

Über Bedingungen der Massenvermehrung von Insekten.

Von H. Thiem,

Biologische Reichsanstalt, Berlin-Dahlem.

(Mit 10 Textfiguren.)

Der Lebensraum eines Organismus wird im Wesentlichen bestimmt 1. durch das Klima und 2. durch die Ernährung. Ein Lebewesen gedeiht umso besser, je günstiger die ihm artgemäßen Bedingungen liegen. Ist also in einem Gebiet eine bestimmte Tierart in Massen verbreitet, so darf wohl behauptet werden, daß für sie daselbst optimale Entwicklungsbedingungen gegeben sind und, mit gewissen Einschränkungen, umgekehrt. Wo aber innerhalb eines Massenverbreitungsgebietes fortlaufend bedeutsame Gegensätze wahrgenommen werden, müssen Bewirkungsunterschiede, sogenannte Begrenzungsfaktoren, im Lebensraum gegeben sein, die die Vermehrung der Art teils fördernd, teils hemmend beeinflussen. Sind aber Klima und Ernährung die Hauptregulatoren für die Vermehrung und Ausbreitung eines Organismus, so ist es folgerichtig, in dem Ineinandergreifen derselben die Ursache für vorhandene Bevölkerungsunterschiede und Bevölkerungsabläufe zu sehen. Vor dem Aufkommen des modernen Warenaustausches war das beim Menschen ebenso; unter primitiven Verhältnissen sind auch heute noch Gebiete mit guten Ernährungsmöglichkeiten dichter besiedelt als solche mit schlechten.

Ich möchte das Gesagte aus dem Insektenreiche an zwei Beispielen mit verschiedenen Vorzeichen verdeutlichen.

Die Reblaus, *Phylloxera vastatrix*, vermag sich unter allen klimatischen Verhältnissen, unter denen die Rebe zu gedeihen vermag, zu vermehren. Nach ihrer kurz vor 1860 erfolgten Verschleppung nach Europa hat sie sich daselbst der im Großen kultivierten europäischen Rebe (*Vitis vinifera*) derart bemächtigt, daß diese unter den nachteiligen Folgen ihrer Massenvermehrung überall, wo ihr kein Einhalt geboten wurde, zusammengebrochen ist. Wohl ist richtig, daß diese Lage in den wärmeren südlichen Ländern rascher eintritt als in den mäßig warmen Weinbaugebieten von Mitteleuropa, und daß die Wurzelreblaus auf gewissen Rebsorten (z. B. Riesling und Gutedel) sich unterschiedlich stark zu vermehren vermag, aber die hie und da besonders von Praktikern geäußerte Meinung, daß der Schädling vor allem die durch die Jahrtausende alte Kultur degenerierten Vinifera-Reben heimsuche, hat sich nicht bestätigt. Alle Vinifera-Reben werden von der Reblaus ohne Rücksicht auf Alter, physiologischen Zustand und Erziehungsart zugrunde gerichtet, da sie stets optimale Ent-

wicklungs- und Vermehrungsbedingungen, also günstige Klima- und Ernährungsverhältnisse bieten.

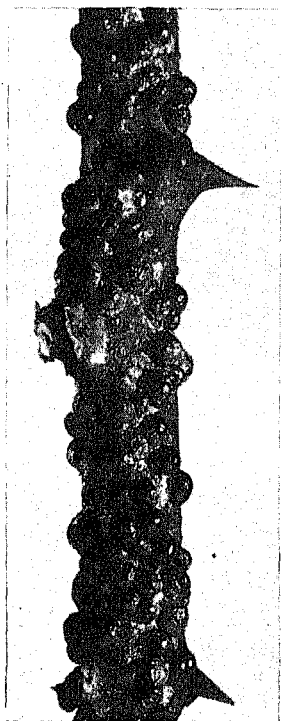


Fig. 1. Altläuse von
Eulecanium corni an
Robinie.

(Welsch)

Ganz anders liegen diese Dinge bei der sogenannten Pflaumenschildlaus, *Eulecanium corni* (Textfig. 1). Diese in allen Erdteilen verbreitete Laus vermag sich unter den bei uns in Deutschland gegebenen klimatischen Bedingungen stark zu vermehren — sie hat sogar den kalten Winter 1928/29 gut überstanden — und ist besonders in Mitteldeutschland sehr verbreitet und häufig. Ihre rötlich aussehende Winterlarve deckt die Unterseite der Zweige sowie die windgeschützten Teile der Äste und Stämme gewisser Pflanzen oft derart, daß diese im Herbst und Winter buchstäblich wie angestrichen aussehen. Im frühen Sommer können ihre Altläuse gewisse Zweigteile derart verkrusten, daß die Tiere übereinanderliegen und ohne weiteres nicht zu zählen sind. Auf der anderen Seite aber kann man, vielleicht nicht weit davon entfernt, dieselben Bestandspflanzen antreffen, die von diesem in gewissen Gegenden fast ebenso wie die Reblaus gefürchteten Schädling so gut wie frei sind. Also trotz gleicher klimatischer Einflüsse und trotz Anwesenheit derselben Wirtspflanzenarten keine gleichbleibende, sondern eine auffällig differenzierte Bevölkerungslage des Schmarotzers!

Kommen also die diesbezüglichen Potenzen bei der Wurzelreblaus auf *Vitis vinifera* stets ungehemmt zur Auslösung, so sind sie bei der Zwetschenschildlaus unter gewissen Voraussetzungen auf sonst befallsfähigen Wirtspflanzen eingeschränkt oder ganz unterbunden. Die Auffassung, daß die Ursache hierfür in Unterschieden der Entwicklung oder der individuellen Veranlagung des Parasiten oder in Rassebildungen zu suchen sei, kann nicht zutreffen, weil die Erscheinung in weit auseinanderliegenden Verbreitungsgebieten, z. B. in Tirol wie in Mitteldeutschland, in Europa wie in Amerika, gegeben ist und bei der Häufigkeit der Laus in den Befallslagen ihre Streukraft eine solche ist, daß im Laufe von Jahrzehnten auch die besonders aggressiven Individuen auf den resistenten Wirtspflanzen hätten festen Fuß fassen können. Kräftige Alt-

läuse vermögen bis 3000 ungeflügelte Junge hervorzubringen, die von Pflanze zu Pflanze vorwiegend durch den Wind verbreitet werden.

Bevor ich in die nähere Erörterung der in Frage kommenden entwicklungshemmenden oder -fördernden Faktoren eintrete, soll von *Eulecanium corni* zunächst die Art des Befalls ihrer Hauptwirtspflanzen besprochen werden¹⁾.

Zunächst interessiert natürlich das Verhalten der Laus auf den besiedelten Wirtspflanzen. Um hier Klarheit zu gewinnen, wurden die Befallsverhältnisse biometrisch zu erfassen versucht, d. h. die verseuchten Organteile der Pflanzen wurden ihrer Länge und Dicke nach durch Unterteilung in Abschnitte von 1 Dezimeter mittels Zollstock und Schublehre gemessen und die Befunde mit der Anzahl der jeweils vorhandenen Altläuse aufgeschrieben. Die Aufnahme z. B. einer Astlänge ist aus Tab. 1 zu ersehen. Aus ihr wurde die Höhe ihres durchschnittlichen Schildlaus-

Tabelle 1. Aufnahme des Massenbefalles
von *Eulecanium corni* auf Weide
(Gosecker Kräheninsel, 1933).

Astdurchmesser in mm (gem. in Abst. v. 1 dm)	Anzahl der Altläuse
—13,4	0
13,4—13,2	12
13,2—11,7	13
11,7—11,2	17
11,2—10,6	16
10,6—10,3	12
10,3— 9,8	29
9,8— 9,7	26
9,7— 9,4	26
9,4— 9,3	13
9,3— 8,9	13
8,9— 7,2	11
7,2— 6,9	11
6,9— 5,9	16
5,9— 4,7	13
unter 4,7	0 (Trieb grün)

insgesamt auf 14 dm: 228 Läuse

(n. Welsch, S. 437).

befalles, kurz Befallsdichte genannt, durch Division der Gesamtzahl der Läuse ($n=228$) durch die besiedelte Astlänge (in dm=14) berechnet ($228/14=16$). Des weiteren ist der Aufzeichnung zu entnehmen 1. die absolute Befallsstrecke als Ausdruck des kontinuierlichen Befallsraumes

¹⁾ Vgl. hierzu Welsch, I., Die Massenverbreitung der Pflaumenschildlaus (*Eulecanium corni* (Bché) March.) und ihre Ursachen. Landw. Jahrbücher 84, 431—492, 1937.

des Astes und 2. die optimale Befallsstrecke, letztere durch Einordnung der ermittelten Klassenwerte nach Art der Konstruktion von Zufallskurven. Die absolute Befallsstrecke mißt in unserem Beispiel 140 cm, während die optimale Befallsstrecke in der 9,5 mm Klasse liegt, bei genauer Berechnung nach der Formel $M-m$ bei $9,70 \pm 0,023$ und bei Berücksichtigung des dreifachen Wertes des berechneten mittleren Fehlers zwischen 9,6 und 9,8 mm.

Tabelle 2. Aufnahme und Bewertung des Massenbefalls von *Eulecanium corni* auf Traubenkirsche (Gosecker Aue, 1933).

	Klassenwerte (in mm) mit Befallsstärke ‰								n	dm	d (= n/dm)	Gesamt- befall %
	15,5— 13,5	12,5— 10,5	9,5— 7,5	6,5	5,5	4,5	3,5	2,5				
Haupt- äste: (3 I, 2 II)												
Bef.	4,0	32,0	39,8		24,2		—	—	294	61	4,7	43,9
Gesbef.	1,8	14,0	17,5		10,6		—	—				
Neben- äste:												
6,5 mm (4 I, 4 II); Bef.				29,7	38,5	18,5	12,0	1,0	182	44	4,2	27,0
Gesbef.				8,1	10,4	5,1	3,3	0,3				
5,5 mm (4 I, 3 II); Bef.					44,7	14,5	38,2	2,6	76	24	3,2	11,3
Gesbef.					5,1	1,6	4,3	0,3				
4,5 mm (4 I, 4 II); Bef.						44,4	52,4	3,2	63	22	2,9	9,4
Gesbef.						4,1	5,0	0,3				
3,5 mm (2 I, 9 II); Bef.							92,0	8,0	37	16	2,3	5,5
Gesbef.							5,1	0,4				
2,5 mm (3 I, 7 II); Bef.								100,0	19	12	1,6	2,9
Gesbef.								2,9				
zusammen									671	179	4,0	100,0

(n. Welsch, S. 439).

In Spalte 1 geben die arabischen Ziffern die Anzahl der gezählten Äste und die römischen den dazugehörigen Baum an.

Wird die Befallsaufnahme außer beim Hauptast auch bei allen seinen besiedelten Nebenästen durchgeführt, so ergeben sich die Befallsdichte sowie die absolute und optimale Befallsstrecke des Astsystems und bei Einbeziehung mehrerer Astsysteme die entsprechenden Werte eines Baumes, bei Ausdehnung der Untersuchung auf mehrere Bäume derselben Art die der Baumart und ihrer Erweiterung auf verschiedene Baumarten eines Standortes. Mit anderen Worten: Es werden mitein-

ander vergleichbare Zahlenwerte gewonnen. Die Befallsaufnahme einer Baumart (*Prunus padus*) veranschaulicht Tab. 2.

Betrachten wir diese Befallsaufnahme etwas näher. Die Verseuchung der zwei Bäume war mit einer mittleren Besiedlungsdichte von 4,0 eine schwache. Von 671 Altläusen saßen 44% auf den Hauptästen und 56% auf den Nebenästen, das Verhältnis war also annähernd 1:1. Die absolute Zahl der Läuse (n), die absolute Befallsstrecke (dm) und die Höhe des anteiligen Gesamtbefalles haben indessen mit fallender Stärke der Teile des Astsystems abgenommen, eine Erscheinung, die auch in der ermittelten Besiedlungsdichte (d) der optimalen Befallsstrecke zum Ausdruck kommt.

Die Befallsdichte verlagert sich gleichmäßig fallend von 4,2 der 6,5 mm-Nebenäste auf 3,2 der 5,5 mm-Äste, auf 2,9 der 4,5 mm-Äste und so fort auf 1,6 der 2,5 mm-Äste.

Während die optimale Befallsstrecke bei den Hauptästen mit 17,5% des Gesamtbefalles ungefähr in der 8,5 mm Klasse liegt, verschiebt sie sich bei den Nebenästen von 10,4% auf 2,9% entsprechend der Abnahme ihrer Basisdurchmesser von 6,5 auf 5,5, 4,5, 3,5 und schließlich bei den dünnsten Ästen auf 2,5 mm.

Die Besiedlungsverhältnisse der schwächeren Teile der Nebenäste sind besonders deshalb so bemerkenswert, weil die entsprechenden Teile der Hauptäste entweder schwächer oder überhaupt nicht befallen sind. Die 5,5 mm-Klasse der Hauptäste hatte vom Gesamtbefall 2,5%, die entsprechende Klasse der 6,5 mm-Nebenäste dagegen 10,4%, die 4,5 mm-Klasse der Hauptäste nur 0,15%, die entsprechende Klasse der 6,5 mm-Nebenäste 5,1%, die 3,5 und 2,5 mm-Klassen der Hauptäste waren ganz ohne Läuse, bei den Nebenästen nahm ihre Anzahl in der 3,5 mm-Klasse von 3,3 auf 5,1%, in der 2,5 mm-Klasse von 0,3 bis auf 2,9% zu.

Diese Gegensätze, die bei allen Wirtspflanzen-Arten von *Eulecanium corni* wiederkehren, beweisen m. E., daß die Ernährungslage in den Hauptästen eine andere ist als in den Nebenästen; denn nur so kann man das unterschiedliche Verhalten der Laus innerhalb des Systems erklären. Vermutlich ist der Zustrom der Nährstoffe in Richtung des Hauptwachstums der Hauptäste ein viel regerer und besserer als in den schwächer wachsenden Trieben der Nebenäste. Hier ist der Stoffwechsel offensichtlich ein verlangsamter; wahrscheinlich entstehen hier Stauungen, die der Ansiedlung und Entwicklung der Läuse zustatten kommen. Die Beobachtung, daß die unteren Zweige eines abgeschnürten Baumes viel stärker verseucht waren als die oberen (Welsch, S. 452), dürfte hiermit übereinstimmen; desgleichen die häufig so starke Besiedlung von Stockausschlägen und Stockloden.

Die Feststellungen über Befallsdichte und optimale Befallsstrecke bei *Prunus padus* treffen grundsätzlich für alle Wirtspflanzen von *Eulecanium*

corni zu. Aus zahlreichen Erhebungen geht des weiteren hervor, daß die Höhe der Befallsdichte bei den verschiedenen Pflanzen nach Art, Standort und Jahr wechseln kann. So schwankte sie z. B. bei Esche zwischen 12 (Gosecker Aue bei Naumburg-S.) und 65 (Straße in Innsbruck), bei Zwetsche zwischen 3 (Rosental bei Naumburg) und 17 (Klein-Jenaer Aue bei Naumburg), bei Schlehe zwischen 7 (Gosecker Aue bei Naumburg) und 16 (Wethauer Aue bei Naumburg). Auf der Gosecker Aue hatten dieselben Eschen 1933 eine mittlere Befallsdichte von 12, 1934 eine solche von 31 und 1935 eine solche von 19.

Die Höhe der Befallsdichte steht in keiner Beziehung zur Lage der optimalen Befallsstrecke. Nach Tab. 3 lag die Befallsdichte bei der Nebenast-Gruppe von 7,5 mm zwischen 3 und 46, die optimale Befallsstrecke dagegen unabhängig von Wirtspflanze und Standort gleichmäßig bei 6,4 mm. Bei der 5,5 mm-Astgruppe bewegte sie sich um den Wert 4,8, obwohl Dichten von 3—44 gegeben waren. Für die Hauptäste gilt das-

Tabelle 3. Befallsdichte und optimale Befallsstrecke der Nebenastgruppen von verschiedenen Wirtspflanzenarten von *Eulecanium corni* auf verschiedenen Standorten.

Bas. (mm)	Dichte	Wirtspflanze	Standort	Optimale Befallsstrecke (mm)	Mittel (mm)
8,5	7	Zwetsche	Eulau	6,2+0,08 (6,0—6,4)	7,00
	16	Esche	Goseck, Aue	6,8+0,02 (6,7—6,9)	
	20	"	" "	7,6+0,11 (7,3—7,9)	
	23	Ulme	" "	7,4+0,02 (7,3—7,5)	
7,5	3	Weide	" "	6,9+0,16 (5,8—7,2)	6,48
	11	Zwetsche	Eulau	6,1+0,56 (4,5—7,6)	
	15	Esche	Goseck, Aue	6,7+0,01 (6,7—6,7)	
	16	Ulme	" "	5,8+0,00 (5,8—5,8)	
	19	Schlehe	Wethau	6,1+0,10 (5,7—6,4)	
	28	Esche	Wethau	7,2+0,05 (7,1—7,4)	
	31	"	Goseck, Aue	6,4+0,01 (6,4—6,4)	
	35	"	Saalhäuser	6,0+0,06 (5,8—6,2)	
	46	Ulme	Schloßp.	6,7+0,08 (6,6—6,8)	
5,5	3	Trbnkirsche	Goseck	4,5+0,02 (4,4—4,6)	4,8
	4	Weide	"	5,2+0,10 (4,9—5,5)	
	7	Schlehe	"	4,5+0,10 (4,2—4,8)	
	10	Platane	"	4,8+0,08 (4,6—5,0)	
	15	Esche	"	4,9+0,07 (4,7—5,1)	
	16	Ulme	"	4,5+0,02 (4,4—4,6)	
	16	Schlehe	Wethau	4,5+0,01 (4,5—4,5)	
	17	Hartriegel	Goseck	4,5+0,01 (4,5—4,5)	
	18	Robinie	Schloßp.	5,0+0,01 (5,0—5,0)	
	21	Schlehe	Eulau	5,4+0,01 (5,4—5,4)	
	30	Esche	Wethau	5,5	
	30	Zwetsche	Kl. Jena	4,4+0,06 (4,3—4,5)	
	44	Esche	Saalh.	5,1+0,03 (5,0—5,2)	

(n. Wesch, S. 470)

selbe. Alle Hauptäste von gleicher Dicke, bezogen auf den Beginn der kontinuierlichen Verlauesung, hatten dieselbe optimale Befallsstrecke. Vergleicht man die Lage, der optimalen Befallsstrecken der verschiedenen Nebenzastgruppen miteinander, so ergibt sich eine gleitende Verschiebung derselben je nach der Stärke der Nebenzäste. Sie liegt der Basis der einzelnen Astgruppen um so näher, je kleiner ihr Durchmesser daselbst ist (Tab. 4). Für dieses unterschiedliche Verhalten dürfte gleichfalls die ungleiche Ernährungslage in den Astgruppen verantwortlich zu machen sein.

Tabelle 4. Lagebeziehung der optimalen Befallsstrecke zur Aststärke (in mm).

Basis der Nebenzäste (mm)	Optimale Befallsstrecke (mm)	Differenz (mm)
8,5	7,0	1,5
7,5	6,4	1,1
6,5	5,4	1,1
5,5	4,8	0,7
4,5	3,9	0,6
3,5	3,2	0,3
2,5	2,4	0,1

(n. Welsch, S. 471)

Tritt *Eulecanium corni* an einem Standort in Massen auf, so werden, sofern verschiedene Arten von Wirtspflanzen vertreten sind, i. a. zunächst die Hauptwirtspflanzen davon betroffen. Hierzu gehören Zwetsche, Esche, Robinie, Ulme, Hartriegel. Erst in 2. und 3. Linie folgen die Nebenzwirtspflanzen: Schlehe, Weißdorn, Spindelbaum, Waldheckenkirsche, Traubenkirsche, Platane, Weide, Walnuß, Ahorn u. a. Von allen in Mitteldeutschland kontrollierten Wirtspflanzen ist die Hauszwetsche am häufigsten verlaust gewesen; sie kann deshalb als Indikator für das Vorkommen des Schmarotzers im Gebiet angesprochen werden. Bei Berücksichtigung der optimalen Befallsverhältnisse ist es nun möglich, durch Auszählung einiger bestimmter Haupt- und Nebenzweige die vorhandene Befallslage größerer Anlagen aufzunehmen und zu bewerten. Diese als Phänogramme (Tab. 5) bezeichneten orientierenden Befallsaufnahmen genügen vollauf, um die Frage nach dem Einfluß der Lage der besiedelten Wirtspflanzen zu beantworten.

Wenn man die Massenverbreitung der polyphagen *Eulecanium corni* in einem größeren Gebiet oberflächlich vergleicht, so erhält man leicht den Eindruck ihrer Abhängigkeit von den äußeren Standortverhältnissen der betreffenden Pflanzen. Da der Schädling im Saaletal von Halle bis

Eichicht, im Gebiet der Unstrut von Naumburg bis Artern sowie auch sonst an feuchten und geschützten Niederungslagen an den daselbst verbreiteten Hauptwirtspflanzen häufig in Massen auftritt, könnte vermutet werden, daß das auf die hohe Luftfeuchtigkeit dieser Lagen zurückgehe, zumal diese Auffassung von zwei Umständen gestützt wird: 1.) durch den ungünstigen Einfluß anhaltender Trockenheit auf die sommerlichen Larven und 2.) durch die Bevorzugung der feuchteren Unterseite von Blättern und Zweigen im Sommer und Frühjahr durch die in Frage kommenden Entwicklungszustände der Laus.

Dieser Erklärungsversuch ist indessen nicht haltbar. Schon die Tatsache, daß Zwetschenpflanzungen auch in ausgesprochenen Höhenlagen, z. B. auf der Finne, überaus stark verseucht sein können, ließ berechnigte Zweifel an seiner Richtigkeit aufkommen. Entscheidend aber war die genaue Untersuchung von ökologisch verschiedenen Wirtspflanzenbeständen mit Hilfe der Phänogramme. Hierzu einige Beispiele.

Bereits innerhalb des Saaletales zwischen Kösen und Weißenfels ergaben sich sehr beträchtliche Gegensätze. Auf der sogenannten Rabeninsel bei den Saalhäusern unweit Kösen hatten 27 am Fluß wurzelnde Eschen einen Durchschnittsbefall von 270 Läusen, 27 landeinwärtsstehende Eschen einen solchen von 250 und 28 dazwischen befindliche einen solchen von 517 Läusen, offenbar, wie Aushebungen ergeben haben, eine Folge von Grundwasser. Der mittlere Teil der Pflanzung liegt am tiefsten.

Bei den Fischhäusern hatten 10 direkt am Saaleufer stehende Zwetschenbäume eine durchschnittliche Besiedlung von nur 10 Läusen, in einer hoch gelegenen Einstufung am oberen Talhang der Saale 23 Zwetschen eine solche von 30 und 17 an einen steinigigen Acker angrenzende Straßenzwetschen auf dem Hochplateau am sogenannten Güttersitz eine solche von 114 und ebenda 31 auf vergrastem Boden stehende Straßenzwetschen eine solche von 95 Läusen. Auf einer der Terrassen der Saale bei Kösen, am sogenannten Kapellenberg, beherbergten 184 Zwetschen eines geschlossenen Bestandes durchschnittlich je 69, bei Almerich 17 Straßenzwetschen je 74 Läuse, während inmitten des Saaletales auf der sogenannten Klosterwiese, deren Felder berieselt werden, die daselbst befindlichen Zwetschen so gut wie befallsfrei waren. Diese zeigten auffällig gute Wachstumsverhältnisse; ihre Kronen waren geschlossen und volltriebig. Nur wo auf der Klosterwiese Grundwasser anstand, setzte Schildlausbefall ein; am Ende des gestauten Wassers und in der Nähe eines benachbarten Weidensumpfes war er sogar erheblich. Wo das Wasser abfließen konnte, war keine oder doch keine nennenswerte Verlausung nachzuweisen.

Ähnliche Verhältnisse wurden ermittelt in der Saaleaue zwischen der Stadt Naumburg und der Hennenbrauerei sowie auf der alten Saaleter-

rasse über letzterer. In einer geschlossenen jüngeren Anlage des Domgutes von Naumburg, die in der Saaleane unweit vom Hauptbahnhof liegt, betrug bei 193 kontrollierten Zwetschen der durchschnittliche Befall je 13 Läuse. Gleichfalls im Saaleetal bei Eulau betrug er bei 34 Zwetschen durchschnittlich je 129, zwischen der Henne und dem Orte Schellsitz bei 24 Zwetschen an einem Weiher durchschnittlich je 128, dagegen bei 37 Zwetschen am angrenzenden Talhang je 149.

Aus den äußeren Lageverhältnissen der Wirtspflanzen kann also eine eindeutige Beziehung zum Befall durch *Eulecanium corni* nicht abgeleitet werden. Auen, Hänge und Hochflächen können stark, schwach bis wechselnd stark und nicht besiedelt sein, was in Fortführung dieser Untersuchungen Welsch durch Erhebungen in Mitteldeutschland, in der Mark und in Tirol erhärten konnte.

Ähnliches gilt bezüglich des Einflusses der Stellung der Wirtspflanzen zur Himmelsrichtung. Am Kapellenberg bei Pforte, dessen West-, Nord- und Südhang von Zwetschen bepflanzt ist, betrug der Befall der in die Untersuchung einbezogenen Zweigteile im nördlichen Teil im Mittel 67 Läuse (34 Bäume), im westlichen (18 Bäume) 71 (Tab. 5) und im südlichen (132 Bäume) 69 Läuse; in der Anlage des Domgutes am Naumburger Hauptbahnhof im Norden und Osten durchschnittlich 4, im Süden und Westen durchschnittlich 3 Läuse je Baum.

Obwohl es angesichts der starken Verbreitung von *Eulecanium corni* in der Umgebung von Naumburg wenig wahrscheinlich war, die befallsfreien Wirtspflanzen als zufällig anzusprechen, sind in einer Anzahl Fälle auf ihnen Übertragungsversuche durchgeführt worden. Hierzu wurden im Sommer Eier und im zeitigen Frühjahr Winterläuse verwendet. In keinem Fall ist eine Daueransiedlung, geschweige eine Massenvermehrung der Laus gelungen; ein Ergebnis, das auf Grund während vieler Jahre mit *Eulecanium corni* und anderen Schildlausarten durchgeführter Infektionsversuche zu erwarten stand. Von Schildlauszuchten auf Parasitenbefall standen mir so viele Jungläuse zur Verfügung, daß für solche Übertragungen oft geradezu verschwenderische Mengen Verwendung finden konnten. Alles in allem: Die mißlungene künstliche Massenansiedlung von *Eulecanium corni* auf im Freiland befallsfrei gebliebenen Wirtspflanzen bestätigte, daß es sich nicht um eine zufällige, sondern um eine gesetzmäßige Erscheinung handelt. Die gegenwärtig gegebenen Befallsverhältnisse der Wirtspflanzen von *Eulecanium corni* dürften mithin als das Ergebnis einer natürlichen Auslese angesprochen werden, ein Vorgang, dem dieselbe Bedeutung zukommt wie künstlichen Infektionsversuchen.

Die nicht befallsfähigen Wirtspflanzen müssen sich von den in Massen

besiedelten physiologisch unterscheiden. Man ist demzufolge berechtigt, von verschiedenen Zuständen derselben Pflanzenart diesem Parasiten gegenüber zu sprechen, je nachdem, ob diese einen geeigneten oder nicht geeigneten Nährboden für ihre Entwicklung abgeben.

Daß dieser Zustands-, Befalls- oder Affinitätswechsel von besonderen, nicht allgemeinen Standortsbedingungen abhängt, kann nach den bisherigen Ausführungen kaum zweifelhaft sein. Sehr wichtig sind in diesem Zusammenhange diejenigen Fälle, bei denen die Befallsänderung der Wirtspflanze unmittelbar beobachtet werden konnte.

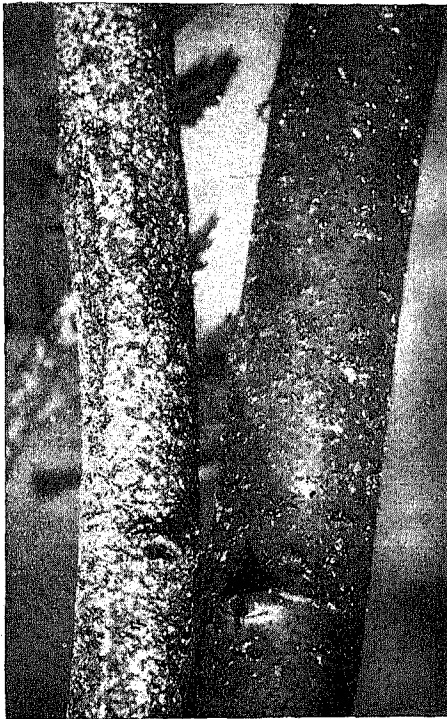


Fig. 2. Gemeine Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) zwischen höheren Fichten. Beide Stämme aus einem Stock kommend. Linker Stamm von *Chionaspis salicis* sehr stark, rechter sehr schwach befallen (auf rechtem Stamm meist Männchen). Großbreitenbach (Thür.), 1930.

Auf dem Thüringer Wald konnte ich vor Jahren auf Urgestein inmitten jüngerer Fichtenpflanzungen, die von Waldblößen, Bächen und Waldwegen durchsetzt waren, verhältnismäßig häufig bei Eberesche

(*Sorbus aucuparia*) aus einem gemeinsamen Wurzelstock kommende dickere Stammschosse oder auch sich gabelnde Äste finden, die nur zum Teil von der sogenannten Weidenschildlaus *Chionaspis salicis* stark besiedelt gewesen sind (Textfig. 2 u. 3)¹⁾. Nach den gegebenen Wachstumsverhältnissen dieser Wirtspflanzen ist offenbar, daß sich die betreffenden Ebereschen im Übergang zur völligen Verlausung befanden. Die Stütze für



Fig. 3. Gemeine Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) zwischen höheren Fichten an einer Lichtung. Beide Triebe aus einem Stock kommend. Stärkerer Trieb mit *Chionaspis salicis* befallen, schwächerer Trieb ohne Befall. Großbreitenbach (Thür.), 1931.

die Anschauung, daß diese bisher nicht besiedelten Schosse oder Zweige der Laus noch zum Opfer fallen werden, sehe ich darin, daß im Gebiet, von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen, besonders die älteren Ebereschen von ihr stark besiedelt waren; bemerkenswerterweise waren die Bäume an Wegrändern mit hoher Böschung und solche in der Nähe von Schutthanhäufungen aus Glashütten besonders stark verlaust. Übergänge vom Anfangs- oder Teilbefall zum Vollbefall sind nicht so selten, wie man glauben könnte. Im Auengebiet von Goseck hatte nach Welsch (S. 448) eine einzelne Robinie nur einen verseuchten Hauptast. Im Schloßpark daselbst waren von einer gestürzten, etwa 75-jährigen Esche lediglich die 1—2-jährigen Zweigenden von Adventivzweigen besiedelt. Ebenda stand eine etwa 25-jährige Ulme mit nur einem befallenen Ast. Der betreffende Zweig kam aus einem Aststumpf. Interessant ist hier die Befallszunahme. Im Jahre 1933 hatte ein Ast auf einer Befallsstrecke von 14 dm 28 Altläuse, 1934 beherbergten zwei Hauptäste mit einer Befallsstrecke von 26 dm 1476 Altläuse. Zuweilen sind die betreffenden Wirtspflanzen auch beträchtlich ungleich besiedelt. So betrug die Befallsdichte

eines Eschenastes 105 gegenüber der Gesamtdichte aller Äste von 25. In einem anderen Fall mit einer mittleren Befallsdichte von nur 3 schwankten die Einzeldichten der Äste zwischen 0,5 und 10. Der am stärksten besiedelte Ast war abgebrochen gewesen.

¹⁾ Vgl. hierzu auch Thiem, H., Phänographisches zur Massenverbreitung von Schildläusen. Entom. Beihefte aus Berlin-Dahlem, 1, 93, 1934.

Die zur Massenvermehrung führende Erstbesiedelung von jungen Ebereschen kann in der Nähe des Wurzelstockes oder auch im oberen dünneren Teil der Stämmchen einsetzen (Textfig. 3). Zumeist werden die schwächeren, offenbar weniger gut ernährten Stämmchen mehrschossiger Wurzelstöcke zuerst befallen; auch nimmt auf erheblich verseuchten Stämmen die Stärke der Besiedlung mit abnehmender Dicke zu (Textfig. 4), wobei zu beachten ist, daß *Chionaspis salicis* nicht wie *Eulecanium corni* nur bestimmte Pflanzenteile optimal besiedelt. Diese Art vermag sich auch auf dickeren Stämmen von normaler Rindenbeschaffenheit festzusetzen und zu vermehren.



Fig. 4. Gem. Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) zwischen höheren Fichten. Die mittleren Stammteile sind vom stark mit *Chionaspis salicis* befallenen Stamm abgeschnitten und zwischen die Stämme eingeklemmt worden, um die Zunahme des Befalls zu zeigen. Starker Stamm ohne Befall. Die beiden Stämme kommen aus einem Wurzelstock. Großbreitenbach (Thür.), 1930.

Die Bereinigung eines von *Eulecanium corni* sehr stark befallen gewesenen Ahorns beobachtete ich im Naturpark von Werder/H. Das Bäumchen steht an der Peripherie des in einem schmalen, tiefen Taleinschnitt gelegenen Heldendenkmals und wird auf einer Seite von Robinien umgeben, die noch vor kurzem schwach verseucht gewesen sind. Die Zweige des Ahorns sind im Sommer 1934 von *E. c.* derart besiedelt gewesen, daß der Befall auch Laien aufgefallen ist. Im Frühjahr 1936 habe ich auf den Zweigen nur ganz vereinzelte, in Zersetzung befindliche

Schilde von Altläusen und in auffällig geringer Anzahl offenbar von den benachbarten Robinien angewehrte Winterlarven finden können. Letztere dürften kaum zur Entwicklung gekommen sein, da sie einen zurückgebliebenen Eindruck machten. An dem so auffälligen Rückgang des Befalles sind Parasiten nicht beteiligt gewesen. Solche Fälle sind mir von anderen Schildlausarten (*Aspidiotus gigas*, *Eulecanium ciliatum*, *Sphaerolecanium prunastri*, *Physokermes coryli* und *Pulvinaria vitis*) gut bekannt; sie haben mit unserer Frage nichts zu tun.

Einen zweiten Fall weitgehender Selbstbereinigung von sehr starkem *E. c.*-Befall beobachtete ich an 24 Robinien am Anfang der Martin Luther Straße in Berlin-Schöneberg. Die Bäume waren im Frühjahr 1934 derart mit Altläusen verkrustet, daß ich von ihnen öfter Anschauungsmaterial entnahm. Auch benutzte ich den Herd, um im engeren Kreis den Einfluß des Standortes zu zeigen, da die nicht weit davon am Damm des S-Bahnhofes Innsbruckerplatz befindlichen Robinien befallsfrei waren. Im trockenen Sommer 1934 ging auf den Robinien in der Martin Luther Straße ein sehr erheblicher Teil der Larven auf den Blättern ein. Seitdem ist der Befall weiterhin auffällig zurückgegangen; gegenwärtig (Ende 1937) muß man auf den meisten Bäumen suchen, um Schilde von Altläusen zu finden. Winterlarven sind an einigen Zweigen noch reichlich vorhanden. Auffällig ist nun, daß mit dem plötzlichen Rückgang der Verlausung sämtliche Robinien in so überaus großer Anzahl Stamm- und Astschosse hervorbrachten, daß sie sehr struppig und fremdartig aussehen (Textfig. 5). Jedenfalls macht dieser Vorgang wahrscheinlich, daß die weitgehende Bereinigung der Robinien mit Stoffwechselvorgängen zusammenhängt, die wiederum auf Veränderungen der Standortbedingungen — vermutlich der Grundwasserverhältnisse — hinweisen.

Die 1934 auf dem Ahornbäumchen in Werder schmarotzenden Altläuse von *E. c.* waren recht klein und unterschieden sich dadurch ganz auffällig von den viel üppiger entwickelten Formen auf Zwetsche, Robinie, vor allem aber auf Esche. Sie hatten Ähnlichkeit mit den wenig fruchtbaren Kummerläusen auf den dünnsten Zweigteilen von Zwetschen. Die gleichmäßig geringe Größe der ausgewachsenen Läuse auf Ahorn war seiner Zeit auch der Grund für die häufige Besichtigung dieser Pflanze, deren spontane Bereinigung beweist, daß der Befall einer Wirtspflanze von *E. c.* unter Umständen reversibel ist und nicht etwa nur einseitig in einer Richtung, d. h. von unbesiedelt zu besiedelt verläuft. Des weiteren zeigen die geschilderten Fälle, daß die den Befall hemmenden oder fördernden Faktoren in der Art der Reaktion der verschiedenen Wirtspflanzen auf die engeren Standortbedingungen, wie sie in den jeweils vorhandenen Bodenverhältnissen gegeben sein müssen, zu suchen sind.

Es lag nahe, in dieser Hinsicht zunächst die Reaktion und den Kalkgehalt des Bodens von besiedelten und nicht besiedelten Wirtspflanzen miteinander zu vergleichen. Die durchgeführten Untersuchungen führten indessen zu keinem greifbaren Ergebnis, da die PH-Werte und die Höhe des Kalkgehaltes der entnommenen Erdproben beider Standorte die gleichen Schwankungen aufwiesen (Welsch, S. 473).



Fig. 5. Üppige Bildung von Wasserreisern an mit *Eulecanium corni* stark befallener Robinie.
Berlin-Schöneberg, 1937.

Weiter führten die vergleichenden Untersuchungen der örtlichen Bodenverhältnisse unter Berücksichtigung der geologischen Formation. An Hand der parasitären Befallsbilder, der geologischen Spezialkarten von in der Literatur verzeichneten und selbst erarbeiteten Bodenprofilen wurden von Welsch Unterlagen für die Auffassung gewonnen, daß weniger die chemischen, als vielmehr die physikalischen Bodenbedingungen die Verseuchung der Pflanzen be-

günstigen oder hemmen. Die geologische Formation ist hierbei insoweit von Bedeutung, als ihre Verwitterungs- oder Ablagerungsprodukte die Struktur des Bodens bzw. seinen Packungsgrad ernährungsphysiologisch verbessern oder verschlechtern. Dabei hat sich herausgestellt, daß entgegengesetzte Bodenbildungen, z. B. ausgesprochene Sand- und Tonböden, sich pflanzenpathologisch gleichsinnig auswirken. Ein aus Quarzsand bestehender Boden führt infolge zu geringer Adsorptionskraft zu raschem Verbrauch des verfügbaren Wassers und damit zu ungünstigen Entwicklungsverhältnissen der darin wurzelnden Pflanzen. Letzteres trifft auch für Tonböden zu, da infolge zu hoher Adsorptionskraft die sehr geringe Durchlüftung des Bodens die Wasserbilanz der Pflanze passiv gestaltet. Diesen zwei Bodenarten gegenüber stehen milde Leimböden, deren günstiger Anteil an abschlämmbaren Teilchen, i. a. 30 %, die Wasser- und Nährstoffaufnahme der Pflanzen optimal gestaltet. Sie sollen kurz als Resistenzböden, die ersteren als Befallsböden bezeichnet werden. Auf Grund des Gesagten bestehen folgende Möglichkeiten:

1. Befallsböden können zu Resistenzböden werden,
 - a) wenn bei Böden mit zu geringer Adsorptionskraft ihre Wasserführung durch Einlagerung von Bodenschichten mit hoher Adsorptionskraft verbessert wird;
 - b) wenn bei Böden mit zu hoher Adsorptionskraft ihr Wassermangel durch Einlagerung von Bodenschichten mit geringer Adsorptionskraft (z. B. Kiesuntergrund) verbessert wird.
2. Resistenzböden können zu Befallsböden werden bei Verschlechterung ihrer günstigen Krümelstruktur
 - a) durch Verschlammung, Verdichtung oder Verkittung;
 - b) durch ungünstige Bodenbedeckung (z. B. Asphalt);
 - c) durch Einlagerung von Bodenschichten mit zu hoher Adsorptionskraft (z. B. Letten, Gips).

Alle diese Vorkommnisse vermochte Welsch durch Erhebungen in Mittelddeutschland und Tirol zu erhärten. Einzelheiten müssen in der Arbeit nachgelesen werden. Hier sollen nur einige wenige Beispiele unter Bezugnahme auf die oben genannten Befallserhebungen herausgegriffen werden.

Die eingeebten Aueböden mit hohem Schildlausbefall (Goseck, Saalhäuser, Schellsitz, Eulau) bestehen aus degradiertem Aue-Lehm mit Grundwasser, Stauungen oder stark ausgesprochenen Grundwasser-Horizonten, sogenannten Gleit-Absätzen; die nicht besiedelten Bäume in den offenen Auen (Klosterwiese bei Naumburg, Straße Henne-Naumburg, Saalhäuser-Steinmeister) stehen dagegen in gut durchwurzelter Aue-Lehm ohne Horizontbildung, der allmählich in Kies der Saale übergeht oder

von Tagwasser aus darüber liegenden Buntsandsteinhängen durchfeuchtet wird.

Im Buntsandstein fehlt der Parasit auf Hängen und Flächen mit mehr oder weniger starker Krume ohne extreme Wasserführung sowie auf durch Muschelkalkschutt gemildertem Rötboden (Schloßpark von Goseck). Er ist vorhanden über Lettenschichten an der Grenze zwischen mittlerem und oberem Buntsandstein (Befallsinsel am Molkenborn im Schloßpark von Goseck), im Geschiebelehm, der auf einem 50 cm mächtigen Bleichsand, der eisenhart verkittet ist, aufliegt (z. B. Befallsinsel an der Kiesgrube im Schloßpark zu Goseck). Ist der von einer genügend tiefen lehmig-sandigen Krume überzogene Kiesunterschied der interglacialen Saaleterrassen nicht verkittet, so zeigen die darin wurzelnden Zwetschen meist keine Massenbesiedlung.

In der Jenaer Landschaft fällt die Besiedlungszone im Muschelkalk mit der Muschelkalk Rötgrenze zusammen, die den Hauptquell-Horizont der Muschelkalklandschaft bildet. Den Befall begünstigen der untere Wellenkalk mit großen Extremen in der Wasserführung, eingeschlammte Muschelkalkböden und mineralreiche, schwere, zu Vernässung neigende Böden der Nodosenschichten. Ohne Besiedlung bleiben die Hauptwirtspflanzen von *Eulecanium corni* im unteren und oberen Muschelkalk bei genügend ausgebildeter Krume und im oberen Muschelkalk bei Geschiebelehm und Lößbedeckung. Der letzte Umstand erklärt den Mangel des Schildlausbefalles im Gebiet des oberen Muschelkalkes, dessen an Landstraßen und Feldrainen gepflanzte Zwetschenbäume zumeist verseucht sind.

Ein interessantes Beispiel für die Abhängigkeit der Massenvermehrung von *Eulecanium corni* von den physikalischen Bodenveränderungen hat Welsch (S. 485) von Pennickental b. Jena beschrieben: „Während in den Wöllnitzer Wiesen vor dem Pennickental der Schädling auf Zwetschenbäumen fehlt, tritt er gleich hinter dem Dorf Wöllnitz stark in Erscheinung. Der Boden besteht in Wöllnitz aus Gehängelehm, Muschelkalkschutt und aus herabgeschlammten Massen des Kalktuffes, der weiter oben in riesigen Lagern ansteht. Besonders dicht ist die Besiedlung, sobald der Boden in der Hauptsache aus dem staubfein zermahlenen Tuffmaterial besteht. Auf unzerstörten erdigen Tufflagern wurzelnde Zwetschen sind nur unwesentlich befallen. Entsprechend dem stufenartigen Abbau der Tufflager wiederholt sich dieses wechselnde Befallsbild mehrmals bis zur Höhe des Fürstenbrunnens. Auf den Zustand der Wirtspflanzen von *E. corni* wirkt also derselbe Untergrund als gewachsener Boden besiedlungshemmend, nach Zerstörung seiner Struktur jedoch besiedlungsfördernd.“

Zusammenfassend hat sich auf Grund dieser bodenkundlichen Untersuchungen etwa folgendes ergeben:

Befallsböden in phytopathologischem Sinne sind in Mitteldeutschland Auen, Buntsandstein- und Muschelkalkböden mit extremer Wasserführung (Trockenheit und Vernässung) sowie solche mit ungenügender Krumenbildung; Resistenzböden sind Auen, Buntsandstein- und Muschelkalkböden mit gleichmäßig durchlässiger, meist tiefgründiger Bodenbildung und günstiger Wasserversorgung sowie schwere (kalte), durch lehmig-sandige Auflagen gemilderte Böden.

Während die Resistenzböden eine ausreichende Ernährung und Entwicklung der Pflanzen ermöglichen, ist das offenbar auf den Befallsböden nicht der Fall. Hier müssen Ausfallerscheinungen vorkommen, die eine verminderte Widerstandsfähigkeit der betreffenden Pflanzen nach sich ziehen. Die Massenvermehrung des Schädlings ist also eine sekundäre, eine vom Boden ausgehende Standorterscheinung. Die Größe dieser physiologischen Zustandsänderung der betreffenden Wirtspflanzen ist gegenüber *Eulecanium corni* an der Höhe der Befallsdichte erkennbar.

Im Hinblick auf die kaum noch zu bezweifelnde Richtigkeit der Auffassung, daß die Massenvermehrung von *Eulecanium corni* eine Funktion gewisser für sie günstiger bodenökologischer Faktoren ist, erhebt sich die Frage nach ähnlichen Feststellungen, die zugunsten dieser Ansicht sprechen. Da die im Schrifttum verzeichneten diesbezüglichen Fälle an anderer Stelle besprochen werden sollen, sei hierzu aus eigener Erfahrung folgendes bemerkt.

Jeder sammelnde Schildlausforscher weiß, daß er in gut gepflegten Anlagen, Parks, tiefgründigen Auenwäldern und auch auf Friedhöfen im allgemeinen nicht auf seine Rechnung kommt, da hier die im vorzüglichen Wachstumszustand befindlichen Pflanzen durchweg keinen erheblichen Schildlausbefall aufweisen. Ist eine größere Gruppe gleichartiger Pflanzen zu untersuchen, so fängt man erfahrungsgemäß damit bei den abgängigsten, d. h. am schwächsten entwickelten Individuen an. Wie oft ist es mir passiert, daß ich nach der Wahrnehmung starker Schildlausverseuchung erkennen mußte, daß der betreffende Baum oder Ast abgestorben bzw. im Absterben war!

In der Umgebung von Naumburg und Berlin kommt die zweigeschlechtliche Kommaschildlaus (*Lepidosaphes ulmi bisexualis*) auf Birke verhältnismäßig häufig vor. In der Umgebung von Gotha, Eisenach sowie im Werratal südwestlich vom Thüringer Wald dagegen konnte ich diese Art auf dieser Pflanze noch nicht finden. Die rote Kommaschildlaus (*Lepidosaphes rubri*) ist auf den Straßenlinden der Stadt Berlin fast überall vorhanden im Gegensatz zu Freilandlinden, z. B. in der Nähe vom Bahnhof Geltow. Bekannt ist, daß die Rosenschildlaus (*Aulacapsis rosae*) am häufigsten auf Kultur- und nur sehr selten auf Freilandrosen ge-

sehen wird. Die sogenannte Fichtenquirillaus (*Physokermes piceae*) und die Fichtenschmierlaus (*Phenacoccus piceae*) sind sehr leicht zu finden auf sogenannten Kummerfichten, wie sie auf unpassenden Böden in öffentlichen Anlagen, an Bahnhöfen und in der Nähe von Schutthalden vorkommen. Auf Urgestein wachsende größere Fichten beherbergen die Fichtenquirillaus dann häufig, wenn sie auf zu nassem Grunde stehen. Der an trockenem Standort stets von *Eulecanium corni* freie Liguster nimmt den Schädling in Massen an, wenn er auf einem Boden mit feuchtem Untergrund wächst. Kiefer wird nicht in allen Bodenarten von *Leucapsis pini* verseucht. Massenbesiedlung von *Kermes quercus* habe ich bisher nur an Eichen auf Sandboden gefunden, z. B. bei Naumburg im Wald von Goseck und Schönburg, bei Halle in der Dölauer Heide, bei Dessau im Forstamt Haideburg.

Auch auf die von einigen Schildlausarten hervorgerufenen Wachstumshemmungen, die durchaus nicht an allen Standorten der Wirtspflanzen in Erscheinung treten, ist hier hinzuweisen. Am häufigsten sind sie bei *Chionaspis salicis* auf *Alnus glutinosa* und bei *Aspidiotus ostreiformis* auf *Prunus mahaleb*, seltener bei *Chionaspis salicis* auf *Fraxinus excelsior* und *Salix caprea* sowie bei *Aspidiotus gigas* auf *Salix*. Die kräftigsten Eindellungen fand ich bei *Alnus glutinosa* an der Gera bei



Fig. 6. *Chionaspis salicis* mit Eindellungen auf Weide. Großbreitenbach (Thür.), 1934.

Plaue und am Dorfteich von Angstedt bei Gehren in Thüringen, bei Weiden im Räuscheltal bei Großbreitenbach (Textfig. 6) und bei *Fraxinus excelsior* in der Saale-Aue bei Naumburg, letztere immer gleichzeitig mit *Eulecanium corni*. Die Entstehung der Erscheinung ist zweifellos auf in diesem Fall besonders empfindlich reagierende Pflanzen zurückzuführen.

Das gleichzeitige Auftreten von mehreren Schildlausarten auf von einer Spezies stark heimgesuchten Wirtspflanzen deutet auf ein gleichartiges Verhalten dieser Schnarotzer hin. Wird ein Apfelbaum von *Lepidosaphes ulmi* überzogen, so kann an ihm mehr oder weniger häufig auch *Aspidiotus ostreiformis*, *Asp. piri* und *Eulecanium corni* gefunden werden. Bei *Eulecanium corni*-Befall stellen sich sehr oft ein: Auf Zwetsche *Lepidosaphes ulmi*, *Aspidiotus ostreiformis*, *Epidiaspis betulae* (in West- und Süddeutschland), *Physokermes coryli*, *Pulvinaria vitis* und *Phenacoccus aceris*, auf *Fraxinus excelsior* *Fonscolombea fraxini*, *Lepidosaphes ulmi*, *Aspidiotus ostreiformis* und *Hylesinus fraxini*, der bekannte Eschenrüssler, der die auffälligen Rosetten verursacht. Dieser Käfer gibt Gelegenheit, auf *Anisandrus dispar* und *Otiorrhynchus singularis* hinzuweisen, die eine Vorliebe für durch Verpflanzung oder Pfropfung im Stoffwechsel gestörte Apfelpflanzen haben. In Verbreitungsgebieten vermag *Otiorrhynchus singularis* frisch gepfropfte Pflanzen auffällig rasch aufzufinden und sehr zu schädigen. Für ältere Apfelbäumchen ist der Käfer ohne Bedeutung. Schließlich möchte ich noch auf die Bevorzugung gewisser Fichten durch die sonst so nützliche Herkulesameise (*Camponotus herculeanus*) hinweisen. Da der von dieser Ameise gefällte Baum (Textfig. 7), oberflächlich betrachtet, gesundes Holz hatte (Textfig. 8) und die benachbarten Bäume völlig unversehrt waren, bleibt nur die Annahme einer physiologischen Umstimmung.

Die Abhängigkeit der Massenvermehrung gewisser Schildlausarten vom Zustand der Wirtspflanze kann sich in der Anzahl der von ihnen hervorgebrachten Eier äußern. *Eulecanium corni* produziert die höchste Eizahl auf den optimal befallenen Pflanzenteilen, die geringste auf den extrem besiedelten. Auf letzteren wird ihre Entwicklung unter Umständen derart verzögert, daß es überhaupt nicht zur Eiablage kommt. Auf Zwetsche hat die bisher ermittelte Eizahl im Mittel zwischen 2020 Eiern auf einer durchschnittlichen Aststärke von 0,5 cm und 906 Eiern auf einer durchschnittlichen Aststärke von 0,25 cm geschwankt. Bei der Kommaschildlaus (*Lepidosaphes ulmi unisexualis*) konnte eine Abhängigkeit der Eizahl von Art und Zustand der Wirtspflanzen nicht festgestellt werden.

Schwankende Größenverhältnisse des eigentlichen Tierleibes wurden auf Grund zahlreicher Messungen bei *Lepidosaphes rubri* auf Weißbuche

ermittelt. Die von den Zweigen genommenen Tiere waren durchgehend auffällig größer als solche vom Stamm.

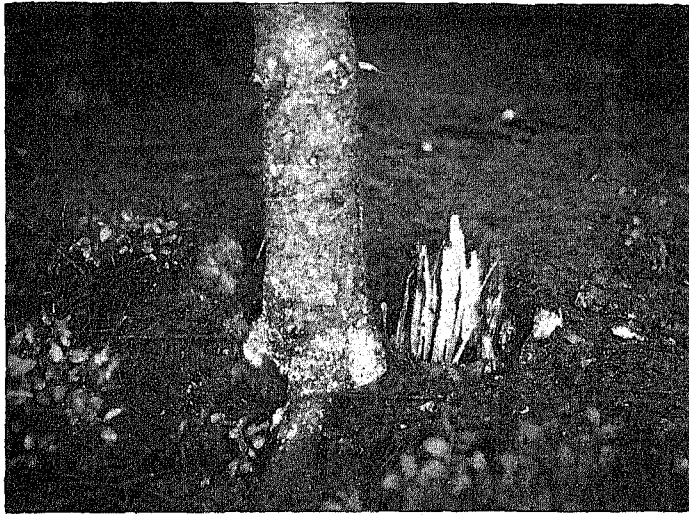


Fig. 7. Eine von der Herkulesameise (*Camponotus herculeanus*) gefällte Fichte. Großbreitenbach (Thür.), 1934.

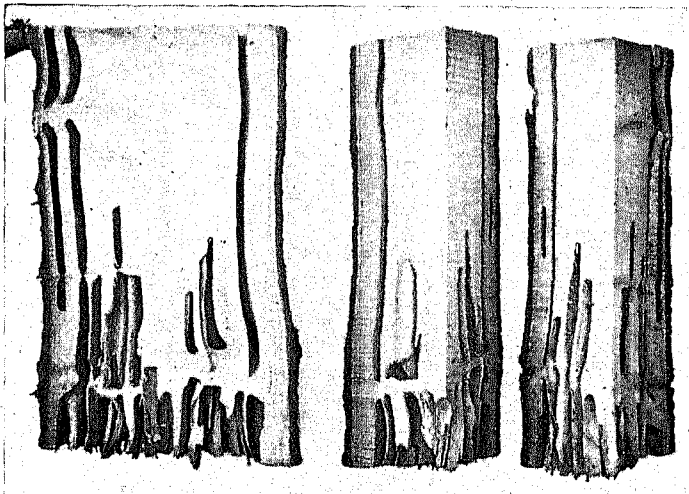


Fig. 8. Stamm-Durchschnitte der von *Camponotus herculeanus* gefällten Fichte.

Weitere interessante artspezifische Beeinflussungen betreffen die Geschlechtsbildung bei Schildläusen. So wurde bisher die männliche Larve von *Aspidiotus hederae* immer nur auf Zitrone, niemals auf stark befallener Aloe verschiedener Herkunft angetroffen. In den Jahren 1934 und 1935 sah ich an vielen Orten Massen von *Eulecanium pulchrum* auf Taxus und Thuja, die neben- und durcheinander standen. Männliche Tiere kamen aber immer nur auf Taxus und niemals auf Thuja vor. Des weiteren vermochte ich von unserer gewöhnlichen Kommaschildlaus nachzuweisen¹⁾, daß sie regelmäßige Männchen auf zahlreichen Wirtspflanzen bildet, u. a. auf Birke, Eiche, Buchs, daß sie aber auf Prunusarten, Crataegus, Sorbus, Weide, Esche u. a. stets ungeschlechtlich auftritt. Lediglich im Sommer 1936 fand ich auf der Insel Juist an *Salix repens* auch die zweigeschlechtliche Kommaschildlaus, deren Weibchen sich morphologisch von denen der eingeschlechtlichen Kommaschildlaus auf Weide aus der hiesigen Gegend nicht unterscheiden.

Diese Beispiele dürften gezeigt haben, daß die gegenüber *Eulecanium corni* gefundene Abhängigkeit ihrer Vermehrung vom Zustand ihrer Wirtspflanzen sich in den Rahmen zahlreicher anderer Beobachtungen und Feststellungen einfügt. Ohne Zweifel tritt dieser Konditionalismus bei Schildläusen wegen ihres weitgehend entwickelten Parasitismus, der zur Neotenie, Pleiosozontie und bei vielen Arten auch zur Verkümmern der äußeren Gliedmaßen geführt hat, besonders deutlich in Erscheinung; es sei aber daran erinnert, daß sich auch fressende Insekten auf derselben Pflanzenart je nach deren Standort verschieden schnell und gut entwickeln und daß gewisse Holzqualitäten ausschlaggebend von Standortbedingungen abhängig sind.

Und nun kurz noch einige Betrachtungen allgemeiner Art, die sich zwanglos aus den bisherigen Erörterungen ergeben.

Die als bewiesen anzusehende Zustandsänderung von Pflanzen in ihrer Beziehung zur Vitalität von auf pflanzlichem Dauergewebe saugenden Schmarotzern ist in der Hauptsache eine Funktion der durch die Gesamtstruktur des Bodens gegebenen Ernährungslage. Entsprechend der diesbezüglich gegebenen Mannigfaltigkeit muß auch das äußere parasitäre Befallsbild wechseln. Halten wir uns an das Grundsätzliche, so ergeben sich für die Massenvermehrung von auf Pflanzen schmarotzenden Schildläusen folgende Hauptbeziehungen:

1. Dauernde Massenvermehrung bei Verbleiben der Pflanzen in ausgesprochenen Befallsböden; auch junge Pflanzen werden davon betroffen.

¹⁾ Thiem, H., Über ein- und zweigeschlechtliche Kommaschildläuse (*Lepidosaphes ulmi unisexualis* und *bisexualis*, *L. rubri* und *L. newsteadi*) der deutschen Coccidenfauna. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 43, 640, 1933.

2. Schwankende Massenvermehrung:

- a) Bei Einwurzelung älterer Pflanzen in tiefer gelegene Schichten von Befallscharakter; Jungpflanzen bleiben so gut wie befallsfrei;
- b) Bei Einwurzelung älterer Pflanzen in tiefer gelegene Schichten von Resistenzcharakter; ältere Pflanzen vermögen sich zu bereinigen;
- c) Bei Umwandlung der Resistenzböden in Befallsböden infolge Vernässung oder Austrocknung;
- d) Bei Umwandlung der Befallsböden in Resistenzböden infolge Trockenlegung, zweckentsprechender Bearbeitung und Düngung.

Beispiele zu 1) und 2) sind bereits erörtert worden. Die Verwandlung eines Resistenzbodens durch Grundwassereinwirkung lernte ich 1920 in der Weichselniederung (bei Weichselburg) kennen, woselbst eine bisher wenig befallen gewesene große Zwetschenanlage eines sehr tüchtigen Besitzers überaus stark von *Eulecanium corni* heimgesucht wurde.

Schwere Bodenarten können bereits durch ausgiebige Niederschläge befallsfördernd beeinflusst werden; ich erinnere in dieser Hinsicht an die Entstehung der Rebenchlorose in derartigen Böden. Wenn Reben- und Obstgewächse plötzlich unter Schildlausplagen leiden, wie mir das z. B. von Ingelfingen (Württemberg), von Northeim (Franken) und von Muffendorf (b. Bonn a. Rhein) bekannt geworden ist, so handelt es sich zumeist um empfindliche Bodenarten. In dem Sandboden des staatlichen Weinbergs von Goseck bei Naumburg war *Eulecanium corni* recht selten, im staatlichen Schweigenberg bei Freiburg, der aus steinigem Muschelkalk besteht, hatte etwa jeder 5. Stock vereinzelt Läuse. In dem aus fast reinem Muschelkalk bestehenden Gewinn Züggernberg von Ingelfingen ist *E. c.* zur selben Zeit fast auf jeder Rebe in kleiner Anzahl vorhanden gewesen. Es wäre interessant, daraufhin die diesbezüglichen Verhältnisse in den um 1926 und 1927 von der Moselschmierlaus (*Heliooccus hystrix*) stark heimgesuchten Gebieten der Mosel zu untersuchen. Ich halte es für möglich, daß auch hier Beziehungen zwischen Massenbefall und der durch Witterungsverhältnisse beeinflussten Bodenstruktur bestanden haben.

Über Massenvermehrung von *Eulecanium pulchrum* infolge Boden-austrocknung bei niedrig gehaltenen, also flach wurzelnden Thuja- und Taxushecken habe ich 1934 berichtet¹⁾. Es ist damals aufgefallen, daß dieselben Pflanzen, wenn sie höher gehalten wurden, vom Schädling auch innerhalb von ausgesprochenen Befallsherden so gut wie verschont blieben.

¹⁾ Thiem, H., Zur Biologie und Bekämpfung der Nappschildlaus *Eulecanium pulchrum* King, March. (= *Lec. arion* Ldgr.) auf Koniferen. Nachrichtenbl. f. d. Dtsch. Pflanzenschutzdienst, 14, 75/76, 1934.

Seitdem ist die Plage an den von mir laufend beobachteten Stellen und zwar meist ohne jede direkte Bekämpfung zurückgegangen, offenbar, weil die nachfolgenden Jahre reich an Niederschlägen gewesen sind.

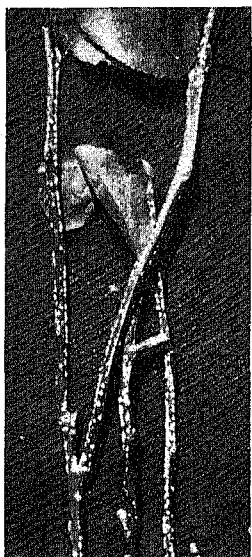


Fig. 9. Heidelbeere, von *Chionaspis salicis* stark befallen. Großbreitenbach (Thür.), 1931.

Im Haushalte der Natur verursachen Massenanhäufungen solcher Schmarotzer nicht selten den Untergang der betreffenden Wirtspflanze. Sie tragen so zur Verjüngung der Natur bei. Auf Heidelbeere kommt sehr häufig die Schildlaus *Chionaspis salicis* vor (Textfig. 9). Nimmt diese, was ich in Höhenlagen des Thüringer Waldes sehr häufig beobachtet habe, örtlich überhand, so gehen die betreffenden Pflanzen zugrunde. Der glatzenartig aussehende Herd greift dann weiter um sich und zieht, sofern er auf Pflanzen mit verminderter Widerstandskraft trifft, immer neue Kreise. Die Ursache dürfte sein, daß die Wirtspflanze infolge einseitiger Bodenausnutzung gegen den Schädling ihre anfängliche Widerstandsfähigkeit einbüßt. Indem sie ihm zum Opfer fällt, ist es anderen Pflanzen, die auf dem einseitig ausgenutzten Boden voll lebensfähig sind, möglich, sich daselbst anzusiedeln, dem Boden die ursprünglichen Nährstoffe zurückzugeben und so die Voraussetzungen für eine spätere Neu-

ansiedlung der Heidelbeere zu schaffen. Bei Heidelbeere kommt übrigens ein ähnliches Kräftespiel gegenüber *Pulvinaria ericae* vor (Textfig. 10).

Einen sehr merkwürdigen Befallsrückgang beobachtete ich vor Jahren in Naumburg bei der gewöhnlichen Kommaschildlaus (*Lepidosaphes ulmi unisexualis*). In einem Vorgarten stand eine hochgewachsene kräftige Kastanie, deren Stamm von den Schilden dieser Laus gleichmäßig überzogen gewesen ist. Mein Bemühen, an der Pflanze lebende Läuse bzw. intakte Eigelege nachzuweisen, war vergeblich. Eine ähnliche Sachlage war bei einer Anzahl Apfel- und Birnenpflanzen, die auf dem Gelände der Naumburger Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt standen, gegeben. Trotz Verkrustung mit Schilden erwachsener Läuse und zahlreicher in der Entwicklung steckengebliebener Erst- und Zweitlarven der Kommaschildlaus konnten keine oder nur ganz wenige fertile Altläuse gefunden werden.

Daß auch das Dickenwachstum der Bäume bzw. die äußere Gestaltung ihrer Korkschicht von Zeit zu Zeit den Massenwechsel der Art

beeinflusst, ist nicht verwunderlich, kann aber in den vorgenannten Fällen nicht als Ursache für den Rückgang ihrer Massenvermehrung angesehen werden. Vermutlich haben auch hier ungünstige Stoffwechselvorgänge der verseuchten Wirtspflanzen zur Unterbrechung ihrer Massenvermehrung geführt.

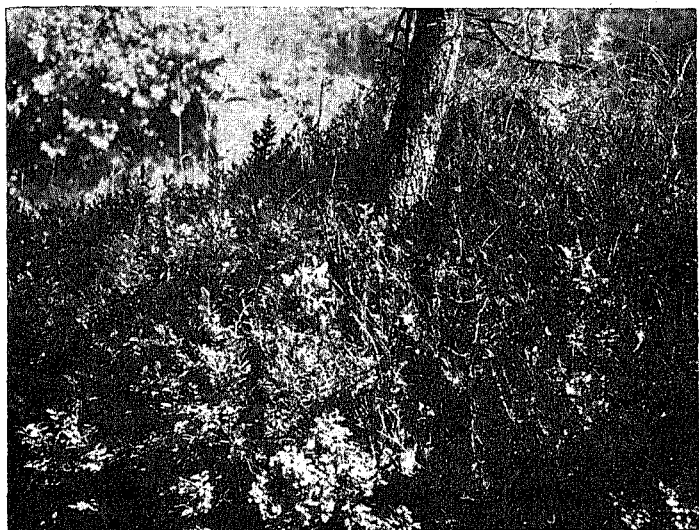


Fig. 10. Heidelbeere, durch Befall von *Pulvinaria ericae* und *Chionaspis salicis* größtenteils vernichtet. Großbreitenbach (Thür.), Juli 1931.

Kürzlich hat Mahdihassan seine Erfahrungen über die Entwicklungsbedingungen der Lackschildlaus in Indien mitgeteilt¹⁾. Seine Auffassung stimmt mit der hier vorgetragenen weitgehend überein; ich brauche diesbezüglich nur zu erwähnen, daß er gleichfalls prädisponierende Einflüsse annimmt, damit die Wirtspflanzen für die Massenvermehrung der Lacklaus empfänglich werden. Wenn er aber behauptet, daß *Gummosis* hierfür Vorbedingung sei, so vermag ich ihm darin nicht ohne Zögern zu folgen, weil er bisher keinen exakten Beweis für das Vorhandensein dieser Krankheit bei den betreffenden Bäumen erbracht hat und ich der Auffassung zuneige, daß nicht jede Zustandsänderung der Pflanzen im Sinne einer Erkrankung oder erhöhter Anfälligkeit gegenüber Schildläusen zu deuten ist. Ich habe im Laufe der Jahre zahlreiche kümmernde Wirtspflanzen von *Eulecanium corni* und anderen Schildlausarten mit und ohne Gummifluß gesehen, ohne immer im beträchtlichen Umfang diese

¹⁾ Mahdihassan, S., Predisposing Factors and Infections by Lac and other Scale Insects. Zeitschr. f. angew. Ent., 23, 265—280, 1936.

Schmarotzer angetroffen zu haben. Immerhin, der Gedanke ist wichtig genug, um ihn exakt zu überprüfen.

Mahdihassan weist mit Recht den Standpunkt der „Infektionisten“, die für das unterschiedliche Verhalten der Wirtspflanzen verschiedene Schildlausrassen verantwortlich machen, zurück. Die Unzulässigkeit einer solchen Auffassung habe ich vor Jahren gegenüber Suter, der ohne Berücksichtigung des physiologischen Zustandes der Pflanzen experimentierte und systematisierte, dargelegt¹⁾. Ich möchte das hier auch gegenüber Zweigelt bemerken, der Unterschiede in der Vergallungsfähigkeit der Blätter bei Ulme durch die Ulmenlaus auf Läuse-rassen zurückführen möchte²⁾. Obwohl zu beachten ist, daß die an rasch wachsenden (krautigen) Pflanzengeweben lebenden Blattläuse sich in vielerlei Hinsicht anders als Schildläuse verhalten³⁾, sollte auch hier der ökologische Gesichtspunkt zum mindesten beobachtet werden. Für die Stärke der Vergallung von Ulmen scheint ihr feuchter Standort nicht unwichtig zu sein.

Vom ökologischen Standpunkt aus liegt gegenüber *Eulecanium corni* eine unbedingte (absolute) und eine bedingte (relative) Form von Immunität vor. Erstere kann als Geno-Immunität, letztere als Phaeno- (oder Milieu-) Immunität bezeichnet werden. Genoisimmun sind Pflanzen, deren Reaktionsbreite in keinem Fall eine Massenentwicklung von Schildläusen zuläßt und phaenoimmun solche, deren Reaktionsbreite so liegt, daß sie nur unter bestimmten Bedingungen ihre Vermehrung verhindert bzw. begünstigt. In beiden Fällen liegt eine konstitutionell bedingte Erbllichkeit vor; ihr Unterschied besteht lediglich darin, daß bei den genoimmunen Pflanzen ihre Anpassungs- bzw. Reaktionsbreite weiter abliegt von der Vitalität der Parasiten als bei den phaenoimmunen. Stehen der Praxis derartige phaenoimmune Kulturpflanzen zur Verfügung, so ist es Aufgabe der Kulturtechnik, durch Standortswahl oder geeignete Bodenbearbeitung die parasitäre Phase ihrer Reaktionsbreite zu verhindern.

Man hört häufig die Auffassung, daß die Massenverbreitung von Schädlingen eine Folge des Massenanbaues von Einpflanzenkulturen sei. Das ist ohne Zweifel richtig, aber meiner Auffassung nach muß neben diesem Quantitäts-Standpunkt auch der ebenso wichtige Qualitäts-Gesichtspunkt Beachtung finden. Letzterer wurzelt letzten Endes in dem die Biologie beherrschenden Anpassungsproblem und ist ausgesprochen physiologisch orientiert. Gelingt es der Kulturtechnik, gegenüber derart ab-

¹⁾ s. S. 250, Anmerk. 1, S. 653.

²⁾ Zweigelt, F., Anpassung und Spezialisierung, Rassenbildung und Immunität. Denkschrift z. 70-jährigen Bestandsfeier d. Höheren Bundeslehranstalt und Bundesversuchsanstalt in Klosterneuburg, 185—140, 1930.

³⁾ s. S. 250, Anmerk. 1, S. 650.

hängigen Schädlingen den phaenoresistenten Zustand der Kulturpflanzen zu sichern, so bietet auch die Einpflanzenkultur keine Gefahr. Gelingt das nicht, so summieren sich die Gefahrenquellen und können zusammen unter Umständen Katastrophen herbeiführen.

Das schwierige physiologische Problem der Zustandsänderung von Pflanzen sollte von Seiten der Pflanzenphysiologie künftig mehr als bisher bearbeitet werden. Daß solche über Unterschiede individueller Erbveranlagung hinausgreifende Zustandsänderungen bei Pflanzen vorkommen, kann, vom biologischen Standpunkt aus, als bewiesen gelten und liegt jenseits von Spekulation und Naturphilosophie. Was uns fehlt, ist der exakte physiologische Ausdruck dafür.

Neue Entoparasiten der palaearktischen Heteropteren.

(Dritter Beitrag¹⁾ zur Kenntnis der Wanzenschmarotzer).

Von O. Michalk, Leipzig.

Die seit dem Erscheinen des letzten Beitrages fortgesetzten Beobachtungen haben neben Bestätigungen schon bekannter Fälle einige Neuentdeckungen gebracht, deren Veröffentlichung lohnend erscheint. Einige besonders interessante neue Fälle über die im Folgenden berichtet wird, sind das Verdienst des 1 $\frac{1}{2}$ Jahre im Deutschen Entomologischen Institut, Berlin-Dahlem, als Stipendiat beschäftigten Herrn Erwin Otten. Er hat sich dem Problem im Jahre 1937 mit großem Eifer gewidmet und konnte neben anderen wertvollen Feststellungen für die große Familie der Lygaeiden einen ersten sicheren Parasitenfall nachweisen. Für seine Liebenswürdigkeit, mir die Notizen seiner Beobachtungen für die nachfolgenden Angaben zur Verfügung zu stellen, danke ich ihm auch an dieser Stelle herzlich.

Über die Methodik der parasitologischen Untersuchung der Wanzen ist schon früher (s. Michalk, 1935, p. 129—131) gesprochen worden. Nachdem nun mancherlei Anfangserfolge vorliegen, tauchen auch für die schon bekannten Fälle neue Fragen auf, die Antwort heischen und in vielen Fällen unschwer nebenher mit gelöst werden können. Wann, zu welcher Jahreszeit werden die Wirte parasitiert? Wie, d. h. wo am Wirt wird das Ei abgelegt? Wie lange dauert die Entwicklung der Pa-

¹⁾ Michalk, O. & Riedel, M. P., Über Wanzenfliegen. Ent. Z. Frankfurt-Main, 47, 128—180, 1933; 168—171, 1934. — Michalk, O., Neue Beobachtungen über Wanzenfliegen . . . Märk. Tierwelt 1. 1935, p. 129—140.