätzchen in einer Plastiktüte wohl sehr feucht geworden waren, die Raupe während ihrer Zucht die Kätzchen dennoch gegenüber dem frisch angebotenen Löwenzahn präferierte, den sie laut BERGMANN (1954) auch hätte fressen können.

Es lässt sich also durch Indizien stützen, dass die drei Arten der Gattung *Conistra* in jungen Häutungsstadien immer dann an bestimmten Futterpflanzen gefunden werden, wenn die Bäume oder Büsche gerade in Vollblüte stehen oder abblühen. Das ist möglicherweise ein Indiz dafür, dass die Falter bei der Wahl der Eiablage-Pflanze keine Präferenzen haben, sondern stattdessen einfach die Nektar- bzw. Nahrungsaufnahme des Falters mit der Eiablage gekoppelt ist. Für die Larvalentwicklung der Raupen spielt also vielleicht letztendlich vor allem die Futterpflanzenbindung der Falter eine Rolle, welche möglicherweise nur durch Biotop-Präferenzen bedingt ist. Nun könnte argumentiert werden, dass noch nie ein Falter von *C. rubiginosa* oder einer anderen Wintereulen-Art nachts an Schlehenblüten saugend gesichtet wurde, doch Fakt ist, dass dort auch keiner nach diesen Faltern sucht, weil durch STEINER & GÜNTER (1997) allgemein bekannt ist, dass Salweiden sich hervorragend zur nächtlichen Beobachtung von saugenden Faltern im Frühling eignen.

Insgesamt hat sich also herausgestellt, dass alle drei Arten der Gattung *Conistra* fast ausschließlich in Gebieten und an Futterpflanzen gefunden werden, deren Beschreibung ihrer Biotop-Präferenzen entspricht. Zudem ist ersichtlich geworden, dass bei allen Arten die Larvalphänologie mit der Blühphänologie Ihrer Futterpflanzen zusammenhängt. Als Erklärung wurde die Hypothese aufgestellt, dass die überwinternden Falter dieser Wintereulen möglicherweise im Frühjahr die Eiablage mit der Nahrungsaufnahme koppeln. Bei der langen Phänologie der *C. rubiginosa* beispielsweise würde die Beschränkung auf Salweiden als Futterpflanzen auch gar nicht ausreichen, denn deren Blütezeit ist schon Ende April, also vor Ende der Raupenzeit, endgültig vorbei (vgl. ROTHMALER, 1990). Das würde bedeuten, dass die Falter der Wintereulen-Arten womöglich länger leben und eine längere Eiablagephase haben, sodass die Verteilung der Raupen auf die Futterpflanzen insgesamt bloß von der Blühphänologie der Bäume und der Habitat-Präferenz der Art selbst abhängt.

### **4.3. Frühlingseulen der Gattung *Orthosia***

Alle Raupenarten der Gattung *Orthosia* legen ein langes phänologisches Auftreten an Laubbäumen ab Mitte April bis Anfang Juli an den Tag (vgl. STEINER & GÜNTER, 1998). Das macht

es etwas schwieriger herauszufinden, ob die Arten an die Blühphänologie ihrer Futterpflanzen womöglich gebunden sind, aber mit Sicherheit wohl eher nicht an die Blühphänologie einzelner Baumarten, da bei einer solch langen phänologischen Raupenzeit fast immer auf andere Futterpflanzen ausgewichen werden kann. Die Anpassung an die Blüte einer speziellen Pflanzenart scheint also unwahrscheinlich, weil bereits das Futterpflanzenpektrum der polyphagen Arten für eine konstant hohe Individuenzahl sorgen kann, auch, ohne dass diese phänologisch an die Blüte einzelner Pflanzenarten angepasst wäre.

Die Auswertung der Erfassungsdaten für die Frühlingseulen zeigt ebenfalls, wenn man das Datum berücksichtigt, dass zwischen ihrer Raupenzeit und der Blühphänologie ihrer Futterpflanzen offensichtlich kein Zusammenhang besteht (vgl. Kap. 3.4.4.). Von der *Orthosia cerasi* allein stammen beispielsweise insgesamt neun ihrer 26 Erfassungen von einem Laubgehölz, das zum Zeitpunkt seiner Beprobung überhaupt keine Blüten trug – vorwiegend handelte es sich hierbei um Stieleiche (*Quercus robur*).

Obwohl in der Literatur wohl zum Beleg der Ausnahme steht, dass die Raupen der Art *Orthosia gothica* gerne an Blüten von krautigen Pflanzen fressen, gibt es auch Angaben darüber, dass beispielsweise *Orthosia cruda* einmal an den Blättern der Türkenbund-Lilie fressend in der Krautschicht erfasst wurde (vgl. STEINER & GÜNTER, 1998). Es fällt auch auf, dass fast keine Funde von Raupenindividuen der Gattung als direkt an Blüten fressend in der Literatur aufgeführt sind (vgl. STEINER & GÜNTER, 1998). Obwohl von STEINER & GÜNTER (1998) das Fressen der Arten der Gattung *Orthosia* an Blättern nicht explizit erwähnt wird, ist aufgrund der Daten von Dr. Wirooks und dieser Erfassungen davon auszugehen, dass die Raupen an den genannten Futterpflanzen hauptsächlich wohl genau dies tun. Es kam nämlich zu mehreren optischen Funden von Raupen der Frühlingseulen an Blättern diverser Laubgehölze fressend. In den Daten von Dr. Ludger Wirooks findet sich z. B. ein Eintrag über je eine Raupe von *O. gothica* und *O. incerta*, die am 28. Mai 2015 an sehr kleinen Grauerlen (*Alnus incana juv.*) an den Blättern fressend beobachtet und erfasst wurden. Zudem wurde eine Raupe der *O. cerasi* am 16. Juni dieses Jahres optisch an den Blättern von Stieleiche fressend gefunden und eine weitere *O. incerta* am 2. Juni fressend an Blättern einer Hängebirke (*Betula pendula*). Auch wenn die Raupen also möglicherweise Blüten als Futter annehmen, so sind sie auf diese eindeutig nicht angewiesen.

Trotzdem könnten auch die Raupen der Gattung *Orthosia* vom Klimawandel betroffen sein, vor allem wenn die Falter zu einem so frühen Zeitpunkt im Jahr schlüpfen, dass diese keine Raupennahrungspflanzen finden können, weil entsprechende Nahrungspflanzen bis auf wenige Ausnahmen im Januar und Februar weder Blüten noch Blätter tragen.

#### 4.4. Blütenspanner der Gattung *Rhinoprora* sowie *Eupithecia inturbata*

Laut BARTSCH et al. (2001) tritt *Rhinoprora rectangulata* hauptsächlich im April und Mai auf, obwohl es auch bereits zu Erfassungen von Jungraupen im März gekommen ist. Das deckt sich weitestgehend mit der Angabe von WEIGT (1988), die Raupe sei von Ende März bis Mitte Mai zu finden. In unserem Fall fallen der Erstfund der Raupe auf den 11. April und der letzte Fund auf den 16. April, was zwar einen recht kurzen Zeitraum darstellt, aber immerhin in den in der Literatur angegebenen Gesamtzeitraum fällt. Das ist allerdings nicht automatisch ein Beleg dafür, dass die Art als Raupe ein kürzeres phänologisches Zeitfenster hat, da das auch mit der Beprobung ihrer Futterpflanzen zusammenhängen kann, was noch zur Debatte steht. Laut den Raupendaten von Dr. Wirooks war der früheste Fund der *R. rectangulata* mit neun Individuen am 10. April 2017. Dass die *R. rectangulata* nicht früher auftritt, ist durch die Erhebungen in diesem Jahr relativ gesichert, denn die Schlehe wurde in jeder Untersuchungswoche ab dem 18. März, also vor dem Erstfund der Art, einmal, wenn nicht sogar mehrfach beklopft, ohne dass es einen Fund gegeben hätte. Auch nach dem Letztfund am 16. April wurden noch diverse Futterpflanzen der Art beklopft, weshalb ein deutlich späteres Ende der Phänologie unwahrscheinlich scheint. Laut den Daten von Dr. Wirooks wurde die *R. rectangulata* mit einer Erfassung am 24. Mai im Jahr 1996 zum spätesten Zeitpunkt im Jahr gefunden, wobei dieser Fund eine Ausnahme darstellt und die Raupen in den letzten Jahren zuletzt Ende April und Anfang Mai gefunden wurden. Dass die Raupenart im Zuge dieser Untersuchungen am 1. Mai nicht mehr in Düsseldorf gefunden werden konnte ist schon ein wenig verwunderlich und könnte darauf hindeuten, dass eventuell Spätfröste für einen Rückgang der Anzahl gesorgt haben könnten, denn am 10. Mai 2016 wurden dort noch vier Raupen an Kulturapfel gefunden.

Die junge *R. rectangulata* wird wohl eher selten gefunden und die halb ausgewachsene, die sich in die Blüten ihrer Futterpflanzen einspinnt, kann auch kaum vor dem letzten Häutungsstadium geklopft werden. Wahrscheinlich liegt das daran, dass sie sich erst mit ihrem Höchstgewicht oder in der Verpuppungsbereitschaft nicht mehr in den Blüten halten kann oder die Blüte selbst eben einfach mit von der Pflanze geklopft wird (vgl. BARTSCH et al., 2003).

Laut BARTSCH et al., (2001) wurde *R. rectangulata* an Kulturapfel (*Malus domestica*), Holzapfel (*Malus sylvestris*) und Traubenkirsche (*Prunus padus*) im Raum Baden-Württemberg entdeckt. BERGMANN (1955) nennt zusätzlich noch Schlehe und Birnbäume im Allgemeinen, was WEIGT (1988) näher ausdifferenziert, indem er Funde an Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*) und Kulturbirne (*Pyrus communis*) aufzeigt. Auch in den Raupendaten von Dr. Ludger Wirooks wurde die Art als Raupe zahlreich an Kulturapfel und Schlehe in Düsseldorf erfasst, sowie einmal am 13.

Mai 2016 an Kulturpflaume. Die Art wurde im Zuge dieser Erhebungen zusätzlich auch noch an Vogelkirsche (*Prunus avium*) erfasst. Die Funde an Kulturpflaume und Vogelkirsche könnten zwar ein Zufall sein, aber für diese Pflanzen als Futterpflanzen spricht, dass *R. rectangulata*, wenn man die gesicherten Futterpflanzen betrachtet, offenbar auf busch- und baumförmige Laubgehölze der Familie der Rosaceae angewiesen ist – wobei allerdings das Fehlen von Weißdorn als Futterpflanze unter diesen Umständen auffällt.

Laut BARTSCH et al. (2001) sollte *R. chloerata* nur vereinzelt im März zu finden sein und bis Mitte/Ende April, was durch diese Untersuchung nicht bestätigt werden kann. Mit Sicherheit wurde *R. chloerata* bei dieser Untersuchung nur ein einziges Mal aus einer Schlehenprobe vom 21. März erfasst. PORTER (1997) nennt auch zusätzlich zur Schlehe noch der Weißdorn als Futterpflanze der Art – allerdings ohne konkreten Beleg. Dr. Ludger Wirooks fand die Raupe dagegen ebenfalls nur an Schlehe an den Standorten in Düsseldorf zwischen dem 6. und 15. April in verschiedenen Jahren, obwohl auch der Weißdorn von ihm des Öfteren in diesem Zeitraum beklopft wurde. Die unspezifische Angabe des Weißdorns als Futterpflanze der Art ist hier also kritisch zu sehen.

Obwohl die Schlehe auch in den auf den Erstfund folgenden Wochen beprobt wurde, trat die Art nicht mehr auf. Ob die Raupe eigentlich phänologisch noch früher zu finden gewesen wäre, lässt sich auch nicht sagen, da dafür früher an Schlehe hätte geklopft werden müssen – aber die Möglichkeit besteht (vgl. Kap. 2.6.). Auffällig und durch diese Erhebungen gestützt wird die Tendenz in den Raupendaten von Dr. Ludger Wirooks, dass die *R. chloerata* spätestens am 15. April gefunden wurde und die *R. rectangulata* frühestens am 10. April und dass an Tagen mit Funden von *R. chloerata* an Schlehe niemals zeitgleich eine *R. rectangulata* auftrat. Alles spricht also dafür, dass das phänologische Auftreten der Raupen von *R. rectangulata* erst längere Zeit nach dem Auftreten der Schwesternart einsetzt, deren Eischlupf wohl früher stattzufinden scheint. Möglicherweise gibt es zusätzlich eine räumliche Differenzierung der Arten auf unterschiedlich früh blühende Futterpflanzen zur Konkurrenzvermeidung, sodass die *R. chloerata* beispielsweise überwiegend an früh- und die *R. rectangulata* an spät blühender Schlehe lebt.

Verwunderlich ist, dass die Raupe der *R. rectangulata* im Gegensatz zu ihrer Schwesternart *R. chloerata* doch recht polyphag zu sein scheint. Das verleitet dazu anzunehmen, dass *R. chloerata* möglicherweise unter anderen Umständen, beispielsweise mit einer ins spätere Frühjahr reichenden Phänologie, auch polyphager wäre. Anzunehmen ist also, dass die Raupen der *C. chloerata* möglicherweise nur ihre frühe Phänologie an die früh blühende Schlehe als Futterpflanze bindet. Obwohl im Zuge dieser Arbeit nur ein Exemplar der *R. chloerata* erfasst wurde, sei noch erwähnt, dass diese Erfassung ungewöhnlicherweise im März und damit recht

früh stattfand. Es ließe sich nun darüber mutmaßen, ob der Klimawandel der Grund ist, dass im April an Weißdorn und Schlehe keine Raupen mehr zu finden waren, obwohl die Art laut BARTSCH et al. (2001) noch im April gefunden werden kann und auch Dr. Ludger Wirooks die Raupenart 2018 noch mehrfach im April von Schlehe geklopft hat, allerdings wäre diese Hypothese mit einer Gesamtzahl von einer einzigen gefundenen Raupe doch recht dürftig gestützt, zumal der März von BARTSCH et al. (2001) ausdrücklich als Monat deklariert ist, in dem die Art, wenn auch nur ausnahmsweise, gefunden werden kann. Aber auch wenn sich der Schlupf der *R. chloerata* durch den Klimawandel noch nicht weiter ins frühe Jahr verschoben hat, so ist die *R. chloerata* ohnehin aufgrund ihrer frühen und wohl auch eher kurzen Phänologie potentiell stark vom Klimawandel gefährdet. Dann kann es passieren oder ist möglicherweise auch schon passiert, dass Populationen der Raupenart temperaturgesteuert zu früh schlüpfen, die Futterpflanze noch nicht blüht, sie aber auch nicht auf andere Futterpflanzen ausweichen können. Kommt es also nach frühen Sommertagen im Januar oder Februar zum Eischlupf und dann vielleicht sogar noch zu anschließenden Spätfrösten, haben die Raupen der *R. chloerata* dem nichts entgegenzusetzen.

Laut BARTSCH et al. (2003) lebt die Raupe der *Eupithecia inturbata* monophag an Feldahorn (*Acer campestre*) im Zeitraum von Ende April bis Mitte Mai. Dazu passen der Erstfund am 29. April und der letzte Fund am 25. Mai an Feldahorn. Interessant ist, dass sich bis auf zwei Exemplare eigentlich alle Raupen der Art zeitnah, das heißt eigentlich gleich am nächsten Tag, versponnen haben und verpuppungsbereit wurden. Keine der Raupen hat mehr etwas gefressen, was FORSTER & WOHLFAHRT (1977) zufolge ein Anzeichen für diese Verpuppungsbereitschaft darstellt. Interessant ist auch, dass die Raupe wohl häufiger zu werden scheint, da aus den Raupendaten von Dr. Ludger Wirooks hervorgeht, dass er in den letzten Jahren sehr häufig zwischen Anfang und Mitte April Feldahorn beklopft hat, dabei aber nie ein Exemplar der Art erfasst wurde, obwohl auch das Pflanzensubstrat teilweise mitgenommen und noch durchsucht wurde. Es ist zumindest anzunehmen, dass es bei der Suche nach kleineren Exemplaren der *E. inturbata* zielführender ist, das Pflanzensubstrat der Probe mitzunehmen anstatt vor Ort zu durchsuchen, weil die Raupe scheinbar nur erwachsen und fast verpuppungsbereit darin entdeckt oder zufällig geklopft werden kann. Das ist besonders merkwürdig, weil die sehr kleinen Blüten von Feldahorn, vor allem wenn das Klopfen als Erfassungsmethode verwendet wird, allein optisch betrachtet alles andere als ein guter Platz zum Festhalten oder Verstecken zu sein scheinen.

Die *E. inturbata* ist als monophage Raupe an die Blüten von Feldahorn gebunden und deshalb wohl auch an die Blühphänologie der Pflanze. Der Klimawandel könnte also für die Art kritische Folgen haben, da sie bei verfrühter Blüte des Feldahorns oder bei verfrühtem Schlupf der Raupen wahrscheinlich nicht auf andere Futterpflanzen ausweichen kann. BARTSCH et al. (2003) schreiben



dennoch, dass es viele gesunde Populationen der Art auch z. B. an Straßenrändern gibt und dass sie deshalb von der Roten Liste auf eine Vorwarnliste herabgestuft wurde. Aufgrund ihrer Bindung an die Futterpflanze ist das gerechtfertigt, zumindest solange nicht genauer erforscht wird, inwiefern der Schlupf der überwinternden Eier von *E. intubata* genau geregelt ist und ob die Art möglicherweise auf Veränderungen der Blühzeiten reagieren kann. Dass die, laut BARTSCH et al. (2003) wärmeliebende, Art dieses Jahr als Raupe in Düsseldorf gefunden wurde, obwohl das in 10 Jahren Klimafolgemonitoring zuvor nie vorgekommen ist, könnte auf jeden Fall dem Klimawandel zuzuschreiben sein.

## 5. Zusammenfassung

Mit dem Klimawandel einhergehende klimatische Veränderungen können erwiesenermaßen zu verfrühten Blühzeiten von Laubgehölzen und Schlupfzeiten von Raupenarten führen, weshalb es nötig ist zu ergründen, inwieweit Raupenarten und -gruppen möglicherweise in ihrer Phänologie, Lebensweise und Entwicklung auf die Blühphänologie ihrer Futterpflanzen im Frühling angewiesen sein könnten. In Bezug auf eine mögliche Anpassungsfähigkeit verschiedener Makrolepidopteren-Arten und -Gruppen wurde in diesem Kontext auch deren Überwinterungsstadium als Ei, Raupe, Falter oder Puppe in die Überlegungen einbezogen.

Im Zuge der Untersuchungen wurden zwischen dem 7. März und dem 18. Juni dieses Jahres (2019) freilandökologische Beprobungen von 45 verschiedenen Laubgehölzarten in unterschiedlichem Umfang durchgeführt und dabei 2305 Raupenindividuen erfasst und bis zur Art bestimmt. Als Hauptmethode zur Erfassung für alle Pflanzenarten diente dabei das naturschonende Raupenklopfen. Ein besonderes Augenmerk wurde allerdings auf die Beprobung der verschiedenen Weidenarten und -geschlechter gelegt, bei denen zusätzlich noch die Methode des Sammelns heruntergefallener Kätzchen (Blüten) angewandt wurde, um noch gezielter in Kätzchen lebende Raupenarten erfassen zu können. Bei jeder Beprobung wurden zur späteren Quantifizierung und Vergleichbarkeit der Daten Informationen über Pflanze, Raupen, Methode und Biotop festgehalten. Für eine Vielzahl der Raupenarten wurden so im Laufe der Erhebungen unter anderem auch neue Futterpflanzen entdeckt.

Für die als Ei überwinternden und im Frühling in Kätzchen lebenden Arten (*Agrochola circumcellaris*, *Xanthia icteritia*, *X. togata*, *Eupithecia tenuiata*) hat sich ergeben, dass diese auf die Blüte der Weidenkätzchen angewiesen sind. Die Falter könnten also in der Wahl der Weidenart zur Eiablage von der Blühphänologie der entsprechenden Bäume bestimmt sein. Die früh im Jahr auftretende Raupe der *E. tenuiata* beispielsweise findet sich auch an den früher blühenden

Weiden, wie der männlichen Salweide (*Salix caprea*) und zeigt, wie auch die *Agrochola circellaris*, eine Präferenz der männlichen Salweidenkätzchen gegenüber den weiblichen. Andererseits ist es auch möglich, dass Eier von den Faltern im Herbst breit an verschiedensten Pflanzenarten abgelegt werden und womöglich eben nur der Teil der Raupen überlebt, der zum passenden Zeitpunkt an den (auf)blühenden Futterpflanzen schlüpft. Da die Falter aber im Herbst fliegen ist ein Nachteil der Arten zumindest, dass keine direkte Anpassung der Eiablage an im Frühjahr vorherrschende Verhältnisse erfolgen kann. Die *A. circellaris* ist aufgrund ihrer polyphagen und nicht ausschließlich an Weiden gebundenen Lebensweise von den in Kätzchen lebenden Arten wohl am wenigsten gefährdet. Bei den Herbsteaulen der Gattung *Xanthia* hat sich herausgestellt, dass diese in kaum einer Probe gemeinsam auftraten, was als Indiz für unterschiedliche Präferenzen von Weidenarten und -geschlechtern als Futterpflanzen verstanden werden kann. Dass die *X. ictertia* im Gegensatz zur *X. togata* nicht an der Grauweide (*Salix cinerea*) im Düsseldorfer Eller Forst gefunden wurde, könnte durch eine, z. B. durch Nahrungskonkurrenz verursachte, räumliche Trennung der beiden *Xanthia*-Arten über Straten-Bindung erklärt werden. Eine andere Hypothese ist, dass die *X. ictertia* möglicherweise wärmeliebend ist und aufgrund von Biotop-Präferenzen deshalb erst dieses Jahr, durch den Klimawandel verursacht, überhaupt erstmals im Eller Forst auftrat. Die frühere Phänologie der *X. togata* macht sie zudem im Vergleich zur *X. ictertia* anfälliger für eine Gefährdung durch verfrühten Schlupf. Die recht monophage und früh auftretende *E. tenuiata* scheint von den Raupen die am meisten gefährdete Art zu sein.

Die als Falter überwinternden Arten der Gattung *Conistra* (*Conistra vacinii*, *C. ligula*, *C. rubiginosa*) scheinen ebenfalls an die Blühphänologie von Futterpflanzen gebunden zu sein, denn diese Arten wurden fast ausschließlich an in Vollblüte oder Abblüte stehenden Pflanzen gefunden. Das könnte darauf hindeuten, dass die Falter der Arten womöglich im Frühling Nahrungsaufnahme und Eiablage koppeln. Durch eine lange Flugzeit ist ein Wechsel in der Eiablage der Falter hin zu aufblühenden Pflanzen möglich. Zusätzlich hat sich ergeben, dass die *Conistra*-Wintereaulen ihre Futterpflanzen weitestgehend eher nicht nach Futterpflanzen-, sondern nach Biotop-Präferenzen auswählen. Der Klimawandel scheint deshalb der Grund dafür zu sein, dass die *C. rubiginosa* als wärmeliebende Art dieses Jahr gleich zweimal im Auenwald Eller Forst gefunden wurde, obwohl diese in den letzten 10 Jahren Klimafolgemonitoring dort insgesamt bloß ein einziges Mal zu finden war. Andererseits scheint die *C. rubiginosa* trotz der Erschließung neuer Biotope auch potentiell bedroht, weil die frühe Phänologie darauf hindeutet, dass der Falter der Art schon bei sehr niedrigen Temperaturen im Frühling fliegt und kopuliert. Die *E. transversa* zeigte im Vergleich zu den Wintereaulen im Auftreten keinen Zusammenhang mit der Blühphänologie der Futterpflanzen und ist auch dementsprechend weniger gefährdet.

Auch die Phänologie der als Puppen überwinternden Frühlingseulen der Gattung *Orthosia* (*Orthosia cerasi*, *O. cruda*, *O. gothica* und *O. munda*) scheint nicht mit der Blühphänologie ihrer Futterpflanzen zusammenzuhängen, denn die Raupen wurden nicht selten an Laubgehölzen ohne Blüten erfasst, weshalb sie kaum auf Blüten angewiesen sein dürften. Das macht Sie zur am wenigsten gefährdeten untersuchten Raupengruppe, wobei auch hier Vorsicht geboten ist. Problematisch würde es für die Arten nämlich, sollten die Falter so früh im Jahr aus den Puppen schlüpfen, dass Futterpflanzen weder Blüten noch Blätter austreiben.

Bei den als Ei überwinternden Blütenspannern (*Rhinoprora chloerata*, *R. rectangulata*) deutet vieles darauf hin, dass die *R. chloerata* im Zuge der Konkurrenzvermeidung eine frühere Phänologie entwickelt und sich auf besonders früh blühende Schlehen (*Prunus spinosa*) spezialisiert hat, während die Schwesternart *R. rectangulata* auch später noch an anderen Rosaceae neben der Schlehe zu finden ist. Dadurch scheint die recht monophage und im Vergleich früh auftretende *R. chloerata* im Gegensatz zu ihrer Schwesternart potentiell weit stärker gefährdet zu sein. Bei der *Eupithecia inturbata* ist eine Beurteilung schwierig. Einerseits wurde die Art ausschließlich monophag an Feldahorn (*Acer campestre*) gefunden und könnte bei verfrühtem Schlupf gefährdet sein, sollte kein Zugang zur Futterpflanze möglich sein. Andererseits trat die Art dieses Jahr gleich mehrfach auf, obwohl sie in den letzten 10 Jahren von Dr. Ludger Wirooks niemals gefunden worden ist, was für eine positive Einwirkung des Klimawandel spricht.

Insgesamt wird deutlich, dass sich der Klimawandel sowohl positiv als auch negativ auf den Bestand unterschiedlicher Nachtfalter-Arten auswirken kann.

## **6. Fachdidaktische Aufarbeitung der wissenschaftlichen Erkenntnisse**

### **6.1. Allgemeine Einleitung**

Das schülerorientierte Halbtagesangebot im Lehr-Lern-Labor Melaten mit dem Titel „Lepidopterologe für einen Tag“ kann eine besondere Rolle im Lernprozess von Schülerinnen und Schülern (SuS) von der 7. bis zur 10. Klasse und im Inhaltsfeld “Ökologie und Naturschutz” einnehmen (vgl. MSB NRW, 2019). Der Hauptvorteil des Lehr- und Lernangebots im Labor ist das praxisnahe Arbeiten, das durch das Ansprechen mehrerer Sinnesreize den Lerneffekt steigern kann (vgl. CASPARY, 2006). Die Schüler lernen durch ökologische Untersuchungen im Freiland die Natur kennen und lernen sich besser in ihrer Umwelt zurechtzufinden.

Das Inhaltsfeld “Ökologie und Naturschutz” der Sek I an Gymnasien bietet die vielfältigsten Möglichkeiten zur Behandlung der Thematik Raupe und Schmetterling (vgl. MSB NRW, 2019). Zunächst einmal kann hier die Rolle der Schmetterlinge im Ökosystem besprochen werden und deren Anpasstheit an Futterpflanzen in Bezug auf den Lebenszyklus und die Form der Überwinterung, was an das Orientierungswissen der SuS anknüpfen dürfte und den Umgang mit Fachwissen verbessert (vgl. MSB NRW, 2019). Ebenso kann die Anpasstheit durch Beispiele von Mimikry und Mimese erläutert werden (vgl. MSB NRW, 2019). Beispielsweise sind ohne die richtigen Methoden wie z. B. Raupenklopfen oder die richtige Taktik bei der optischen Suche einige Raupen aufgrund ihrer Tarnung überaus schwer zu finden.

Zur Erkenntnisgewinnung dient dann die Durchführung von freilandökologischen Arbeiten, bei denen das heimische Ökosystem untersucht werden kann, um dessen strukturelle Eigenschaften herauszustellen und mit der Phänologie der in ihm vorkommenden Raupen in Zusammenhang zu bringen (vgl. MSB NRW, 2019). Die freilandökologisch von den SuS an ausgewählten Laubgehölzen erfassten Raupen werden unter Anleitung möglichst bis zur Art bestimmt. Vor allem bietet sich das an, da in diesem Inhaltsfeld der Schwerpunkt auf den wirbellosen Tieren liegt (vgl. MSB NRW, 2019).

Der Rückgang der Schmetterlingsbestände liefert einen hervorragenden Anlass über die anthropogenen Einflüsse auf den Lebensraum der Raupen und ökologische Zusammenhänge (Schlagwort: Bestäubung) zu diskutieren (vgl. KILLERMANN, 1974). Gerade von der siebten bis zur zehnten Jahrgangsstufe ist der Umweltschutz laut KILLERMANN (1974) im Kontext mit den Lebensräumen ein wichtiges Thema, das nicht zu kurz kommen sollte. Hier fände sich auch ein guter Einstieg und Schülerbezug zum Thema, da viele SuS bereits in unmittelbarem Umfeld die

Abholzung von Wäldern oder das Umgraben von Wiesen und Entfernen von Böschungen zugunsten neuer Bauten und Stadtteile hautnah miterlebt haben (vgl. KILLERMANN, 1974). Es geht nicht nur darum, Gefährdungsursachen wie zum Beispiel den Klimawandel für Organismen wie Schmetterlingsraupen zu analysieren oder ökonomische (Stichwort: Massengesellschaft) und ökologische Aspekte gegeneinander abzuwägen und zu bewerten, sondern auch darum, ein Verständnis für das Allgemeinwohl zu schaffen und ein Bewusstsein über die Verantwortung, die jeder Mensch gegenüber der Umwelt und Natur trägt (vgl. KILLERMANN, 1974). Es geht zudem darum Artenschutzmaßnahmen kritisch zu reflektieren und im Sinne der Umwelterziehung aus Respekt vor allen Lebewesen nicht nur eine methodische Grundlage, sondern auch eine intrinsische Motivation zur Bewältigung von Herausforderungen wie Art- und Lebensraumgefährdung zu schaffen (vgl. KILLERMANN, 1974).

Falls das Halbtagesangebot nicht wahrgenommen werden kann oder das Inhaltsfeld "Ökologie und Naturschutz" schon ausreichend im Unterricht behandelt wurde, so kann das Thema Schmetterlingsraupen auch noch in andere Inhaltsfelder des Kernlehrplans der Sek I eingebettet werden. Im Inhaltsfeld der "Vielfalt und Anpassbarkeit von Lebewesen" könnte die Raupenthematik beispielsweise zusammen mit der Systematik und dem Aufbau von Lebewesen besprochen werden, auch wenn das Augenmerk in diesem Inhaltsfeld auf den Wirbeltieren liegt. (vgl. MSB NRW, 2019). Es könnten auch hier die Mimikry einiger Raupen als Beispiele für Anpassungen angesprochen werden (vgl. MSB NRW, 2019). Eine Begegnung mit Raupen würde den Wissensschatz der SuS bezüglich der Arten erweitern und auch der Artenschutz könnte in diesem Kontext angesprochen und diskutiert werden (vgl. MSB NRW, 2019). Eine Buchempfehlung für Experimente mit Raupen im Biologieunterricht wäre beispielsweise das Buch „Einfache Experimente mit Insekten“ von KALMUS (1990), in dem der Autor Versuche mit Schmetterlingen zu den Themenbereichen Ortsbewegung (Versuch 23, 24, 25), Cuticula und Epidermis (Versuch 34, 35), mechanische Sinne (Versuch 36, 37), chemische Sinne (Versuch 54, 58) und Lichtreaktion (Versuch 68, 70, 77, 86) anbietet. Weitere Möglichkeiten zur Arbeit mit Schmetterlingen bietet die Fachzeitschrift „BU praktisch“ an, in dessen letzter Ausgabe zum Beispiel die Aufzucht des Totenkopfschwärmers im Biologieunterricht als Möglichkeit diskutiert und hierzu nötiges Grundlagenwissen vermittelt wird (vgl. NOLDING& GROTHJOHANN 2019).

Für das Unterrichten im Inhaltsfeld "Evolution" kann eine Zucht des Lernobjekts Raupe sehr von Nutzen sein (vgl. MSB NRW, 2019). Vor allem könnte am Beispiel der Schmetterlingsraupe gut der Unterschied zwischen natürlicher Selektion und Zucht prozessbezogen erarbeitet und z. B. die Variabilität (Stichwort Abwehrmechanismen, Färbung, Haare etc.) zwischen verschiedenen Raupenarten in Zusammenhang mit der Selektion betrachtet werden (vgl. MSB NRW, 2019).

Das Halbtagesangebot bietet den SuS jedoch die Möglichkeit des Erlebens von ursprünglicher Biologie und das nicht nur bezogen auf die Arbeit in der freien Natur, sondern auch in Bezug auf naturwissenschaftliche und freilandökologische Methoden (vgl. KILLERMANN, 1974). Neben dem heute im Schulunterricht äußerst beliebten Untersuchen und Experimentieren stehen die Verfahrensweisen Betrachten und Beobachten (Beschreiben und Vergleichen) oft zurück, obwohl es sich hier um ganz grundlegende Hilfsmittel zur Erkenntnisgewinnung handelt, die ebenso wichtig sind wie das Experimentieren. Zur Bestimmung von Art und Häutungsstadium einer Raupe sind eben das genaue Betrachten (sofern das "Objekt" mal ruhig sein sollte), Beobachten und Vergleichen entscheidend und das gilt ebenso für die Zucht von Raupen bis zu ihrer Verpuppung oder zum Schlupf. Diese Verfahrensweisen gelten häufig als für SuS weniger motivierend und spannend, doch durch das lebende Lernobjekt ist die Lernmotivation gesteigert und der Lerneffekt ist aufgrund der emotionalen Komponente erhöht (vgl. KILLERMANN, 1974). In Zusammenhang mit der Umwelt stehende Themen sorgen außerdem laut KILLERMANN (1974) bei SuS von der dritten bis zur zehnten Klasse für das höchste Aufkommen von Interesse.

## **6.2. Geförderte Kompetenzen**

Das Halbtagesangebot „Lepidopterologie für einen Tag“ ist vor allem auf die Vermittlung von prozessbezogenen Kompetenzen und prozeduralem Wissen der Teilnehmer ausgerichtet, weshalb vermitteltes deklaratives Wissen direkt Anwendung findet und von den Schülerinnen und Schülern (SuS) umgesetzt werden soll.

Durch das praktische Arbeiten und den Kontakt mit einem Lebewesen ist anzunehmen, dass Inhalte besser und länger aufgenommen werden können (vgl. KILLERMANN, 1974). Über den richtigen Umgang mit den fachlichen Grundlagen, die zu Beginn der Einheit vermittelt werden, sollte sich schlussendlich im Sinne der Umwelterziehung auch ein tieferes Verständnis für die Notwendigkeit und Sorgfältigkeit der freilandökologischen Arbeit von Wissenschaftlern einstellen, das im Zusammenhang mit dem Artenschutz reflektiert werden kann (vgl. BEUCKE-GALM et al., 1993). Gerade dieses Fachwissen in den Bereichen Gefährdung der Schmetterlinge, Ursachen für deren Gefährdung, Nutzen der Schmetterlinge und Artenschutz kann zudem in einer Diskussion unter kritischer Abwägung ökonomischer Ziele (Massengesellschaft, Platzprobleme) und der Naturschutz-Ziele zu einer ausdifferenzierten Bewertung der Problematik durch die SuS führen (vgl. BEUCKE-GALM et al., 1993).

Das anfänglich vermittelte Fachwissen über Naturschutz und die Aspekte Futterpflanzenbindung, Lebenszyklus, Entwicklung und Aufbau von Raupen wird auch noch bei der Bestimmung der in

Weidenkätzchen lebenden Raupenarten (Herbsteulen und *Eupithecia tenuiata*) prozessbezogen angewandt, was zu Methodenkompetenz bei den SuS führen soll. Ebenso dienen die Demonstration und Möglichkeit der Durchführung von Erfassungsmethoden (Optische Suche, Klopfen, Sammeln und Durchsuchen von Proben) der prozessbezogenen Kompetenz der SuS und Ergebnisse der Quantifizierung von Individuenzahlen der in Kätzchen lebenden Raupen dienen als Bestätigung der zuvor von ihnen durch Grafiken gewonnenen Erkenntnisse über die Effizienz der Suchmethoden im Hinblick auf die Erfassung eben dieser Raupen. Das Strukturieren der Prozesse nah am fachlichen Kern sollte den Lerneffekt insgesamt zusätzlich erhöhen (vgl. MSB NRW, 2019).

Auch für die Vorbereitung der Zucht werden fachliche Kenntnisse über Bestimmung und Zucht von Schmetterlingsraupen und Herbsteulen durch die Arbeitsblätter „Lepidopterologie für einen Tag“ vermittelt. Das mit Erfahrungen verbundene Fachwissen über die Vorgehensweise bei der Bestimmung von Art, Häutungsstadium und Häutungsbereitschaft einer Raupe kann im Anschluss an das Lehr-Lernlabor-Angebot auch noch durch eigenständige und sorgfältige Führung des Zucht-Journals vertieft und weiter vernetzt werden (vgl. CASPARY, 2006; KILLERMANN, 1974).

Das Lernen am Lebewesen Raupe, das somit zum Lernobjekt wird, hat außerdem eine affektive Komponente, die vor allem in der Partnerarbeit bei der Bearbeitung des Arbeitsblattes „Eulen und Spanner pro kg Weidenkätzchen“ über Kommunikation der SuS untereinander und den gleichzeitigen Umgang mit dem Lernobjekt zu einer Festigung des anfänglich vermittelten Fachwissens führen kann. Ein weiterer Vorteil ist, dass den SuS mit den Regeln im Umgang mit Insekten im Allgemeinen und Raupen im Speziellen eine weitere wichtige naturwissenschaftliche Methode vermittelt wird. Außerdem können die SuS den Artenschutz als Möglichkeit zum Schutz der heutigen Organismenvielfalt über ihren persönlichen, angemessen vorsichtigen Umgang mit den Raupenindividuen reflektieren (vgl. BEUCKE-GALM et al., 1993).

Insgesamt lässt sich sagen, dass das Lernpotential bei diesem Halbtagesangebot wirklich hoch ist. Vor allem die Vernetzung von deklarativem und prozeduralem Wissen wird zur Kompetenzbildung bei den SuS führen, die die Gelegenheit bekommen, sich mit naturwissenschaftlichen Methoden eines Lepidopterologen vertraut machen zu dürfen. Eine Möglichkeit, die im Schulunterricht aufgrund eines zu hohen Zeitaufwandes für die Lehrperson und mangelnder Ausstattung oft nicht geboten werden kann.

### 6.3. Fachliche Klärung

Mit dem Beruf des Lepidopterologen ist man heute nicht mehr allseits vertraut. Durch das Lehr-Lern-Labor Halbtagesangebot "Lepidopterologe für einen Tag" sollen die SuS jedoch einen stärkeren Alltags- und Praxisbezug für derlei Berufe entwickeln. Da diese Bachelorarbeit sehr spezifische und auf höchster Weise inhaltlich verwobene und in Wechselbeziehung stehende Inhalte erarbeitet und diskutiert, ist eine fachliche Reduktion ihres Umfangs obligat.

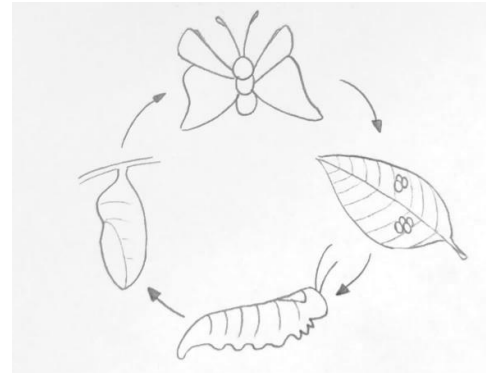
Zunächst einmal benötigen die SuS das nötige Vorwissen über den Schmetterling als Lebewesen und die Herbststelen im Spezifischen, um überhaupt die Methoden der Erfassung zu verstehen und durchzuführen und mit den selbst anleitenden Arbeitsblättern zurechtzukommen, weshalb das Angebot mit einer Einführung in die Thematik „Schmetterling“ beginnt. Der Vorschlag wäre hier, mit der alten Systematik der Schmetterlinge zu arbeiten, da diese übersichtlicher und verständlicher für Laien ist. Bei der Systematik ist es einerseits wichtig, die Schmetterlinge der Klasse der Insekten zuzuordnen und andererseits von Bedeutung, die Aufteilung der Schmetterlinge in Tag- und Nachtfalter und die Vorstellung der größten Nachtfalterfamilien, Spanner und Eulen, vorzunehmen sowie, falls nötig, die Nomenklatur zu erläutern (vgl. STEINER et al., 2014). Dadurch erfolgt auch direkt die thematische Eingrenzung auf Nachtfalter und eben diese beiden Familien.

Neben der Systematik sollte auch die Gefährdung von Schmetterlingen besprochen werden. Selbiges gilt für die Ursachen der Gefährdung von Schmetterlingen und den Nutzen der Schmetterlinge (vgl. BLAB & KUDRA, 1982). Diese Themen stehen in einem direkten Zusammenhang und durch sie kann hervorragend ein Alltagsbezug aufseiten der Schülerinnen und Schüler hergestellt werden, indem beispielsweise jeder die Hand heben soll, der in der Nähe eines Waldgebietes oder einer Wiesenlandschaft wohnt. Dann kann weiter gefragt werden, wer schon den Verlust solcher Natur durch den Menschen miterlebt hat, beispielsweise beim Bau einer Siedlung oder Ähnlichem und schon gibt es einen Erfahrungsbezug, an den das Lernen anknüpfen kann (CASPARY, 2006). Insgesamt geht es bei den Themenkomplexen Gefährdung, Ursachen für die Gefährdung und Nutzen der Schmetterlinge darum, dass die SuS sich über die wechselseitige Beziehung der Punkte zueinander klar werden und diese mit bestehenden Erinnerungen zu verknüpfen und so an das Orientierungswissen anzuknüpfen.

Als Konsequenz und in Anlehnung an diese thematische Einheit wird dann der Schutz der Schmetterlinge diskutiert, mit dem Ziel, dass die SuS zu der Erkenntnis gelangen, dass sich eine Art nur schützen lässt, indem diese einerseits möglichst für sich stehend, aber andererseits vor allem auch in ihren Wechselbeziehungen zur Umwelt untersucht wird.



Um dann mehr über das Lebewesen Raupe zu erfahren, wird zuerst die Entwicklung von Schmetterlingen besprochen. Die holometabole Entwicklung (Präimaginale Stadien, Imagines, Histolyse) wird erläutert an dem schematischen Tafelbild (s. Bildaufnahme 1) und im Vergleich die hemimetabole Entwicklung der Stabheuschrecke am Modell (s. Bildaufnahme 3) demonstriert, sodass der Unterschied deutlich wird. In dem Kontext kann auch gleich auf die Aufgabe der Raupe als Stadium der Nahrungsaufnahme des Schmetterlings eingegangen werden, um so einen Übergang zum Aufbau der Raupen über die Darmlänge zu schaffen. Der Aufbau der Raupe wird am Modell (s. Bildaufnahme 2) erläutert, also die Gliederung des Körpers in Kopf, Brust und Hinterleib. Im Hinblick auf die Bestimmung werden hier auch Nackenschild und Afterschild angesprochen, sowie die Anzahl der Beine und Unterschiede zwischen den beiden großen Familien der Nachtfalter – Spinner und Eulen.



**Bildaufnahme 1:** Beispiel für eine Skizze des Lebenszyklus eines Schmetterlings (Gürtler, 2019<sup>1</sup>)



**Bildaufnahme 2:** Modellraupe „Der Seidenspinner“, die zum Bestand des Instituts für Zoologie und Humanbiologie der RWTH Aachen gehört. (Gürtler, 2019<sup>2</sup>)



**Bildaufnahme 3:** Modell „Verwandlung der Insekten“. Vergleich von holo- und hemimetaboler Entwicklung am Beispiel von Stabheuschrecken und Schmetterlingen. Aus dem Bestand des Instituts für Zoologie und Humanbiologie der RWTH Aachen. (Gürtler, 2019<sup>3</sup>)

Neben dem Aufbau ist natürlich auch die Entwicklung des Entwicklungsstadiums Raupe zu besprechen, da ja beim Halbtagesangebot das Raupenstadium im Mittelpunkt steht. Dabei wird die Häutung erläutert, die Benennung von Häutungsstadien, sowie der natürliche Wandel im Aussehen der Raupe (Färbung, Größe und Gewicht) und deren Verpuppung.

Zuletzt werden noch kurz die Herbsteulen (*Agrochola circellaris*, *Xanthia icteritia* und *Xanthia togata*) in ihrer Lebensweise besprochen, womit der obligate Wechsel von primären Futterpflanzen an sekundäre Futterpflanzen gemeint ist und die starke Bindung zu den Blüten der primären Futterpflanzen (Weiden) (vgl. BARTSCH et al., 2003). Das Ganze kann man an dem Vorwissen aus dem systematischen Teil und dem Teil der holometabolen Entwicklung aufhängen, über die Frage, warum Herbsteulen diesen Namen haben. Dadurch, dass die SuS dann bereits ein wenig mit der Lebensweise der Herbsteulen vertraut sind, können diese die Entscheidung über die Erfassungsmethode dieser Raupen nachvollziehen bzw. selber zu dem Schluss kommen, dass das Sammeln die beste Option zur Erfassung der Herbsteulen darstellt. Anhand der Abbildung 16 in Kapitel 3.4.2. dieser Arbeit sollen die SuS herleiten, welche Methode zu welchem bzw. zum aktuellen Zeitpunkt die effizientesten Ergebnisse bei der Erfassung der Raupengruppe mit der Lebensweise in Kätzchen (also einschließlich des Spanners *E. tenuiata*) leisten kann. Es wird außerdem zwischen Sammeln und Klopfen abgewogen anhand der Abbildungen 17 und 18 in Kapitel 3.4.2. dieser Arbeit, mit der Prämisse, dass möglichst nur die vier in Kätzchen auch tatsächlich lebenden Arten erfasst werden sollen.

Es folgt im Freien die Demonstration der freilandökologischen Methoden der Lepidopterologen und die SuS haben Gelegenheit diese selber auszuprobieren. Dabei werden auch die entsprechenden Bäume, Weide und Schlehe (und vielleicht Apfel), kurz vorgestellt. Die Mitnahme von Proben und Raupen beschränkt sich dabei auf das Sammeln von Kätzchen männlicher Weiden. Sich auf Raupen in den gesammelten Kätzchen männlicher Weiden zu beschränken ist deshalb sinnvoll, weil durch jede andere Methode, an jeder anderen Pflanze, eine viel größere und unübersichtlichere Anzahl verschiedener Raupenarten erfasst werden würde, welche die SuS bei der Bestimmung schnell überfordern könnte. In den Weidenkätzchen leben neben den drei Herbsteulen (*A. circellaris*, *X. icteritia* und *X. togata*) und dem Spanner (*E. tenuiata*) die bestimmt werden sollen, in dieser Zeit des Jahres eigentlich keine anderen Raupen. Dennoch können einige andere Exemplare mit den Kätzchen vom Baum fallen. Das Auftreten dieser zusätzlichen Raupenarten ist aber gut, da die SuS so zumindest in der Lage sind, die Unterschiede zwischen Raupenarten in Aussehen, Bewegung und Lebensweise nachzuvollziehen.

Bevor die gesammelten Proben durchsucht werden, ist es wichtig, noch einmal den Umgang mit Lebewesen im Allgemeinen und Raupen im Speziellen zu besprechen und den Schülerinnen und Schülern deren Verantwortung für das Lernobjekt, aber eben auch das Lebewesen Raupe, klarzumachen (vgl. SCHMIDT, 1978). Im Anschluss an die freilandökologische Arbeit sollen die SuS nämlich lernen, wie gesammelte Proben richtig nach Raupen durchsucht werden und wie Ergebnisse über das Gewicht quantifiziert werden anhand des zweiseitigen Arbeitsblattes "Verhältnis zwischen Spannern und Eulen pro kg Weidenkätzchen". Es handelt sich dabei um ein selbsterklärendes Arbeitsblatt, das eine Mischung aus Informationen und Aufgaben bietet. Sämtliche Texte des Arbeitsblattes wurden selbst verfasst und durch inhaltliche Reduktion wissenschaftlicher Fachbegriffe und Texte an den Umfang der Einleitung der SuS angepasst. Den SuS wird auf dem Arbeitsblatt erläutert, wie sie die Proben der Weidenkätzchen systematisch durchsuchen und wie sie anhand von Bewegung und Beinanzahl der Raupen (unterstützt durch eine Abbildung) mit auch laut SCHMIDT (1978) sinnvollen Hilfsmitteln wie der Lupe, die Familie (Spanner, Eule) einer Raupe bestimmen. Sie quantifizieren danach die Individuenzahlen für Spanner und Eulen über das Gewicht ihrer Probe, sodass ihre Ergebnisse mit denen ihrer Mitschüler trotz anderer Probengewichte letztendlich verglichen und besprochen werden können. Das ganze Arbeitsblatt festigt neben der Vermittlung von Wissen zur Quantifizierung auch implizit das Wissen über die Futterpflanzenbindung der Herbsteulen und des Blütenspanners *E. tenuiata*.

Es folgt nach einer Pause die Bearbeitung der Arbeitsblätter „LepidopteroLOGe für einen Tag. Bestimmung und Zucht von Schmetterlingsraupen“ (s. Anhang). Die Arbeitsblätter sind ebenfalls eigenständig entwickelt und darauf ausgelegt, dass diese ohne weitere Erklärungen bearbeitet werden können. Die Bestimmung der Raupen erfolgt über einen, mit Fotos von Dr. Ludger Wirooks im Maßstab 1:1 erstellten, Bilderkatalog, der die drei in Weidenkätzchen lebenden Herbsteulen-Arten und den Spanner *E. tenuiata* in allen Häutungsstadien zeigt, von denen es Fotos gab. Das ist nötig, da bei der Verwendung von Bestimmungsliteratur zu viele unbekannte Begriffe und vor allem Begriffe in Bezug auf die Färbung erläutert werden müssten, sodass sich leicht Überforderung und Verlust von Interesse bei den SuS einstellen könnte. Um aber dennoch das präzise Betrachten (und Beobachten) der Raupe in den Mittelpunkt einer Bestimmung zu stellen, soll diese von den SuS möglichst genau aus zwei Perspektiven gezeichnet werden, bevor Sie mit dem Bilderkatalog verglichen wird. Das Zeichnen sorgt dafür, dass die SuS ganz genau hinschauen, was auch notwendig ist, da sich die Herbsteulen untereinander ziemlich ähnlich sehen (KILLERMANN, 1974). Es folgt die selbsterklärende Bestimmung des Häutungsstadiums der Raupe bei vorheriger Bearbeitung von Beispielaufgaben, ebenso wie die Bestimmung der Häutungsbereitschaft. Zur Beschaffung von Informationen über die Art ihrer Raupe, werden den

SuS Auszüge aus dem Buch „Die Schmetterlinge Baden-Württembergs“ von STEINER & GÜNTER, (1997) zur Verfügung gestellt, obwohl diese eine Menge Fachausdrücke enthalten (vgl. Materialien). Es stehen Lexika und Betreuer zur Verfügung, damit die SuS bei Bedarf Begriffe nachschlagen können, wobei die Fragen der Arbeitsblätter auch mit dem Kontextverständnis zu beantworten sein dürften. An dieser Stelle wird ein fachwissenschaftliches Buch als Medium gewählt, damit die Schüler zumindest einmal einen Eindruck von der fachwissenschaftlichen Literatur im Bereich der LepidopteroLOGIE erhalten. Dann folgt das Lesen eines Textes über die Zucht, dessen Inhalt speziell auf Herbsteulen ausgerichtet ist. Das Verständnis über den Text wird auf darauffolgender Seite abgefragt. Diesen Text zu schreiben war nötig, da Zuchtanweisungen in Fachliteratur immer entweder viele Fachausdrücke enthielten, zu allgemein gehalten, zu ausufernd oder zu spezifisch auf andere Arten bezogen waren.

Die SuS sind danach dazu angehalten, einen Zuchtbehälter nach Anleitung durch die Arbeitsblätter zu bauen und einige Fragen zu dessen Aufbau anhand des im Verlauf des Tages vermittelten Wissens zu beantworten. Die SuS können am Ende auf ihren Zuchtbehälter ein Bild von dem Falter ihrer Raupenart kleben, sodass sie beim Schlupf ihrer Raupe die Falter vergleichen können, um die Hypothese ihrer Bestimmung zu bestätigen. Zu guter Letzt folgt das Zucht-Journal mit der Einweisung, welche Ereignisse und Daten über die Raupe hier eingetragen werden müssen. Nach Besprechung dieser Arbeitsblätter ist das Halbtagesangebot beendet.

#### **6.4. Vorwissen der Schülerinnen und Schüler**

Falls möglich wäre es schön, wenn sich Schüler und Schülerinnen (SuS) vor der Teilnahme am Halbtagesangebot bereits mit den Schmetterlingen (Lipidoptera) als Ordnung der Klasse der Insekten auseinandergesetzt haben. Im Grunde kann jedes Thema in der thematischen Einführung (Auflistung in der Durchführung) auch im Unterricht vorbesprochen werden, sodass mehr Zeit für die praxisbezogene Arbeit bleibt, was äußerst begrüßenswert wäre. Es ist allerdings wichtig vor allem in Bezug auf eben diesen einleitenden Teil, dass die Lehrperson Rücksprache mit den zuständigen Betreuern des Lehr-Lern-Labors über das Vorwissen ihrer SuS hält, damit die thematische Einleitung nicht redundant wird und die SuS deshalb das Interesse verlieren. Entsprechende bereits erlernte fachliche Inhalte werden dann in der Einführung nur angeschnitten oder ganz weggelassen.

## 6.5. Lehr-Lern-Labor

### 6.5.1. Einleitung

Das Lernpotential für die Schülerinnen und Schüler (SuS) ist im Halbtagesangebot „Lepidopterologie für einen Tag“ vor allem auf prozedurales Wissen und auf theoretisches Basis-Fachwissen im Bereich „Ökologie“ ausgelegt. Die SuS lernen im Halbtagesangebot den Umgang mit der Raupe als Lernobjekt. Mit der Erfassung von Raupen, der Bestimmung des Lernobjekts Raupe und der Zucht dieses Organismus, werden den SuS drei der wichtigsten Aufgabenbereiche eines Lepidopterologen vermittelt. Zudem erhalten die SuS Informationen über Schmetterlinge im Allgemeinen, deren Gefährdung, Ursachen für die Gefährdung, den Nutzen von Schmetterlingen und Möglichkeiten zum Schutz von Schmetterlingen sowie deren Entwicklung. Außerdem wird der Aufbau der Raupen besprochen (Stichwort Struktur und Funktion) (vgl. MSB NRW, 2019). Zudem wird die Futterpflanzenbindung der Herbsteulen und des Spanners *Eupithecia tenuiata* an Weidenkätzchen, also deren Futterpflanzen, deutlich. Die SuS erarbeiten sich selbst mithilfe anleitender Arbeitsblätter alle nötigen Informationen zur Zucht von Raupen im Allgemeinen und Herbsteulen im Spezifischen. Das fachliche Hintergrundwissen dient der hochgradigen Vernetzung einmal in Bezug auf das Orientierungswissen der SuS und dann nochmal in Bezug auf die Durchführung wissenschaftlicher Methoden. Die Hypothese, die die SuS mit Bestimmung der Raupenart ihrer ausgewählten Raupe aufstellen, bestätigt sich letztendlich im Nachhinein mit dem Schlupf des Falters, da der geschlüpfte Falter mit der für ihn bestimmten Art verglichen werden kann.

Zu beachten ist, dass bei Teilnehmern am Halbtagesprogramm „Lepidopterologie für einen Tag“ keiner eine starke Weidenallergie haben sollte, da sonst die Gesundheit nicht gewährleistet werden kann, weshalb sich Pädagogen vorher bei den teilnehmenden SuS oder Eltern (über einen Elternbrief) selbst vergewissern sollten, dass keine Gefahr besteht. Falls wider erwartend eine Raupe mit Haaren gefunden werden sollte, so sollten empfindlich allergische SuS mit dieser nicht in Kontakt kommen (vgl. SCHMIDT, 1978).

Weiden und Raupenarten an Weiden wurden zur Untersuchung ausgewählt, weil durch Klopfen und Sammeln an anderen Pflanzen oder möglicherweise auch mehreren Pflanzen zu einem andere Zeitpunkt im Jahr eine solche Vielzahl verschiedener Raupenarten gefunden werden kann, dass sich bei SuS bei der Bestimmung recht schnell Verzweiflung einstellen würde. Der Vorteil an den Weiden ist, dass die Zahl der Raupenarten, die hier gefunden werden können, recht begrenzt auf die Herbsteulen und den Spanner *E. tenuiata* ist und es dennoch vereinzelt (!) andere Raupenarten in den Proben geben kann.

Sämtliche Zuchtraupen und Raupen, die dieses Frühjahr in Sammelproben gefunden wurden, sind in der Abbildung 18 erfasst. Jede davon ist auf der Roten Liste online einsehbar als „nicht gefährdet“ eingestuft. Im Zuge der Untersuchungen im Frühjahr dieses Jahres wurden in gesammelten Weidenkätzchenproben auch keine gefährdeten Arten gefunden. Abgesehen von den zur Zucht abgestellten Herbsteulen werden alle Raupen zudem nach Ende des Halbtagesangebots wieder in Nähe ihrer Futterpflanzen in die Freiheit entlassen.

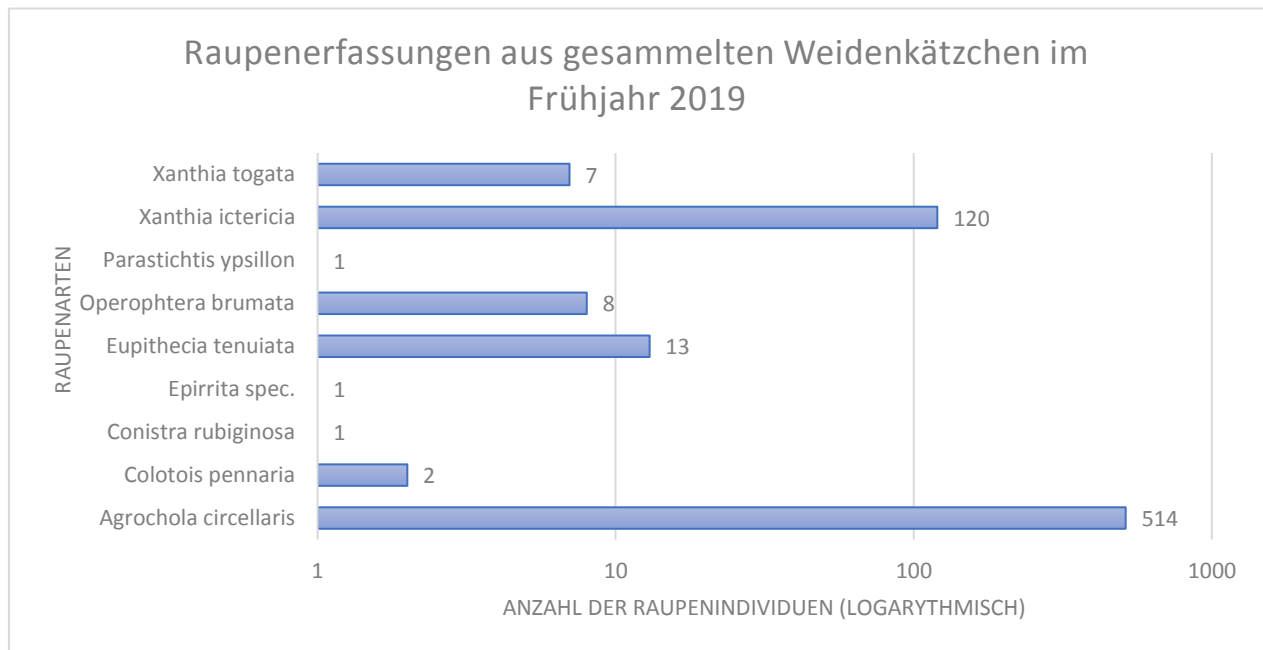


Abbildung 18: Individuenzahlen für in gesammelten Weidenkätzchen im Frühjahr 2019 erfasste Raupenarten.

### 6.5.2. Zeitraum der Durchführung

Um möglichst viele Raupen in den Weidenproben zu finden, bieten sich zur Durchführung des Programms im Lehr-Lern-Labor die beiden letzten Wochen im März an, wie auch an der Abbildung 16 in Kapitel 3.4.2. dieser Arbeit zu erkennen ist. Die Durchführung zu einem anderen Zeitpunkt im Jahr kommt im Grunde nicht infrage, da die Salweiden nur in diesem Zeitraum blühen (ROTHMALER, 1990). Die Durchführung mit Klopfen oder Sammeln von anderen Bäumen gestaltet sich schwierig, weil die Zahl der Raupenarten, die dort gefunden werden können, doch recht unübersichtlich hoch sein kann. Obwohl vor und nach den beiden Wochen Ende März noch gesammelt werden könnte, ist das Lehr-Lern-Labor in diesem Zeitraum nicht durchführbar, weil davor die Methode des Klopfens, aufgrund des Mangels an Raupenarten an sonstigen Bäumen, nicht gut demonstriert werden kann und danach zu viele andere Raupenarten neben den Herbsteulen (und dem Spanner *E. tenuiata*) in den Kätzchen gefunden werden. Den wenigsten „Beifang“ gibt es zudem in den letzten beiden Märzwochen.

### 6.5.3. Materialien

Von den Teilnehmern mitzubringen sind jeweils

- 1 Marmeladenglas
- Schere, Notitzblock, Füller oder Kugelschreiber, Bleistift, Buntstifte, Kleber und Lineal
- ein Regenschirm
- eine Seidenstrumpfhose (die nicht mehr gebraucht wird)
- ein Pinsel mit feinen weichen Härchen
- Taschenrechner
- passende Kleidung für den Aufenthalt im Freien (Kopfbedeckung, festes Schuhwerk, lange Hose)
- 1 Plastiktüte

Vom Institut werden für das Lehr-Lernlabor (für ca. 30 Teilnehmer) folgende Materialien benötigt:

- 20 helle oder weiße Plastikwannen zum Durchwühlen der Proben
- 20 Plastikbehälter (Zum Beispiel die Boxen von Haribo Süßigkeiten)
- 50-100 Schnappdeckelgläser
- Weidenkätzchen an Ästen als Futterpflanze (etwa 2 kg)
- 50-100 Gummibänder
- 4 kg Blumenerde (mit Überschuss)
- Raupenmodell (s. Bildaufnahme , muss nur bereitstehen)
- Modell zu Hemi-und Holometabolismus (s. Bildaufnahme 3, muss nur bereitstehen)
- 2 Pakete saugstarke Taschentücher
- 3 Waagen (mindestens)
- 40 Federstahlpinzetten
- 40 Einschlaglupen
- 15-20 Plakate des bildlichen Bestimmungskatalogs der in Kätzchen lebenden Arten auf mindestens DIN A3 (mit „Bestimmungsschlüssel im Maßstab 1:1 für in Kätzchen lebende Schmetterlingsraupen aus dem Anhang)
- jeweils 50 Ausdrucke von Fotos der Falter der Arten
- jeweils 30 Ausdrucke der Auszüge aus „Die Schmetterlinge Baden-Württembergs“ von STEINER & GÜNTER (1997) für die verschiedenen in Kätzchen lebenden Arten (Herbsteulen und *E. tenuiata*)

- *Agrochola circellaris* Bd. 6, S. 435-438
- *Eupithecia tenuiata* Bd. 9, S.94-98
- *Xanthia icteritia* Bd. 6, S. 422-424
- *Xanthia togata* Bd. 6, S. 415-418
- 1 Klopfschirm und ein gepolsterter Knüppel
- Tafelkreide und Schwamm
- 35 Kopien der Arbeitsblätter „Verhältnis zwischen Spannern und Eulen pro kg Weidenkätzchen“ (Anhang)
- 35 Kopien der Arbeitsblätter „Lepidopterologie für einen Tag“ (Anhang)
- PC oder OHP Abbildungen (Für die Projektion der Abbildungen 15, 16, 17 und 18 aus Kapitel 3.4.2, je nachdem wie die Diskussion vor der Raupensuche sich entwickelt)
- einige biologische Lexika (für den Fall, dass SuS Begriffe nachschlagen wollen)

#### **6.5.4. Vorbereitung der Durchführung**

Die Durchführung des Halbtagesangebots ist auf gutes Wetter angewiesen, weshalb der Termin verlegt werden muss, falls starker Regen angekündigt ist oder es in der Nacht zuvor so stark geregnet hat, dass alle am Boden liegenden Kätzchen völlig durchgeweicht sind. Es sind zur Durchführung des Halbtagesangebots zwei Betreuer notwendig, da die SuS zeitweise in Gruppen aufgeteilt werden.

Es ist auf jeden Fall notwendig einige Tage vor der Durchführung nochmal zu prüfen, ob das Sammeln der Salweidenkätzchen Erfolg hat und genügend Raupen in den Kätzchen sind. Zudem sollten einige Raupen unterschiedlicher Häutungsstadien aller vier in Kätzchen lebenden Raupenarten in Schnappdeckelgläschen mit ein wenig Futter gehalten und Artnamen sowie Häutungsstadium der Raupe am Glas erkenntlich gemacht werden. Die Häute der Raupen müssen am Tag der Durchführung natürlich nochmal überprüft werden, falls zwischenzeitlich eine Häutung stattgefunden hat. Damit sicher nichts schiefgeht, wäre es sinnvoll, wenn jemand die Raupen in der Nacht vor der Durchführung mit nach Hause nimmt und regelmäßig nach ihnen schaut. Im Notfall müssten noch am Tag der Durchführung Raupen aus Proben der SuS schleunigst bestimmt werden, während diese die Proben im Zuge des ersten Teils der Arbeitsblätter noch nach Spannern und Eulen durchsuchen.

Ein bis zwei Tage vor der Durchführung müssen alle Materialien bereitstehen, bis auf die Weidenkätzchen zur Präsentation in der fachlichen Einleitung, da diese morgens vor Beginn des Halbtagesangebots frisch geholt werden sollten. Auf jedem Tisch sollten eine Wanne zum



Durchwühlen von Proben sowie ein Plastikbehälter stehen. Außerdem wird pro Tisch eine Lupe benötigt, sowie ein bis zwei Federstahlpinzetten, die dort ebenfalls zuvor zu platzieren sind. Sämtliche im Kapitel Materialien angeforderten Ausdrucke sollten vorne auf dem Tisch der Lehrperson/en bereitliegen.

Das Halbtagesangebot hat die Länge eines Schultags und ist wie folgt strukturiert:

08:00 – 09:00 Uhr	Begrüßung der SuS im Lehr-Lernlabor und Einführung in die Thematik
09:00 – 11:30 Uhr	Durchführung und Erläuterung der freilandökologischen Methode
11:30 – 13:00 Uhr	Durchsuchen der Proben und Bearbeitung des Arbeitsblattes „Verhältnis zwischen Spannern und Eulen pro kg Weidenkätzchen“ Besprechung
13:00 – 13:15 Uhr	Pause
13:15 – 16:00 Uhr	Bearbeitung der Arbeitsblätter „Lepidopterologie für einen Tag“ und deren Besprechung, Verabschiedung

### 6.5.5. Durchführung

Der erste Teil des Lehr-Lern-Labor-Halbtagesangebots findet drinnen statt und dient der fachlichen Aufklärung der SuS, die im Folgenden in Stichpunkten beschrieben wird, welche **kurz** abgehandelt werden sollten:

1. **Was sind Schmetterlinge** (vgl. FORSTER & WOHLFAHRT, 1977)?
  - a. Einordnung in die alte Systematik, Insekten als Klasse (Vorsicht: Raupen sind Larven und haben meist mehr als sechs Beine, Falter dagegen haben sechs Beine)
  - b. Unterteilung der Schmetterlinge in Tag- und Nachtfalter
  - c. Eulen und Spanner als die beiden größten Familien der Nachtfalter.
2. **Gefährdung der Schmetterlinge** (vgl. BLAB & KUDRNA, 1982):
  - a. Artzahl der Schmetterlinge geht zurück, viele gefährdete Arten, die der Natur nicht entnommen werden dürfen, weil Sie bedroht sind
  - b. Roten Liste der Weltnaturschutzunion, der Bundesrepublik und von NRW die online einsehbar ist.
3. **Ursachen für die Gefährdung von Schmetterlingen** (vgl. BLAB & KUDRNA, 1982):
  - a. Um Bezug zum Leben der SuS zu schaffen, könnte man Eingangs fragen, wer in der Nähe eines Waldgebiets oder großer Grünflächen lebt und fragen, wer schon mal mitbekommen hat, dass ein solcher Lebensraum vernichtet wurde, weil z. B. eine Siedlung entstand
  - b. Brainstorming warum Schmetterlinge gefährdet sein könnten [Lebensraumvernichtung, Landwirtschaft (Pestizide etc.) und Klimawandel dürfen als Stichpunkte nicht fehlen]

#### 4. Nutzen der Schmetterlinge (vgl. FORSTER & WOHLFAHRT, 1977)

- a. Ist es schlimm, dass die Schmetterlinge aussterben? Wozu sind Schmetterlinge gut? Vorwissen der SuS prüfen und darauf aufbauen!
- b. Schönheit der Natur, Bestäuber von Blüten (direkter Bezug zum langen aufrollbaren Rüssel als charakteristisches Merkmal der Schmetterlinge, Anpassung von Schmetterlingen an Pflanzenblüten und anders herum). Der Rüssel sollte am Modell (s. Bildaufnahme 2) auch gezeigt werden.
- c. Ziel ist, dass klar wird, dass das Aussterben von Arten einen Einfluss auf die Umwelt hat und die Vernichtung von Lebensräumen einen Einfluss auf die Arten

#### 5. Schutz der Schmetterlinge

- a. Notwendigkeit sich mit den Arten und den Wechselwirkungen in der Umwelt auseinanderzusetzen und Raupen zu erfassen
- b. Je mehr man über eine Art und die Wechselbeziehungen zur Umwelt weiß, desto besser kann man sie schützen

#### 6. Entwicklung von Schmetterlingen (vgl. FORSTER & WOHLFAHRT, 1977):

- a. Holometabole Entwicklung erarbeiten und bis zum Kreislauf [Raupe>Puppe (Histolyse)>Falter>Ei] an die Tafel zeichnen (Begriffe Larve und Imago erläutern und mit an die Tafel schreiben).
- b. Holometabole Entwicklung im Vergleich zur hemimetabolen Entwicklung (Modellkasten mit hemimetaboler Stabheuschrecke (s. Bildaufnahme))
- c. Raupe beim Halbtagesangebot im Mittelpunkt

#### 7. Aufbau von Raupen am Modell (vgl. FORSTER & WOHLFAHRT, 1977; Bildaufnahme 20):

- a. Gliederung des Körpers (Kopf, drei Segmente Brust, 14 Segmente Hinterleib)
- b. Raupe als Futterstadium (großer Darm (etwa zwei Drittel der Körperlänge), kräftige Mundwerkzeuge)
- c. Haut rau oder glatt, Haare können vorhanden sein oder nicht (Zusammenhang Haare und Allergierisiko ansprechen, Eichenprozessionsspinner als Beispiel)
- d. Analsegment mit Afterschild
- e. Kopf (stark chitiniert) mit Nackenschild
- f. Sechs Punktaugen
- g. Füße [drei Brustfußpaare und vier Bauchfußpaare, Nachschieber (klammerartig)]
- h. Beine entscheidend bei der Bestimmung, weil oft einige Beine zurückgebildet (z. B. Bauchfüße zurückgebildet bei Spannern wie *E. tenuiata*, deshalb die typische Spanner-Bewegung)

- i. Bewegung (Hautmuskelschlauch/ Beinmuskeln)

**8. Entwicklung von Raupen** (vgl. FORSTER & WOHLFAHRT, 1977; Bildaufnahme 20):

- a. Wandel im Aussehen der Raupe (Schnelle Zunahme an Größe und Gewicht, je größer desto besser ist die spezifische Färbung erkennbar und somit die Art, letzte Häutung ergibt die Puppe)
- b. Häutung (Cuticula der Oberhaut kann mit dem Wachstum nicht mithalten) (Dabei kann viel schiefgehen, Unterlage wichtig)
- c. Benennung der Häutungsstadien erklären (negative und positive Zählung, variable und nicht variable Häutungszahl bei unterschiedlichen Raupenarten)

**9. In Kätzchen lebende Herbsteulen & *E. tenuiata*** (vgl. STEINER & GÜNTER, 1997; WEIGT, 1988)

- a. Eulen wegen der Familie, Herbsteulen, weil die Falter im Herbst fliegen (Die Art überwintert als Ei und schlüpft im Frühling wohl temperaturgesteuert).
- b. Vorstellen der Futterpflanze Weide (männlich und weiblich mit Proben zur Demonstration von Salweide)
- c. Erläuterung der Bindung von Herbsteulen und dem Spanner *E. tenuiata* zu diesen Futterpflanzen (Fressen die Kätzchen und leben darin)
- d. Herbsteulen wechseln später, wenn die Kätzchen abfallen in die Krautschicht (*E. tenuiata* dann immer fast schon verpuppungsbereit)

**10. Finden der in Kätzchen lebenden Raupen** (vgl. FORSTER & WOHLFAHRT, 1977):

- a. SuS befragen, wie sie ohne Anleitung vorgehen würden, wenn sie in der nächsten Stunde möglichst viele Herbsteulen erfassen sollten. (Vielleicht kommen Sie schon auf Sammeln der Kätzchen)
- b. Ganz kurz Klopfen, Sammeln und optische Suche als Methoden nennen und erklären (Werden ausführlich noch im freilandökologischen Teil demonstriert und erläutert)
- c. Abbildung 16 in Kapitel 3.4.2 dieser Arbeit (Evtl. später auch 5, je nach Diskussionsverlauf) demonstrieren und fragen, wann die Beprobung von Weiden am sinnvollsten ist (Wegen der Blütezeit der Weiden, Herbsteulen leben in Kätzchen, Raupen in Kätzchen am Boden oft erwachsener und einfacher zu finden als kleinere Raupen, die in den Kätzchen am Baum sind) Erklären, dass man Klopfen und Sammeln schlecht vergleichen kann, aber Sammeln evtl. sinnvoller ist, weil die Raupen auf den Kätzchen am Boden eher erwachsener sind als die im Baum und daher einfacher zu bestimmen

- d. Ziel deutlich machen, dass wir möglichst wenig Arten erfassen wollen, die nicht in den Kätzchen leben und die Abbildungen 17 und 18 dieser Arbeit in Kapitel 3.4.2 besprechen (belegen, dass beim Klopfen eindeutig mehr Funde neben den in Kätzchen lebenden Tieren gibt als beim Sammeln)
- e. Erklären, dass die SuS nun die Gelegenheit haben alle Methoden auszuprobieren und dann Weidenkätzchen gesammelt und mit ins Institut genommen werden, um die darin lebenden Raupen zu finden

Nach der Einführung werden die SuS mit ihren Regenschirmen und Plastiktüten mit zum Rabentalweg genommen, wo zuerst die optische Methode und die Methode des Klopfens (Klopfschirm zeigen (Früher immer nur Regenschirme genutzt), Klopfschläge, jeden erreichbaren Ast einmal beklopfen, wie stark etc.) an Schlehe erläutert wird (vgl. FORSTER & WOHLFAHRT, 1977). Dann haben die SuS eine viertel- bis eine halbe Stunde Gelegenheit selber optisch oder durch Klopfen Raupen zu finden, müssen diese allerdings wieder an die Futterpflanzen zurücksetzen.

Im Anschluss werden die SuS in zwei Gruppen eingeteilt von denen eine Gruppe zur Salweide an der Mensa geführt, während die andere Gruppe zur Salweide hinter dem neuen Bio-Sammelbau geführt wird. Dort wird den Schülern das Sammeln erklärt und sie sammeln eine Viertelstunde lang die Weidenkätzchen in Tüten und es geht zurück ins Institut.

Im Institut angekommen werden die SuS gebeten ihre gesammelten Weidenkätzchen in die Sammelwannen vor ihnen zu entleeren (pro Tisch mit 2 Personen eine Wanne) und der richtige Umgang mit den Raupen wird erläutert [nicht zu hart anfassen, nicht herumschleudern (da sie sich sonst evtl. übergeben), vor allem Spanner sollten nicht von einer Oberfläche abgerissen werden, weil so leicht Füße ausreißen, Federstahlpinzetten nur bei großen Raupen nutzen und bei kleinen höchstens besonders vorsichtig] (vgl. SCHMIDT, 1978).

Die SuS werden angewiesen, ihre Proben anhand des Arbeitsblattes „Verhältnis zwischen Spannern und Eulen pro kg Weidenkätzchen“ (s. Anhang) zu bearbeiten. Das können die SuS selbstständig und bei Fragen stehen die beiden Betreuer zur Verfügung. Die SuS durchsuchen die Proben, ermitteln das Verhältnis von Spannern und Raupen pro Kilogramm Weidenkätzchen für ihre Probe und tragen das Ergebnis an der Tafel ein. Danach wird darüber gesprochen, warum die Ergebnisse sich vielleicht unterscheiden, um dann zu erläutern, dass es wichtig ist, dass damit nur Tendenzen aufgezeigt werden und dass die Ergebnisse nur gesichert werden durch viele Probennahmen über einen längeren Zeitraum. Zudem wird die Aufgabe 4 besprochen (Klopfen und Optisch kann beides richtig sein, Klopfen, weil die Spanner ja nicht in den Kätzchen leben und nur „versehentlich“ abfallen, beim Klopfen wären mehr Spanner in der Probe).

Dann wird jeder der SuS gebeten, sich eine möglichst große Raupe der Familie der Eulen auszusuchen, weil kleine Raupen oft erst in größerer Haut bestimmt werden können (und einige Arten sogar erst sicher als Falter). Die Raupe wird in ein Schnappdeckelglas überführt. Den SuS wird erklärt, dass die von Ihnen ausgewählte Raupe jetzt von ihnen bestimmt und gezüchtet wird und dass der Vorgang des Züchtens für einen Lepidopterologen zum Alltag gehört. Daraufhin werden die Arbeitsblätter „LepidopteroLOGe für einen Tag – Bestimmung und Zucht von Schmetterlingsraupen“ (s. Anhang) für jeden Tisch einmal verteilt, sodass die SuS die Aufgaben und Fragen auf den Arbeitsblättern anhand der Literatur selber bewerkstelligen können. Dabei wird die Raupe genau gezeichnet und bestimmt, ihre Futterpflanzen herausgesucht, das Marmeladenglas für die Zucht der Raupe vorbereitet und grundlegende Informationen über den Verlauf der Zucht an der Art speziell und für Raupen generell zusammengetragen. Bei Fragen, die mithilfe der Materialien nicht zu klären sind, werden die SuS selbstverständlich von den Betreuern unterstützt.

Zum Ende werden mit allen SuS gemeinsam nochmal die wichtigsten Hinweise und Anweisungen zur Zucht gesammelt (Tafel oder OHP) und ihnen wird noch einmal erklärt, dass Sie jetzt die Verantwortung für das Lebewesen tragen. Um den Erfolg der Artbestimmung für jeden der SuS deutlich zu machen, dürfen diese sich am Ende des Halbtagesangebots ein Bild von dem Falter, der von ihnen bestimmten Raupenart, vom Pult wegnehmen und auf ihr Marmeladenglas kleben. Schlüpft dann der Falter erfolgreich und sieht aus wie der auf dem Bild, wäre das der Beweis für die korrekte Bestimmung der Raupe und damit die Bestätigung der aufgestellten Hypothese.

#### **6.5.6. Nachbereitung**

Es wäre hilfreich, wenn der Lehrer mit den SuS mit diesen in der auf das Lehr-Lernlabor folgenden Schulstunde Futterpflanzen (am besten Weiden) auf oder in der Nähe des Schulgeländes sucht, damit diese wissen, woher Sie weiterhin ihr Futter bekommen können. Da die von den Schülern bestimmten Raupen erst im Herbst schlüpfen, da es sich bei den Zuchtarten ausschließlich um Herbsteulen handelt, ist es nötig zumindest zu einem späteren Zeitpunkt des Jahres noch einmal mit den Schülern darüber zu sprechen, wie ihre Zucht verlaufen ist und ob sie Erfolg hatten. Ideal wäre es jedoch, den SuS gegebenenfalls Zeit vor oder nach dem Unterricht einzuräumen, um auf Probleme bei der Zucht zu sprechen zu kommen oder sich darüber auszutauschen. Vor allem ist das deshalb entscheidend, weil die Zucht von Raupen kein einfaches Unterfangen ist und diese bei missglückter Häutung oder Ruhestörung während der Verpuppungsphase schnell sterben. Wenn einer der SuS derlei Erfahrungen gemacht hat, ist es wichtig, dass das nicht als Scheitern verstanden wird, sondern entweder als Ursache für den natürlichen Tod (z. B. bei missglückter

Häutung) diskutiert wird oder bei Fehlern (z. B. der Störung bei der Verpuppung) als Chance zur Verbesserung der Zuchtfähigkeiten, da die SuS in diesem Fall den Mitschülern berichten können, worauf diese besonders achten sollten. Eventuell wäre es auch sinnvoll die Schüler die Raupen ab und zu in den Unterricht mitbringen zu lassen. Falls einigen der SuS die Raupen verstorben sind, haben diese so ebenfalls die Gelegenheit Puppen und Falter der Arten zu sehen. Zudem könnte die Lehrperson durch die Integration der Zucht in den Unterricht ab und an überprüfen, ob das Zucht-Journal von den SuS tatsächlich auch sorgfältig geführt wird.

## 7. Literaturverzeichnis

- Bartsch, Daniel; Ebert, Günter; Hafner, Stefan; Häuser, Christoph; Nikusch, Ingo; Ratzel, Ulrich; Steiner, Axel; Thiele, Jürgen; Trush, Robert: „Die Schmetterlinge Baden-Württembergs.“ Eugen Ulmer GmbH & Co. (Hg.), Bd. 8: Nachtfalter VI, Stuttgart, 2001.
- Bartsch, Daniel; Becher, Armin; Ebert, Günter; Hafner, Stefan; Herrmann, René; Karbiener, Oliver; Meier, Michael, Mörtter, Rolf; Ratzel, Ulrich; Schanowski, Arno; Steiner, Axel; Thiele, Jürgen; Trush, Robert: „Die Schmetterlinge Baden-Württembergs.“ Eugen Ulmer GmbH & Co. (Hg.), Bd. 9: Nachtfalter VII, Stuttgart, 2003.
- Bergmann, Arno: „Die Großschmetterlinge Mitteleuropas.“ Urania Verlag GmbH (Hg.), Bd. 4/1: Eulen, Jena, 1954.
- Bergmann, Arno: „Die Großschmetterlinge Mitteleuropas.“ Urania Verlag GmbH (Hg.), Bd. 5/2: Spanner, Jena, 1955.
- Beucke-Galm, Mechthild; Ellenberger, Wolfgang; Kleiner, Reiner; von Wagenheim, Klaus: „Ganzheitlich-kritischer Biologieunterricht. Für das Leben lernen.“ Cornelsen Verlag, Wolfgang Ellenberger (Hg.), Berlin, 1993.
- Blab, Josef; Kudrna, Otakar: „Naturschutz aktuell. Hilfsprogramm für Schmetterlinge.“ In Naturschutz aktuell, Nr. 6, KILDA-Verlag, Wolfgang Erz (Hg.), Greven, 1982.
- Buttler, Karl Peter; Hand, Ralf: „Liste der Gefäßpflanzen Deutschlands.“ In: Kochia, Beiheft 1, Berlin, 2008. Online einsehbar unter: [www.flora-deutschlands.de/Kochia/Band\\_3/Kochia\\_Beiheft.pdf](http://www.flora-deutschlands.de/Kochia/Band_3/Kochia_Beiheft.pdf), Stand 15.09.2019, 10:36 Uhr.
- Caspary, Ralf (Hg.): „Lernen und Gehirn. Der Weg zu einer neuen Pädagogik.“ Herder Freiburg Verlag, Breisgau, 2006.
- Ceballos, Gerardo; Ehrlich, Paul R.; Barnosky, Anthony D.; Garcia, André; Pringle, Robert M.; Palmer, Todd M.: „Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction.“ In: Science Advances, Vol. 1, 2015. Online verfügbar unter: <https://advances.sciencemag.org/content/1/5/e1400253>, Letzter Stand: 14.09.2019, 13:42 Uhr.
- Gießbach, Katja: „Untersuchungen zum Schlupfverhalten der Raupen, zur Larvalentwicklung und zum Paarungsverhalten des Schlehen-Bürstenbinders *Orgyia antiqua* (Linnaeus 1758) unter besonderer Berücksichtigung der Einsatzmöglichkeiten im Biologieunterricht“, Bachelorarbeit am Zoologischen Institut der RWTH Aachen, Aachen, 2016.
- Karsholt, Ole; Razowski, Józef: „The Lepidoptera of Europe. A Distributional Checklist.“ Apollo Books (Hg.), Stenstrup, 1996.
- Koch, Manfred: „Wir bestimmen Schmetterlinge“, Neumann Verlag Radebeul (Hg.), Radebeul, 1984.
- Linden, Jürgen (Hg.): „Gesamtstädtisches Klimagutachten Aachen. Kurzfassung und Bürgerinformation.“, Aachen, 2001. Online verfügbar unter: [http://www.aachen.de/DE/stadt\\_buerger/pdfs\\_stadtbuerger/pdf\\_umwelt/klimagutachten2.pdf](http://www.aachen.de/DE/stadt_buerger/pdfs_stadtbuerger/pdf_umwelt/klimagutachten2.pdf), Stand: 15.09.2019, 16:48 Uhr.
- Fitschen, Jost: „Gehölzflora. Mit Früchteschlüssel.“ Quelle & Meyer Verlag Heidelberg (Hg.), 9. Aufl., Wiesbaden, 1990.
- Forster, Walter; Wohlfahrt, Theodor: „Die Schmetterlinge Mitteleuropas.“ Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co. (Hg.), Teil 4: Eulen (Noctuidae), Stuttgart, 1971.
- Forster, Walter; Wohlfahrt, Theodor: „Biologie der Schmetterlinge.“ Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co. (Hg.), Stuttgart, 1977.

- Friedrich, Ekkehard: „Handbuch der Schmetterlingszucht. Europäische Arten.“ Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co. (Hg.), Stuttgart, 1975.
- Kalmus, Hans: „Einfache Experimente mit Insekten.“ Verlag Birkhäuser Basel (Hg.), Basel, 1990.
- Kehr, Rolf; Pehl, Leo; Wulf, Alfred; Schröder, Thomas; Kaminski, Katrin: „Zur Gefährdung von Bäumen und Waldökosystemen durch eingeschleppte Krankheiten und Schädlinge.“ Eugel Ulmer GmbH & Co. (Hg.), Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes, Ausgabe 56 (10), S. 217-238, Stuttgart, 2004.
- Killermann, Wilhelm: „Biologieunterricht heute. Eine moderne Fachdidaktik.“ Verlag Ludwig Auer Donauwörth (Hg.), 7. Aufl., Donauwörth, 1974.
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hg.) „Naturschutzgebiet Eller Forst.“ Reiter: Allgemeine Informationen & Lebensräume und Arten, 2011 Online verfügbar unter: <http://nsg.naturschutzinformationen.nrw.de/nsg/de/fachinfo/gebiete/gesamt/D-001>, Stand: 15.09.2019, 12:18 Uhr. (LANUV NRW, 2011)
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.): „Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen. Biologie.“, Düsseldorf, 2019. Online verfügbar unter: [https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/197/3413\\_Biologie.pdf](https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/197/3413_Biologie.pdf), Stand: 16.09.2019, 09:48 Uhr. (MSB NRW, 2019)
- Nolding, Jana; Grotjohann, Norbert: „Der Totenkopfschwärmer im Biologieunterricht.“ In: BU praktisch, Bd. 2, Nr. 3, Artikel 4, 2019.
- Wirooks, Ludger; Plaßmann, Katherina: „Nahrungsökologie, Phänologie und Biotopbindung einiger an Nelkengewächsen lebender Nachfalterraupen unter besonderer Berücksichtigung der Nahrungskonkurrenz.“ In: Melanargia 11: 93–115, Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen e. V. (Hg.), Leverkusen, 1999.
- Porter, Jim: „Caterpillars of the British Isles.“ Penguin Group (Hg.), London, 1997.
- Rammert, Uwe; Cassens, Maik: „Pflanzenphänologie zeigt den Verlauf des Klimawandels in Schleswig-Holstein.“ Jahresbericht des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (Hg.), 2007/8. Online verfügbar unter: <http://www.umweltdaten.landsh.de/nuis/upool/gesamt/jahrbe07/Pflanzenphaenologie.pdf>, Letzter Stand: 14.09.2019, 14:06 Uhr.
- Rothmaler, Werner: „Exkursionsflora.“ Volk und Wissen Verlag GmbH (Hg.), Bd. 3, 8. Aufl., Berlin, 1991.
- Rothmaler, Werner: „Exkursionsflora. Kritischer Band.“ Volk und Wissen Verlag GmbH (Hg.), Bd. 4, 8. Aufl., Berlin, 1990.
- Schmidt, Hubert: „Tierkunde.“ Aulis Verlag Deubner & Co. KG (Hg.), 1. Aufl. aus dem Handbuch der praktischen und experimentellen Schulbiologie, Bd. 2, Köln, 1978.
- Steiner, Axel; Ratzel, Ulrich; Top-Jensen, Morten; Fibiger, Michael: „Die Nachfalter Deutschlands. Ein Feldführer.“ Bugbook Publishing (Hg.), Oestermarie, 2014.
- Steiner, Axel; Günter, Ebert: „Die Schmetterlinge Baden-Württembergs.“ Eugen Ulmer GmbH & Co. (Hg.), Bd. 7: Nachfalter V, Stuttgart, 1998.
- Steiner, Axel; Günter, Ebert: „Die Schmetterlinge Baden-Württembergs.“ Eugen Ulmer GmbH & Co. (Hg.), Bd. 6: Nachfalter IV, Stuttgart, 1997.
- Weigt, Hans-Joachim: „Die Blütenspanner Mitteleuropas (Lepidoptera, Geometridae: Eupitheci). Teil 1: Biologie der Blütenspanner.“, Dortmunder Beiträge zur Landeskunde (Hg.), Dortmund, 1987.



Weigt, Hans-Joachim: „Die Blütenspanner Mitteleuropas (Lepidoptera, Geometridae: Eupitheci). Teil 2: *Gymnoscelis rufifasciata* bis *Eupithecia insigniata*.“, Dortmunder Beiträge zur Landeskunde (Hg.), Dortmund, 1988.

## **8. Verzeichnis über Bildaufnahmen**

Gürtler, Sarah: Bildaufnahme einer eigenständig gefertigten Skizze des Entwicklungszyklus eines Schmetterlings, Aachen, 15:55 Uhr, 21. September, 2019<sup>1</sup>

Gürtler, Sarah: Bildaufnahme des im Institut für Zoologie und Humabiologie zu Verfügung stehenden Modell „Der Seidenspinner“ im Sammelbau Biologie II, Aachen, 15:01 Uhr, 29. August, 2019<sup>2</sup>

Gürtler, Sarah: Bildaufnahme des im Institut für Zoologie und Humabiologie zu Verfügung stehenden Modell „Verwandlung der Insekten“ im Sammelbau Biologie II, Aachen, 14:58 Uhr, 29. August, 2019<sup>3</sup>

## 9. Anhang

1. **Arbeitsblätter Teil 1/2:** „Verhältnis zwischen Spannern und Eulen pro kg Weidenkätzchen“
2. **Bestimmungsschlüssel** im Maßstab 1:1 für in Weidenkätzchen lebende Schmetterlingsraupen
3. **Arbeitsblätter Teil 2/2:** „Lepidopterologe für einen Tag. Bestimmung und Zucht von Schmetterlingsraupen“
4. **Eidesstattliche Versicherung**

## Verhältnis zwischen Spannern und Eulen pro kg Weidenkätzchen

Sie werden beauftragt herauszufinden, wie das Verhältnis zwischen Spannern und Eulen in ihrer Weidenkätzchenprobe ist.

**Aufgabe 1.: Halten Sie den Zeitpunkt der Probennahme und das Gewicht Ihrer Probe fest.** (Sie müssen dies nicht sofort tun, sondern können mit der Bearbeitung dieser Arbeitsblätter auch erst fortfahren und die Probe dann wiegen, wenn gerade eine Waage frei ist)

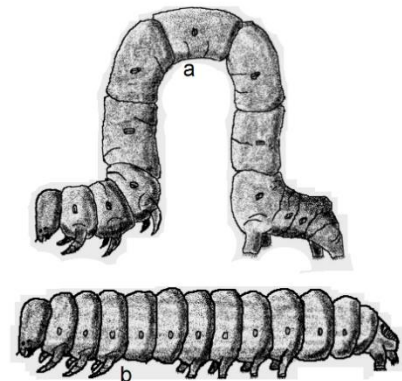
Datum: \_\_\_\_\_

Gewicht der Weidenkätzchenprobe (in g): \_\_\_\_\_

Nun soll die Sammelprobe durchsucht werden. Zum Durchsuchen wird eine Probe Weidenkätzchen in eine vorzugsweise weiße oder helle Wanne gefüllt. Die Wanne darf nicht zu voll sein, da es sonst zu unübersichtlich wird. Notfalls müssen Proben in kleinere Portionen eingeteilt und dann durchsucht werden. Proben werden grundsätzlich systematisch von einer Seite zur anderen vorsichtig durchwühlt. Dabei ist es wichtig immer mal wieder kurz inne zu halten und zu warten, ob sich etwas bewegt, denn die Raupen rollen sich, wenn sie gestört werden, häufig zusammen und bewegen sich erst wieder nach einigen Sekunden Ruhe. Eine Probe wird so lange durchwühlt, bis in einem Durchlauf keine Raupe mehr gefunden wird.

Wenn Raupen in der Probe gefunden werden, können diese mit der Federstahlpinzette oder dem Pinsel vorsichtig herausgenommen und untersucht werden. Dabei wird am besten eine Raupe nach der anderen untersucht, da die Raupen recht flink sein können. Ist eine Raupe untersucht worden, wird sie in einen leeren Zuchtbehälter aus Plastik gesetzt. Dieser sollte im Auge behalten werden, da die Raupen auch hieraus entfliehen könnten. Die Raupen können ausnahmsweise alle in ein Gefäß gesetzt werden, da diese direkt im Anschluss an das Halbtagesangebot wieder ausgesetzt werden. Wichtig ist allerdings, den Raupen ein paar der bereitstehenden Weidenkätzchen als Futter mit hineinzugeben.

Um zu entscheiden, ob es sich bei einer Raupe um einen Spanner (Abbildung a) oder eine Eule (Abbildung b) handelt kann die Beinanzahl oder die Bewegung überprüft werden. Beides hängt miteinander zusammen. Während die Eulen 4 Paar Bauchfüße haben und eine relativ flache Fortbewegung aufweisen, sind bei den Spannern die Bauchfüße meist zurückgebildet. Dadurch also, dass die Spanner nur Brustfüße und Nachschieber haben, entsteht die typische Spanner-Bewegung (Abbildung a). Bei kleineren Raupen kann die Beinanzahl einfacher mit der Lupe herausgefunden werden.



**Aufgabe 2: Dursuchen Sie die Probe wie im Text angegeben und identifizieren Sie sämtliche gefundenen Raupen anhand ihrer Beinzahl (und Fortbewegung) als Eulen oder Spanner. Tragen Sie im Anschluss die Anzahl an Spannern und Eulen in Ihrer Probe auf diesem Arbeitsblatt ein.**

Anzahl der Eulen: \_\_\_\_\_ Anzahl der Spanner: \_\_\_\_\_

Obwohl nun bekannt ist, wie viele Spanner und Eulen sich in der Probe befanden, können die Werte nicht gut mit denen anderer Proben verglichen werden, weil diese ein anderes Gewicht haben. Es ist deshalb nötig, die Anzahl an Eulen und Spannern pro kg Weidenkätzchen zu errechnen. Dazu wird die Anzahl der Eulen oder Spanner durch das Gewicht der Probe geteilt. Damit wurde dann die Raupenzahl pro g Probe errechnet. Der herauskommende Wert muss deshalb noch mit 1.000 (1.000g=1kg) multipliziert werden. Zur Verdeutlichung ein Beispiel:

In einer Probe mit einem Gewicht von 250 g wurden 13 Eulen und 2 Spanner erfasst.

Berechnung:	(Raupenzahl/Probengewicht (g))*1.000	
Berechnung der Eulen pro kg Probe:	(13/250*1.000)	= 52
Berechnung der Spanner pro kg Probe:	(2/250*1.000)	= 8

Es befanden sich pro kg 52 Eulen und 8 Spanner in der Probe.

**Aufgabe 3: Errechnen Sie die Anzahl an Spannern und Eulen pro kg Weidenkätzchen wie im Text angegeben und tragen Sie das fertige Ergebnis auf dem Arbeitsblatt und auf der Tafel ein.**

Eulen pro kg Weidenkätzchen: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
















Spanner pro kg Weidenkätzchen: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Aufgabe 4 (Zusatzaufgabe): Überlegen Sie mit welcher Methode der Probennahme ein anderes Verhältnis zwischen Eulen und Spannern hätte auftreten können und begründen Sie Ihre Annahme.**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Falls Sie frühzeitig mit der Bearbeitung des Arbeitsblattes fertig sind können Sie andere Gruppen mit evtl. größeren Proben bei dem Durchsuchen unterstützen.

**Bestimmungsschlüssel im Maßstab 1:1  
für in Weidenkätzchen lebende Schmetterlingsraupen**

<i>Agrochola circellaris</i>	<i>Eupithecia tenuiata</i>	<i>Xanthia icteritia</i>	<i>Xanthia togata</i>	
				L-4
				L-3
				L-2
				L-1
				L

## **„Lepidopterologie für einen Tag“ Bestimmung und Zucht von Schmetterlingsraupen**

**Teil 1: Bestimmung der Raupenart**

**Teil 2: Bestimmung des Häutungsstadiums**

**Teil 3: Häutungsbereitschaft bestimmen**

**Teil 4: Informationen über die Raupenart**

**Teil 5: Was muss bei der Zucht von Herbsteulen beachtet werden?**

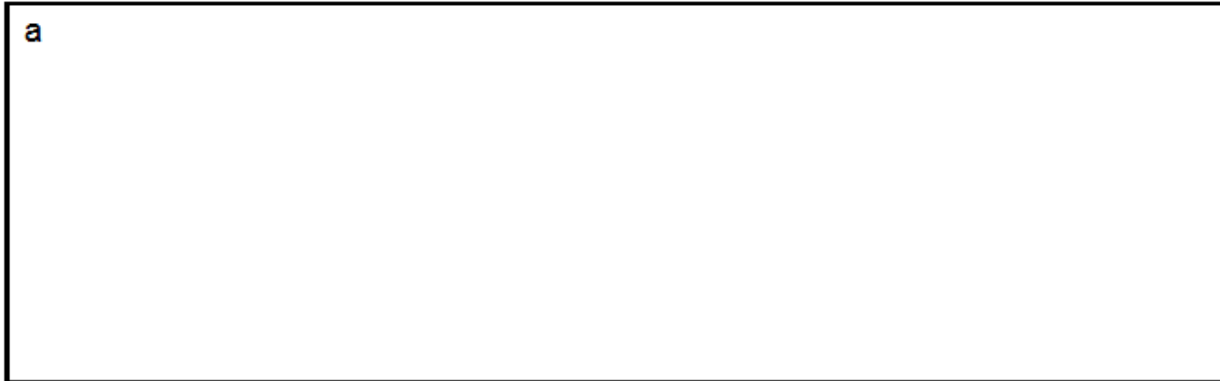
**Teil 6: Zuchtbehälter**

**Teil 7: Zucht-Journal**

## Teil 1: Bestimmung der Raupenart

Um eine Raupe zu bestimmen ist es zunächst wichtig die Bewegung der Raupe zu beobachten, wie auch ihre Färbung so genau wie möglich zu betrachten.

**Aufgabe 1.1.** Zeichnen Sie die Raupe, die sie zur Zucht ausgewählt haben so genau wie möglich und in Farbe von der Seite (a) und von oben (b). Beschriften Sie bei mindestens einer der beiden Zeichnungen Ihrer Zuchtraupe die Brustfüße, Bauchfüße, Nachschieber, das Analschild, das Nackenschild und den Kopf. Nehmen Sie dazu falls nötig das Raupenmodell zur Hilfe.



Um eine Raupenart zu bestimmen, ist es sinnvoll, eine Raupe mit Fotos und Beschreibungen aus der Fachliteratur, also z. B. Bestimmungsbüchern, abzugleichen. Für die in Weidenkätzchen lebenden drei Herbsteulen und den Spanner wurde allerdings eigens für dieses Halbtagesangebot ein Bilderkatalog angefertigt, der die Färbungen und Größen der vier Raupen in ihren unterschiedlichen Häutungsstadien zeigt, sofern Bilder vorhanden sind. Alle Bilder im Katalog sind im Maßstab 1:1 und können deshalb direkt miteinander (nicht aber mit der Raupe!) verglichen werden.

**Aufgabe 1.2.: Bestimmen Sie die von Ihnen ausgewählte Raupe anhand der von Ihnen gefertigten farbigen Zeichnung durch den genauen Vergleich mit den Bildern von den drei Arten der Herbsteulenraupen (*Agrochola circumcellaris*, *Xanthia icteritia* und *Xanthia togata*) und des Spanners *Eupithecia tenuiata*.**

Art: \_\_\_\_\_

Begründung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## Teil 2: Bestimmung des Häutungsstadiums

Eine erwachsene Raupe wird auch als Raupe im Häutungsstadium L bezeichnet. Das vorletzte Häutungsstadium ist demzufolge L-1 und das davor L-2. Je nach Art durchlaufen Raupen unterschiedlich viele Häutungen und nicht selten gibt es auch zwischen den Individuen einer Art Unterschiede in der Anzahl der Häutungen.

Um die Haut einer Raupe zu bestimmen, ist die Größe des Kopfes der Raupe entscheidend. Vor Ihnen sehen Sie Schnappdeckelgläschen mit einigen Raupen, deren Häutungsstadium bereits bestimmt und auf den Gläschen notiert wurde. Durch den Vergleich des Kopfes Ihrer Zuchtraupe mit dem einer anderen Raupe derselben Art, lässt sich also leicht feststellen, in welcher Haut sich die von Ihnen ausgewählte Raupe befindet. Wichtig ist, dass die Art ihrer Zuchtraupe bereits bestimmt wurde, weil der Vergleich zwischen verschiedenen Raupenarten kein sicheres Ergebnis garantiert.

Hat der Kopf Ihrer Raupe dieselbe Größe wie der der Vergleichsraupe, so sind die Raupen im gleichen Häutungsstadium. Ist der Kopf Ihrer Raupe größer, so ist Ihre Raupe älter und ist er kleiner ist sie jünger. Die Gesamtgröße der Raupe und ihr Gewicht sind dabei zu vernachlässigen. Einzig die Größe des Kopfes ist entscheidend.

### Aufgabe 2.1: Lösen Sie die Beispielaufgaben 1 und 2. Vergleichen Sie das Häutungsstadium der Raupen im Verhältnis zueinander. Welche Raupe ist vermutlich die Älteste? Begründen Sie Ihre Wahl.

**Beispiel 2.1.1.:** Welche der beiden Raupen der Art *Xanthia icteritia* ist die ältere?



---

---

---

**Beispiel 2.1.2.:** Welche der drei Raupen der Art *Agrochola circellaris* ist die älteste und welche die jüngste?



---

---

---

### Aufgabe 2.2: Vergleichen Sie ihre Raupe mit den Raupen derselben Art, bei denen das Häutungsstadium bereits bestimmt wurde und stellen sie so das Häutungsstadium der von Ihnen ausgewählten Raupe fest.

Häutungsstadium: \_\_\_\_\_

### Lösung zur Aufgabe 2.1.

**Beispiel 1:** Welche der beiden Raupen der Art *Xanthia icteritia* ist die ältere?



Beide Raupen haben dieselbe Kopfgröße und sind deshalb im selben Häutungsstadium. Die kleinere Raupe ist eher frisch gehäutet, während die größere Raupe wohl bereits länger in diesem Häutungsstadium lebt.

**Beispiel 2:** Welche der drei Raupen der Art *Agrochola circumcellaris* ist die älteste und welche die jüngste?



Man erkennt ganz klar eine Abstufung in der Kopfgröße. Raupe 1 hat den größten Kopf, weshalb sie die älteste Raupe ist. Raupe 2 ist die jüngste Raupe mit dem kleinsten Kopf.

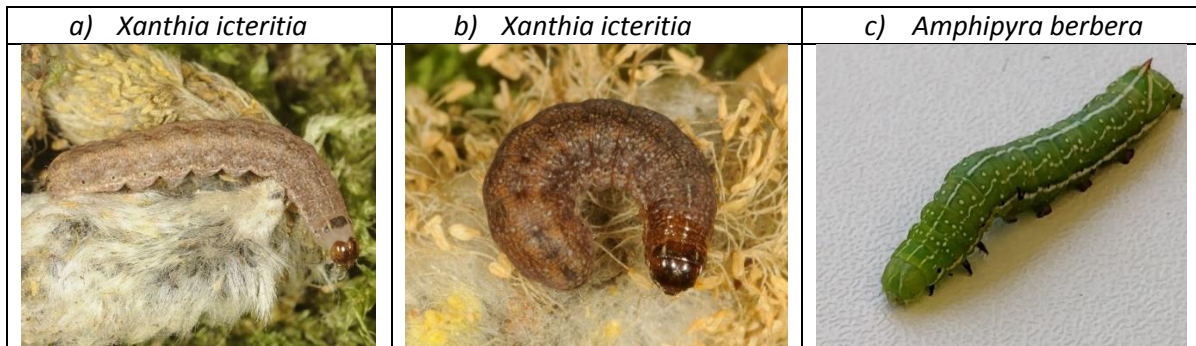
### Teil 3: Häutungsbereitschaft bestimmen

Es gibt viele Indizien dafür, ob eine Raupe häutungsbereit ist. Bei einer Häutung stößt eine Raupe die alte zu klein gewordene Haut ab, unter der sich schon eine neue Haut gebildet hat. Mit der Häutung werden nicht nur die Haut, sondern beispielsweise auch Haare oder ein Teil der Mundwerkzeuge abgestreift und bei jeder Häutung neu gebildet.

Ist eine Raupe häutungsbereit kann das meist daran erkannt werden, dass zwischen Nackenschild und altem Kopf der Raupe bereits der neue Kopf zum Vorschein kommt. In diesem häutungsbereiten Stadium ist die Raupe nicht oder nur eingeschränkt fähig zur Nahrungsaufnahme, bis der alte Kopf abgestoßen wird, weil ein Teil der Mundwerkzeuge ja bei der Häutung neu gebildet werden muss.

Außerdem spielt das Verhältnis vom Kopf zum Körper hier ebenfalls eine Rolle. Ist der Kopf im Vergleich zum Körper groß, liegt die letzte Häutung meist nicht lang zurück. Wenn der Kopf dagegen im Vergleich zum Raupenkörper klein ist steht die Raupe eher kurz vor einer Häutung.

**Aufgabe 3.1.: Finden Sie anhand des Textes heraus, welche der folgenden drei Raupen häutungsbereit ist. Begründen Sie Ihre Wahl.**



**Aufgabe 3.2.: Finden Sie durch Beobachtung der von Ihnen ausgewählten Raupe heraus, ob diese häutungsbereit ist und begründen Sie ihre Antwort.**




---

---

---

---

Lösung zur Aufgabe 3.2.

a) <i>Xanthia icteritia</i>	b) <i>Xanthia icteritia</i>	c) <i>Amphipyra berbera</i>
		

Häutungsbereit ist bloß die a) *Xanthia icteritia*, bei der klar erkennbar ist, wie sich der helle neue Kopf zwischen altem Kopf und Nackenschild gebildet hat.



Nackenschild  
neuer Kopf  
alter Kopf

#### **Teil 4: Informationen über die Raupenart**

Um eine Raupe zu züchten ist es zuvor nötig genau über die Raupenart Bescheid zu wissen, damit die Zucht gelingen kann. Dazu liegen Ihnen Auszüge des Buches „Die Schmetterlinge Baden-Württembergs“ vor. Suchen Sie sich vom Pult das Kapitel dieses Buches über ihre Raupe heraus und lesen Sie es aufmerksam. Beantworten Sie daraufhin die folgenden Fragen:

**Aufgabe 4.1.: Benennen Sie den Zeitraum, in dem der Falter Ihrer Raupenart fliegt.**

---

---

**Aufgabe 4.2.: Benennen Sie das Stadium (Ei, Raupe, Puppe, Falter) in dem ihre Raupenart überwintert.**

---

**Aufgabe 4.3.: Benennen Sie den Zeitraum, in dem die Raupen Ihrer Art leben.**

---

---

**Aufgabe 4.5.: Zählen Sie höchstens drei Pflanzenarten auf, die ihre Raupenart als Futterpflanzen akzeptiert.**

---

---

---

**Aufgabe 4.6.: Ist die von Ihnen gefundene Art laut der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland gefährdet?**

---

## Teil 5: Was muss bei der Zucht (von Herbsteulen) beachtet werden?

Wenn Raupen gezüchtet werden ist es zunächst entscheidend das richtige Behältnis für die Zucht zu finden. Die Größe ist abhängig von der Anzahl der Raupen, die gezüchtet werden sollen – Bei einer einzelnen Raupe reicht ein Marmeladenglas, wohingegen bei einer hohen Anzahl an Raupen größere Zuchtkästen erforderlich sind. Der Probenbehälter sollte auf jeden Fall auch nicht zu groß sein, da die Individuen darin ja leicht wiedergefunden werden sollen. Die Devise lautet hier also so groß wie nötig, so klein wie möglich.

Raupen sollten möglichst nach Arten getrennt gehalten oder sogar einzeln gehalten werden. Werden mehrere Raupen zusammengehalten, kann das zu Entwicklungsstörungen, zur Übertragung von Krankheiten oder in Kombination mit Futtermangel auch je nach Art zu Kannibalismus unter den Raupen führen. Es ist zudem wichtig darauf zu achten, das Behältnis weder einer zu hohen Temperatur oder zu hoher Luftfeuchtigkeit auszusetzen. Keinesfalls sollte das Gefäß in der prallen Sonne stehen, da ansonsten darin leicht Temperaturen über 50°C erreicht werden, bei denen die Raupen elendig verenden. Auch Staunässe ist zu vermeiden, was am besten durch ausreichende Luftzufuhr gewährleistet werden kann. Sollte sich dennoch beispielsweise Kondenswasser bilden, so ist dieses aus dem Behältnis zu entfernen.

Wichtig ist auch sonst, dass bei der Aufzucht von Raupen das Behältnis penibel gesäubert wird. Dabei ist besonders darauf zu achten den Kot der Raupen regelmäßig zu entfernen. Werden nämlich die Futterpflanzen der Raupe mit Kot infiziert, so können Krankheiten auf die Raupe übertragen werden. Es sollte nicht zu viel Futter in dem Zuchtbehältnis sein, da so die Entstehung von Schimmel und Kondenswasser begünstigt wird. Auch die Schimmelbildung an Futterpflanzen kann eine Gefahr für die Raupe darstellen, weshalb das Futter am besten jeden Tag, aber mindestens alle zwei bis drei Tage ausgewechselt werden sollte. Auch beim Futter sollte darauf geachtet werden, dass dieses weder zu trocken noch zu feucht ist. Am besten ist natürlich, wenn das Futter direkt aus der freien Natur gesammelt wird. Besteht diese Möglichkeit jedoch nicht, ist es sinnvoll, einige Zweige der Futterpflanze zu Hause in einem Glas Wasser frisch zu halten. Bei der Futtergabe ist zudem zu beachten, dass beispielsweise nicht bloß einzelne Blätter von Weiden in das Behältnis gelegt werden, sondern kleine Äste, damit die Raupen sich daran bewegen können. Wichtig wäre es die Blätter der Weiden und nicht deren Kätzchen als Futter zu wählen, weil in den Kätzchen theoretisch noch andere kleine Raupen leben und dann plötzlich im Zuchtbehältnis auftreten könnten. Vor jedem Futterwechsel sollte die Raupe optisch gesucht und gefunden werden, damit Sicherheit besteht, dass man diese nicht in einer Häutungs- oder der Verpuppungsphase stört oder beunruhigt, da sich die Raupe ansonsten nicht richtig entwickeln kann und wahrscheinlich stirbt. Wasser brauchen die Raupen nicht, denn Flüssigkeit nehmen sie über die Nahrung auf. Puppen dagegen sollten im Sommer bei trockenem Wetter gelegentlich leicht mit Wasser besprüht werden, damit sie nicht austrocknen.

Raupen durchlaufen in ihrer Zucht mehrere Häutungsstadien und somit Häutungen. Eine häutungsbereite Raupe kann erkannt werden am neuen Kopf, der bereits zwischen dem Nackenschild und dem alten Kopf sichtbar wird oder daran, dass sie die Nahrungsaufnahme einstellt und generell etwas träge wird. Die Häutungsphase der meisten Raupen, auch der Herbsteulen, dauert etwa ein bis zwei Tage. Ist die Raupe aufgrund der Häutung im Ruhezustand, sollte diese keinesfalls von der Unterlage gelöst werden, da hierbei die empfindlichen Bauchfüße ausreißen könnten. Schlüpft die Raupe aus der alten Haut ist sie meist

deutlich größer und hat ein leicht verändertes Aussehen. Auch im Nachhinein kann so nachvollzogen werden, dass sich eine Raupe gehäutet hat. Auch der alte Kopf der Raupe müsste nach der Häutung in der Probe zu finden sein. Die Haut der Raupe könnte zu finden sein, wird allerdings meist von den Raupen im neuen Häutungsstadium verzehrt, um die darin enthaltenen Stoffe wiederzuverwerten.

Bevor sich die Herbsteulen verpuppen liegen sie wochenlang als sog. Praepupa (Vorpuppe) in einem Kokon in Erdhöhlen oder unter Laub an der Erdoberfläche. Es kann allerdings bei der *Eupithecia tenuiata* auch vorkommen, dass die Raupen sich in den Kätzchen der Futterpflanze verpuppen. Falls die Raupe also beim Futterwechsel nicht mehr aufzufinden ist wäre es sinnvoll, die Kätzchen nicht aus dem Glas zu entfernen (sofern diese nicht schimmeln), da sie sich darin verpuppt haben könnte. Da die Herbsteulen für ihre Verpuppung zwingend Erde benötigen, ist der Boden des Behältnisses mit einigen Zentimetern Erde aufzufüllen. Hierbei sollte darauf geachtet werden, dass keine anderen Insekten, Bakterien oder Schimmel in das Zuchtbehältnis gelangen. Besser, aber nicht zwingend notwendig, wäre es, über der Erde noch zerkleinertes Laub (Laubstreu) im Behältnis zu platzieren. Auch bei der Erde und dem Laubstreu sollte darauf geachtet werden, dass keine anderen Insekten, Bakterien oder Schimmel in das Zuchtbehältnis gelangen. Am besten eignet sich daher die Verwendung von gekaufter Blumenerde. Ist die Erde mit Kot verschmutzt, so muss auch diese ausgewechselt werden. Das lässt sich allerdings weitestgehend vermeiden, indem auf 2/3 der Erdoberfläche im Zuchtbehälter mit einer Lage eines saugstarken Taschentuchs abgedeckt werden. Die Verpuppungsbereitschaft einer erwachsenen Raupe kann daran erkannt werden, dass diese unruhig stundenlang im Behälter umherläuft. Häufig, aber nicht immer, wird in dieser Phase der Entwicklung auch dünnflüssiger Kot von den Raupen ausgeschieden.

Wichtig zu wissen ist, dass auch wenn alle Anweisungen für die Zucht einer Raupenart penibel umgesetzt werden, dies keine Garantie für das Überleben der Raupe darstellt. Neben den Todesursachen aufgrund fehlerhafter Zucht gibt es nämlich auch eine Menge natürliche Krankheiten, an denen die Raupe zugrunde gehen kann. Ein Anzeichen für eine erkrankte Raupe ist unter anderem dünnflüssiger Kot (kann auch ausgelöst werden durch ungenügende Sauberkeit), sofern dieser nicht im letzten Häutungsstadium abgesondert wird. Auch der sogenannte Perlschnurkot, bei dem die Kotballen der Raupe in einem dünnen Faden zusammenhängen, weist auf eine Erkrankung hin. Dasselbe gilt für gelblichen oder rötlichen Ausfluss aus dem After der Raupe, Farbverlust oder fettigen Glanz auf ihrer Haut. Es ist auch möglich, dass die Raupe bereits vor ihrer Inzuchtnahme von anderen Insekten, wie Schlupfwespen oder Raupenfliegen, parasitiert wurde. In einem solchen Fall haben die parasitären Insekten ihre Larven unter die Haut der Raupe abgelegt und diese fressen die Raupe dann von innen auf und verlassen diese schließlich nach Abschluss ihrer Entwicklung. In einem solchen Fall kann der Züchter nichts unternehmen.

Falls die Zucht glückt und die Falter im Herbst schlüpfen, sollten diese die Möglichkeit haben an beispielsweise einem kleinen Ast im Gefäß hoch zu laufen, um ihre Flügel vollständig zu entfalten. Dies ist nötig, da die Flügel erst nach dem Schlupf mit Blut gefüllt werden und deshalb erst einige Stunden später ausgehärtet sind. Wenn ein Falter also schlüpft ist es nötig, diesen noch einige Stunden sich selbst zu überlassen, so dass diese Entwicklung der Flügel reibungsfrei ablaufen kann. Die Falter sollten nicht zu lange in den Marmeladengläsern gehalten werden, da sie durch das Fliegen gegen die Wand des Glases ihre Flügel beschädigen, sodass ihre Flugfähigkeit eingeschränkt werden könnte. Ist es dennoch nötig, den Falter zu füttern, so kann diesem vorsichtig Zuckerwasser auf einem Finger angeboten werden. Ausgesetzt werden können die Falter der Herbsteulen im Grunde überall, aber am besten wäre es natürlich in der Nähe von ihren Futterpflanzen wie beispielsweise den Weiden.

**Aufgabe 5.1.:** Fassen Sie anhand des Textes in Stichpunkten die wichtigsten Aspekte in der Zucht von Raupe und Falter der Herbsteulen zusammen.

Raupe: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Falter: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Aufgabe 5.2.: Beantworten Sie folgenden Fragen anhand des Textes:**

- a) Erklären Sie, warum die Raupe vor jedem Futterpflanzenwechsel optisch im Behältnis gesucht werden sollte.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- b) Fassen Sie in Stichpunkten zusammen, in welchen Situationen Raupen keinesfalls gestört werden dürfen?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- c) Benennen Sie Anzeichen für die Erkrankung einer Raupe.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- d) Erklären Sie, warum frisch geschlüpfte Falter im Zuchtbehältnis etwas zum Hochklettern benötigen die ersten paar Stunden nicht gestört werden dürfen.

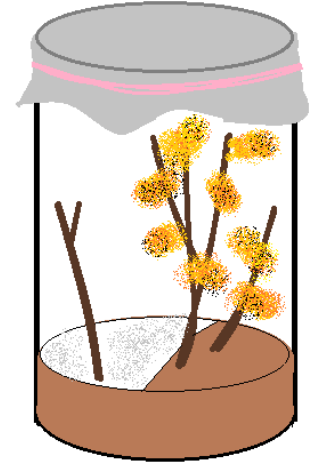
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## Teil 6: Zuchtbehälter

**Aufgabe 6.1.: Um die Zuchtbehälter wie auf der Abbildung vorzubereiten überführen Sie Ihre Raupe bitte vorübergehend in ein Schnappdeckelglas und befolgen dann die folgenden Schritte:**

1. Befüllen Sie das Glas zu etwa 3 cm mit Blumenerde, drücken sie diese aber keinesfalls (!) fest.
2. Schneiden Sie ein Taschentuch so zu, dass es einlagig etwa 2/3 der Erdoberfläche im Glas bedeckt und legen Sie es auf die Erde
3. Legen Sie ein bis zwei kleine Weidenzweige oder anderes Futter, dass ihre Raupe sicher frisst, in das Behältnis.
4. Legen Sie zusätzlich einen kahlen Zweig in das Behältnis
5. Schneiden Sie aus einer feinen Strumpfhose ein kreisförmiges Stück aus, das, wenn es auf die Öffnung des Marmeladenglases gelegt wird, etwa 3 cm am Rand übersteht
6. Setzen Sie Ihre Zuchtraupe in das Gefäß
7. Befestigen Sie mithilfe eines Gummibands oder Haargummis den Stoff der Strumpfhose über der Öffnung des Marmeladenglases.
8. Gehen Sie vorsichtig mit dem Zuchtbehältnis um, um die Raupe nicht zu beunruhigen/ töten.
9. Sobald Sie fertig sind, können Sie sich vorne ein Bild von dem Falter der Art holen, den Sie züchten und bestimmt haben. Schlüpft dann der Falter erfolgreich und sieht aus wie auf dem Bild ist das der Beweis für die korrekte Bestimmung der Raupe.



**Aufgabe 6.2.: Beantworten Sie die folgenden Fragen zur Zucht mithilfe der biser gelernten Inhalte.**

**a) Beurteilen Sie, warum die Blumenerde nicht festgedrückt werden darf.**

---

---

**b) Erklären Sie, wozu das Taschentuch im Zuchtbehältnis dient.**

---

---

**c) Erklären Sie, wozu der kahle Zweig im Zuchtbehältnis dient.**

---

---

**d) Beurteilen Sie, warum das Glas nur mit einer Schicht aus dem Material von Strumpfhose verschlossen wird anstatt mit dem dazugehörigen Deckel.**

---

---

---







## Eidesstattliche Versicherung Statutory Declaration in Lieu of an Oath

Gürtler, Sarah

Name, Vorname/Last Name, First Name

368239

Matrikelnummer (freiwillige Angabe)

Matriculation No. (optional)

Ich versichere hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit/Bachelorarbeit/  
Masterarbeit\* mit dem Titel

I hereby declare in lieu of an oath that I have completed the present paper/Bachelor thesis/Master thesis\* entitled

Untersuchungen zu Wechselbeziehungen zwischen Phänologie und  
Futterpflanzenspezifität von ausgewählten, sich im Frühjahr an  
Laubgehölzen entwickelnden Makrolepidopteren-Raupen

selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe (insbes. akademisches Ghostwriting)  
erbracht habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt.  
Für den Fall, dass die Arbeit zusätzlich auf einem Datenträger eingereicht wird, erkläre ich,  
dass die schriftliche und die elektronische Form vollständig übereinstimmen. Die Arbeit hat in  
gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

independently and without illegitimate assistance from third parties (such as academic ghostwriters). I have used no other than  
the specified sources and aids. In case that the thesis is additionally submitted in an electronic format, I declare that the written  
and electronic versions are fully identical. The thesis has not been submitted to any examination body in this, or similar, form.

Aachen, 29.09.2019

Ort, Datum/City, Date

S. Gürtler

Unterschrift/Signature

\*Nichtzutreffendes bitte streichen

\*Please delete as appropriate

### Belehrung:

#### Official Notification:

#### § 156 StGB: Falsche Versicherung an Eides Statt

Wer vor einer zur Abnahme einer Versicherung an Eides Statt zuständigen Behörde eine solche Versicherung  
falsch abgibt oder unter Berufung auf eine solche Versicherung falsch aussagt, wird mit Freiheitsstrafe bis zu drei  
Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

#### Para. 156 StGB (German Criminal Code): False Statutory Declarations

Whoever before a public authority competent to administer statutory declarations falsely makes such a declaration or falsely  
testifies while referring to such a declaration shall be liable to imprisonment not exceeding three years or a fine.

#### § 161 StGB: Fahrlässiger Falscheid; fahrlässige falsche Versicherung an Eides Statt

(1) Wenn eine der in den §§ 154 bis 156 bezeichneten Handlungen aus Fahrlässigkeit begangen worden ist, so  
tritt Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder Geldstrafe ein.

(2) Strafflosigkeit tritt ein, wenn der Täter die falsche Angabe rechtzeitig berichtigt. Die Vorschriften des § 158  
Abs. 2 und 3 gelten entsprechend.

#### Para. 161 StGB (German Criminal Code): False Statutory Declarations Due to Negligence

(1) If a person commits one of the offences listed in sections 154 through 156 negligently the penalty shall be imprisonment not  
exceeding one year or a fine.

(2) The offender shall be exempt from liability if he or she corrects their false testimony in time. The provisions of section 158 (2)  
and (3) shall apply accordingly.

Die vorstehende Belehrung habe ich zur Kenntnis genommen:

I have read and understood the above official notification:

Aachen, 29.09.2019

Ort, Datum/City, Date

S. Gürtler

Unterschrift/Signature