

Schweizerisches Schulwandbilderwerk SSW

Herausgeber: Schweizerischer Lehrerverein

Vertriebsstelle:

Ernst Ingold + Co. AG, 3360 Herzogenbuchsee, Telefon 063 61 31 01

Preise für Bilder und Kommentare siehe jeweils gültiges Verlagsverzeichnis.

Den bebilderten Gesamtprospekt über alle noch lieferbaren Bilder stellt Ihnen die Vertriebsstelle gerne kostenlos zu.

Kommentarhefte durch den Verlag SLV (01 311 83 03) und die Vertriebsstelle E. Ingold + Co. AG, Herzogenbuchsee

Vorrätige Bilder und Kommentare

* Kommentar vergriffen

Nr. Bildtitel
Bildautor/Kommentarverfasser

Nr. Bildtitel
Bildautor/Kommentarverfasser

Botanik – Pflanzen in ihrem Lebensraum

- 22 **Bergwiese**
H. Schwarzenbach/H. Gilomen
- 36 **Vegetation an einem Seeufer**
P. Robert/*
- 82 **Frühlingswald**
M. Ammann/A. Hugelshofer
- 97 **Föhre**, M. Seitz/J. Schlittler
- 101 **Heckenrose**, M. Seitz/J. Schlittler
- 105 **Wegwarte**, M. Seitz/J. Schlittler
- 109 **Goldnessel**, M. Seitz/J. Schlittler
- 147 **Fleischfressende Pflanzen**
M. Seitz/H. Graber
- 148 **Waldinneres**, J. Latour/H. E. Keller
- 149 **Wiese**, H. Schwarzenbach/J. Schlittler
- 170 **Kastanienkultur**, E. Beretta/G. Bianconi
- 175 **Der grüne Knollenblätterpilz**
M. Seitz/J. Schlittler
- 186 **Aufforstung**, W. Dick/L. Lienert
- 189 **Aronstab**, M. Seitz/U. Brunner

Zoologie – Tiere in ihrem Lebensraum

- 6 **Bergdohlen**, F. Stauffer/O. Börlin
- 7 **Murmeltiere**, R. Hainard/M. Schmid
- 26 **Juraviper**, P. Robert/A. Steiner
- 38 **Ringelnatter**, W. Linsenmaier/A. Steiner
- 47 **Pferdeweide (Freiberge)**
C. Bieri/P. Bacon
- 49 **Mensch und Tier**, R. Leins/F. Brunner
- 50 **Gems**, R. Hainard/H. Zollinger
- 57 **Adler**, R. Hainard/R. Hainard
- 69 **Fuchsfamilie**, R. Hainard/*
- 78 **Am Futterbrett**, W. Dietrich/A. Schifferli
- 86 **Metamorphose eines Schmetterlings**
W. Urfer/*
- 106 **Eichhörnchen**, R. Hainard/*
- 110 **Uhu**, E. His/H. Zollinger
- 113 **Geflügelhof**, H. Haefliger/H. Müller
- 117 **Biene**, M. Seitz/H. Graber
- 118 **Frosch**, K. Schmid/A. Mittelholzer
- 121 **Fische**, W. Linsenmaier/H.P. Woker

Der Maler unseres Bildes

- 1. Bau und Entwicklung der Marienkäfer (anschliesslich Bildbeschreibung)
- 1.1. Bau, Bewegung, Färbungsmuster
- 1.2. Jugendstadien, Sexualität, Pflanzverhalten

Dr. Ulrich Brunner

- 2.1. Nahrungsarten, Beutefische
- 2.2. Vorkommen, Überwinterung, Wandzüge
- 2.3. Feinde der Marienkäferchen

Marienkäfer

- 3.2. Wirtschaftliche Bedeutung für den Pflanzenschutz (biologische Schädlingsbekämpfung)
- 3.3. Beispiele aus der Forschung der letzten Jahre in der Schweiz

- 4. Ökologie und integrierter Pflanzenschutz
- 4.1. Beziehungen Insekt-Pflanze und der Einfluss von Insekten
- 4.2. Schwierigkeiten der ökologischen Schädlingsbekämpfung von Massenzüchtern

- 5.1. Die Analyse von Insekten
- 5.2. Konsequenzen aus dem Stoff
- 5.3. Zusammenhänge mit ökologisch-wirtschaftlicher Erkenntnis und

- 5.2.1. Zusammenhänge mit ökologisch-wirtschaftlicher Erkenntnis und
- 5.2.2. Zusammenhänge mit ökologisch-wirtschaftlicher Erkenntnis und
- 5.2.3. Zusammenhänge mit ökologisch-wirtschaftlicher Erkenntnis und
- 5.2.4. Insektenentwicklung und künstlerische Komposition des Wandbildes

Schriften und Filme



SSW 195

8865



000066140

SPG

SSW K 195

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Der Maler unseres Bildes	4
1. Bau und Entwicklung der Marienkäfer (einschliesslich Bildbeschreibung).	5
1.1. Bau, Bewegung, Färbungsmuster	5
1.2. Jugendstadien, Sexualität, Fressverhalten.	9
2. Nahrung, Feinde und Aufenthalte.	12
2.1. Nahrungsarten, Beutesuche.	12
2.2. Vorkommen, Überwinterung, Wanderzüge	16
2.3. Feinde der Marienkäferchen.	18
3. Mensch und Marienkäfer	21
3.1. Kulturgeschichte, Mythologie und Namen	21
3.2. Wirtschaftliche Bedeutung für den Pflanzenschutz (biologische Schädlingsbekämpfung)	22
3.3. Beispiele aus der Forschung der letzten Jahre in der Schweiz	22
4. Ökologie und integrierter Pflanzenschutz	25
4.1. Beziehungsgefüge Insekt-Pflanze und der Einfluss von Insektengiften	25
4.2. Einige praktische Schwierigkeiten der «biologischen Schädlingsbekämpfung» am Beispiel von Massenzuchten	28
5. Didaktik und Methodik.	29
5.1. Didaktische Analyse	29
5.1.1. Didaktische Konsequenzen aus dem Stoff	29
5.1.2. Notwendigkeit ökologisch-wirtschaftlicher Erkenntnis und Erziehung	30
5.2. Methodische Anregungen.	30
5.2.1. Unterstufe.	30
5.2.2. Mittelstufe (und das Verständnis grafischer Darstellungen)	30
5.2.3. Oberstufe und Mittelschule	32
5.2.4. Insektenentwicklung und künstlerische Komposition des Wandbildes	34
6. Schrifttum und Filme	35



Der Maler unseres Bildes

Geboren 1941 in Feuerthalen bei Schaffhausen.

1957–1961 Besuch der Kunstgewerbeschule Zürich, mit Abschluss an der Fachklasse für Wissenschaftliches Zeichnen bei Karl Schmid.

Ab 1961 tätig zunächst als *medizinischer Illustrator* am Inselspital Bern.

Dann 1976 in der dort gegründeten Abteilung für Unterrichtsmedien: Einsatz auch für die Studentenausbildung (Ton-Bild-Schauen).

Um der Enge der beruflichen Spezialisierung entgegenzuwirken, seit 1972 teilzeitbeschäftigt. Parallel zur Berufsausübung autodidaktische Studien über Maltechnik, später schrittweiser Aufbau eines bildnerischen Werkes – frei von Zugeständnissen an die herrschenden Modeströmungen – frei zur Findung von gangbaren Lösungen einer aperspektivischen Ausdrucksweise. Gelegentlich kleine Ausstellungen ohne Kommerzialisierung.

Zur *Maltechnik* des Schulwandbildes:

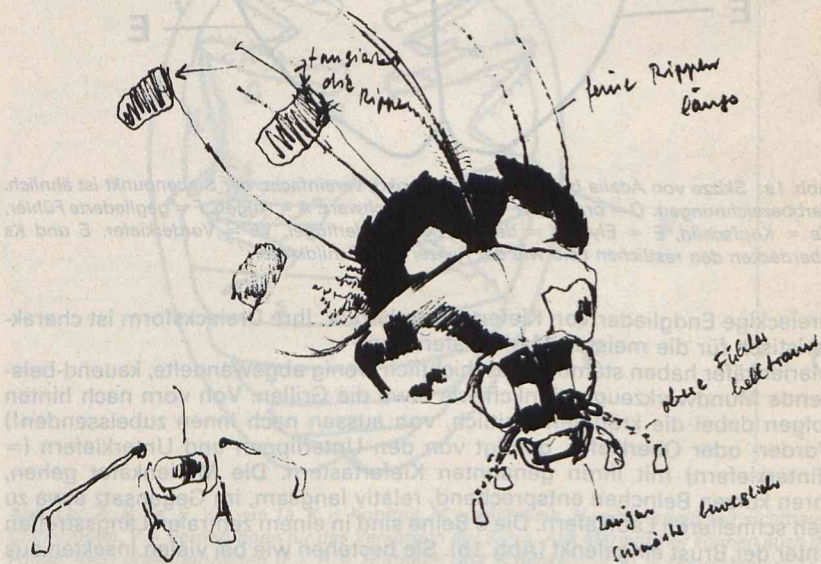
monochrome Grau-Untermalung in Tempera, Farbgebung in dünnen (transparenten) Harzöllasuren. Darauf Schlussmalerei mit Acryl.

P. Sch.

1. Bau und Entwicklung der Marienkäfer (einschliesslich Bildbeschreibung)

1.1. Bau, Bewegung, Färbungsmuster

Zuerst springt uns der gross gezeichnete Käfer rechts unten ins Auge. Es handelt sich um einen *Siebenpunkt-Marienkäfer*, so genannt, weil seine beiden Flügeldeckel zusammen 7 schwarze Punkte auf rotem Grund tragen. Wie bei allen Insekten besteht auch der Käferleib aus 3 Teilen: Kopf, Brust und Hinterleib. Die Brust (Mittelleib) trägt oben 2 Flügelpaare und unten 3 Beinpaare. Bei geschlossenen Flügeln werden aber der hintere Teil des Mittelleibes und der ganze Hinterleib vom vorderen Flügelpaar vollständig verdeckt. Dieses ist zu den bereits erwähnten, stark gewölbten Flügeldeckeln umgewandelt, die durch Chitineinlagerungen erhärtet sind. Dem vorderen Rand der Flügeldeckel dicht anschliessend folgt der noch zum Mittelleib gehörende, schwarz-weiss gefleckte Halsschild. Darunter sitzt der bewegliche Kopf mit 2 seitlich sichtbaren Augen. Diese sind aus vielen Teilaugen zusammengesetzte, sogenannte Facettenaugen und erlauben eine gewisse Rund-sicht. Die gegliederten, vorn keulig verdickten und fein behaarten Fühler dienen dem Geruchs- und Tastsinn. Ihre Elfgliedrigkeit ist typisch für viele Marienkäfer. Unter der Kopfkapsel gucken (vgl. Abb.1) zwei beiförmig-



Entwurfsskizze von P.R. Schneider

Abb. 1a

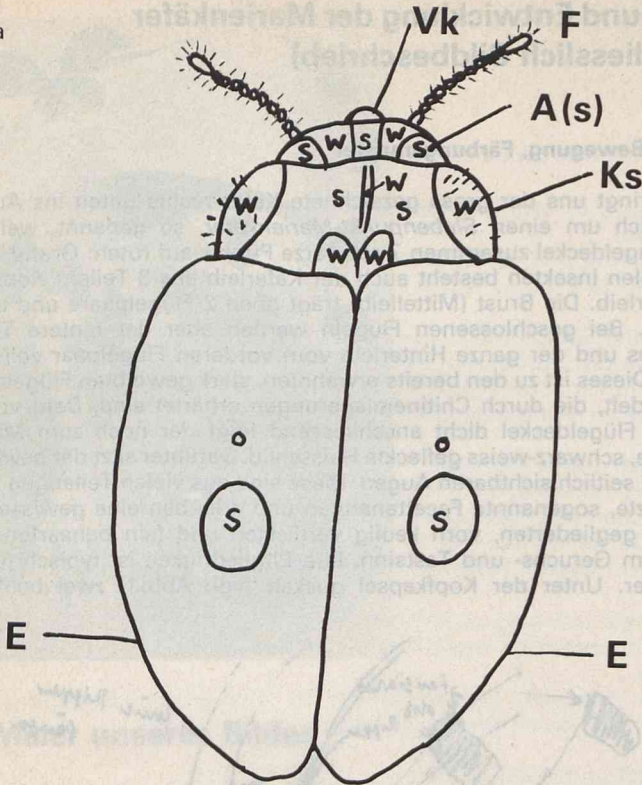


Abb. 1a: Skizze von *Adalia bipunctata* (Zweipunkt), vereinfacht, der Siebenpunkt ist ähnlich. Farbbezeichnungen: O = orange, w = weiss, s = schwarz. A = Augen, F = gegliederte Fühler, Ks = Kopschild, E = Elytren = deckelartige Vorderflügel, Vk = Vorderkiefer. E und Ks überdecken den restlichen Leib wie der Panzer eine Schildkröte.

dreieckige Endglieder von Kiefertastern hervor. Ihre Dreiecksform ist charakteristisch für die meisten Marienkäferarten.

Marienkäfer haben stammesgeschichtlich wenig abgewandelte, kauend-beisende Mundwerkzeuge, ähnlich wie etwa die Grillen. Von vorn nach hinten folgen dabei die kräftigen (seitlich, von aussen nach innen zubeissenden!) Vorder- oder Oberkiefer, gefolgt von den Unterlippen und Unterkiefern (= Hinterkiefern) mit ihren genannten Kiefertastern. Die Marienkäfer gehen, ihren kurzen Beinchen entsprechend, relativ langsam, im Gegensatz etwa zu den schnelleren Laufkäfern. Die 6 Beine sind in einem zentralen Längsstreifen unter der Brust eingelenkt (Abb. 1b). Sie bestehen wie bei vielen Insekten aus folgenden Teilen: den kurzen Hüft- und Schenkelringen, den längeren Ober- und Unterschenkeln sowie den je 4 Fussgliedern, von denen bei den Marien-

käfern bei oberflächlicher Betrachtung nur 3 sichtbar sind. Die Beine können unter dem Körper dicht angelegt und in Gruben des Mittelleibes versenkt werden, so dass die sich bei Bedrohung oft totstellenden Marienkäfer wie beinlos aussehen (etwa so wie die kleinen Marienkäferarten oben im Bild). Das doppelt bekrallte, letzte Fussglied ermöglicht das Einhängen an senkrechten und überhängenden Flächen, sofern diese nicht allzu glatt sind.

Der Siebenpunkt ist ca. 0,5–0,8 cm lang und ca. 0,4–0,6 cm breit. Deutlich kleiner (nicht jünger!) sind die Marienkäferarten rechts oben im Bild: unten (und Abb. 1) der Zweipunkt (*Adalia bipunctata*), Länge ca. 4 mm, Breite ca. 2,5 mm, mit zwei schwarzen Punkten auf rotem Untergrund. Darüber erken-

Abb. 1b

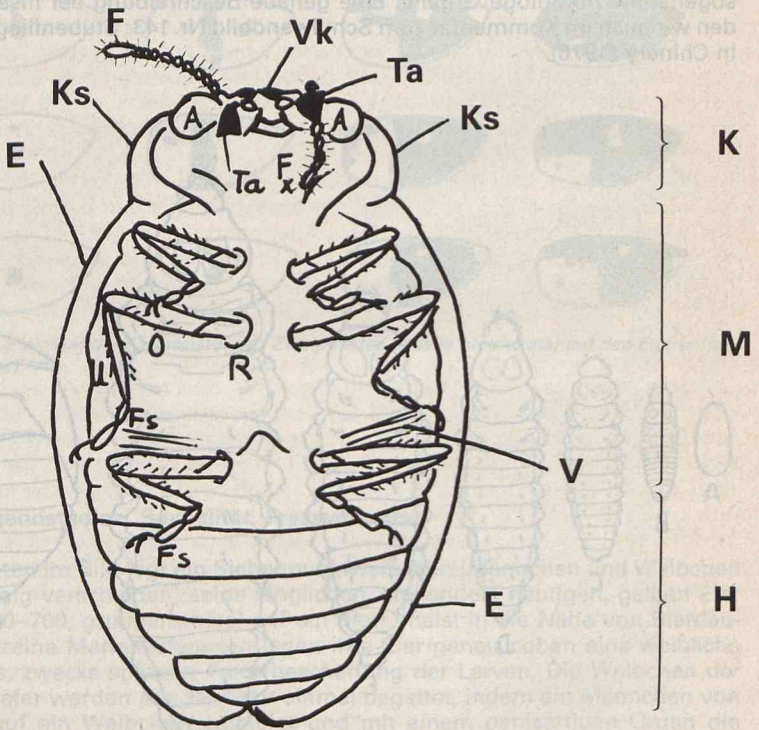


Abb. 1b: A, F, Ks, E, V, K, M, H, wie 1a. K = Kopfteil, M = Mittelleib, H = Hinterleib mit sichtbaren Chittringen, V = Vertiefungen für das Versorgen der Beine. Alle Marienkäfer können auch die Fühler nach unten einziehen (F_x). R = Hüftglied und Schenkelring, O = Oberschenkel, U = Unterschenkel, Fs = Fussglieder mit Endkrallen, Ta = Kiefertaster (Zeichnungen vom Verfasser).

nen wir eine der Farbvarianten *derselben* Art, mit roten Punkten auf schwarzem Grund. Noch weiter nach oben folgen der *Zweiundzwanzigpunkt* und eine der vielen Farbvarianten des *Zehnpunktes* (vgl. Abb. 3).

Zuoberst links im Bild fliegt uns ein Siebenpunkt entgegen. Deutlich sehen wir die für alle Käfer typischen, ausgebreiteten Flügeldecken (Elytren), die bei grösseren Arten wie Gleitflügel eines Segelfliegers wirken. Die häutigen Hinterflügel werden an Gelenken in der Flügelmitte zusammengelegt und unter die harten, schützenden Elytren geborgen (man beachte dazu die Abb. im Kommentar des Schulwandbildes Nr. 182: Maikäfer). Beim fliegenden Insekt beobachten wir den weichen, ungeschützten Hinterleib mit seinen Chitineringen. Die klassische Biologie vertritt die Ansicht, dass sich die Flügeldeckel im Laufe der Stammesgeschichte in Jahrmlionen aus «gewöhnlichen» Insektenflügeln entwickelt hätten. Elytren der Käfer und Vorderflügel der Bienen sind demnach phylogenetisch (stammesgeschichtlich) verwandte, sogenannte homologe Organe. Eine genaue Beschreibung der Insekten finden wir auch im Kommentar zum Schulwandbild Nr. 143: Stubenfliege, sowie in Chinery (1976).

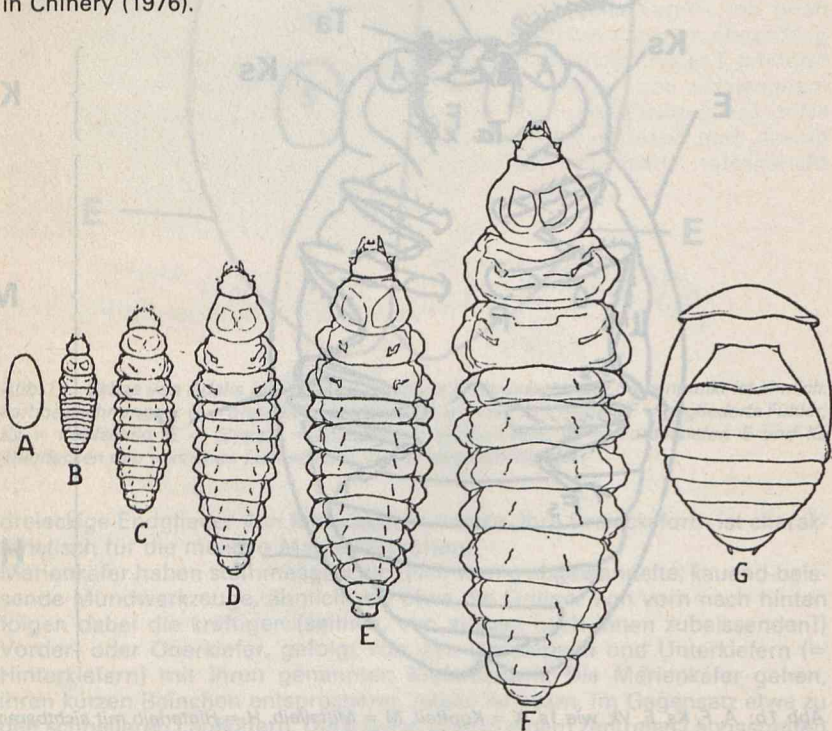


Abb. 2: Larvenstadien und Puppe des Marienkäfers *Pullus impexus* (Larven ohne Beinstummel und Borsten gezeichnet), Dauer der einzelnen Larvenstadien ca. 1 Woche, je nach Temperatur. Eientwicklung und Puppenruhe etwa gleich lang (aus Delucchi).

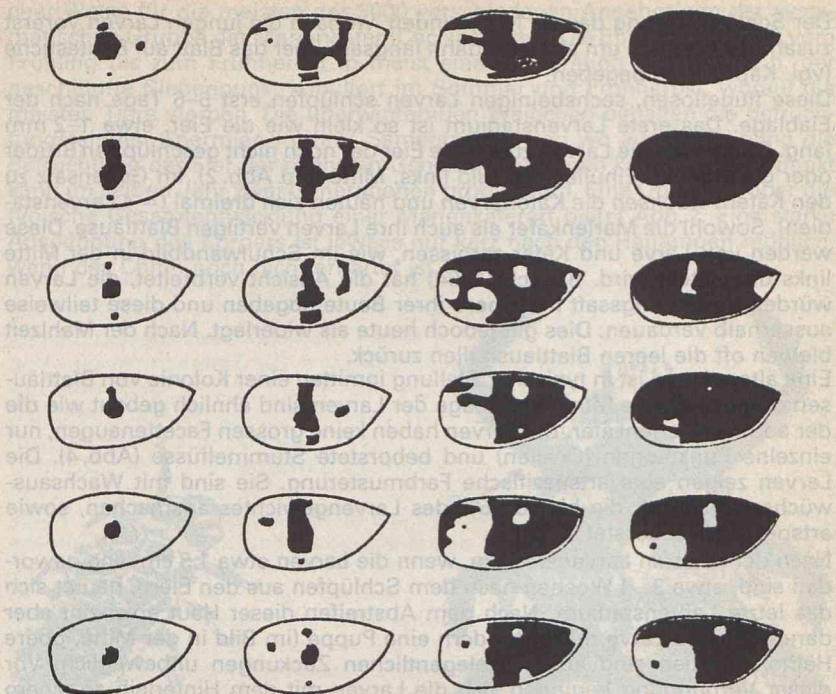


Abb. 3: Variabilität der Farbmuster des Zweipunktes (*Adalia bipunctata*) auf den Elytren (aus Klausnitzer).

1.2. Jugendstadien, Sexualität, Fressverhalten

Links unten im Bild legt ein Siebenpunktweibchen (Männchen und Weibchen sind wenig verschieden) seine länglichen, stehenden, häutigen, gelben Eier (total 600–700, gruppenweise) auf ein Blatt, meist in die Nähe von Blattläusen. Einzelne Marienkäferarten legen ihre Eier genau neben eine weibliche Blattlaus, zwecks späterer Futterbeschaffung der Larven. Die Weibchen der Marienkäfer werden pro Jahr nur einmal begattet, indem ein Männchen von hinten auf ein Weibchen aufsteigt und mit einem penisartigen Organ die Samenvorrats tasche des Weibchens füllt. Von dort aus werden dann die im Laufe des Frühjahres entstehenden Eier besamt, ohne Beisein des «Herrn». Das bevorstehende Schlüpfen der Larven ist an der Graufärbung der vorher gelblichen Eier zu erkennen (Bänsch, 1964). Die Larven sprengen die Eihülle mit Hilfe von Fortsätzchen auf ihrem Mittelleib, sogenannten «Eizähnnchen».

Der Schlüpfvorgang dauert 1–3 Stunden, wonach die jungen Larven vorerst zusammenbleiben, um sich erst dann langsam über das Blatt auf Beutesuche (vgl. Kap. 2.1) zu begeben.

Diese flügellosen, sechsbeinigen Larven schlüpfen erst 5–6 Tage nach der Eiablage. Das erste Larvenstadium ist so klein wie die Eier, etwa 1–2 mm lang. Oft fressen die Larven zuerst die Eier der noch nicht geschlüpften Brüder oder die eigenen Eihüllen (im Bild links, Mitte und Abb. 2). Im Gegensatz zu den Käfern *wachsen* die Käferlarven und häuten sich dreimal (= 4 Larvenstadien). Sowohl die Marienkäfer als auch ihre Larven vertilgen Blattläuse. Diese werden von Larve und Käfer zerbissen, wie im Schulwandbild in der Mitte links dargestellt wird. Bänsch (1964) hat die Ansicht verbreitet, die Larven würden Verdauungssaft ins Innere ihrer Beute abgeben und diese teilweise ausserhalb verdauen. Dies gilt jedoch heute als widerlegt. Nach der Mahlzeit bleiben oft die leeren Blattlaushüllen zurück.

Eine ältere Larve ist in typischer Stellung inmitten einer Kolonie von Blattläusen dargestellt. Die Mundwerkzeuge der Larven sind ähnlich gebaut wie die der adulten Marienkäfer. Die Larven haben keine grossen Facettenaugen, nur einzelne Punktaugen (Ocellen) und beborstete Stummelfüsse (Abb. 4). Die Larven zeigen eine artspezifische Farbmusterung. Sie sind mit Wachsauswüchsen bedeckt, die bis zu 25% des Larvengewichtes ausmachen, sowie artspezifisch beborstet.

Nach dem vierten Larvenstadium, wenn die Larven etwa 1,5 cm lang geworden sind, etwa 3–4 Wochen nach dem Schlüpfen aus den Eiern, häutet sich das letzte Larvenstadium. Nach dem Abstreifen dieser Haut erscheint aber darunter keine Larve mehr, sondern eine Puppe (im Bild in der Mitte, obere Hälfte). Puppen sind ausser gelegentlichen Zuckungen unbeweglich. Vor dieser Verpuppung beginnen sich die Larven mit dem Hinterleib an einem Blatt festzukleben und bleiben regungslos, während einiger Stunden (Präpupa-Stadium), bis die Larvenhaut platzt und handorgelartig über die Puppe zurückgestreift wird bis zur Anhaftungsstelle. Dort sieht man sie auch auf dem Bild als dunkler Ring. An zu starkem Sonnenlicht könnten die Puppen austrocknen, daher hängen sie oft an der schattigen Blattunterseite. Wie auf dem Bild dargestellt, können die Puppen hängend oder sitzend sein, immer aber ist der dickere Teil nicht befestigt. Auch zeigt die eher plumpe Puppe aussen keine deutlich sichtbaren Flügelanlagen und keine Stummel von zukünftigen Gliedmassen wie beispielsweise jene des Maikäfers (Kommentar, Bild 182), sie ist auch nicht in einem durch das letzte Larvenstadium gebildeten Kokon eingesponnen wie jene des Seidenspinners oder der ebenfalls blattlausvertilgenden Florfliege.

Das Innere der Puppe wird während 7–10 Tagen zu einem Käfer umgebaut, der mit zunächst weichen, weissen Flügeldecken die aufreissende Puppenhaut (Bildmitte oben) verlässt. Die frischgeschlüpften Käfer erhalten ihre Farbmuster in einer ganz bestimmten Reihenfolge, indem bestimmte Farbpunkte zuerst, andere später (oder je nach Farbvariante *derselben* Art!) gar nicht ausgebildet werden (Abb. 3). Normale Käfer können nach Klausnitzer (1972) auch aus leicht fehlentwickelten Larven entstehen.

Die hier hauptsächlich für den Siebenpunkt geschilderten Verhältnisse gelten für unsere mitteleuropäischen Sommertemperaturen von 15–20 °C in ähnli-

cher Weise für die meisten der 3000 verschiedenen Angehörigen der systematischen Gruppe der Marienkäfer (Coccinellidae). Die Entwicklung läuft vom Frühling bis zum Frühherbst in meist einer Generation pro Jahr, d.h. der geschlüpfte Siebenpunkt kopuliert im Sommer und Frühherbst, worauf die meisten Tiere sterben. Die überwinternden Weibchen behalten die befruchtungsfähigen Spermien in ihrer Samentasche, von wo aus im Frühling die Befruchtung der Eier der nächsten Generation erfolgen kann. Der Zweipunkt kann im selben Jahr zwei Generationen produzieren. Eine Übersicht über die typische Gesamtentwicklung einer Marienkäferart bietet Abb. 2. Eine starke Ausdehnung des Körpers ist jeweils nur kurz nach den Häutungen möglich, wenn das Chitin noch nicht erhärtet ist.

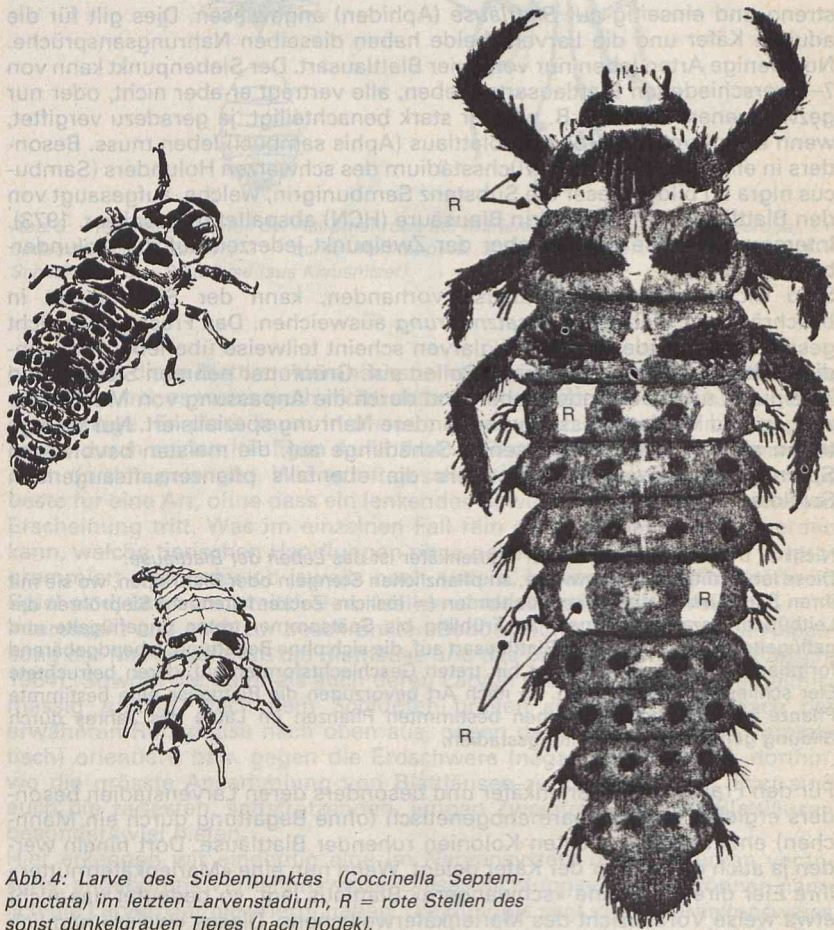


Abb. 4: Larve des Siebenpunktes (*Coccinella Septempunctata*) im letzten Larvenstadium, R = rote Stellen des sonst dunkelgrauen Tieres (nach Hodek).

2. Nahrung, Feinde und Aufenthalte

2.1. Nahrungsarten, Beutesuche

Eine gesunde Marienkäferlarve kann 10–50 Blattläuse pro Tag vertilgen, während ihrer Entwicklung also 300–1000, je nach Temperatur und der Dichte der Beute. Je mehr Beutetiere vorhanden sind, desto mehr werden auch aufgenommen. Auch legt ein Weibchen mehr Eier bei einem ausreichenden Nahrungsangebot.

Bei den mitteleuropäischen Marienkäferarten sind etwa 65–70% ziemlich streng und einseitig auf *Blattläuse* (Aphiden) angewiesen. Dies gilt für die adulten Käfer und die Larven; beide haben dieselben Nahrungsansprüche. Nur wenige Arten leben nur von einer Blattlausart. Der Siebenpunkt kann von 7–8 verschiedenen Blattlausarten leben, alle verträgt er aber nicht, oder nur gezwungenermaßen, z. B. wird er stark benachteiligt, ja geradezu vergiftet, wenn er nur von der Holunderblattlaus (*Aphis sambuci*) leben muss. Besonders in einem bestimmten Wuchsstadium des schwarzen Holunders (*Sambucus nigra* L.) bildet dieser die Substanz Sambunigrin, welche, aufgesaugt von den Blattläusen, im Käfer drin Blausäure (HCN) abspaltet (Klausnitzer, 1973). Interessanterweise gedeiht aber der Zweipunkt jederzeit auf der Holunderblattlaus.

Sind nicht genügend Blattläuse vorhanden, kann der Siebenpunkt in beschränkter Masse auf *Ersatznahrung* ausweichen. Das Fressen der nicht geschlüpften Brüder durch Junglarven scheint teilweise überlebensnotwendig. Selten nehmen Marienkäfer Pollen auf. Grünfutter nehmen Sieben- und Zweipunkt nicht an. Andere aber sind durch die Anpassung von Mundwerkzeugen und Verdauungssäften auf andere Nahrung spezialisiert. Nur wenige treten als kulturpflanzenfressende Schädlinge auf, die meisten bevorzugen Spinnmilben, Pilze und besonders die ebenfalls pflanzensaftsaugenden Schildläuse (Abb. 5).

Nicht zu trennen vom Leben der Marienkäfer ist das *Leben der Blattläuse*:

Diese leben meist gruppenweise, an pflanzlichen Stengeln oder Blattrippen, wo sie mit ihren Saugrüsseln die assimilatleitenden (= lösliche Zucker leitenden) Siebröhren der Leitbündel anzapfen können. Im Frühling bis Spätsommer treten ungeflügelte und geflügelte Formen derselben Blattlausart auf, die sich ohne Begattung, lebendgebärend fortpflanzen. Gegen den Herbst hin treten Geschlechtsformen auf, deren befruchtete Eier schliesslich überwintern. Je nach Art bevorzugen die Blattläuse eine bestimmte Pflanze oder wechseln zwischen bestimmten Pflanzen im Laufe des Jahres durch Bildung geflügelter Ausbreitungsstadien.

Für den Frass durch Marienkäfer und besonders deren Larvenstadien besonders ergiebig sind die parthenogenetisch (ohne Begattung durch ein Männchen) entstandenen dichten Kolonien ruhender Blattläuse. Dort hinein werden ja auch oft die Eier der Käfer gelegt. Wenn nun eine «Marienkäfermutter» ihre Eier direkt vor eine «schwängere» Blattlaus legt, so bedeutet das nicht etwa weisse Voraussicht des Marienkäferweibchens. Dieses «weiss» nämlich

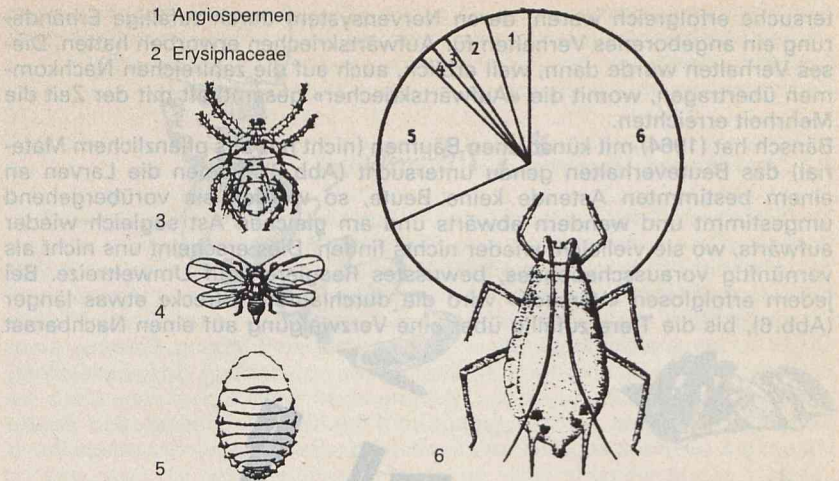


Abb. 5: Prozentualer Anteil der Hauptnahrung der Marienkäfer (gilt nur für Mitteleuropa), 1 = bedecktsamige Pflanzen, 2 = echte MehltauPilze, 3 = Spinnmilben, 4 = Blattflöhe, 5 = Schildläuse, 6 = Blattläuse (aus Klausnitzer).

nicht, dass diese Blattlaus demnächst eine für seine Jungen geeignete Beute gebären wird, es weiss auch nicht, dass es Mutter ist, und doch tut es genau das richtige. Es plant kaum in unserm Sinne, doch dürften seine Eier, rein schon durch seinen häufigen Aufenthalt in Blattlauskolonien zufälligerweise auch dorthin gelangen. Wie so oft geschieht hier in der belebten Natur das beste für eine Art, ohne dass ein lenkendes Bewusstsein für uns Menschen in Erscheinung tritt. Was im einzelnen Fall rein durch «Zufall» erklärt werden kann, welche tierischen Handlungen ohne gelernt zu werden erblich vorprogrammiert sind, oder ob jeweils noch andere, bisher unbekannte Kräfte im Spiel sind, kann vorurteilsfrei nur selten eindeutig entschieden werden.

Interessant und auch zur beschränkten Beobachtung geeignet ist die Anpassung der Marienkäfer an die Blattläuse und das *Beutesuchverhalten* (Bänsch, 1964): Sowohl die Käfer als auch deren Larven suchen ihre Beute verhältnismässig zufällig. Nach dem Schlüpfen breiten sich die Larven nach der erwähnten Ruhepause nach oben aus, gegen das Licht hin (positiv fototaktisch) orientiert, bzw. gegen die Erdschwere (negativ geotaktisch), dorthin, wo die grösste Ansammlung von Blattläusen zu «erwarten» ist. Dort sind auch die zartesten, saftstrotzenden, jungen Zweigteile, die den Blattläusen besonders viel bieten.

Hier erkennen wir eindeutig eine im Nervensystem der Junglarven verankerte, angeborene Verhaltensweise. Dieses Richtungsverhalten können nämlich die Larven gar nie erlernt haben. Die Biologie sagt, diese Verhaltensweise sei stammesgeschichtlich «erlernt» worden, indem jene Larven bei der Fut-

tersuche erfolgreich waren, deren Nervensystem durch zufällige Erbänderung ein angeborenes Verhalten für Aufwärtskriechen erworben hatten. Dieses Verhalten wurde dann, weil erblich, auch auf die zahlreichen Nachkommen übertragen, womit die «Aufwärtskriecher» gesamthaft mit der Zeit die Mehrheit erreichten.

Bänsch hat (1964) mit künstlichen Bäumen (nicht nur aus pflanzlichem Material) das Beuteverhalten genau untersucht (Abb.6). Finden die Larven an einem bestimmten Astende keine Beute, so werden sie vorübergehend umgestimmt und wandern abwärts und am gleichen Ast sogleich wieder aufwärts, wo sie vielleicht wieder nichts finden. Dies erscheint uns nicht als vernünftig vorausschauendes, bewusstes Reagieren auf Umweltreize. Bei jedem erfolglosen «Versuch» wird die durchlaufene Strecke etwas länger (Abb.6), bis die Tiere zufällig über eine Verzweigung auf einen Nachbarast

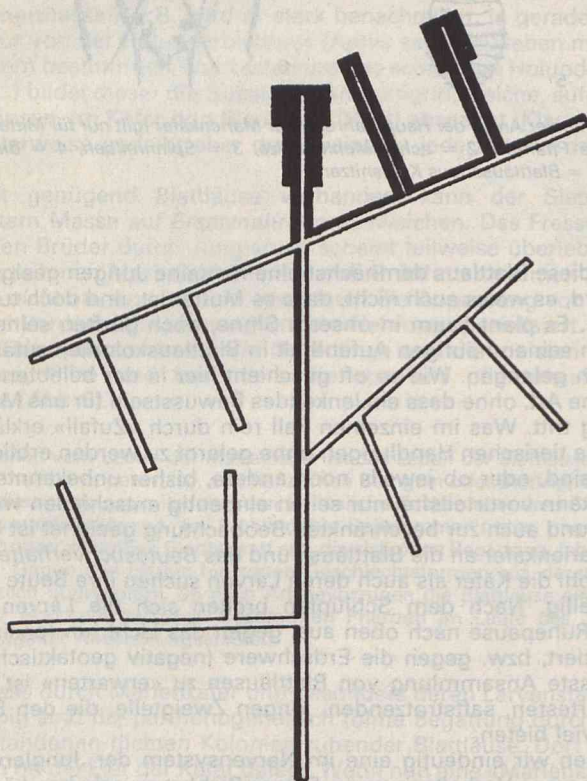


Abb. 6: Suchmuster der Zweipunktlarven an künstlichem Baum. Die Dicke der «Zweige» gibt die Häufigkeit des Auf- und Abwärtskriechens an (weiteres im Text), nach Bänsch.



schwungig soll



16

früher Ei schon deformiert



Eiablage (Skizze Schneider)

gelangen oder gar auf eine Nachbarpflanze. Fällt das Licht seitlich ein, laufen die Tiere eher auf der Schattenseite des Pflanzenteils. Hungerige Tiere bewegen sich, wenigstens zu *Beginn* des Hungers, intensiver (Parallelität zu einem menschlichen Verhalten, welches wir Mitteleuropäer zurzeit vergessen haben). Während des Laufens machen die Marienkäferlarven dauernd Suchbewegungen mit ihren Köpfen. Diese Larven können ihre Beute gar nicht sehen mit ihren Punktaugen, sie finden sie durch Zufall. Die erste Berührung der Antennen oder Vorderkiefer mit einer Blattlaus löst bei der Larve sogar eine Art «Schreckreaktion» aus, indem sich die Larve kurz abwendet. Dann aber wird zugebissen mit den Vorderkiefen, wobei aber meist eine andere als die unter dem ersten «Schreck» vermiedene Blattlaus getötet wird. Anschließend sind es offenbar die Geschmacksreize, die über die Richtigkeit der Beute entscheiden. Darauf werden ohne Verzug weitere Blattläuse der Kolonie gepackt. Das Suchen der Beute ist bei erwachsenen Käfern ähnlich wie bei den Larven. Die Fressdauer pro Laus beträgt je nach Hunger, Beutegrösse und Temperatur zwischen zwei und zehn Minuten.

Attrappenversuche von Bänisch zeigten, dass Gebilde, die zu hart sind, um angebissen zu werden, nicht mehr beachtet werden, hingegen werden leere Blattlaushäute und Plastillinkugeln angebohrt. Zerquetschte Blattläuse ohne Haut werden nicht angenommen. Offenbar braucht es die Häutigkeit als auslösenden Faktor des Fressens. Auch tote, aber noch nicht verpilzte Blattläuse werden angenommen.

Alle die bisher genannten Kenntnisse und Überlegungen *sind* bedeutsam, will man auch nur im entferntesten daran denken, ein Tier in der biologischen Schädlingsvertilgung für uns nutzbar zu machen. Zu einer erfolgreichen Praxis gehören aber noch weitere, entscheidende Kenntnisse:

2.2. Vorkommen, Überwinterung, Wanderzüge

Der Sieben- und der Zweipunkt sind in Eurasien weitverbreitet und auch in Nordamerika zur Bekämpfung von Pflanzenschädlingen eingeführt worden. Während der Zweipunkt eine grosse Mannigfaltigkeit der *Farbvarianten* zeigt (Abb. 3), sind beim Siebenpunkt nur die sieben Punkte je nach geografischem Ort verschieden breit, in Ostsibirien z.B. breiter als in Mitteleuropa (Hodek, 1973), bei sonst gleichbleibendem Grundmuster der Färbung. Einzelne Arten verändern ihre Färbung auch im Laufe ihrer Entwicklung oder generell im Laufe eines Jahres. Nur nach der Färbung allein können aber viele Arten nicht eindeutig bestimmt werden (vgl. Kap. 1.1.). Die Farbmuster von *Adalia bipunctata* (Zweipunkt) sind genetisch (von «Geburt» an) festgelegt durch

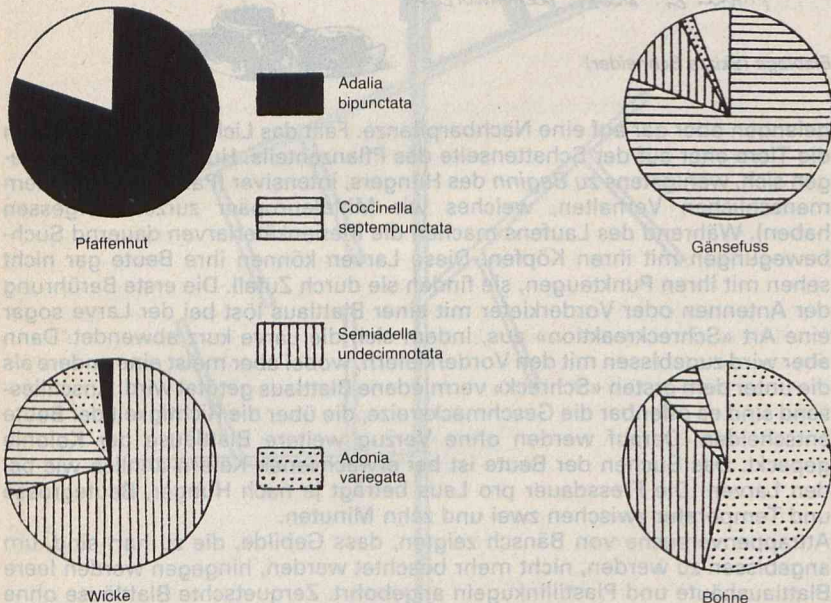


Abb. 7: Aufenthaltsorte verschiedener Arten von Marienkäferlarven auf verschiedenen, einheimischen Wildpflanzen (aus Hodek).

mehrere dominante und rezessive Erbfaktoren auf den bei den Marienkäfern meist 18 paarweise gleichen Chromosomen (Träger der Erbfaktoren). Daneben existieren noch Chromosomen zur Bestimmung des Geschlechts (für Weibchen XX, für Männchen X0).

Die *Aufenthaltsorte* der meisten Marienkäferarten sind nicht das ganze Jahr über dieselben (Abb. 7). Der Siebenpunkt hält sich im Frühling vor allem in der Baum- und Strauchschicht über den Überwinterungsorten (Laub, Gras) auf, um dann später in die Krautschicht (z.B. nahes Kartoffelfeld) überzuwechseln. Dort findet seine Brut am ehesten genügend Beute. Im Spätherbst sucht die neue und der überlebende Rest der alten Generation als Überwinterungsorte Laub und Gras auf. Der Zweipunkt überwintert oft in Häusern, unter Steinplatten und in Bodenspalten. Er soll sich in Kanada und Mitteleuropa vor allem in der Baum- und Strauchschicht, auf den britischen Inseln aber vor allem in Rüben- und Bohnenfeldern aufhalten (Klausnitzer, 1972), wahrscheinlich wegen Ansprüchen an die mittlere Umgebungsfeuchte. Während der Siebenpunkt in Mitteleuropa meist nur auf eine Generation pro Jahr kommt (1 Generation 40–60 Tage ohne Überwinterung gerechnet), soll er es in Indien bei einer Generationsdauer von 15–18 Tagen bis auf 20 pro Jahr bringen, weil die Generationen ohne Pause hintereinander folgen können, ausser an Orten mit Trockenperioden.

Meist muss eben eine ungünstige, zu kalte oder zu trockene Jahreszeit in einem *Ruhezustand* verbracht werden. Der Siebenpunkt überwintert meist in kleinen Ansammlungen, während andere Arten an bevorzugten Stellen der Landschaft (Hügeln, Felsbrocken) sich durch Wanderzüge zu riesigen «Schlafgemeinschaften» versammeln. Es wurden von *Hippodamia convergens* (USA) bis 45 Mio. Tiere an einem Ort geschätzt (Abb. 8). Auch in der Schweiz können auf Pässen riesige Ansammlungen von Marienkäfern gefunden werden, oft unterwegs auf Wanderzügen. Auch massenweise passive Anschwemmungen an Seeufern kommen vor. Dies ist verständlich, kann doch ein Luzernefeld pro ha bis 13 000 Marienkäfer aufweisen. Die bevorzugten Überdauerungsstätten werden oft jedes Jahr wieder aufgesucht (Ortskonstanz), wobei, bedingt durch die hohe Sterblichkeit, dieselben Individuen nur selten dazu kommen, den gleichen Ort mehr als einmal aufzusuchen. Wie finden sie dann diesen Ort? Neben passiver Verfrachtung durch vorherrschenden Wind dürfte aktives Suchen, besonders am Ende der Wanderungsstrecke, nicht auszuschliessen sein, besonders wenn das Ziel immer derselbe, markante Landschaftspunkt ist. Die Ruheperiode wird durch verschiedene Faktoren ausgelöst, jedenfalls nicht erst durch den eigentlichen Beginn der erwähnten ungünstigen Bedingungen: Kurze Tage lösen bei vielen Arten physiologische Veränderungen aus, die zum Winterschlaf und eventuell zur Ansammlung und zur Wanderung führen, und sei dies auch nur über wenige hundert Meter wie bei unserm Siebenpunkt. Höhere Temperaturen verzögern den Eintritt des Ruhezustandes. Während dieser Ruhe (Diapause) werden im Körper verschiedene, vorher vermehrt gespeicherte Substanzen abgebaut (Fette, Glykogen). Vor der Diapause kann das im sogenannten Fettkörper der Insekten gespeicherte Fett bis zu 50% des gesamten Körpergewichtes ausmachen. So konnte beispielsweise ein Siebenpunkt während dreier Monate (Januar bis April) bei Zimmertemperatur ohne Nahrung leben und dann

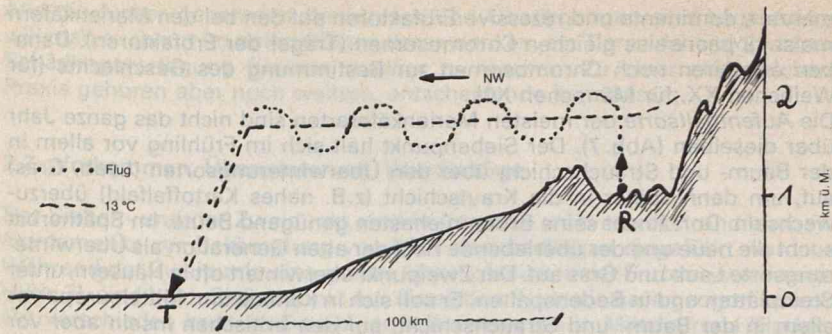


Abb. 8: Die vermutlich temperaturgesteuerten, wellenförmigen Änderungen innerhalb der Hauptrichtung des Rückfluges von den jährlichen Ruheplätzen (R) vom Gebirge ins Tal (T) bei *Hypodamia convergens*. Hinflug im Mai–Juni, Rückflug Februar–März, von der Sierra Nevada bis ins Central Valley (Kalifornien), stark vereinfacht nach Hagen aus Hodek.

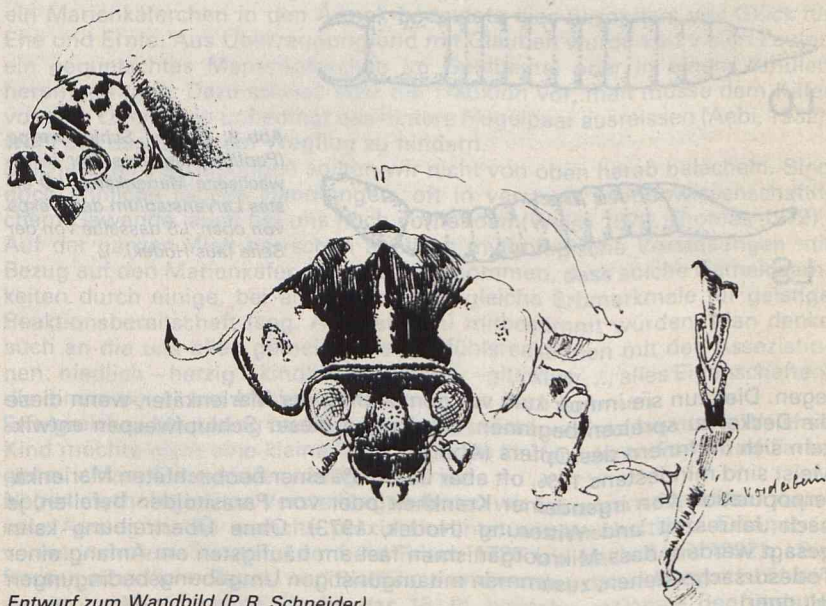
fliegend entlassen werden. Während der winterlichen Diapause können unsere einheimischen Marienkäfer auch deutlich tiefere Temperaturen aushalten, ohne dabei zu erfrieren. Dies schaffen sie unter anderem durch die teilweise Entwässerung ihrer Organe, was einen tieferen Gefrierpunkt (bis $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$) der Körperflüssigkeit ermöglicht.

2.3. Feinde der Marienkäferchen

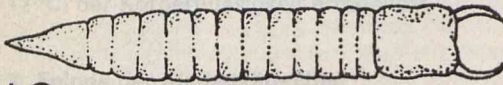
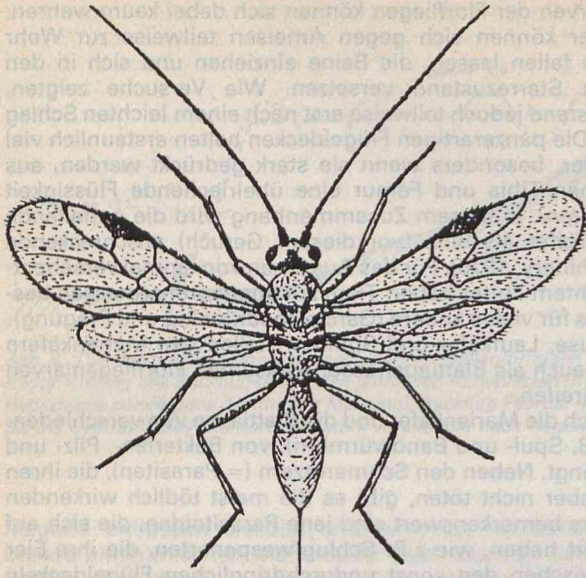
Verschiedene Ameisenarten reizen bekanntlich durch Betrillern mit ihren Vorderfüßen Blattläuse zur vermehrten Abgabe des begehrten Honigtaus, der oft blattlausbefallene Blätter klebrig werden lässt. Dieser Honigtau (überschüssiger nicht verdaulicher Zuckersaft) wird nicht mit den für die Blattläuse typischen Rückenröhren (Abb. 5), sondern mit dem After ausgeschieden. Grundsätzlich fällt auf, dass die von Ameisen besuchten Pflanzen mit Blattlausbefall generell weniger Blattlausfeinde aufweisen (Bänsch, 1964) als die nicht besuchten. Beispielsweise können Äste desselben Holunderbusches zwar ähnlich stark mit Blattläusen, aber sehr unterschiedlich stark mit Ameisen und mit Blattlausfeinden besetzt sein. Die Ameisen stören also offenbar fremde Eindringlinge in ihrer Blattlauskolonie. Dabei drängt sich wiederum die Frage auf nach dem Bewusstsein der Ameisen um die Nahrungskonkurrenz. Ähnlich wie das in Kap. 2.1 beschriebene Marienkäferweibchen haben die Ameisen aber vermutlich kein solches Bewusstsein. Die Ameisen greifen nämlich jeden «Fremden» in *ihrem* Territorium, auch ausserhalb der Blattlauskolonie, an, auch wenn dieser kein Blattlausfeind ist. Teilweise ist auch eine Duldung durch «Gewöhnung» von Fremdarten in Ameisenterritorien beobachtet worden. Die Ameisen beißen in der Regel blitzartig zu mit ihren Mandibeln. Weiche Larven der Marienkäfer und auch die ähnlichen, ebenfalls

blattlausfressenden Larven der Florfliegen können sich dabei kaum wehren. Die erwachsenen Käfer können sich gegen Ameisen teilweise zur Wehr setzen, indem sie sich fallen lassen, die Beine einziehen und sich in den bereits beschriebenen Starrezustand versetzen. Wie Versuche zeigten, kommt dieser *Starrezustand* jedoch teilweise erst nach einem leichten Schlag auf das Tier zustande. Die panzerartigen Flügeldecken halten erstaunlich viel aus. Auch können Käfer, besonders wenn sie stark gedrückt werden, aus ihren Gelenken zwischen Tibia und Femur eine übelriechende Flüssigkeit ausscheiden (*Reflexbluten*). In diesem Zusammenhang wird die auffallende Färbung vieler Marienkäfer als eine (vor diesem Geruch) abschreckende *Warnfarbe* gedeutet (Chinery, 1976). Für das Aussehen von einmal versehentlich erwischtem schlechtem Futter haben Tiere ein angeborenermassen besseres Lernvermögen als für vieles andere (Garcia-conditioning und Prägung). Vögel, Eidechsen, Mäuse, Laufkäfer und Spinnen stellen den Marienkäfern nach. Selbst die sonst auch als Blattlausfresser wirksamen Florfliegenlarven sollen Marienkäfer angreifen.

Wie wir alle werden auch die Marienkäfer und die Blattläuse von verschiedensten Schmarotzern (z. B. Spul- und Bandwürmern), von Bakterien-, Pilz- und Viruskrankheiten bedrängt. Neben den Schmarotzern (= Parasiten), die ihren Wirt nur schwächen, aber nicht töten, gibt es die meist tödlich wirkenden Parasitoiden. Besonders bemerkenswert sind jene Parasitoiden, die sich auf Marienkäfer spezialisiert haben, wie z. B. Schlupfwespenarten, die ihre Eier direkt in den Spalt zwischen den sonst undurchdringlichen Flügeldecken



Entwurf zum Wandbild (P. R. Schneider)



LO



LS

Abb. 9: Diese Schlupfwespe (*Perilitus*) legt ihre Eier in erwachsene Marienkäfer; LO erstes Larvenstadium der Wespe von oben, LS dasselbe von der Seite (aus Hodek).

legen. Dies tun sie immer kurz vor dem Abflug der Marienkäfer, wenn diese die Deckel zu spreizen beginnen. Die Larven dieser Schlupfwespen entwickeln sich im Innern des Opfers (Abb. 9).

Meist sind mindestens 10%, oft aber über 50% einer beobachteten Marienkäferpopulation von irgendeiner Krankheit oder von Parasitoiden befallen, je nach Jahreszeit und Witterung (Hodek, 1973). Ohne Übertreibung kann gesagt werden, dass Mikroorganismen fast am häufigsten am Anfang einer Todesursache stehen, zusammen mit ungünstigen Umgebungsbedingungen (Hunger).

3. Mensch und Marienkäfer

3.1. Kulturgeschichte, Mythologie und Namen

Der heutige wissenschaftliche Name für die systematische Gruppe der Marienkäfer (Coccinellidae) ist nicht sehr alt. Nach Aebi (1932) soll dieser Name von den Cochenillen stammen. Dies sind mexikanische Schildläuse, die einen roten Farbstoff lieferten. Eine gemeinsame Verständigung unter den Naturkundlern wurde erst möglich, nachdem Linné im 18. Jh. unter grossem persönlichem Aufwand die von allen anerkannte «binäre Nomenklatur» schuf. Nach dieser hat dann der Siebenpunkt seinen heutigen lateinischen Namen *Coccinella septempunctata* L. erhalten.

Die viel älteren und aussagereichen volkstümlichen Bezeichnungen *Marias-Käfer* (engl. ladybeetle) deuten auf eine mythologische Bezeichnung hin. Bei den Germanen hiess nämlich der Marienkäfer auch *Freyas-Vögelein*, nach der Göttin Freya. Diese war u. a. auch für die Liebe «verantwortlich». Bei der Übernahme vieler germanischer Glaubensbestandteile durch das Christentum wurde aus Freyas- bald einmal Marias-Vögelein. Der zugehörige vorchristliche Aberglaube aber konnte auch von der Kirche nicht völlig unterdrückt werden. So wurde denn Glück verheissen und früher auch wirklich echt erwartet, wenn einem ein *Marien-(Glücks- oder Herz-)käferchen* begegnete. Eines soll die Muttergottes nach Ägypten begleitet haben. Kroch einem ein Marienkäferchen in den Ärmel, bedeutete dies besonders viel Glück für Ehe und Ernte. Aus Überzeugung und mit Glauben wurde von vielen Leuten ein gequetschtes Marienkäferchen im Geldbeutel oder in einem Amulett herumgetragen. Dazu schrieb aber die Tradition vor, man müsse dem Käfer vor dem Quetschen unbedingt das hintere Flügelpaar ausreissen (Aebi, 1932), wohl um das Glück am Wegflug zu hindern.

Solche alten Vorstellungen sollten wir nicht von oben herab belächeln. Sind doch ähnliche rituelle Handlungen, oft in versteckt pseudowissenschaftlichem Gewande, auch bei uns noch vorhanden (Weiss 1978, Thomas 1979). Auf der ganzen Welt herrschen ähnliche mythologische Vorstellungen mit Bezug auf den Marienkäfer. So wird angenommen, dass solche Gemeinsamkeiten durch einige, bei allen Menschen gleiche Erbmerkmale für geistige Reaktionsbereitschaft (sog. Archaetypen) mitbestimmt würden. Man denke auch an die uns allen gemeinsamen Gefühlsreaktionen mit den Assoziationen: niedriglich – herzlich – freundlich – fruchtbar – glücklich ..., alles Eigenschaften, die einem bei einem Marienkäferchen in den Sinn kommen.

Erfolgreiches Marketing bedient sich solcher Erkenntnisse bewusst: Welches Kind möchte nicht eine kleine Taschenlampe kaufen, deren Form und Farbe genau einem Marienkäfer nachgebildet ist!

Neben mythologischen Vorstellungen finden wir bei unsern Altvordern rationale Aussagen, die manche praxisrelevante, wissenschaftliche Erkenntnis vorwegnehmen. So Joh. Leonhard Frisch 1720 (zit. nach Aebi, 1932): «Sie fressen schädliche Baum- und Blattläuse und werden daher *Herrgottskühlein* genannt.» Man beachte die für das 18. Jh. typische, rationale Begründung

eines mythologischen Namens! Karl Linné empfiehlt 1732 die Möglichkeit der biologischen Schädlingsbekämpfung. Erst zu seiner Zeit hat man begonnen, die Insekten im grossen Stil so genau zu beobachten und systematisch zu ordnen, dass derart gezielte Aktionen überhaupt erst ins Auge gefasst werden konnten.

Eine genaue Beobachtung allein nützt aber noch nichts. Zu jener Zeit mussten sich viele Menschen erst befreien von vielen der geschilderten abergläubischen Vorstellungen, welche den Weg zu einer rationalen Beurteilung einer an sich genauen Beobachtung verhindert hätten! Seither hat auch der Realienunterricht mitgeholfen, rationales und objektives Beurteilen zu stützen, und er sollte dies weiterhin tun.

3.2. Wirtschaftliche Bedeutung für den modernen Pflanzenschutz (biologische Schädlingsbekämpfung)

Um 1869 wird die *Schildlaus Icerya purchasi* unbeabsichtigt von Australien nach Kalifornien verschleppt. Bald darauf beginnt sie an den kalifornischen Zitruskulturen grossen Schaden anzurichten. Um 1883 steht das Weiterbestehen der Zitrusplantagen durch den dauernden Verlust von Pflanzensaft in Frage. Im gleichen Jahre wird Albert Köbele im Auftrag des Insektenamtes der USA nach Australien gesandt, um herauszufinden, ob ein bisher dort gebliebener *natürlicher Feind* die Schildlaus in Schach hält.

Man findet den *Marienkäfer Rodolia cardinalis* als spezifischen Feind und sendet Exemplare nach Kalifornien. Nach mehreren Versuchen der Aussetzung ist der Erfolg gewiss. Seither ist derselbe Käfer in viele andere Länder exportiert worden, besonders dorthin, wo aus Versehen Schildläuse ohne deren natürliche Feinde eingeschleppt wurden. *Rodolia cardinalis* vermehrt sich in den Aussetzungsgebieten von selbst, andere Marienkäfer müssen durch künstliche Zucht (Kap.4.2.) vermehrt werden, bevor sie ausgesetzt werden können. Der Sieben- und der Zweipunkt sollen in der südlichen Sowjetunion gesammelt und mit Erfolg in Obstgärten eingesetzt worden sein. Dieses arbeitsintensive System ist aber bei entlohnter Landarbeit vorläufig zu teuer. In den Niederlanden werden Schildläuse in Gewächshäusern von eingesetzten Marienkäfern und von Raubmilben gemeinsam erfolgreich bekämpft.

3.3. Beispiele aus der Forschung der letzten Jahre (Schweiz)

An einigen unserer schweizerischen Forschungsanstalten (Suter und Keller, 1976) werden gewisse Schädlinge und deren für die Landwirtschaft nützliche Räuber regelmässig beobachtet und entsprechende Beratungsdienste für den Bauern aufgestellt. Er soll auf die ökologischen Zusammenhänge in seinen Kulturen (vgl. Kap. 4) aufmerksam werden, damit er auch weiss, welche für ihn potentiell nützlichen Tiere vor einem Übermass an Insektiziden zu schützen sind. Aufgrund einer sehr arbeitsintensiven Untersuchung an der Eidgenössischen Forschungsanstalt Zürich-Reckenholz (mündl. Mitt. von S. Keller)

wurde im Laufe der Jahre festgestellt, dass die schädliche Massenvermehrung von Blattläusen auf Zuckerrübenfeldern von Marienkäfern und andern blattlausfressenden Insekten allein oft nicht vermieden werden kann. Diese Insekten könnten sich gar nicht schnell genug vermehren, um mit dem Wachsen der Blattlauspopulation Schritt zu halten (also anders als bei den besprochenen kalifornischen Zitruskulturen). Gewisse Pilze sind aber imstande, unsere einheimischen Blattläuse gründlich in Schach zu halten, sofern die Pilzinfektionsrate der Blattläuse bereits im Frühjahr mindestens 4% beträgt. Letzteres ist aber nur möglich, wenn auch bereits eine gewisse Blattlausdichte herrscht. Denn nur dann ist eine genügende anfängliche Infektion sichergestellt. Pilze vermehren sich dann besonders gut, wenn im Frühjahr feuchte, warme Witterung herrscht. So kommt man zu einem scheinbar paradoxen Schluss: Sind in einem feuchtwarmen Frühling bereits relativ viele Blattläuse vorhanden, so können sie sich anschließend weniger leicht zu einer schädlichen Massenpopulation entwickeln wegen der Kopplung der Pilzinfektion mit einer bestimmten Jahreszeit und einer bestimmten Dichte des Wirtes (der Blattlaus).

Daneben kennt man Kulturen, bei denen räuberische Insekten und Pilze gemeinsam die Blattläuse unter einer kritischen Schadenschwelle halten. Solche, nicht ohne weiteres einsehbare Zusammenhänge gibt es in der angewandten Ökologie viele (vgl. Kap. 4). Ohne genaue biologische Kenntnisse, mühsame Kleinarbeit und straffe Organisation wird eine biologische Schädlingsbekämpfung kaum erfolgreich sein!

Bei den derzeitigen hohen Ansprüchen an die Qualität und Quantität unserer Nahrung dürfte es kaum möglich sein, in absehbarer Zeit völlig auf die Applikation von Insektengiften zu verzichten. Bewährt hat sich aber eine Kombination von chemischen Substanzen und andern, z.B. landbaulichen Massnahmen (integrierter Pflanzenschutz).

Etwa 50 wichtige Schädlinge sind bis heute durch die biologischen Methoden weltweit mit Erfolg dauerhaft bekämpft worden. Dies stellt allerdings nur einen kleinen Teil der versuchten, aber nicht dauernd erfolgreichen Bekämpfungen dar. Und die gleiche Insektenart ist manchmal 30- bis 40mal und mehr, aber unter verschiedenen Bedingungen, an verschiedenen Orten erfolgreich bekämpft worden.



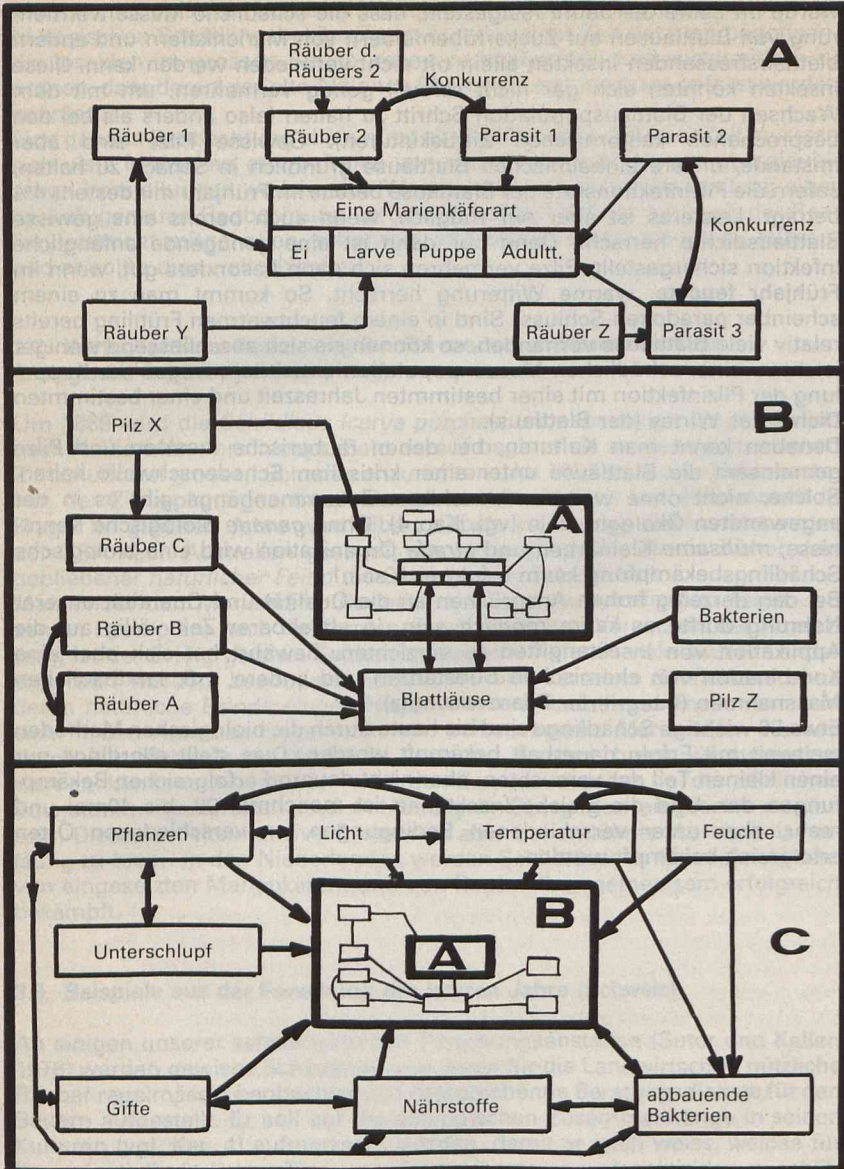


Abb. 10: Beziehungsgeflecht in einem Ökosystem (immer noch stark vereinfacht). A stellt einen Ausschnitt aus B dar, B seinerseits einen Ausschnitt aus C.

4. Ökologie und integrierter Pflanzenschutz

Dieses Kapitel ist für die Behandlung des Marienkäfers nicht unbedingt nötig und kann von den weniger Interessierten übersprungen werden. Es soll etwas vertieft und allgemein in das komplexe Gebiet der Ökologie im Zusammenhang mit dem integrierten Pflanzenschutz einführen und einige wenige praktische Schwierigkeiten des Kampfes der Landwirtschaft um *unser tägliches Brot* aufzeigen.

4.1. Beziehungsgefüge Insekt–Pflanze und der Einfluss von Insektengiften

Die Marienkäfer stehen in einem dichten Netz von Abhängigkeiten und Beziehungen zu andern Tieren, zu Pflanzen und zur unbelebten Natur.

In Abb. 10a sehen wir, von wievielen Feinden (Parasiten und Räubern) der Siebenpunkt bedroht ist (einige sind ausgelassen, einige noch unerforscht). Diese genannten Feinde werden ihrerseits wiederum von eigenen Parasiten, Räubern und Konkurrenten bedrängt. Sowohl sie als auch der Siebenpunkt sprechen sehr unterschiedlich auf verschiedene, sich ändernde Umweltreize wie Temperatur, Feuchtigkeit und Gifte an (Abb. 10c). Der Siebenpunkt seinerseits ist ein Räuber von Blattläusen. Dabei ist er aber der Konkurrenz anderer Blattläusräuber (anderer Marienkäferarten, Florfliegenlarven und Schwebefliegenlarven) ausgesetzt (vgl. Suter und Keller, Blattlausfeinde). Wie in Kap. 3.3 besprochen, werden Blattläuse ihrerseits auch sehr stark von Pilzen und andern Parasiten befallen (Abb. 10b). Es ist nicht gleichgültig, auf welcher pflanzlichen Unterlage die Blattläuse saugen. Auch spielen die Pflanzen als Verstecke vor Feinden, Spender von Schatten und Feuchtigkeit eine entscheidende Rolle (Abb. 10c).

Jede Massnahme, die darauf abzielt, den Befall von Kulturpflanzen durch Blattläuse und andere Schädlinge zu vermindern, sollte nicht nur die einfache Beziehung Marienkäfer–Blattlaus, sondern alle genannten Beziehungen und auch deren potentielle Auswirkung ins Auge fassen (vgl. dazu auch Kap. 3.3.). Letzten Endes hängen alle hier genannten Lebewesen in der Aufnahme ihrer Energie- und Aufbaustoffe von den die Sonnenenergie umsetzenden grünen Pflanzen, den sogenannten Primärproduzenten, ab. Die pflanzlichen Zuckersaft saugenden Blattläuse wären dementsprechend Konsumenten erster Ordnung und die blattlausfressenden Marienkäfer Konsumenten zweiter Ordnung. Eine solche geschilderte Gemeinschaft von Lebewesen und ihr Beziehungsgefüge untereinander und zur unbelebten Umgebung nennen wir gesamthaft *Ökosystem*. Die dazu gehörige, nicht lebende Umgebung allein heisst Biotop (Definition von Odum, 1963).

Es ist entscheidend, welche Tierarten oder Pflanzen für eine bestimmte Wirkung verantwortlich sind und in welchem Ausmass. Diese oft sehr komplexen Verhältnisse sollen am Beispiel eines Johanniskrautes (*Hypericum perforatum*, engl. Klamath-weed) gezeigt werden (de Bach, 1964):

Sein in den als Blattpunkten sichtbaren Öldrüsen erzeugtes Sekret ist giftig für Weidetiere. In Mitteleuropa kann dieses Kraut in den Weiden nur wenig überhandnehmen. In die USA eingeschleppt (um 1890), wurde es den Viehzüchtern zur Plage durch ungehemmte Verdrängung der brauchbaren Futterpflanzen. Der spezifische «Feind» von *Hypericum perforatum*, wieder ein Käfer (*Chrysolina hyperici*) wurde auch diesmal nicht miteingeschleppt und musste erst in zwei- bis vierjähriger Arbeit (!) eruiert und anschliessend versuchsweise in den USA ausgesetzt werden. In den folgenden Jahren zog sich das gefährliche Unkraut auf wenige Stellen zurück.

Betrachtet jemand ohne spezielle Kenntnis dieses Johanniskraut, findet er auch nur wenige der genannten Käfer daran und glaubt daher kaum, dass gerade *dieser* Käfer und nicht andere Faktoren (Witterung usw.) das Kraut in seinem Aufkommen beeinflussen. Man glaubt beispielsweise oberflächlich gesehen, es handle sich um eine Schatten- oder Halbschattenart, wenn man nicht weiss, dass der spezifische Käfer das Johanniskraut an Sonnenstellen (eben z.B. in Weiden!) viel wirksamer bekämpfen kann. Auch könnte es sein, dass in einem bestimmten Klima durch äusserlich nicht sichtbare (sublethale) Schäden, z.B. durch witterungsabhängigen Bakterienbefall, die Wirkung von Käferfrass auf eine bereits geschwächte Pflanze verhängnisvoll wird.

Dieses Beispiel zeigt die *oft übersehene Wirkung relativ seltener Arten* in einem Ökosystem. Trotz seiner anscheinend geringen Häufigkeit ist der genannte Käfer am Johanniskraut ein entscheidender Faktor, weil er mit der Vermehrung des Johanniskrautes offenbar Schritt halten kann und dieses kaum aufkommen lässt, sobald es sich an die Sonne, in die Weiden wagt, dorthin, wo es ohne Käfer seine optimalsten Wuchsbedingungen vorfinden würde.

Ändert sich in einem Gebiet das Klima oder die Bewirtschaftungsart, so kann eine bisher unbeachtete, relativ seltene Art, die aber besser an die jetzt anderen Bedingungen angepasst ist, überhandnehmen oder die bisherige Funktion einer zurückgehenden Art (z.B. eines Weidegrases) übernehmen. So kann beispielsweise eine bisher seltene Marienkäferart eine andere im «Kampf» gegen die Blattläuse ersetzen.

Dies spricht unter anderem auch dafür, durch geeignete Bewirtschaftungs- und Naturschutzmassnahmen möglichst viele, auch seltene Arten zu erhalten. Gleichzeitig bieten solche artenreiche Stellen (Hecken, unbebaute Ackerländer) Ersatznahrung, Schutz vor Räubern und Schlaf- (Überwinterungs-) plätze z.B. für Marienkäfer. Von diesen Stellen aus können dann die Marienkäfer sofort auf die Felder übertreten und dort in grösserer Zahl «nützliche» Arbeit leisten.

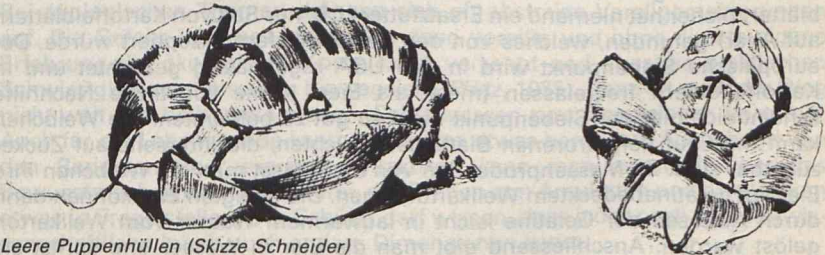
Bestehen in einem Ökosystem einfache Beziehungen zwischen zwei Arten ohne grossen Einfluss von anderen Arten, können grosse Schwankungen der Populationsdichte mit charakteristischen Phasenverschiebungen zwischen Räuber und Beute auftreten. Fällt einmal, z.B. witterungsbedingt, ein jährlicher Gipfel in der Menge der Blattläuse aus, so können sie sich unter Umständen nächstes Jahr um so stärker vermehren, weil durch den Ausfall der Blattläuse deren Feinde so geschwächt wurden, dass letztere keine genügende Startposition haben. Besteht aber ein Ausweichangebot (z.B. andere Blattlausarten, Pollen in einer andern Pflanzenart), ist die Feindpopu-

lation auch für das kommende Jahr gesichert. Eine Hecke könnte so ein Ausweichangebot ermöglichen, selbst wenn in ihr marienkäferfeindliche Vögel nisten!

Die eben geschilderte potentielle Funktion von momentan seltenen Arten in einem Ökosystem zeigt, dass eine Tendenz zum Ausgleich besteht; alle Einflüsse werden aufgefangen und in ihrer Wirkung verringert. Extreme werden durch solche Mechanismen vermieden (Homeostase). Menschliche Monokulturen sind das Gegenteil von jeglicher Vielfalt und können daher oft nur durch künstliche Bekämpfung der «Schädlinge» aufrechterhalten werden. *Insektizide* (Insektengifte) und *Fungizide* (Pilzgifte) können in einem solchen Ökosystem verschiedenste Wirkungen haben: Ein gegen eine Pilzkrankheit von Kartoffeln gespritztes Mittel könnte ebenso gut auf die Pilzkrankheiten der Blattläuse wirken und schädliche Nebenwirkungen auf die Marienkäfer haben. Unter Umständen kann es gerade das Gegenteil der angestrebten Wirkung haben, dann z.B., wenn ein Mittel gegen Blattläuse auch deren tierische Feinde schädigt. Auch eine erfolgreiche, zu gründliche Reduktion der Blattläuse könnte dazu führen, dass im folgenden Jahr diese *noch* zahlreicher sind, weil die Marienkäfer mangels Blattläusen geschwächt wurden. Darauf wird dann oft noch mehr gespritzt, wodurch sich ein *Circulus vitiosus* bildet. Das berühmteste Beispiel dazu ist wiederum die bereits genannte Schildlaus *Icerya* (Kap. 3.2). Um 1955 wurde in der betreffenden Gegend von Kalifornien so viel des heute verbotenen DDT angewandt, dass der um 1890 importierte Marienkäfer *Rodolia fast* ausstarb. Ein plötzliches Wiederaufflammen der alten Seuche der Schildläuse konnte nur durch Schocken des natürlichen Feindes oder durch noch höhere Dosen von DDT eingedämmt werden.

Ein Nachteil vieler Gifte besteht darin, dass Insekten, Pilze und Bakterien resistent werden. *Resistenz* bewirkende Erbänderungen sind schon *vor* und *unabhängig* von der Wirkung der Chemikalien entstanden, nur wurden sie noch nicht selektioniert. Die Gifte haben also die Resistenz nicht erst gemacht, sie haben nur die wenigen vorher resistenten Individuen ausgelesen.

Eine weitere biologische Bekämpfungsart von Insekten besteht darin, in Massen gezogene Männchen der betreffenden Art zu bestrahlen und dann freizulassen. Diese Männchen begatten dann die Weibchen, und die Nachkommen gehen während ihrer Entwicklung zugrunde. Mit einem gewissen Erfolg sind Fallen mit sexuellen Lockdüften ausgesetzt worden (Fritzsche, Benz und Delucchi, 1970).



Leere Puppenhüllen (Skizze Schneider)

4.2. Einige praktische Schwierigkeiten der «biologischen Schädlingsbekämpfung» am Beispiel der Massenzuchten

Wenn ein Insekt in ein Gebiet eingeführt werden soll, z. B. der Siebenpunkt in die USA gegen Kartoffelblattläuse, müssen oft gesetzliche Vorschriften beachtet werden: Quarantäne, Einschleppung unerwünschter Krankheiten, Einfuhrerlaubnis usw. Vor dem massenweisen Freilassen in einem neuen Gebiet muss erforscht werden, ob ein Insekt nicht andere Tiere oder Pflanzen in unerwünschtem Sinne schädigt. Man lässt zu diesem Zweck den Neuankömmling hungern und bringt ihn dann mit den Tieren oder Pflanzen zusammen, bei denen man Schäden befürchtet.

Bei all diesen Operationen gibt es praktische Probleme: Wie hält man ein so brüchiges Gebilde wie ein Insekt, ohne es zu zerdrücken, besonders, wenn man eine solche Handlung rasch und oft durchführen muss? Man saugt das Insekt zu diesem Zweck im Luftstrom ab und bläst es schonungsvoll wieder aus. Was passiert beim Transport in Massen? Können sich in den Behältern nicht Infektionen schnell ausbreiten? Welche Feuchtigkeit muss im Behälter herrschen, dass dies weniger leicht passiert? Auf welchem Kunstfutter überleben die Tiere wenigstens vorübergehend? Braucht es dazu spezielle Vitaminsubstanzen?

Delucchi (1954) beschreibt, wie im Kt. Zürich der Marienkäfer *Pollus impexus* gezüchtet wurde auf Tannennrinde, infiziert mit seiner Beute, der Rindenlaus *Adelges piceae*. Wollte man *Pullus impexus* in gläsernen, gazebedeckten Petrischalen, auf feuchter, lausinfizierter Rinde halten, so entwickelten sich oft für *Pullus* tödliche Schimmel auf der Rinde. Nach vielen vergeblichen Versuchen fand man endlich ein erfolgreiches Zuchtverfahren: Die lausinfizierte Tannennrinde wurde in Glasröhren gegeben, durch die ein Luftstrom geeigneter (vorher mehrmals ausprobiertes) Feuchtigkeit gelassen wurde. Strömende Luft, kombiniert mit geeigneter Feuchte, verhinderten das schädliche Schimmelwachstum. Zur Anpassung der Luft in den Zuchtröhrchen an die natürlichen Umgebungsbedingungen wurden Daten der gleichzeitigen Messung einer Wetterstation auf dem nahen Pfannenstiel entnommen. Für anschließende Massenzuchten wurden Gazegefäße direkt um lausinfizierte Bäume gebunden und die nützlichen Zürcher Marienkäfer anschliessend in rindenlausgefährdete kanadische Wälder exportiert, nachdem man sich vergewissert hatte, dass sie frei waren von gewissen Krankheitskeimen.

Ähnliche, tägliche Probleme hat z. B. die Firma Maag in Dielsdorf, wo u. a. Kartoffelkäfer gezüchtet werden. Kartoffelkäfer brauchen wirkliche Kartoffelblätter; bisher hat niemand ein Ersatzfutter (z. B. nur Saft von Kartoffelblättern auf Agar) gefunden, welches von den Kartoffelkäfern akzeptiert würde. Der europäische Siebenpunkt wird in den USA regelmässig gezüchtet und in Kartoffelfeldern freigelassen (meist als Eier). Ohne künstliche Nachhilfe scheint sich hier der Siebenpunkt nicht so gut zu behaupten. Die Weibchen kann man auf tiefgefrorenen Blattläusen züchten, die ihrerseits auf Zucker züchtbar sind. Zu Massenproduktion von Eiern lässt man die Weibchen ihre Eier auf gelatinebedecktem Wellkarton legen. Die gelegten Eier können dann durch Auflösen der Gelatine leicht in lauwarmem Wasser vom Wellkarton gelöst werden. Anschliessend gibt man die Eier in Wasser und spritzt sie

damit über die Kartoffelfelder. Die legebereiten Weibchen des Siebenpunktes werden offenbar von Wellkarton angezogen (Smith, 1966). Beim heutigen Lohnniveau ist eine Zucht vom Siebenpunkt dann gerade noch rentabel, wenn eine Person (evtl. mit Hilfsmitteln) täglich die Eier von 3000–4000 Käfern in 100–200 Käfigen pflegen und wöchentlich ca. ½ Mio. Eier freisetzen kann.

5. Didaktik und Methodik

5.1. Didaktische Analyse

5.1.1. Didaktische Konsequenzen aus dem Stoff

Die Marienkäfer sind im allgemeinen sehr klein, so dass eine Beobachtung im Detail, besonders ohne Binokular, sich kaum lohnt. Es wird hier auch auf eine Anleitung zur Detailbeobachtung verzichtet und auf das Schulwandbild Nr. 182, Marienkäfer, verwiesen. Hingegen lassen sich die Vielfalt der Farbmuster, der Fortbewegung, der Abflug, evtl. die Fühler und Taster und mit etwas Geduld auch das Fressen der Beute beobachten, z. B. während des Sommers oder Frühherbstes auf Kartoffelfeldern. Auch das Feststellen anderer und je nach Jahreszeit wechselnder Aufenthaltsorte, z. B. der Aufenthalt des Zweipunktes in Häusern, kann wertvolle Anhaltspunkte liefern für weitere Überlegungen mit der Klasse. Voll und vertiefend ausschöpfen kann man dieses Thema nur, wenn auch viele Überlegungen angestellt werden, die zur Erkenntnis ökologischer Zusammenhänge führen, wobei man nicht um gewisse Abstraktionen und einige Lehrerdarbietungen herumkommen wird. Der Marienkäfer wird frühestens in der Mittelstufe vertieft behandelt werden können, und auch dann nur mit Gewinn, wenn vorher an einem leichter einsehbaren Beispiel die allgemeine Entwicklung der Insekten behandelt und verstanden worden ist (z. B. Nesselwächler). Auch die Abhängigkeit des Menschen von Kulturpflanzen und die Wirkung der Blattläuse sollten vorher besprochen sein. Immer sollte man versuchen, eine Beobachtung am *lebenden* Objekt zur Grundlage weiterer Überlegungen zu machen.

Bei ökologischen Themen drängen sich oft abstrakte Verallgemeinerungen auf. Die Gefahr ist gross, dass man dann voreilig und ohne direkte eigene Erfahrung die ökologische Komplexität verkennt und über die praktischen Schwierigkeiten grosszügig hinwegsieht (Plötz, 1955). Dann ist auch der Weg nicht weit von halbverstandenen Scheinwissen zum distanzlosen Vorurteil! Auch für die Lebenskunde kann das Thema etwas hergeben. Ausgehend von den Berichten über magische Praktiken kann man eventuell über das Bewusstmachen der Tierquälerei, das Tragen von Amuletten und dergleichen etwas in Frage stellen. Der Schüler darf wissen, dass jeder noch so naturwissenschaftliche Inhalt auch andere Dimensionen kennt.

5.1.2. Notwendigkeit ökologisch-wirtschaftlicher Erkenntnis und Erziehung

Es genügt nicht, dem Schüler nur ein diffuses Gefühl für die gefährdete Umwelt zu vermitteln; er soll auch *rational* erkannt haben, warum wir diesbezüglich so und so handeln. Nur wenn er wenigstens teilweise die Beziehungen in der Natur durchschaut hat, wird er später nicht so leicht weder auf simplifizierende Schwärmerei für düngerloses Gemüse noch auf gerissene Werbetricks für Blattglänzer hereinfallen. Er wird (so hoffen wir) freier für selbständige Entscheidungen. Will er diese Freiheit? Ansätze zu der hier genannten rationalen Einsicht in biologische und wirtschaftlich-gesellschaftliche Zusammenhänge sind zum Thema «Haustiere» versucht worden in Feigenwinter (1980). Ob es auf diesem Weg immer gelingt, eine grössere *Objektivität* diesen heiklen Themen gegenüber aufzubauen, ist nicht gewiss. Wird der Schüler im späteren Leben diese rationale Sicht- und Denkweise auch entsprechend konsequent beibehalten und gegenüber der Umgebung gerecht anwenden, oder wird er vielleicht, wegen fehlender Identität mit der Gesellschaft und wegen persönlicher Schwierigkeiten, wieder die vermeintliche Sicherheit des Irrationalen aufsuchen? Oder zwingt ihn später der Kampf um Stelle und Konkurrenz zu unökologischem Handeln? Führen allein rationale Einsichten zu entsprechendem Tun, wenn man die Konsequenzen nicht *unmittelbar* am eigenen Leib spürt?

Trotz den genannten Zweifeln sollten möglichst viele Lehrkräfte *aller* Stufen versuchen, möglichst vielen Menschen objektive Vorstellungen über die Natur näher zu bringen.

5.2. Methodische Anregungen

5.2.1. Unterstufe

Wir sammeln und beobachten (auch auf Bildern) Käfer mit verschiedenen gefärbten Flügeldecken. Dies dient als Anregung zur vergrösserten Zeichnung und dem anschliessenden exakten Ausmalen der Farbmuster (Kopie und Phantasie möglich). Wir lassen die Schüler Namen erfinden. Wir sprechen anschaulich über Käferbeine, -flügel, -farben und machen Sprachübungen mit runden, buckligen, länglichen, glänzenden, glatten «frechen» und «scheuen» Käfern, die wir in Spalten, Ritzen und Knospen gefunden haben. Weniger anschauliche Zusammenhänge überlassen wir späteren Stufen.

5.2.2. Mittelstufe (und ein Beitrag zum Verständnis grafischer Darstellungen)

Wir beobachten Marienkäfer und vergleichen Beinlänge und Gang mit andern Käfern (z.B. Laufkäfern). Im Klassengespräch oder in Gruppenarbeit lassen wir von den Schülern herausfinden, welche Nahrungsmöglichkeiten den beiden Käfergruppen offenstehen könnten (Laufkäfer sind schnellere Beute verfolgende Langbeiner. Marienkäfer sind auf langsame Beute angewiesen, die aber klein sein muss).

Nachdem die Schüler die Nahrung erraten und in Beziehung zum Körperbau gesetzt haben, kann die gesamte Entwicklung des Marienkäfers vom Ei über die Larve besprochen werden, z.B. durch stufenweises Abdecken des Schulwandbildes und teilweises Erraten, je nachdem ob die Insektenvollentwick-

lung schon behandelt worden ist oder nicht. Dabei ist zu beachten, dass es auch Insekten gibt, die kein Puppenstadium kennen (z.B. Wanzen). Jetzt könnte man auch eine Suchstrategie entwickeln für das Freiland: Wer findet wo und wann Larven, Eier, Adulttiere? Kann das Fressen beobachtet werden? Scharfe Kinderaugen werden vielleicht mehr entdecken als der Lehrer bei seinen Vorbereitungen. Vor allem sollte man lernen, die Blattlausschäden und die Blattlauskolonien frühzeitig aufzuspüren, vgl. Suter und Keller «Blattlausfeinde». Insektenfang erfolgt mit kleinen Glasröhrchen, nur in wenigen Exemplaren, berührt wird besser nur mit einem Pinsel. Insektenfangnetze braucht es in diesem Fall nicht, sie sind nicht selektiv für die von uns gesuchten Käfer und besser für andere Arten. Es bleibt uns das Sammeln durch Abheben von Blättern. Felder sollten nur am Rand oder dann mit spezieller Erlaubnis betreten werden.

Möchte man in einer Lehrerdemonstration zeigen, dass Marienkäfer tatsächlich Blattläuse vertilgen, indem man eingefangene Läuse und Käfer in einem Glas zusammengibt, könnte man leicht enttäuscht werden. Es kann nämlich längere Zeit dauern, bis die Käfer einzelne Läuse angreifen (vgl. Kap.2.1.). Zuerst werden sie vielleicht völlig freundlich um ihre Beute herumkrabbeln und erst zugreifen, wenn sie sich ans Glas gewöhnt haben oder hungriger werden. Man lasse daher die Käfer zuerst einige Tage hungern.

Darauf könnte eine Mehrdarbietung des Lehrers oder ein Klassengespräch zum Thema «Warum nützen uns die Marienkäfer» stattfinden. Im Zusammenhang mit der Behandlung des Marienkäfers drängen sich Fragen auf zum Verständnis von grafischen Darstellungen auf dieser Stufe (vgl. dazu auch Feigenwinter, 1980):

Grafiken, die Korrelationen in einer abstrakten Kurve darstellen, sind dem Mittelstufenschüler nicht ohne weiteres zugänglich, es braucht dazu einen stufengerechten und stufenweisen Aufbau. Ausgehend von Abb. 2 in diesem Kommentar kann von der realen Darstellung des Objektes auf die Abhängigkeit der Körperlänge von der Zeit geschlossen werden. Diese Art der Darstellung kann nun sukzessive abstrahiert werden, indem zuerst einmal die Tierab-

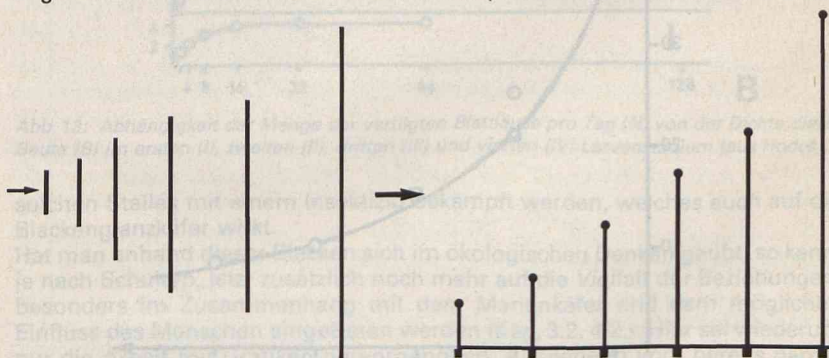


Abb. 11: Stufengemäße Erarbeitung einer Grafik aus Abb. 2. Sogenannte Zwischenstadien der Strecken, die Beschriftung sollte vom Schüler gefunden werden können (weiteres im Text).

bildungen durch Strecken ersetzt werden (Abb. 11). Verbindung der Streckenden führt zur Kurve. Bei jedem Abstraktionsschritt muss sprachlich genau formuliert werden, was jetzt verändert, besser sichtbar, vereinfacht wurde. Die Schüler sollten selbst Vorschläge bringen dürfen, wie man etwas darstellen und vereinfachen könnte.

5.2.3. Oberstufe und Mittelschule

Zur selbständigen Bearbeitung durch Schülergruppen sei jedem Lehrer die Blackenökologie empfohlen: An den Blacken (grosse Amferart) lässt sich die biologische Unkrautbekämpfung durch den bei uns leicht zu findenden Blackenglanzkäfer zeigen. Dieser ist grüngoldglänzend, rundlich und ca. $\frac{1}{2}$ cm gross; seine Larven sind schwarz und raupenartig. Letztere fressen oft Blätter zu Aderskeletten. Man erkundige sich, wie und warum die Landwirte die Blacken bekämpfen (vom Vieh ungerne gefressen). Blacken wurden früher in Alpentälern zu Schweinefutter für den Winter eingekocht. Dieses Schulbeispiel kann als Ausgangspunkt für die Erarbeitung ökologischer Gesetze dienen. Die Blacken kommen nämlich vor allem in stark gedüngten und überdüngten Stellen vor, um Miststöcke und in der Nähe von Ställen. Man stelle den Schülern die Frage, was passieren könnte, wenn die Fliegen eines

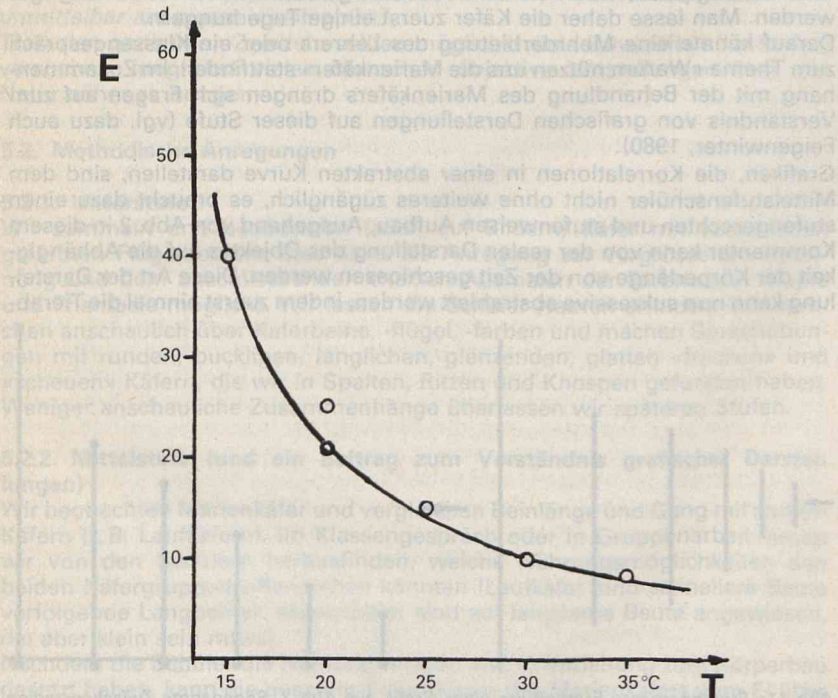


Abb. 12: Abhängigkeit der Entwicklung des Siebenpunktes (E) in Tagen von der Temperatur (T) in °C (aus Hodek).

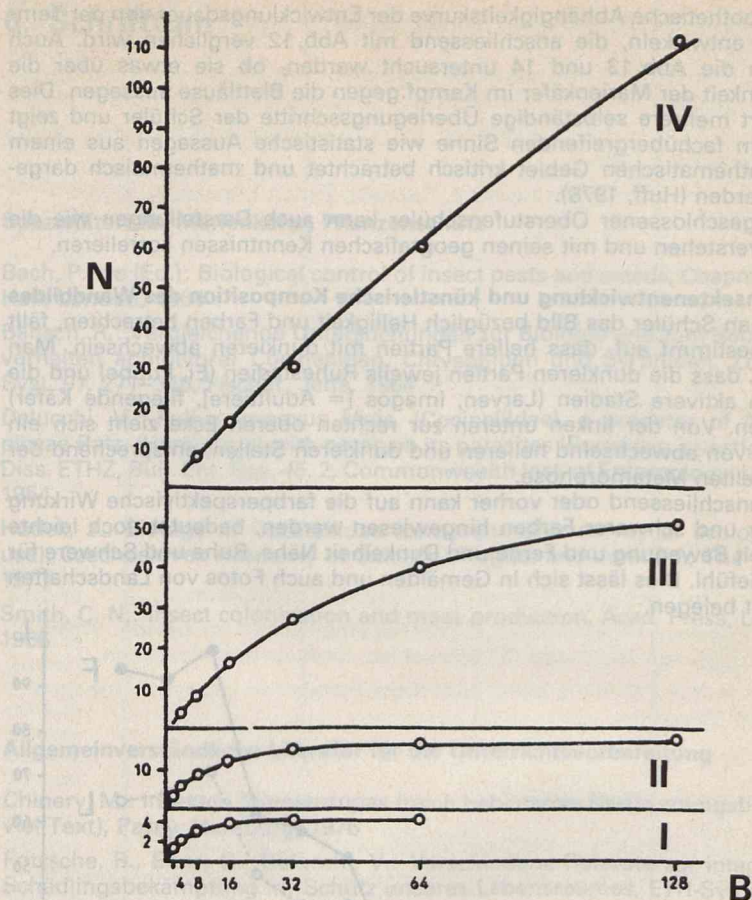


Abb. 13: Abhängigkeit der Menge der vertilgten Blattläuse pro Tag (N) von der Dichte dieser Beute (B) im ersten (I), zweiten (II), dritten (III) und vierten (IV) Larvenstadium (aus Hodek).

solchen Stalles mit einem Insektizid bekämpft werden, welches auch auf die Blackenglanzkäfer wirkt.

Hat man anhand dieser Blacken sich im ökologischen Denken geübt, so kann, je nach Schultyp, jetzt zusätzlich noch mehr auf die Vielfalt der Beziehungen, besonders im Zusammenhang mit dem Marienkäfer und dem möglichen Einfluss des Menschen eingetreten werden (Kap. 3.2, 4.2.). Hier sei wiederum nur die Arbeit mit Grafiken hervorgehoben. Ausgehend vom bereits dargelegten Beispiel auf der Mittelstufe kann beispielsweise gesagt werden, diese hier gezeigte Entwicklung verlaufe so bei 20 °C. Man überlege sich verschiedene Möglichkeiten des Verlaufs bei 10 bzw. 5 °C. Dann könnten die Schüler

eine hypothetische Abhängigkeitskurve der Entwicklungsdauer von der Temperatur entwickeln, die anschliessend mit Abb.12 verglichen wird. Auch könnten die Abb.13 und 14 untersucht werden, ob sie etwas über die Wirksamkeit der Marienkäfer im Kampf gegen die Blattläuse aussagen. Dies erfordert mehrere selbständige Überlegungsschritte der Schüler und zeigt ihnen im fachübergreifenden Sinne wie statistische Aussagen aus einem nichtmathematischen Gebiet kritisch betrachtet und mathematisch dargestellt werden (Huff, 1978).

Ein aufgeschlossener Oberstufenschüler kann auch Darstellungen wie die Abb.8 verstehen und mit seinen geografischen Kenntnissen korrelieren.

5.2.4. Insektenentwicklung und künstlerische Komposition des Wandbildes

Lässt man Schüler das Bild bezüglich Helligkeit und Farben betrachten, fällt ihnen bestimmt auf, dass hellere Partien mit dunkleren abwechseln. Man erkennt, dass die dunkleren Partien jeweils Ruhestadien (Ei, Puppe) und die helleren aktivere Stadien (Larven, Imagos [= Adulttiere], fliegende Käfer) enthalten. Von der linken unteren zur rechten oberen Ecke zieht sich ein «Band» von abwechselnd helleren und dunkleren Stellen, entsprechend der dargestellten Metamorphose.

Daran anschliessend oder vorher kann auf die farbperspektivische Wirkung lichter und schwerer Farben hingewiesen werden, bedeutet doch leichte Helligkeit Bewegung und Ferne und Dunkelheit Nähe, Ruhe und Schwere für unser Gefühl. Dies lässt sich in Gemälden und auch Fotos von Landschaften jederzeit belegen.

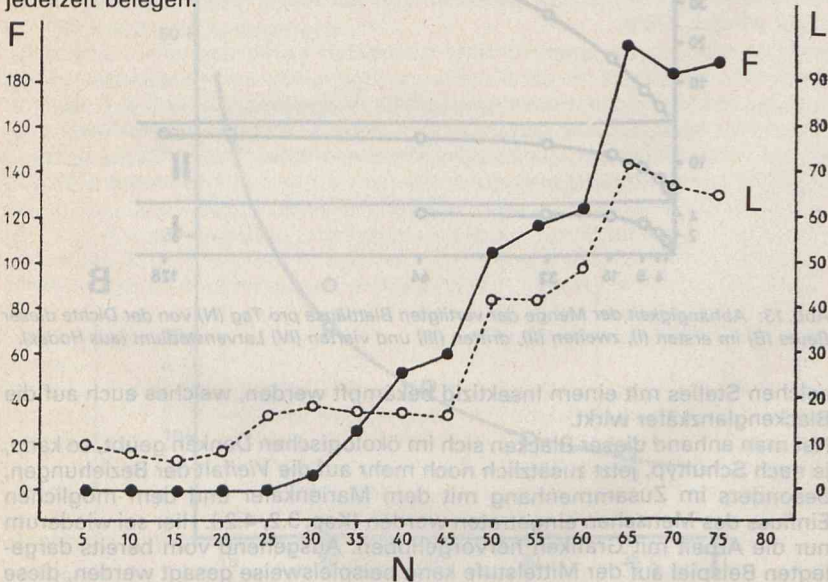


Abb. 14: Einfluss der täglich konsumierten Blattläuse (N) auf die Langlebigkeit (L) in Tagen und die Fruchtbarkeit (F) in Anzahl Eiern beim ägyptischen Zwölfpunkt (aus Hodek).

6. Schrifttum

Spezialliteratur Marienkäfer, Pflanzenschutz

Bach, P., de (Ed.): Biological control of insect pests and weeds, Chapman and Hall, London, 1964

Bänsch, R.: Vergleichende Untersuchungen zur Biologie und zum Beutefangverhalten aphidivorer Coccinelliden, Chrysopiden und Syrphiden. Zool. Jb. Syst. 91, 271–340, Fischer, Jena, 1964

Delucchi, V.: Pullus impexus Muls. (Coccinellidae), a predator of Adelges piceae Ratz. (Hemiptera) with notes on its parasites (European investigation), Diss. ETHZ, Bull. Ent. Res. 45, 2, Commonwealth Inst. of Entomology, London, 1954

Hodek, J.: Biology of Coccinellidae (comprehensive survey of ecology and use), Czechoslovak Academy of Science, Prague, and Junk Ed., The Hague, 1973

Smith, C. N.: Insect colonisation and mass production, Acad. Press, London, 1966

Allgemeinverständliche Literatur für die Unterrichtsvorbereitung

Chinery, M.: Insekten Mitteleuropas (reich bebildertes Bestimmungsbuch mit viel Text), Parey, Hamburg, 1976

Fritzsche, R., Benz, G., Delucchi, V.: Verschiedene Referate zur integrierten Schädlingsbekämpfung in: Schutz unseres Lebensraumes, ETH-Symposium 1970, Huber, Frauenfeld

Kommentare zum Schweizerischen Schulwandbilderwerk: Nr.143, Stubenfliege, von H. Graber. Nr.182, Maikäfer, von Morgenthaler und Brunner, Verlag Schweiz. Lehrerverein, Ringstr.54, Zürich

Klausnitzer, D., Klausnitzer, H.: Marienkäfer (mit Bestimmungstabellen für Larven und Eier), Neue Brehm Bücherei, Ziemsen Verlag, Wittenberg/DDR, 1972

Odum, E. P.: Ökologie (eine Einführung in die Zusammenhänge), BLV Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München, 1963

Suter, H., Keller, S.: Blattlausfeinde (vollständig farbig illustriert, auch geeignet als Klassenserie in die Hand des Schülers), Eidgenöss. Forschungsanstalt für Pflanzenschutz, Zürich-Reckenholz, 1976

Kulturgeschichte, Mythologie, Namengebung

Aebi, D.: Der Marienkäfer, seine französischen Namen und seine Bedeutung im Volksglauben und in Kindersprüchen (Diss.), Sauerländer, Aarau, 1932

Thomas, L.: On magic in medicine, in: The medusa and the snail, Viking Press, New York 1979

Weiss, R.: Volkskunde der Schweiz, Rentsch, Zürich-Erlenbach, 1978

Didaktik und Methodik

Feigenwinter, M., und Mitarb.: Naturkunde III, Haustiere (mit Arbeitsblättern), Schubiger, Winterthur, 1980

Huff, D.: How to lie with statistics, Penguin, Pelican, Harmondsworth, Middlesex, Engl., 1978

Plötz, F.: Kind und lebendige Natur, in der Reihe Psychologie der Unterrichtsfächer der Volksschule, Kösel, München, 1955

Filme (16 mm, Farbton)

Verleihinstitut: Schulfilmzentrale, Erlacherstr. 21, 3000 Bern

Bestellnummer: 14042 (18 Min.): Lebensgemeinschaft im Garten: Wechselbeziehungen von Nutz- und Schadinsekten, Einfluss des Menschen

Bestellnummer 14216 (16 Min.): Natürliche Feinde von Insekten: Eine Sammlung von Beispielen

Weitere Anschauungsmittel:

Siehe Suter und Keller, «Blattlausfeinde», unter obiger Literatur

«Was, wo?» Verzeichnis der Realienhilfsmittel, Lehrmittelverlag des Kt. Zürich

- 125 **Hummel**
 129 **Bergmolch** H. Sturzenegger
 130 **Steinmarder**, R. Hainard/H. Zollinger
 133 **Kröte**, K. Schmid/H. Heusser
 134 **Auerhühner**, R. Hainard/R. Hainard
 138 **Waldameise**, H. Schwarzenbach/P. Louis
 141 **Wölfe**, R. Hainard/R. Hainard
 143 **Stubenfliege**, M. Seitz/H. Graber
 150 **Hase**, R. Hainard/H. Zollinger
 153 **Zauneidechse und Blindschleiche**
 R. Hainard/H. Graber
 159 **Schafschur/Schafzucht**
 A. Carigiet/H. Lörtscher
 160 **Wespe**
 H. Schwarzenbach/A. Mittelholzer
 162 **Feuersalamander**, M. Seitz/H. Graber
 169 **Hund**, P. Bergmann/H. Räber
 171 **Spinnen**, M. Seitz/H. Graber
 173 **Mäuse**, R. Hainard/R. Kyburz-Graber
 178 **Dachs**, P. Bergmann/W. Bühler
 182 **Maikäfer**, W. Hess/U. Morgenthaler
 190 **Fledermäuse**, W. Linsenmaier/W. Bühler
 195 **Marienkäfer**, P. Schneider/U. Brunner

Geschichte

- 5 **Söldnerzug**, B. Mangold/H. Hardmeier
 23 **Belagerung von Murten 1476**
 O. Baumberger/*
 27 **Glarner Landsgemeinde**
 B. Mangold/O. Müller
 30 **Höhlenbewohner**, E. Hodel/*
 32 **Grenzwacht (Mitrailleure)** W. Koch/R. Furrer
 40 **Römischer Gutshof F. Deringer/***
 45 **Die Schlacht bei St. Jakob an der Birs**
 O. Baumberger/A. Bruckner
 51 **Pfahlbauer**, P. Eichenberger/*
 53 **Alte Tagsatzung**, O. Kälin/*
 54 **Bundesversammlung 1848**
 W. Weiskönig/H. Sommer
 58 **Giornico 1478**, A. Parocchi/F. Zappa
 64 **Pyramiden**, R. Martin/H. Ricke
 66 **Burg**, A. Tièche/*
 71 **Alemannische Siedlung**
 R. Kündig/*
 75 **Fahnenehrung**, W. Weiskönig/H. Thürer
 99 **Schiffe des Kolumbus**
 H. Meylan/A. Hakios
 112 **Kappeler Milchsuppe**, O. Kälin/M. Haas
 127 **Pest im Mittelalter**
 U. Fischer-Klemm/M. Fürstenberger
 131 **Beresina**, F. Hoffmann/A. Haller
 136 **Mittelalterliche Talsperre**
 H. Waser/P. Haberbosch
 139 **Linthkorrektur**, R. Kündig/J. Hösli
 142 **Rütli 1291**
 M. von Mühlener/M. Fürstenberger
 145 **Konzil**
 M. von Mühlener/M. Fürstenberger
 151 **Rokoko (1750)**, E. Beretta/B. Schuoler
 152 **Neuenegg 1798**
 M. von Mühlener/M. Fürstenberger
 158 **Die Fram**, A. Holy/H. Vögeli
 161 **Kreuzzüge**, F. Hoffmann/R. Gagg
 166 **Lebensstil um 1650**
 E. Beretta/M. Schindler
 172 **Goldschatz von Erstfeld**
 Foto Landesmuseum/R. Wyss
 193 **Jungsteinzeitliches Bauerndorf**
 R. André/Chr. Osterwalder
 194 **Papierherstellung im Mittelalter**
 M. Ziegelmüller/P. Rütli

Geographie – Erdkunde – Wirtschaftsgeographie

- 10 **Alpauffahrt**, A. Carigiet/*
 12 **Faltenjura**, C. Bieri/*
 13 **Rheinhafen**, M. Christ/*
 18 **Fischerei am Bodensee**
 H. Haefliger/J. Wahrenberger
 20 **Wildbachverbauung**, V. Surbek/*
 25 **Bauernhof (Nordschweiz)** R. Kündig/*
 29 **Gletscher**, V. Surbek/*
 47 **Pferdeweide (Freiberge)**
 C. Bieri/P. Bacon
 60 **Tafeljura**, C. Bieri/P. Suter
 61 **Rheinfall**, H. Bühner/J. Hübscher
 63 **Fjord**, P. Röthlisberger/H. Boesch
 64 **Pyramiden**, R. Martin/H. Ricke
 68 **Oase**, R. Martin/M. Nobs
 77 **Blicke über das bernische Mittelland**
 F. Glauque/A. Steiner
 84 **Reisplantage**, G. Iten/W. Wolff
 85 **Zürichseelandschaft**
 F. Zbinden/W. Höhn
 88 **Bündner Bergdorf im Winter**
 A. Carigiet/A. Maissen
 89 **V-Tal**, V. Surbek/H. Adrian
 92 **Tropischer Sumpfwald**
 R. Dürig/R. Braun
 104 **Meerhafen**, J. Latour/K. Suter
 108 **Kaffeeplantage**, P. Bovée/W. Kuhn
 114 **Tessiner Dorf**, U. Zaccaro/V. Chiesa
 116 **Baumwollplantage**
 M. Richterich/P. Jost
 119 **Schöllenen**, D. Buzzi/R. Wegmann
 122 **Hochwald und Holztransport**
 W. Schmutz/A. Friedrich
 126 **Grosskraftwerk im Gebirge**
 D. Buzzi/H. Neukomm
 132 **Kakaoplantage**, G. Item/J. Schlittler
 137 **Eiszeitlicher Talgletscher**
 V. Surbek/Pater Blatter
 139 **Linthkorrektur**, R. Kündig/J. Hösli
 144 **Napfgebiet**, W. Meister/H. Burkhardt
 146 **Moschee**, H. A. Sigg/H. Rebsamen
 155 **Schlucht (Viamala)**, V. Surbek/J. Hösli
 156 **Der Alpenpass**, A. Chavaz/W. Oertle
 163 **Karstlandschaft**, W. Bodjol/V. Binggeli
 164 **Disentis**
 Flugaufnahme Swissair/H. Bernhard

- 167 **Spreitenbach**
Flugaufnahme Swissair/R. Meier
- 168 **Allaman**, Flugaufnahme Swissair/G. Zeller
- 174 **Kurort im Winter**, P. Stähli/Ch. Walther
- 176 **Grimsel und Berner Alpen**
Flugaufnahme Swissair/H. Altmann/A. Stalder
- 179 **Eglisau**, Flugaufnahme Swissair/H. Maag
- 180 **St. Gallen**,
Flugaufnahme Swissair/W. Steiger
- 183 **Am Po**, D. Buzzi/H. Müller
- 184 **Klus von Moutier**
Flugaufnahme Swissair/W. Geissbühler
- 186 **Aufforstung**, W. Dick/L. Lienert
- 187 **Thun und Berner Oberland**, Flug-
aufnahme Swissair/H. Altmann/G. Zeller
- 188 **Grosses Moos**,
Flugaufnahme Swissair/F. Jeanneret
- 196 **Bissone**
Flugaufnahme Swissair/H. Uehlinger

Der Mensch in seiner Umwelt

- 10 **Alpauffahrt**, A. Carigiet/*
- 18 **Fischerei am Bodensee**
H. Haefliger/J. Wahrenberger
- 19 **In einer Alphütte**
A. Brügger/H. Burkhardt
- 41 **Kornernte**, E. Boss/A. Schnyder
- 49 **Mensch und Tier**, R. Leins/F. Brunner
- 83 **Familie**, W. Sautter/G. Bänninger
- 103 **Wildheuer**, A. Carigiet/J. Hösli
- 111 **Gemüsemarkt**, A. Barth/W. Brubacher
- 122 **Hochwald und Holztransport**
W. Schmutz/A. Friedrich
- 123 **Gemeindeschwester**
W. Sautter/M. Kunz
- 140 **Feuerwehr**, M. von Mühlenden/F. Nyffeler
- 159 **Schafschur/Schafzucht**
A. Carigiet/H. Lörtscher
- 165 **Zirkus**, H. Fries/W. Voegeli
- 177 **Lichterbrauch – Mittwinterfestkreis**
H. Fries/H. Sturzenegger
- 185 **Moderner Bauernhof**
H. Gantert/K. Keller/P. Kyburz/H. Mürset
- 186 **Aufforstung**, W. Dick/L. Lienert
- 191 **Spital**, B. Bischofberger/E. Pletscher

Architektur

- 16 **Gotischer Baustil (Lausanne)**
K. Peterli/L. Birchler
- 25 **Bauernhof (Nordschweiz)**, R. Kündig/*
- 28 **Barock (Einsiedeln)**
A. Schenk/L. Birchler
- 52 **Alte Mühle**, R. Kündig/M. Gross
- 80 **Renaissance: Kathedrale in Lugano**
P. Chiesa/P. Bianconi
- 88 **Bündner Bergdorf im Winter**
A. Carigiet/A. Maissen
- 100 **Romanischer Baustil**
H. Buser/L. Birchler
- 114 **Tessiner Dorf**, U. Zaccaro/V. Chiesa
- 120 **Renaissance (Rathaus Luzern)**
K. Hügin/A. Reinle

- 128 **Gotischer Baustil**, C. Manz/P. Rebetez
- 146 **Moschee**, H. A. Sigg/H. Rebsamen
- 167 **Spreitenbach**
Flugaufnahme Swissair/R. Meier
- 168 **Allaman**
Flugaufnahme Swissair/G. Zeller

Handwerk – Industrie – Technik – Verkehr

- 20 **Wildbachverbauung**, V. Surbek/*
- 34 **Webstube**, A. von Matt/*
- 52 **Alte Mühle**, R. Kündig/M. Gross
- 70 **Dorfschmiede**
L. Georg-Lauresch/P. Guditz
- 74 **Backstube**, D. Buzzi/A. Leuzinger
- 79 **Töpferwerkstatt**, H. Bischof/J. Hutter
- 90 **Bahnhof**, J. Latour/*
- 95 **Flussschleuse**, W. Schaad/E. Erzinger
- 102 **Strassenbau**, W. Schaad/H. Pfenninger
- 104 **Meerhafen**, J. Latour/K. Suter
- 119 **Schöllenen**, D. Buzzi/R. Wegmann
- 124 **Glasmalerwerkstatt**
W. Schaad/P. Müller
- 126 **Grosskraftwerk im Gebirge**
D. Buzzi/H. Neukomm
- 135 **Steinbruch**, L. Bernasconi/A. Bürkli
- 154 **Gutenberg**, A. Patocchi/L. Hodel
- 156 **Der Alpenpass**, A. Chavaz/W. Oertle
- 174 **Kurort im Winter**
P. Stähli/Ch. Walther
- 181 **Gärtnerei im Tessin**
G. De Checchi/E. Müri
- 185 **Moderner Bauernhof**,
H. Gantert/K. Keller/P. Kyburz/H. Mürset
- 192 **Flughafen Kloten**,
Flugaufnahme Swissair/U. Halter
- 194 **Papierherstellung im Mittelalter**
M. Ziegelmüller/P. Rütli

Märchen

- 21 **Rumpelstilzchen**
F. Deringer/M. Simmen
- 96 **Schneewittchen**, Ellisif/M. Simmen
- 98 **Rapunzel**, V. Heussler/M. Lüthi

Jahreszeiten

- 10 **Alpauffahrt**, A. Carigiet/*
- 56 **Frühling**, W. Hartung/F. Brunner
- 59 **Herbst**, P. Bachmann/A. Gassmann
- 62 **Winter**, A. Sidler/E. Fromaigat
- 78 **Am Futterbrett**, W. Dietrich/A. Schifferli
- 82 **Frühlingswald**
M. Ammann/A. Hugelshofer
- 88 **Bündner Bergdorf im Winter**
A. Carigiet/A. Maissen
- 93 **Sommerzeit an einem Ufergelände**
N. Genoud/G. Gisi
- 174 **Kurort im Winter**, P. Stähli/Ch. Walther
- 177 **Lichterbrauch – Mittwinterfestkreis**
H. Fries/H. Sturzenegger