

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft =  
Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss  
Entomological Society

**Herausgeber:** Schweizerische Entomologische Gesellschaft

**Band:** 37 (1964-1965)

**Heft:** 1-2

**Artikel:** Über einen Caudalhaarindex zur Charakterisierung von Klonen der  
Erbsenblattlaus *Acyrtosiphon pisum* Harris

**Autor:** Meier, W.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-401465>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Über einen Caudalhaarindex zur Charakterisierung von Klonen der Erbsenblattlaus *Acyrtosiphon pisum* HARRIS

von

W. MEIER

Eidgenössische Landwirtschaftliche Versuchsanstalt Zürich-Oerlikon.

## INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG . . . . .	2
MATERIAL UND METHODEN . . . . .	3
Charakterisierung der untersuchten Klone . . . . .	3
Zuchteinrichtungen . . . . .	6
DIE BERECHNUNG EINES CAUDALHAARINDEXES . . . . .	10
Zahl und Struktur der Caudalhaare bei <i>Acyrtosiphon pisum</i> . . . . .	10
Der Caudalhaarindex . . . . .	16
Der Caudalhaarindex bei verschiedenen Individuen von Klonen . . . . .	17
BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN KLONEN . . . . .	21
Messung der Entwicklungsgeschwindigkeit auf <i>Vicia faba</i> und <i>Pisum sativum</i> . . . . .	21
Messung der Dauer der Reproduktionsphase und der Vermehrungsrate auf <i>Pisum sativum</i> . . . . .	22
Präferenzversuche . . . . .	23
Antibiosisversuche . . . . .	25
CAUDALHAARINDEX UND BIOLOGISCHE RASSEN . . . . .	27
Die biologischen Rassen von <i>Acyrtosiphon pisum</i> . . . . .	27
Caudalhaarindex von grünen und roten Klonen von verschiedenen Wirtspflanzen . . . . .	29
Antibiosisversuch mit grünen Klonen von <i>Pisum sativum</i> auf verschiedenen Leguminosen . . . . .	30
Antibiosisversuch mit grünen Klonen von verschiedenen Leguminosen auf <i>Pisum sativum</i> . . . . .	31
Antibiosisversuch mit roten Klonen . . . . .	33
Auftreten von Sexualtieren und Caudalhaarindex . . . . .	33
Freilandbeobachtungen . . . . .	33
Photoperiodenversuch in der Klimakammer . . . . .	35
DISKUSSION DER ERGEBNISSE . . . . .	37
ZUSAMMENFASSUNG — SUMMARY . . . . .	39

## EINLEITUNG

In seinen « Contributions to a Monograph of the Aphididae of Europe » beschreibt HILLE RIS LAMBERS (1947) die Cauda von *Acyrtosiphon pisum* HARRIS als « very elongated triangular, acute, without the least constriction,  $\frac{3}{5}$ – $\frac{3}{4}$  of the length of the siphunculi, pale and nearly colourless, with 8–13 often adpressed, rather stiff, partly blunt hairs, which are irregularly placed ». Unterschiede in der Zahl der Caudalhaare und im prozentualen Anteil stumpfer und geknickter Haare ermöglichten die morphologische Abtrennung der auch in bezug auf das Wirtsspektrum und die Färbung von *Acyrtosiphon pisum* verschiedenen *A. pisum subspec. ononis* KOCH (MEIER 1957). Während bei den viviparen apteren Formen von *A. pisum subspec. ononis* 13–24 Caudalhaare und 5,8–33,3 Prozent stumpfe und geknickte Caudalhaare gefunden wurden, waren bei den analogen Formen von *A. pisum* 5–15 Caudalhaare und 44,5–100 Prozent stumpfe und geknickte Haare vorhanden. Mit Ausnahme der genannten Färbungsunterschiede fehlen im übrigen morphologische Unterscheidungsmerkmale. Anhand eines umfangreichen Materials sollten in vorliegender Arbeit Zahl und Struktur der Caudalhaare bei *Acyrtosiphon pisum* von verschiedenen Wirtspflanzen untersucht werden, wobei insbesondere die Verhältnisse für die auf den landwirtschaftlich wichtigen Leguminosen lebenden Tiere geprüft wurden. Die Untersuchungen umfassten vornehmlich grüne Formen von *Pisum sativum*, *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* und verschiedenen *Vicia*-Arten. In geringerem Ausmasse wurden auch rote Formen von *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* und *Pisum sativum* untersucht.

Nachdem anhand von Untersuchungen an Klonen gezeigt werden konnte, dass der Anteil gestumpfter, geknickter und gespaltener Caudalhaare als weitgehend konstantes morphologisches Merkmal betrachtet werden kann, sollte geprüft werden, ob und wieweit diese morphologische Differenzierung als Hinweis auf eine biologische Spezialisierung betrachtet werden kann. Die biologischen Untersuchungen umfassten die Prüfung der Eignung verschiedener Wirtspflanzen für eine grössere Zahl von Klonen mit unterschiedlicher Caudalhaarstruktur und Beobachtungen über das Auftreten von Sexualtieren.

In einer einleitenden Serie von Gewächshausversuchen wurde der Frage nachgegangen, inwieweit die mehr oder weniger gute Eignung der Wirtspflanze sich auf Entwicklungsgeschwindigkeit, Vermehrung und Lebensdauer von *A. pisum*-Tieren auszuwirken vermag. Zudem sollte festgestellt werden, ob bei verschiedenen Klonen Unterschiede im Präferenzverhalten gegenüber verschiedenen Leguminosen festzustellen sind oder nicht und inwieweit von einzelnen Leguminosen eine Antibiosiswirkung ausgeht. Nachdem bei allen Prüfungen gleichsinnige Beeinflussung festzustellen war, schien eine Beschränkung auf die Prüfung der Antibiosiswirkung bei den an einer grösseren Zahl von Klonen

durchgeführten anschliessenden Untersuchungen zur Frage eines Zusammenhanges zwischen Caudalhaarstruktur und Wirtspflanzenspektrum angebracht.

Vom praktischen Standpunkte aus kommt der Frage, von welchen mehrjährigen Überwinterungspflanzen aus Erbsen durch Blattläuse befallen werden, besondere Bedeutung zu. Aus diesem Grunde wurde der Prüfung der Eignung von *Pisum sativum* als Wirtspflanze für Klone von mehrjährigen Schmetterlingsblütlern sowie der Eignung mehrjähriger Leguminosen als Wirtspflanzen für Klone, die auf Erbse gesammelt worden waren, besondere Beachtung geschenkt. Die Frage nach verschiedenen, in bezug auf ihr Wirtsspektrum spezialisierten biologischen Rassen von *Acyrtosiphon pisum* ist nicht zuletzt auch im Hinblick auf die Aufklärung der Epidemiologie der durch diese Art übertragenen Leguminosenviren von besonderem Interesse.

Die Untersuchungen über das Auftreten von Sexualtieren bei verschiedenen Klonen sind angeregt worden durch die Feststellung, dass einzelne Klone sich im Herbst unter Freilandbedingungen ausschliesslich parthenogenetisch weitervermehrten, beziehungsweise beim Absterben der Wirtspflanzen im Freiland einzugehen drohten.

Für die vorliegende Arbeit wurde mir die Unterstützung des Entomologischen Institutes der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich zuteil. Im Rahmen einer Diplomarbeit beim Leiter dieses Institutes, Herrn Prof. Dr. P. BOVEY, konnte Herr cand. ing. agr. TH. SOLAND mit der Durchführung der in Kapitel 4 beschriebenen Präferenz- und Antibiosisversuche sowie der Versuche über Wachstum und Vermehrung von Klonen der Erbsenblattlaus auf verschiedenen Wirtspflanzen betraut werden. Die Herren stud. ing. agr. TH. EGLI und H. LAUBER untersuchten im Rahmen von Semesterarbeiten verschiedene *A. pisum*-Klone von Luzerne und Rotklee. Ersterer hat zudem unter Anleitung von Herrn Dr. V. DELUCCI, Mitarbeiter am genannten Institut, die in Abbildung 8 wiedergegebene Zeichnung angefertigt. Herrn Professor BOVEY und allen den genannten Herren danke ich für die bereitwillige Zusammenarbeit bestens. Für die Betreuung der Zuchten und Mitarbeit bei den Untersuchungen bin ich auch meinen Mitarbeitern, Fräulein M. STAHEL und Herrn M. BIETENHADER, zu Dank verpflichtet. Herrn M. HIRNER danke ich für die Anfertigung der Photographien.

## MATERIAL UND METHODEN

### Charakterisierung der untersuchten Klone

Insgesamt sind 55 Klone von *Acyrtosiphon pisum* untersucht worden. In *Tabelle 1* sind Bezeichnung, Wirtspflanze, Fundort, Färbung und Caudalhaarindex der geprüften Klone aufgeführt. Zudem wird angegeben, in welchem Jahre mit der Untersuchung des betreffenden

Klones begonnen wurde. Die Berechnung des Caudalhaarindexes beruht, wie später noch gezeigt wird, auf der Untersuchung von je 10 apteren Tieren. Die Klone, die im Laufe der Untersuchungsperiode vorzeitig eingingen oder aus bestimmten Gründen nicht weitergeprüft wurden, sind in der Tabelle nicht aufgeführt. Die ursprüngliche, der Chronologie der Funddaten entsprechende Numerierung der Klone ist jedoch beibehalten worden.

TABELLE 1  
*Untersuchte Klone*

Bezeichnung	Wirtspflanze	Fundort	Beginn der Untersuchung	Farbe	Caudalhaarindex
K 1	<i>Pisum sativum</i>	Frauenfeld	1962	grün	1,61
K 2	<i>Pisum sativum</i>	Weinfelden	1962	grün	1,76
K 3	<i>Pisum sativum</i>	Bürglen TG	1962	grün	1,71
K 4	<i>Pisum sativum</i>	Witzwil	1962	grün	1,57
K 5	<i>Vicia faba</i>	Wallenstalden	1962	gelblich	0,62
K 6	<i>Medicago sativa</i>	Reckenholz ZH	1962	rot	0,29
K 7	<i>Medicago sativa</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	0,62
K 8	<i>Vicia cracca</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	1,58
K 9	<i>Vicia cracca</i>	Adlikon	1963	grün	1,37
K 10	<i>Pisum sativum</i>	Teufen ZH	1963	grün	0,55
K 11	<i>Pisum sativum</i>	Teufen ZH	1963	rot	1,10
K 12	<i>Pisum sativum</i>	Landquart	1963	grün	0,64
K 13	<i>Pisum sativum</i>	Landquart	1963	grün	1,00
K 14	<i>Onobrychis sativa</i>	Stetten SH	1963	grün	0,69
K 15	<i>Vicia sepium</i>	Strickhof ZH	1963	grün	1,11
K 16	<i>Pisum sativum</i>	Teufen ZH	1963	rot	0,67
K 17	<i>Pisum sativum</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	0,76
K 18	<i>Medicago sativa</i>	Dielsdorf	1963	rot	0,56
K 19	<i>Medicago sativa</i>	Andelfingen	1963	grün	1,26
K 21	<i>Vicia faba</i>	Seegräben	1963	grün	1,00
K 22	<i>Vicia faba</i>	Hasenberg AG	1963	grün	0,68
K 23	<i>Pisum sativum</i>	Messen	1963	grün	0,30
K 24	<i>Pisum sativum</i>	Grossaffoltern	1963	grün	0,57
K 25	<i>Pisum sativum</i>	Löhningen	1963	grün	0,81
K 26	<i>Pisum sativum</i>	Frauenfeld	1963	grün	0,30
K 27	<i>Pisum sativum</i>	Frauenfeld	1963	grün	1,26
K 28	<i>Pisum sativum</i>	Pfyn	1963	grün	0,22
K 29	<i>Pisum sativum</i>	Elgg	1963	grün	1,58
K 30	<i>Medicago sativa</i>	Reckenholz ZH	1963	rot	0,27
K 31	<i>Medicago sativa</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	0,17
K 32	<i>Medicago sativa</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	0,28
K 34	<i>Medicago sativa</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	0,35
K 35	<i>Medicago sativa</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	0,21
K 36	<i>Medicago sativa</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	1,05
K 37	<i>Medicago sativa</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	1,11
K 38	<i>Medicago sativa</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	1,03
K 39	<i>Medicago sativa</i>	Reckenholz ZH	1963	rot	1,39
K 40	<i>Medicago sativa</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	1,12
K 42	<i>Trifolium pratense</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	0,34

Bezeichnung	Wirtspflanze	Fundort	Beginn der Untersuchung	Farbe	Caudalhaarindex
K 43	<i>Trifolium pratense</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	0,13
K 50	<i>Trifolium pratense</i>	Reckenholz ZH	1963	rot	0,49
K 51	<i>Trifolium pratense</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	0,26
K 52	<i>Trifolium pratense</i>	Reckenholz ZH	1963	rot	0,72
K 53	<i>Trifolium pratense</i>	Reckenholz ZH	1963	grün	1,62
K 54	<i>Trifolium pratense</i>	Reckenholz ZH	1963	rot	0,38
K 55	<i>Trifolium pratense</i>	Reckenholz ZH	1963	rot	0,63

Die Färbung von *Acyrtosiphon pisum* ist sehr uneinheitlich. Neben hellgrünen Tieren kommen auch dunkler grüne Formen vor. Auf *Medicago sativa* treten neben grünen auch rote Formen auf, das gleiche gilt für *Trifolium pratense*, *Vicia faba* und *Lathyrus odoratus*. Charakteristisch sind die dunkelrot oder grün mit dunkler Rückenpartie gefärbten Formen von *Ononis spinosa* sowie eine gelbe Form von *Lotus uliginosus*. F. P. MÜLLER (1962) glaubt auf Grund experimenteller Ergebnisse, dass auch *Trifolium pratense* und *Vicia faba* zum Wirtspflanzenkreis der gelben Form von *Lotus uliginosus* gehören. Tatsächlich konnten wir im Winter 1961/1962 auf *Trifolium pratense* anholozyklisch überwinterte gelbliche Tiere in einem Glashaus finden. Leider ging die Zucht dieser Tiere bald ein. — Erbsen sollen nach zahlreichen Beobachtungen ausschliesslich von grünen Formen besiedelt werden. Auch in unsern eigenen, bis zum Jahre 1954 zurückgehenden Untersuchungen an Erbsen hatten wir bis vor kurzem ausschliesslich grüne Tiere gefunden. Im Frühjahr 1963 fand cand. ing. agr. TH. SOLAND auf Erbsen auch rote Läuse, die wir in Zucht nahmen. Wie nachfolgend noch zu zeigen sein wird, verhalten sich die Läuse dieser Herkunft deutlich anders als die roten Formen von *Trifolium pratense* und *Medicago sativa*. — In den USA und in Canada sollen bisher ausschliesslich grüne *A. pisum* gefunden worden sein.

In Zucht behalten die grünen und roten Formen ihre Farbe bei gleichen Umweltsverhältnissen bei. Es werden auch Geschlechtstiere der gleichen Farbe produziert. Die aus den Eiern geschlüpften Fundatrix-Larven sowie die Fundatrizen sind ausnahmslos grün. Die erste fundatrixogene Generation zeigt je nach Herkunft rote beziehungsweise grüne Färbung (F. P. MÜLLER 1962, G. FRÖHLICH 1962, M. MARKKULA 1963). F. P. MÜLLER konnte durch Bastardisierungsversuche nachweisen, dass grüne und rote Färbung bei *A. pisum* als erblich fixierter Faktor anzusehen ist. Die rote Farbe ist dabei dominant. Bei dichter Besiedlung zeigten sich in roten Populationen hell gefärbte Tiere, doch erwies sich diese Farbveränderung als reversibel. FRÖHLICH (1962) hat festgestellt, dass sich die Färbung durch Temperatureinflüsse verändern lässt. In einem Falle wurde bei extremen Temperaturen (20 Tage bei 30–35° C) ein irreversibler Farbumschlag von rot auf grün beobachtet.

Vom 26.VIII.1963 bis zum 26.IX.1963 hielten wir insgesamt 25 grüne und 6 rote Klone im Freiland. Die Zuchten wurden auf der Nordseite eines Schuppens unter einem Vordach aufgestellt. Direkte Sonnenbestrahlung konnte so vermieden werden. Die Durchschnittstemperatur im Freiland betrug 13,8° C, die höchste gemessene Temperatur lag bei 28° C, die tiefste Temperatur bei 5° C. Die unter Laternengläsern auf *Vicia faba* gehaltenen Läuse entstammten den im Labor unter Dauerlicht gehaltenen Zuchten. Die grünen Klone gingen auf Einzeltiere zurück, die auf *Pisum sativum* (8), *Medicago sativa* (8), *Vicia cracca* (2), *Onobrychis sativa* (1), *Trifolium pratense* (2), *Vicia faba* (2) und *Vicia sepium* (1) gefunden worden waren. Die roten Klone kamen von *Medicago sativa* (2), *Trifolium pratense* (2) und *Pisum sativum* (2). Stammzucht und Freilandzucht wurden bei möglichst gleicher Besiedlungsdichte gehalten. Anlässlich der am 26.IX durchgeführten Kontrolle stellten wir bei den grünen Klonen der Laborzucht durchwegs hellere ungeflügelte Tiere fest als bei der Freilandzucht; die Larven der Laborzuchten waren hellgrün bis gelblich, zum Teil leuchtend gelb gefärbt. Die Larven der im Freiland aufgestellten Klone waren höchstens wenig heller als die ausgewachsenen ungeflügelten Tiere. Je ein in der Freilandzucht dunkler grün gefärbter Klon von *Vicia sepium*, *Onobrychis sativa*, *Medicago sativa*, *Vicia cracca* und *Trifolium pratense* wiesen in der Laborzucht nur in der Kopfpattie leicht gelbliche und im übrigen grünliche Larven auf. Bei den roten Klonen von *Pisum sativum* und zum Teil auch von *Medicago sativa* waren in der Laborzucht die Larven leuchtender rot als im Freiland. Bei allen roten Klonen im Freiland und zum Teil auch im Labor waren vereinzelt etwas grünlich getönte ungeflügelte Tiere vorhanden. Die Beobachtungen weisen erneut darauf hin, dass die Färbung von *A. pisum* durch Umweltseinflüsse zum Teil ziemlich stark modifiziert werden kann.

Bei einem einzigen aus einer Fundatrix gezogenen roten Klon von *Medicago sativa* war, in Bestätigung der weiter oben aufgeführten Literaturangaben, die Fundatrix grün. Die oviparen Weibchen grüner Klone waren durchwegs grün bis dunkelgrün, diejenigen roter Klone wiesen eine rötliche Kopfpattie auf und waren oft auch gegen die Cauda wieder etwas rötlich angelaufen, die übrige Körperfärbung war grün. Die Männchen grüner Klone waren sowohl in der ungeflügelten als auch in der geflügelten Form mit Ausnahme der stärker chitinisierten dunklen Teile grün, diejenigen roter Klone rötlich mit in der Regel leicht grünlichen Abdomen.

### Zuchteinrichtungen

Für die Zucht der Läuse und die Durchführung von Gewächshausversuchen kamen verschiedene Methoden zur Anwendung: Mit Gaze abgeschlossene Laternengläser und Cellophansäcke, die über die in

Töpfen angezogenen Versuchspflanzen gestülpt wurden, mit Metallfedern an die Blätter der Pflanzen angeheftete Plastickäfige sowie belüftete Glaskasten über Eternitbehältern für die Versuche mit einer größeren Zahl von Versuchspflanzen. Die Versuche wurden im Gewächshaus, im Labor, in Klimakammern oder im Freiland aufgestellt. In den Gewächshauskabinen konnte die Temperatur durch Lüftung und Schattierung durchwegs unter 30° C gehalten werden.

Sämtliche Klone wurden vorerst auf *Vicia faba* unter Laternengläsern (Abb. 1) in Zucht genommen. Die aus den Untersuchungen von F. P. MÜLLER (1962) hervorgehende gute Befallsfähigkeit sämtlicher geprüften biologischen Rassen von *A. pisum* gegenüber dieser Pflanze konnte dabei bestätigt werden. Für die Anzucht der Pflanzen wurden



Abb. 1. — Blattlauszucht unter Laternengläsern, Antibiosisversuch.

Tontöpfe mit 15 cm oberem Durchmesser verwendet. Über der Erde wurde mittelfeiner Quarzsand bis zum Rand des Topfes aufgefüllt, in den die Laternengläser eingedrückt werden konnten. Dadurch war ein sicherer Verschluss gewährleistet. Die Töpfe mit den Laternengläsern wurden zudem in Unterteller oder Bleche, die mit Wasser gefüllt waren, eingestellt. Ein Zu- oder Abwandern von Läusen zu den Pflanzen wurde so zusätzlich ausgeschlossen. Mit Ausnahme von *Vicia sativa*, die gelegentlich vorzeitig vergilbte, überstanden die Versuchspflanzen die Beobachtungszeit unter den Laternengläsern gut. — Bei Zucht der



Abb. 2. — Blattlauszuchten unter Cellophansäcken in der Klimakammer, Vermehrungsversuch.

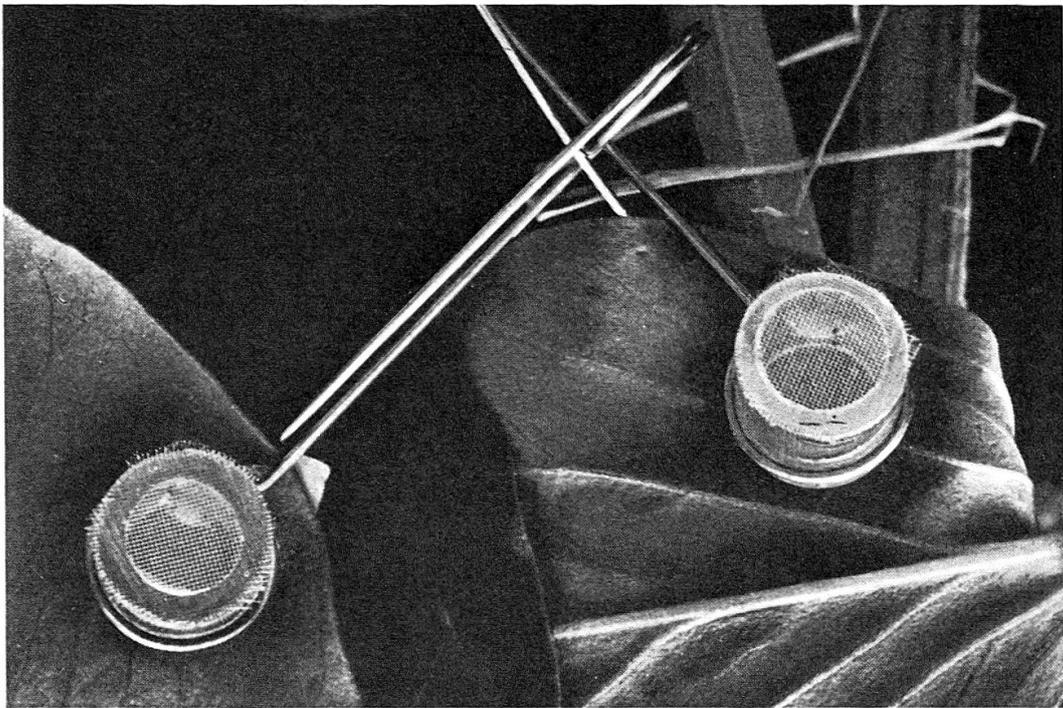


Abb. 3. — Zuchtkäfige zum Anheften an Pflanzen.

Läuse unter Cellophansäcken (Abb. 2) wurden Töpfe von 6 cm oberem Durchmesser verwendet. Über der Erde wurde ebenfalls Quarzsand aufgefüllt, wodurch das Auffinden abgefallener Läuse erleichtert wurde. Die in den Abbildungen 3 und 4 dargestellten Zuchtkäfige bestehen aus Plasticröhrchen von 1 cm Höhe und 1 cm Durchmesser, einer aufgeklemmten und angeleimten Metallfeder sowie einem Nylongazeabschluss auf der Oberseite. Zur Vermeidung von Blattschädigungen wird zwischen Metallfeder und Blatt ein Stückchen festes Papier eingeschoben.



Abb. 4. — Versuche über die Entwicklungsdauer auf *Vicia faba* und *Pisum sativum*.  
 Abb. 5. — Blattlauszucht in Glaskasten, Präferenzversuch.

Die für die Versuche mit jeweils mehreren Pflanzenarten verwendeten Glaskasten weisen eine Länge von 70 cm, eine Breite von 30 cm und eine Höhe von 60 cm auf. Die Pflanzen wurzeln in einem Eternitbehälter mit Erde, der in ein Holzgestell eingelassen ist. In der Mitte der als Abschluss dienenden, abhebbaren Glasplatte befindet sich eine Öffnung von 3 cm Durchmesser. Diese mit Gaze abgeschlossene Öffnung ermöglicht den Austritt der mit Hilfe eines Ventilators durch einen Plastic Schlauch in den Glaskasten geblasenen Luft. Die Luftzirkulation verhindert die Bildung von Kondenswasser an den Glaswänden. Die Bewässerung der Pflanzen erfolgt von aussen durch Kupferrohre, die

durch den Eternitbehälter ins Innere des Glaskastens führen. Abbildung 5 zeigt einen Ausschnitt aus einem Versuch in einem der beschriebenen Glaskasten.

Die Versuchspflanzen wurden bei sämtlichen Arten aus Samen einheitlicher Herkunft gezogen. Die *Vicia faba*- und *Pisum sativum*-Pflanzen hatten bei Zucht unter Laternenglas jeweils erst eine Höhe von wenigen Centimetern. Wir verwendeten die Ackerbohnsorte Windsor weiss und die blattlausanfällige Erbsensorte Alaska. Gleich wie bei Ackerbohnen und Erbsen wurden auch bei den übrigen Pflanzenarten für die verschiedenen Versuche möglichst gleichaltrige Pflanzen verwendet. Die im Gewächshaus angezogenen *Trifolium pratense*-, *Medicago sativa*-, *Vicia sativa*- und *Vicia villosa*-Pflanzen hatten zu Versuchsbeginn jeweils ein Alter von etwa 50 Tagen.

## DIE BERECHNUNG EINES CAUDALHAARINDEXES

### Zahl und Struktur der Caudalhaare bei *Acyrtosiphon pisum*

In früheren Untersuchungen hatten wir bei ungeflügelten grünen Formen von *A. pisum* von *Medicago sativa*, *Trifolium pratense*, *Lathyrus pratensis* und *Vicia villosa* 7–15, bei ungeflügelten grünen Tieren von *Pisum sativum* 5–14 Caudalhaare festgestellt (MEIER 1957). Diese Werte decken sich im wesentlichen mit den von HILLE RIS LAMBERS (1947) und FRÖHLICH (1962) angegebenen Zahlen. Die bei *A. pisum* *subspec. ononis* KOCH gefundene höhere Zahl von Caudalhaaren konnte durch F. P. MÜLLER (1962) bestätigt werden. Die entsprechenden Werte liegen im Bereich von 13–22 Caudalhaaren.

Im Laufe unserer neueren Arbeiten wurden Untersuchungen über die Caudalbehaarung bei 250 ungeflügelten und 150 geflügelten Tieren von verschiedenen Wirtspflanzen einschliesslich *Ononis spinosa* angestellt. Wie bei den früheren Untersuchungen wurden die Blattläuse für die mikroskopische Untersuchung nach der von HILLE RIS LAMBERS (1950) angegebenen Methode präpariert. Wir fanden bei ungeflügelten Tieren 6–18, bei geflügelten Tieren 6–17 Caudalhaare. In den Abbildungen 6 und 7 sind die Ergebnisse der Untersuchungen graphisch dargestellt, wobei neben der Anzahl Caudalhaare auch die prozentualen Anteile abgestumpfter Haare an der Gesamtzahl der Caudalhaare aufgetragen wurden. In den Werten für abgestumpfte Caudalhaare sind auch die spärlicher auftretenden geknickten und gespaltenen Haare enthalten. Sowohl hinsichtlich der Zahl der Caudalhaare als auch in bezug auf den Anteil abgestumpfter Haare liegt demnach eine grosse Streubreite vor. Wir fanden bis zu mehr als 80 Prozent gestumpfte, geknickte oder gespaltene Haare. Auffallend war sowohl bei den ungeflügelten wie den geflügelten Formen, dass mit zunehmendem Anteil

abgestumpfter Haare an der Gesamtzahl der Caudalhaare pro Individuum vermehrt besonders stark gestumpfte beziehungsweise tief geknickte oder gespaltene Caudalhaare auftraten. Abbildung 8 zeigt neben normalen verschieden stark gestumpfte sowie ein geknicktes Caudalhaar. Deutliche Unterschiede in der Stärke der Stumpfung sind zwischen den mit C und D bezeichneten Haaren zu erkennen, wobei D

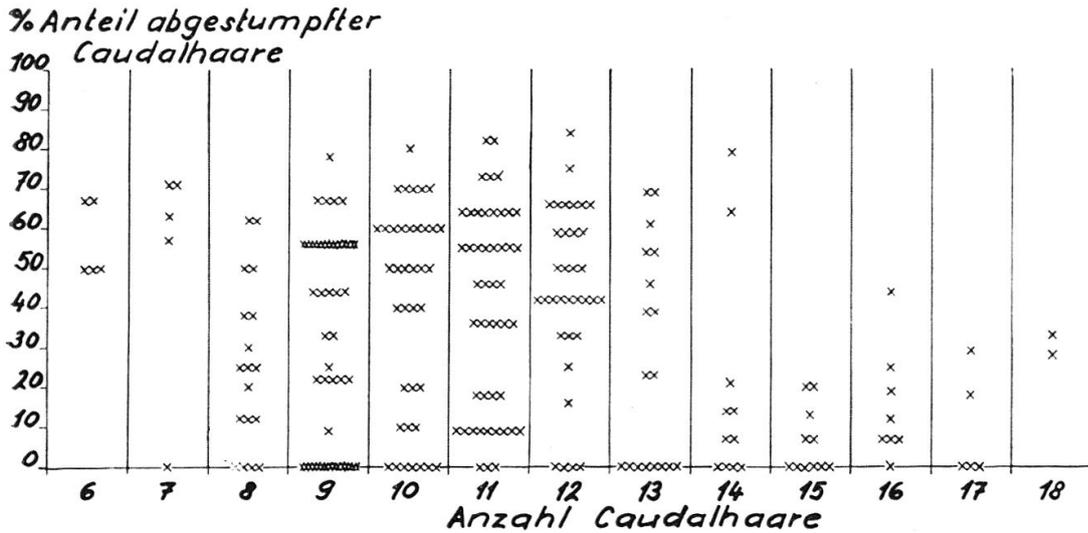


Abb. 6. — Anzahl Caudalhaare und prozentualer Anteil abgestumpfter Haare bei 250 ungeflügelten Tieren von *Pisum sativum*, *Medicago sativa*, *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*, *Lotus uliginosus*, *Lathyrus pratense*, *Vicia faba*, *Onobrychis sativa*, *Anthyllis vulneraria*, *Ononis spinosa*, *Sarothamnus scoparius*, *Cytisus capitatus*.

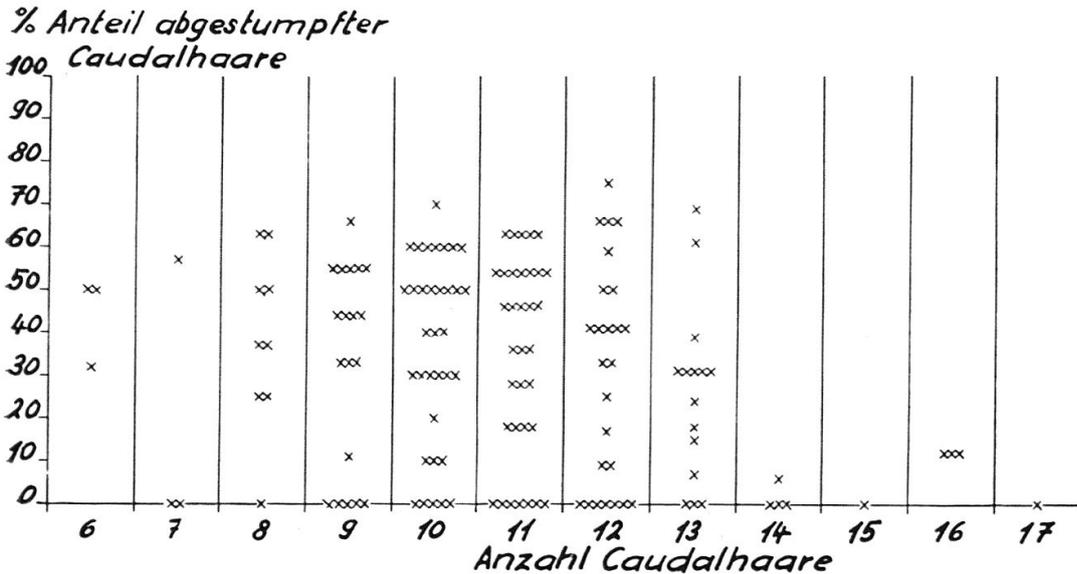


Abb. 7. — Anzahl Caudalhaare und prozentualer Anteil abgestumpfter Haare bei 150 geflügelten Tieren von *Pisum sativum*, *Medicago sativa*, *Trifolium pratense*, *Lotus uliginosus*, *Lathyrus pratense*, *Vicia villosa*, *Onobrychis sativa*, *Hippocrepis comosa*, *Sarothamnus scoparius*, *Cytisus capitatus*, *Genista germanica*.

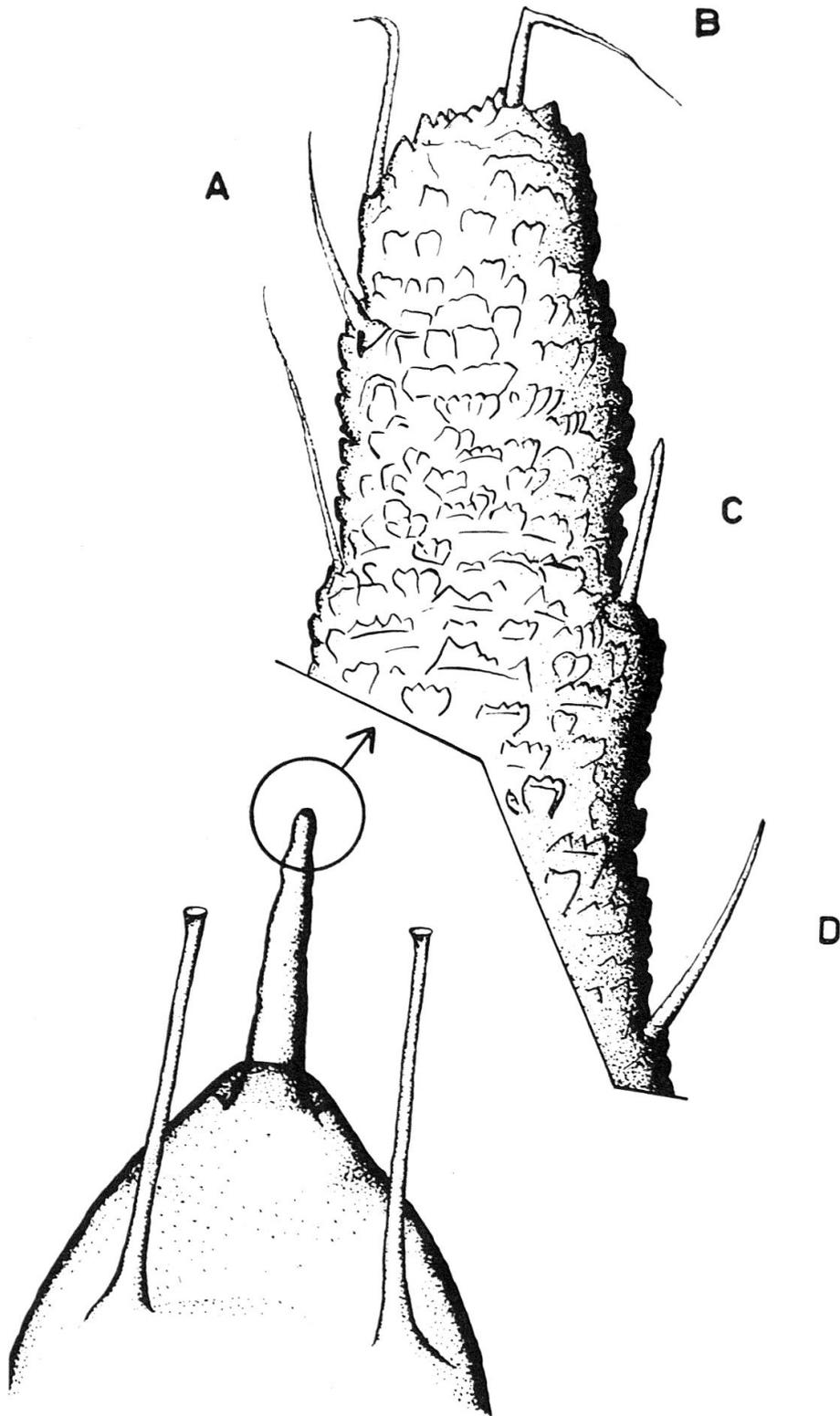


Abb. 8. — A, normale Caudalhaare ; B, Caudalhaar geknickt ; C, mittelstark gestumpftes Caudalhaar ; D, schwach gestumpftes Caudalhaar.

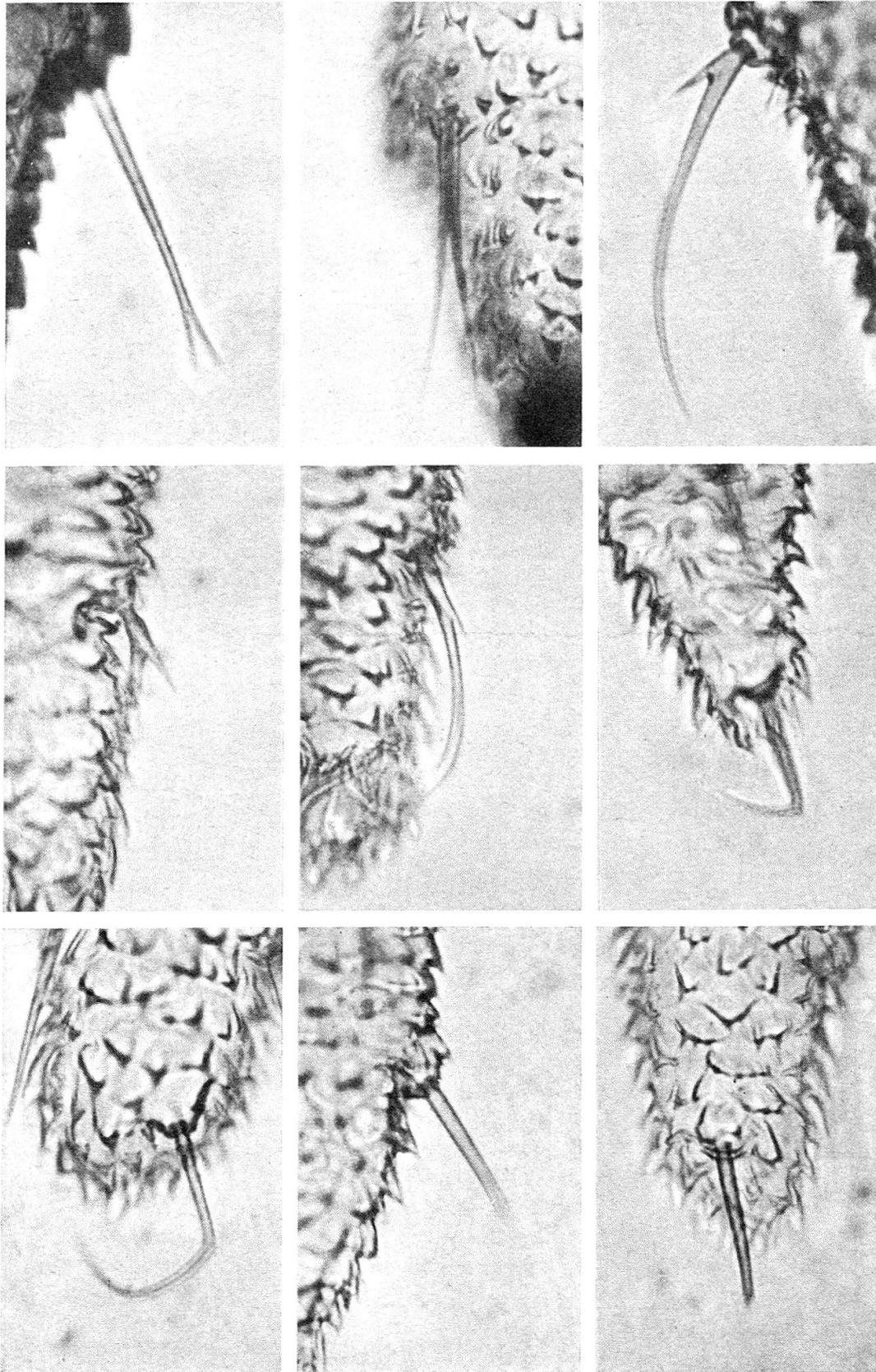


Abb. 9. — Beispiele gestumpfter, geknickter und gespaltener Caudalhaare.  
Vergr. ca 580 ×.

ein nur an der äussersten Spitze stumpfes Haar darstellt. In Abbildung 9 sind Aufnahmen von stark gestumpften, geknickten und gespaltenen Caudalhaaren zusammengestellt.

Im Hinblick auf die festgestellte Variabilität in bezug auf den Grad der Abstumpfung, Knickung und Spaltung der Caudalhaare erschien eine morphologische Differenzierung angebracht. Es wurden in der Folge drei Gruppen unterschieden :

*Gruppe 1* : Caudalhaar schwach abgestumpft, Länge mehr als die Hälfte eines normalen Haares an der Basis der Cauda ausmachend. In diese Gruppe gehören vorwiegend nur an der äussersten Spitze abgestumpfte Caudalhaare.

*Gruppe 2* : Caudalhaar mittelstark gestumpft, Länge ein Drittel bis die Hälfte eines normalen Haares an der Basis der Cauda ausmachend. Analoge Länge bei geknickten und gespaltenen Haaren, gemessen von der Basis bis zur Stelle der Knickung oder Spaltung.

*Gruppe 3* : Caudalhaar stark gestumpft, Länge weniger als ein Drittel eines normalen Haares an der Basis der Cauda ausmachend. Bei geknickten und gespaltenen Haaren beträgt die Länge von der Haarbasis bis zur Stelle der Knickung oder Aufspaltung etwa ein Drittel eines Normalhaares.

Die Messung von Caudalhaaren an der Basis der Cauda lässt sich bei der normalerweise etwas gekrümmten Form der Haare unter dem Mikroskop oft nicht genau durchführen. Wir gingen daher dazu über, mit Näherungswerten zu arbeiten. Mit einem geeichten Zeiss-Winkel-Standardmikroskop wurde bei 8-facher Okular- und 40-facher Objektivvergrößerung unter Benützung eines 1,6-fachen Vergrößerungswechslers eine durchschnittliche Länge eines Normalhaares von rund 30 Mikrometerteilstrichen, entsprechend  $80,70 \mu$  festgestellt. Die in Gruppe 3 einzureihenden Caudalhaare durften demnach maximal eine Länge von 10 Teilstrichen haben, entsprechend  $26,90 \mu$ , diejenigen von Gruppe 2 mussten eine Länge von 10–15 Teilstrichen, oder  $26,90$ – $40,35 \mu$  aufweisen. Diese vereinfachte Messmethode ermöglicht die Untersuchung einer grossen Zahl von Haaren in kurzer Zeit. Sie dürfte als Grundlage für die Berechnung des nachfolgend beschriebenen Caudalhaarindex genügend Genauigkeit aufweisen.

In den Abbildungen 10 und 11 sind prozentualer Anteil abgestumpfter Caudalhaare an der Gesamtzahl der Caudalhaare und das Auftreten schwach, mittel und stark gestumpfter Haare bei 250 ungeflügelten und 150 geflügelten Tiere verschiedener Herkunft dargestellt. Es geht daraus hervor, dass bei Tieren, die einen geringen Anteil abgestumpfter Caudalhaare aufweisen, diese zu einem überwiegenden Anteil nur schwach und zu einem geringen Teil mittelstark abgestumpft sind. Bei

den Tieren mit 0-20 Prozent abgestumpfter Caudalhaare waren sowohl bei den ungeflügelten als auch den geflügelten Formen keine stark abgestumpften Caudalhaare vorhanden. Mit zunehmendem prozentualen Anteil abgestumpfter Caudalhaare erscheinen vermehrt auch stark abgestumpfte Haare. Bei den Tieren mit 60-70 Prozent abgestumpften Caudalhaaren gehören bei den ungeflügelten Formen mehr

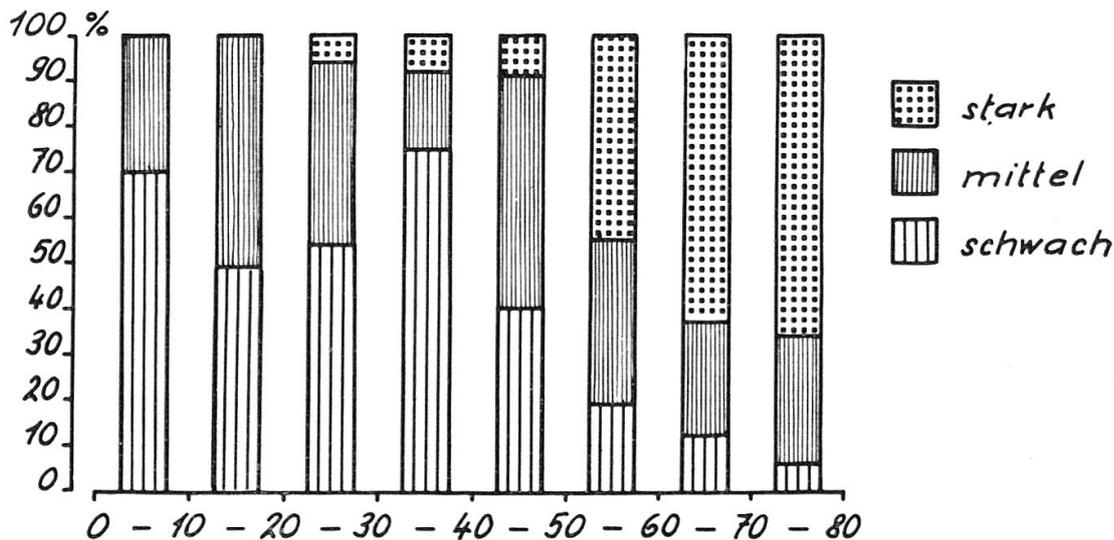


Abb. 10. — Prozentualer Anteil abgestumpfter Caudalhaare (Gruppeneinteilung 0-10, 10-20, etc. Prozent abgestumpfter Caudalhaare, gemessen an der Gesamtzahl der Caudalhaare pro Individuum) und prozentuale Aufteilung in stark, mittel und schwach gestumpfte Haare bei 250 ungeflügelten Tieren.

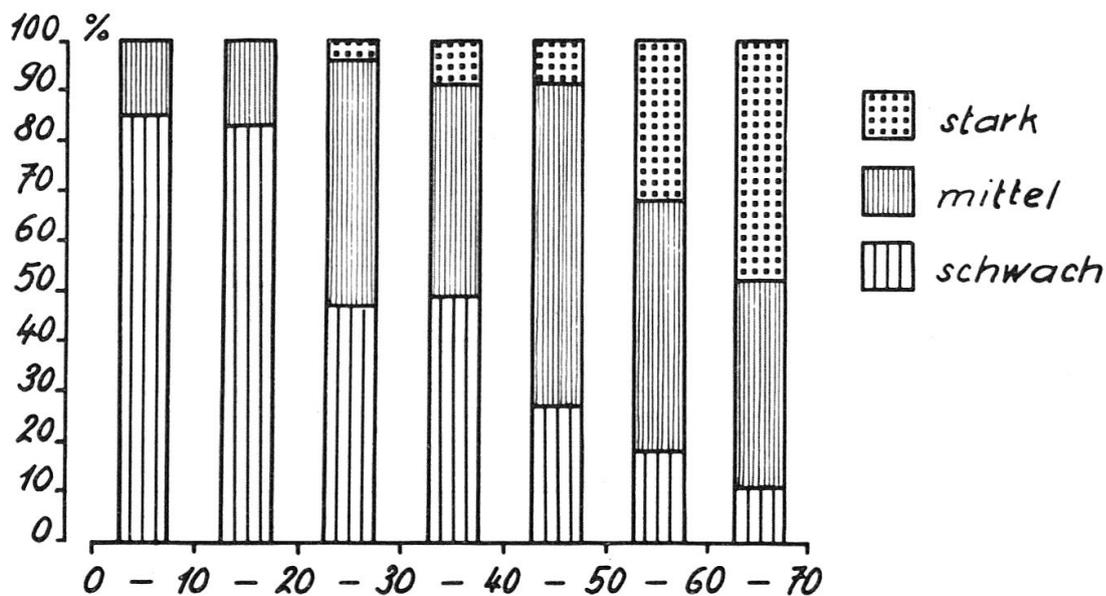


Abb. 11. — Analoge Darstellung wie Abbildung 10 für 150 geflügelte Tiere.

als 60 Prozent der abgestumpften Haare, bei den geflügelten Formen rund 50 Prozent in diese Gruppe. Lediglich schwach abgestumpfte Haare sind bei diesen Tieren nur noch verschwindend wenige vorhanden. Diese Darstellungen dürften somit *eine morphologische Entwicklungsreihe aufzeigen, auf deren einen Seite Tiere mit höchstens wenigen schwach abgestumpften Caudalhaaren und auf deren andern Seite Tiere mit zahlreichen, vorwiegend stark und mittelstark abgestumpften Caudalhaaren stehen.*

### Der Caudalhaarindex

Das im vorhergehenden Abschnitt beschriebene offensichtliche Vorhandensein einer morphologischen Entwicklungsreihe von Tieren mit wenig und schwach zu solchen mit viel und stark abgestumpften Caudalhaaren liess es als wünschbar erscheinen, die Stellung eines Tieres innerhalb dieser Reihe möglichst genau fixieren zu können. Neben dem prozentualen Anteil abgestumpfter Caudalhaare an der Gesamtzahl der Caudalhaare eines Individuums sollte dabei auch der jeweilige Anteil stark, mittel und schwach abgestumpfter Caudalhaare berücksichtigt werden. Unter Beachtung der weiter oben angeführten Gruppeneinteilung zur Klassifizierung verschieden stark gestumpfter Haare wurde zu diesem Zwecke für schwach abgestumpfte Caudalhaare der Faktor 1, für mittelstark abgestumpfte Haare ein Faktor 2 und für stark abgestumpfte Caudalhaare ein Faktor 3 eingeführt. Die auf diese Weise entstehenden Produkte werden addiert, der aus der Division dieser Summe durch die Gesamtzahl der Caudalhaare des betreffenden Tieres entstehende Wert wird als Caudalhaarindex bezeichnet. Nachstehend sollen einige Beispiele angeführt werden.

#### Beispiel 1 — Individuum A

Anzahl Caudalhaare . . . . .	12
Anzahl abgestumpfter Caudalhaare . . . . .	3
Davon :	Faktor
schwach abgestumpft (Gruppe 1) . . . . .	2 × 1 = 2
mittelstark abgestumpft (Gruppe 2) . . . . .	1 × 2 = 2
stark abgestumpft (Gruppe 3) . . . . .	0 × 3 = 0
Summe . . . . .	4
Caudalhaarindex für Individuum A	= 4 : 12 = <u>0,33</u>

#### Beispiel 2 — Individuum B

Anzahl Caudalhaare . . . . .	10
Anzahl abgestumpfter Caudalhaare . . . . .	5

Davon :	Faktor
schwach abgestumpft (Gruppe 1) . . . . .	0 × 1 = 0
mittelstark abgestumpft (Gruppe 2) . . . . .	3 × 2 = 6
stark abgestumpft (Gruppe 3) . . . . .	2 × 3 = 6
Summe . . . . .	12
Caudalhaarindex für Individuum B	= 12 : 10 = <u>1,20</u>

*Beispiel 3 — Individuum C*

Anzahl Caudalhaare . . . . .	11
Anzahl abgestumpfter, geknickter und gespaltenen Caudalhaare	8
Davon :	Faktor
schwach abgestumpft (Gruppe 1) . . . . .	0 × 1 = 0
mittelstark abgestumpft (Gruppe 2) . . . . .	1 × 2 = 2
stark abgestumpft (Gruppe 3) . . . . .	5 × 3 = 15
tief geknickt . . . . .	1 × 3 = 3
tief gespalten . . . . .	1 × 3 = 3
Summe . . . . .	23
Caudalhaarindex für Individuum C	= 23 : 11 = <u>2,09</u>

Die Werte für den Caudalhaarindex schwanken nach den bisherigen Erfahrungen von Null bis ungefähr 2,50. Bei ausschliesslich stark gestumpften, geknickten oder gespaltenen Caudalhaaren würde ein Wert von 3,00 erreicht.

**Der Caudalhaarindex bei verschiedenen Individuen von Klonen**

Durch nachfolgend beschriebene Untersuchungen sollte abgeklärt werden, inwieweit der Caudalhaarindex als ein bei parthenogenetischer Vermehrung fixiertes Merkmal anzusehen ist. Zu diesem Zwecke wurden in einer ersten Untersuchungsserie 10 verschiedenen parthenogenetischen Linien je 10 Tiere entnommen und deren Caudalhaarindex bestimmt. In Abbildung 12 sind die Einzelwerte und die entsprechenden Durchschnittswerte pro Klon eingetragen. Die Anordnung der Klone nach steigendem durchschnittlichem Caudalhaarindex lässt im wesentlichen drei Klongruppen erkennen.

Die Klone mit der Bezeichnung K 23, K 26, K 20 und K 6 weisen ausgesprochen tiefe, K 5, K 25 und K 13 mittlere, K 27, K 1 und K 29 hohe Werte auf. Die Streuung der 10 Einzelwerte um den Mittelwert ist bei einzelnen Klonen nur gering, bei den andern zum Teil erheblich.

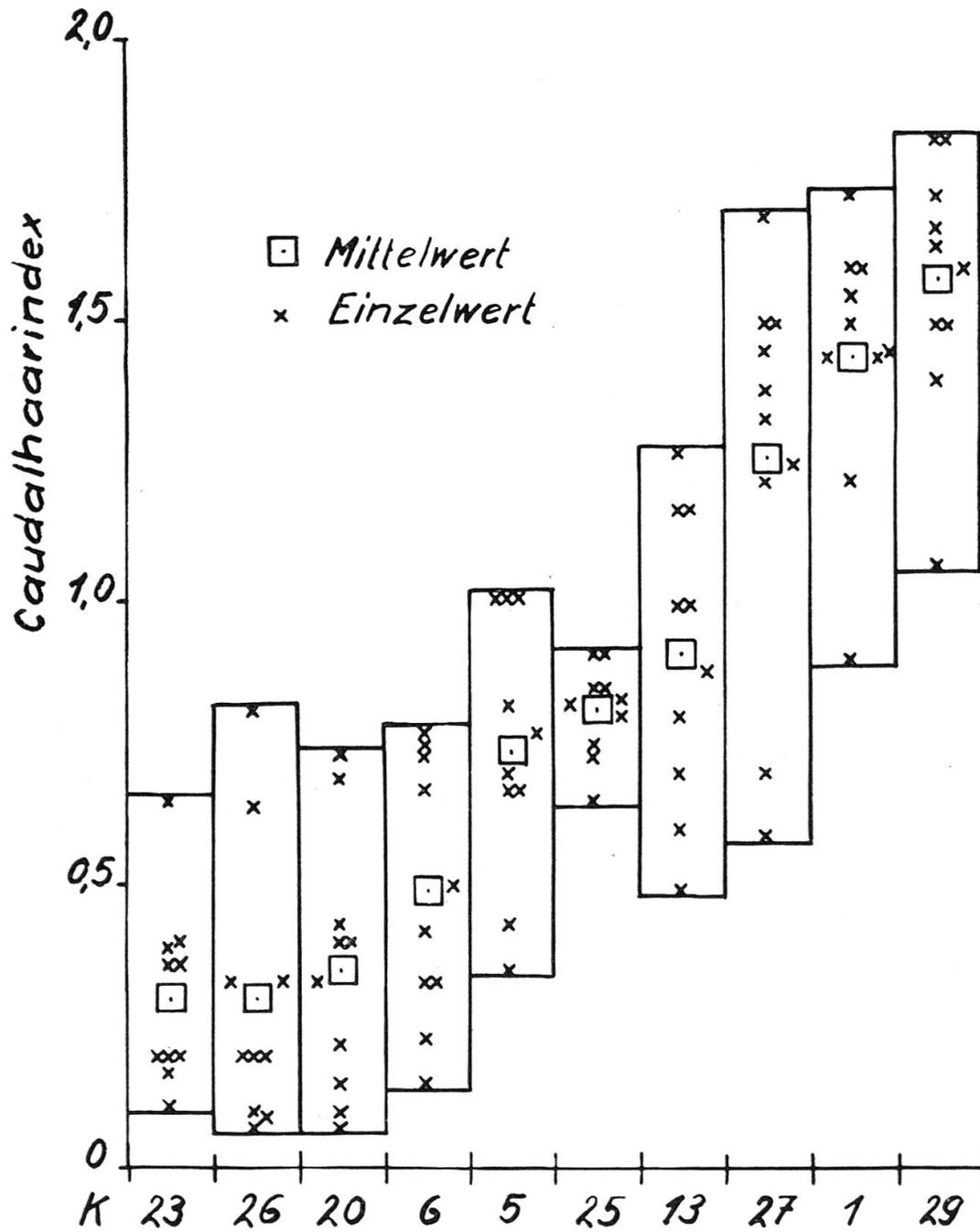


Abb. 12. — Streuung des Caudalhaarindex bei je 10 Tieren von 10 Klonen.

Überschreitungen in der Streubreite fehlen zwischen den 4 Klonen mit tiefem durchschnittlichem Caudalhaarindex einerseits und den 2 Klonen mit den höchsten Durchschnittswerten andererseits.

Die statistische Prüfung der Streuung des Caudalhaarindex von je 10 Individuen der 10 Klone ergab folgendes Bild :

Bezeichnung	K 1	K 5	K 6	K 13	K 20	K 23	K 25	K 26	K 27	K 29
Durchschnittlicher Caudalhaarindex	1,44	0,74	0,49	0,91	0,35	0,30	0,81	0,30	1,26	1,58

Streuungsursache . . .	FG	SQ	DQ	F-Test
Gesamtstreuung . . .	99	22,55		
Zwischen Klonen . . .	9	20,33	2,260	90,40 **
Rest . . . . .	90	2,22	0,025	

t-Test

Grenzdifferenz der Mittelwerte  
für P 0,05 = 0,14 für P 0,01 = 0,18

Die zwischen den Klonen vorhandenen Unterschiede sind demnach stark gesichert. Nach den Ergebnissen des t-Testes zu schliessen, sind die Differenzen von den Klonen mit tiefen durchschnittlichen Caudalhaarindices zu denjenigen mit mittlerem und hohem Index stark gesichert, und zudem sind innerhalb der letzteren Gruppen in den meisten Fällen statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den einzelnen Klonen vorhanden.

In einer weiteren Versuchsserie sollte geprüft werden, inwieweit innerhalb eines Klones der durchschnittliche Caudalhaarindex über die Dauer eines Jahres konstant bleibt. Zu diesem Zwecke wurden den ab 1962 in Zucht gehaltenen 6 Klonen im Sommer 1962 je 10 Tiere entnommen und deren Caudalhaarindex bestimmt. Die Klone wurden indessen im Gewächshaus weiter in Zucht behalten, und im Sommer 1963 entnahmen wir den gleichen Klonen nochmals je 10 Tiere und bestimmten erneut die Caudalhaarindices. Die Durchschnittswerte und eine Zusammenfassung der Ergebnisse statistischer Untersuchungen sind nachfolgend aufgeführt.

---

Während der Drucklegung dieser Arbeit ist mir die Publikation von G. Cognetti, « Endomeiosis in Parthenogenetic Lines of Aphids », *Experientia* 17, 168 (1961), bekannt geworden. Auf Grund dieser Arbeit könnte eventuell auch morphologische Variabilität in parthenogenetischen Linien auf der Basis genetischer Recombinationen erklärt werden. Sollte bei *A. pisum* Endomeiosis nachzuweisen sein, so wäre an Stelle von « Klon » die Bezeichnung « Parthenogenetische Linie » zu setzen.

Bezeichnung	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6
Caudalhaarindex 1962 . . . . .	1,43	1,88	1,52	1,54	0,60	0,31
Caudalhaarindex 1963 . . . . .	1,44	1,86	1,32	1,29	0,74	0,49
Mittel 1962/1963 . . . . .	1,44	1,87	1,44	1,42	0,67	0,40

Streuungsursache . . . . .	FG	SQ	DQ	F-Test
Gesamtstreuung . . . . .	119	38,35		
Klone . . . . .	5	30,65	6,13	102,17 **
Jahre . . . . .	1	0,03	0,03	
Klone $\times$ Jahre . . . . .	5	0,90	0,18	3,00 *
Rest . . . . .	108	6,77	0,06	

## t-Test

Grenzdifferenz der Mittelwerte

für P 0,05 = 0,16 für P 0,1 = 0,21

Die durchschnittlichen Caudalhaarindices sind demnach über die Dauer eines Jahres bei allen Klonen weitgehend konstant geblieben. Stark gesichert sind wiederum die Unterschiede zwischen den Klonen. Anhand des t-Testes sind die Differenzen von den Klonen mit niedrigem Caudalhaarindex, K 5 und K 6, zu denjenigen der Gruppe K 1, K 3 und K 4 als stark gesichert zu betrachten. Die Unterschiede zwischen der letztern Gruppe und K 2 sind ebenfalls stark gesichert. Als schwach gesichert erweist sich die Interaction Klone  $\times$  Jahre, doch lässt sich daraus keinerlei wesentliche Beeinflussung der Konstanz der Caudalhaarindices über die Dauer der Beobachtungszeit ableiten.

Auf Grund der Untersuchungen über den Caudalhaarindex bei verschiedenen Individuen einzelner Klone ist anzunehmen, dass dieser in der Regel im Laufe parthenogenetischer Vermehrung nicht wesentlich verändert wird. Durch Bestimmung der Caudalhaarindices von je 10 Tieren und Berechnung des entsprechenden Mittelwertes dürfte ein Klon in bezug auf die Caudalhaarstruktur hinreichend charakterisiert sein.

In den nachfolgenden Abschnitten soll über Versuche berichtet werden, die zum Ziele hatten abzuklären, inwieweit bei morphologisch differenzierten Klonen auch Unterschiede im biologischen Verhalten auftreten.

## BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN KLONEN

**Messung der Entwicklungsgeschwindigkeit auf *Vicia faba* und *Pisum sativum***

Gleich wie in den nachfolgenden Abschnitten über Dauer der Reproduktionsphase und Vermehrungsrate sowie über Präferenz- und Antibiosisversuche sollte auch bei der Messung der Entwicklungsgeschwindigkeit geprüft werden, wie sich die mehr oder weniger gute Eignung der Wirtspflanze auf verschiedene Klone von *A. pisum* auszuwirken vermag. Diese Untersuchungen hatten demnach mehr grundsätzlichen Charakter, sie sollten die Grundlagen liefern für die anschließenden Versuche zur Erfassung biologischer Unterschiede zwischen Klonen mit verschiedenem Caudalhaarindex.

MARKKULA (1963) gibt einen Überblick über die in der Literatur vorhandenen Angaben über die Dauer der einzelnen Lebensabschnitte bei *A. pisum*. Die Präreproduktionsphase beträgt demnach je nach Temperatur 9–12 Tage. Bei extremen Temperaturen wurden bedeutend kürzere oder längere Entwicklungszeiten gefunden. In seinen mit grünen und roten Formen von *Trifolium pratense* durchgeführten Versuchen fand MARKKULA bei der Messung der Entwicklungszeiten auf *Pisum sativum* keine Unterschiede zu den entsprechenden Zeiten auf *Trifolium pratense*. Reproduktive und postreproduktive Phase waren dagegen auf Erbse bedeutend kürzer als auf Rotklee.

In unsern Versuchen prüften wir die Entwicklungszeiten vier grüner Klone von *Pisum sativum*, eines gelblichen Klones von *Vicia faba*, sowie je eines roten und grünen Klones von *Medicago sativa* auf *Pisum sativum* und *Vicia faba*. Um Junglarven gleichen Alters zu bekommen, wurden jeweils abends 10–20 ausgewachsene Läuse in einer Klimakammer bei 20° C unter einem Laternenglas auf *Pisum sativum* und *Vicia faba* angesetzt. Die bis zum andern Morgen abgelegten Junglarven hatten bei Versuchsbeginn ein maximales Alter von etwa 12 Stunden und ein durchschnittliches Alter von etwa 6 Stunden. Da in unsern Versuchen in erster Linie die Vergleichswerte von beiden Wirtspflanzenarten und weniger die effektiven Entwicklungszeiten interessierten, erschien dieses Vorgehen gerechtfertigt. Anschliessend wurden die Junglarven in Einzelkäfigen an die Versuchspflanze angesetzt (Abb. 4). Um wenigstens 15 ausgewachsene Tiere zu erhalten, mussten bei einzelnen Klonen über 100 Junglarven angesetzt werden. Besonders bei den von *Medicago sativa* stammenden Klonen war die Mortalität der Junglarven auf *Pisum sativum* sehr hoch. Die Präreproduktionszeiten wurden ausschliesslich an ungeflügelten Tieren gemessen. Als Ende dieser Phase galt der Moment der Ablage der ersten Junglarve durch die betreffende Blattlaus. Die zwischen letzter Häutung und Ablage der ersten Junglarve verstreichende Zeit beträgt bei 20° C etwa 30 Stunden. Die Ergebnisse sind in *Tabelle 2* zusammengestellt.

TABELLE 2

*Entwicklungszeiten verschiedener Klone auf Vicia faba  
und Pisum sativum*

Durchschnittswerte in Tagen.

Herkunft	<i>Pisum sativum</i>				<i>Vicia faba</i>	<i>Medicago sativa</i>	
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6(r)	K 7(g)
Entwicklungszeit auf <i>Vicia faba</i> . . . . .	7,90	7,90	7,55	8,14	7,75	7,20	8,60
<i>Pisum sativum</i> . . .	8,25	7,90	7,15	7,50	7,75	10,80	10,80

Die Unterschiede in den Entwicklungszeiten auf *Vicia faba* sind kleiner als diejenigen auf *Pisum sativum*. Auf letzterer Wirtspflanze wurde die Entwicklung für die Tiere der von Luzerne stammenden Klone ziemlich deutlich verzögert.

**Messung der Dauer der Reproduktionsphase  
und der Vermehrungsrate auf *Pisum sativum***

Hinsichtlich Dauer der Reproduktionsphase und Vermehrung auf Erbse wurden ein grüner Klon von *Pisum sativum*, ein gelblicher Klon von *Vicia faba* sowie je ein roter und grüner Klon von *Medicago sativa* untersucht. Die Versuche wurden in einer Klimakammer bei 18° C, 90 % relativer Luftfeuchtigkeit und täglich 16 Stunden Belichtung durchgeführt. Die Läuse wurden auf 6–14 Tage alten Erbsenpflanzen gehalten. Die Erbsen waren in Töpfen von 6 cm Durchmesser angezogen worden, für die Dauer der Versuche wurden die Pflanzen unter Cellophansäcken eingeschlossen (Abbildung 2). Pro Klon prüften wir je 14 ungeflügelte Tiere, wobei die Pflanzen alle 2–3 Tage ausgewechselt wurden. Nach diesen Intervallen wurden die abgelegten Junglarven ausgezählt und die alten Läuse auf neue Erbsenpflanzen übertragen. Mit den Untersuchungen wurde unmittelbar nach der letzten Häutung der Läuse begonnen. Die zwischen letzter Häutung und Ablage der ersten Junglarve verstreichende Zeit wurde demnach mitberücksichtigt. Zudem wurden die Versuche erst beim Tode der einzelnen Tiere abgebrochen, so dass in den angegebenen Werten für die Dauer der Reproduktionsphase auch die sogenannte Postreproduktionsphase eingeschlossen ist. Die Ergebnisse sind in *Tabelle 3* zusammengestellt.

TABELLE 3

*Dauer der Reproduktionsphase und Vermehrung von 4 Klonen auf Pisum sativum*

Durchschnittswerte von je 14 untersuchten Tieren.

Herkunft	<i>Pisum sativum</i>	<i>Vicia faba</i>	<i>Medicago sativa</i>	
Bezeichnung . . . . .	K 1	K 5	K 6(r)	K 7(g)
Reproduktionsphase in Tagen . . . . .	24,36	27,60	15,57	10,86
Durchschnittliche Anzahl Nachkommen	74,71	94,93	57,71	11,70

Die von *Medicago sativa* stammenden Klone starben demnach bedeutend früher ab als die von *Pisum sativum* und von *Vicia faba* stammenden. Ebenso war die von den von Luzerne kommenden Klonen produzierte Anzahl Nachkommen bedeutend geringer als diejenige bei den Klonen von *Pisum sativum* und von *Vicia faba*.

**Präferenzversuche**

In diesen Versuchen wurden in den eingangs beschriebenen Glaskasten-Zuchtgefäßen 4-6 Wochen alte Pflanzen verschiedener Leguminosenarten eingepflanzt. Die Pflanzen wurden möglichst dicht zusammengebracht, so dass ein Überwandern der Läuse von einer Pflanze zur andern gut möglich war. Zu Beginn der Versuche wurden je 20 ungeflügelte Tiere der zu prüfenden Klone im Zuchtgefäß verteilt. Untersucht wurde das Verhalten von zwei grünen Klonen von *Pisum sativum*, eines gelblichen Klones von *Vicia faba*, sowie je eines roten und eines grünen Klones von *Medicago sativa*. Wir behielten die Versuche während 15 Tagen unter Kontrolle, wobei möglichst täglich die Beobachtungen über den Befall der verschiedenen Pflanzen notiert wurden. In Abbildung 13 sind die Beobachtungsergebnisse am 1., 5. und 15. Tag nach Versuchsbeginn aufgezeichnet.

Das Verhalten der einzelnen Klone gegenüber den verschiedenen Leguminosen lässt sich wie folgt kurz charakterisieren :

*K 3 von Pisum sativum*

Am ersten Tag nach Versuchsbeginn war in abnehmender Reihenfolge der Befallsstärke Blattlausbesiedlung festzustellen auf *Vicia sativa*, *Pisum sativum*, *Trifolium incarnatum*, *Vicia villosa* und *Lathyrus odoratus*.

Die übrigen Leguminosen wiesen keinen Befall auf. Bis zum fünften Tag nahm der Befall auf allen diesen Pflanzen weiter zu. Zusätzlich waren zu diesem Zeitpunkt *Medicago sativa*, *Anthyllis vulneraria* und *Trifolium repens* schwach besiedelt. Am 15. Tage waren *Pisum sativum*, *Vicia faba*, *Vicia sativa* und *Lathyrus odoratus* durch die Blattläuse bereits abgetötet. Sehr stark war der Befall auf *Vicia villosa* und *Trifolium incarnatum*. Die übrigen Leguminosen wiesen immer noch schwachen Befall auf. *Medicago sativa*, *Trifolium alexandrinum*, *Trifolium repens* und *Onobrychis sativa* waren etwas stärker besiedelt als *Trifolium pratense* und *Anthyllis vulneraria*. Auf *Lotus uliginosus* waren nur vereinzelte Läuse zu finden.

Herkunft	<i>Pisum sativum</i>			<i>Vicia faba</i>			<i>Medicago sativa</i>								
	K3			K4			K5			K6 (r)			K7 (g)		
Tage n. Versuchsbeginn	1	5	15	1	5	15	1	5	15	1	5	15	1	5	15
<i>Pisum sativum</i>	xxx	xxxx	†	xxx	xxxx	†	xxx	xxx	xxxx	xxx	xxx	xxx	-	-	xxx
<i>Vicia faba</i>	xx	xxxx	†	xx	xxxx	†	xxx	xxx	xxxx	xxx	xxx	xxx	x	xxx	†
<i>Vicia sativa</i>	xxxx	xxxx	†	xxx	xxxx	†	xxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	†	x	xxxx	xxxx
<i>Vicia villosa</i>	xx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	†	xxx	x	xxxx	xxx	xxx	xxxx	x	xxx	xxx
<i>Medicago sativa</i>	-	xx	xxx	-	xxx	xxx	x	x	xxx	xxx	xxx	xxx	x	xxxx	†
<i>Trifolium prat.</i>	-	-	xx	-	-	xxx	-	-	-	-	x	-	-	-	x
<i>Trifolium incarn.</i>	xxx	xxxx	xxxx	-	xx	xxxx	-	-	xxx	-	xxx	xxx	x	xxxx	xxxx
<i>Trifolium alexand.</i>	-	-	xxx	-	-	xxx	-	-	x	-	-	x	-	-	x
<i>Trifolium repens</i>	-	x	xxx	-	xxx	xxx	-	-	-	-	-	x	-	-	x
<i>Anthyllis vuln.</i>	-	xx	xx	-	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>Lotus ulig.</i>	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Onobrychis sat.</i>	-	-	xxx	-	x	xxx	-	-	xxx	-	-	x	-	-	x
<i>Lathyrus odor.</i>	xxx	xxxx	†	xx	xxxx	xxx	xxx	xxx	xxxx	-	xxx	xxxx	x	xxx	xxx

Abb. 13. — Präferenzversuch mit 5 Klonen. xxxx = > 200 Läuse, xxx = 100-200 Läuse, xx = 50-100 Läuse, x = 1-50 Läuse, - = 0 Läuse, † = Pflanze abgetötet.

#### K 4 von *Pisum sativum*

Das Befallsbild am 1., 5. und 15. Tage nach Versuchsbeginn entsprach weitgehend demjenigen bei K 3. Bevorzugt befallen wurden auch von diesem Klon neben *Pisum sativum* die *Vicia*-Arten und *Lathyrus odoratus*. Die übrigen Leguminosen wurden erst etwas stärker besiedelt, als die bevorzugten Wirtspflanzen bereits sehr starken Befall aufwiesen oder bereits abgestorben waren. *Anthyllis vulneraria* und *Lotus uliginosus* wurden nur äusserst schwach befallen.

#### K 5 von *Vicia faba*

Dieser Klon zeigte im wesentlichen ein sehr ähnliches Verhalten wie die Klone von *Pisum sativum*, doch kam es nirgends zur Abtötung

der Wirtspflanzen. *Medicago sativa* wies auch am 15. Tage nur sehr schwachen Befall auf.

K 6 von *Medicago sativa* (rot)

Als wesentlicher Unterschied zu den bisher beschriebenen Klonen war der stärkere Befall von *Medicago sativa* zu registrieren. Interessant ist die mässig starke Besiedlung von *Pisum sativum* durch diesen roten Klon.

K 7 von *Medicago sativa* (grün)

Das Befallsbild war von den früher beschriebenen insofern wesentlich verschieden, als *Pisum sativum* bis zum 5. Tag nach Versuchsbeginn überhaupt nicht besiedelt wurde. Am 15. Tag wies diese Pflanzenart nur einen mässigen Befall auf. Abbildung 5 zeigt einen Ausschnitt aus diesem Versuch, wobei die im rechten oberen Bildteil sichtbare befallsfreie Erbsenpflanze zur stark befallenen *Vicia faba* in Bildmitte in starkem Gegensatz steht. *Medicago sativa* war zu diesem Zeitpunkt bereits abgetötet. Gleich wie bei den übrigen Klonen wurden *Vicia faba*, *Trifolium incarnatum* und *Lathyrus odoratus* den restlichen Leguminosen vorgezogen.

Die Ergebnisse der Präferenzversuche zeigen im wesentlichen Unterschiede im Befall von *Pisum sativum* und *Medicago sativa* durch verschiedene Klone. Die von *Pisum sativum* und *Vicia faba* stammenden Klone besiedelten Luzerne erst, als die bevorzugten Leguminosen keine Entwicklungsmöglichkeit mehr boten. Das gleiche gilt für den roten und in noch stärkerem Masse für den grünen Klon von *Medicago sativa* in bezug auf die Besiedlung von Erbse. Diese Versuchsergebnisse deuten gleich wie diejenigen aus der Prüfung von Entwicklungsdauer, Dauer der Reproduktionsphase und Vermehrung auf eine schlechte Wirtspflanzeneignung von Erbsen für die von Luzerne stammenden Klone hin.

### Antibiosisversuche

Zur Feststellung des Wirtspflanzenkreises verschiedener Stämme von *A. pisum* hat F. P. MÜLLER (1962) einen Antibiosistest vorgeschlagen, den wir in unsern Untersuchungen an Klonen ebenfalls zur Anwendung brachten. Von jeder zu prüfenden Pflanzenart hat MÜLLER 10 Pflanzen mit fünf Junglarven besetzt. Nach 20 Tagen wurden die Läuse nach Pflanzen getrennt ausgezählt. Im Hinblick auf die in unsern Versuchen zu prüfende grosse Zahl von Klonen und Wirtspflanzen verwendeten wir bei den nachfolgend beschriebenen ersten orientierenden Untersuchungen nur je eine Versuchspflanze mit fünf Junglarven. Bei den anschliessenden Untersuchungen über biologische Rassen und Caudalhaarindex wurden je zwei Pflanzen mit je 10 Junglarven besetzt.

Bei den in der Regel 20 Tage nach Versuchsbeginn durchgeführten Kontrollen wurden die Befallskategorien 0, 1-50, 50-100, 100-200 und mehr als 200 Läuse unterschieden, wobei die exakten Auszählungen bei 200 abgebrochen wurden. Die Ergebnisse sind in *Tabelle 4* zusammengestellt.

Die Versuchsergebnisse zeigten im wesentlichen folgendes Bild: Bei den von Erbse stammenden Klonen wurde am Ende der Versuchsperiode starker Befall auf *Pisum sativum*, *Vicia faba*, *Vicia sativa* und *Vicia villosa* festgestellt. Einzig ein Klon hatte sich auf letzterer Pflanze nur schwach vermehrt. Die Entwicklung auf *Vicia sepium* wurde bei zweien dieser Klone untersucht, wobei in beiden Fällen nur schwacher Befall zustande kam. Auf der ebenfalls nur bei zwei Klonen geprüften Wirtspflanze *Lathyrus odoratus* kam es zu einer starken Vermehrung der Läuse. Auf *Trifolium incarnatum* wurde ein leichter bis mittlerer, auf den übrigen Wirtspflanzen kein oder nur schwacher Befall erreicht. Der Klon K 3 wies allgemein die beste Vermehrungsfähigkeit auf, indem auf allen Versuchspflanzen mit Ausnahme von *Lotus uliginosus* eine

TABELLE 4

*Antibiosisversuch mit 7 Klonen*

Herkunft	<i>Pisum sativum</i>				<i>V. fab.</i>	<i>Med. sat.</i>	
Bezeichnung . . . . .	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6	K 7
Färbung. . . . .	grün	grün	grün	grün	gelb	rot	grün
<i>Versuchspflanze</i>							
<i>Pisum sativum</i> . . . . .	xxxx	xxxx	xxx	xxxx	xxxx	x	x
<i>Vicia faba</i> . . . . .	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
<i>Vicia sativa</i> . . . . .	xxxx	xxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxx	xxx
<i>Vicia villosa</i> . . . . .	xxxx	xxxx	x	xxxx	xxxx	—	—
<i>Vicia sepium</i> . . . . .	x	—	xx	—	—	xx	—
<i>Medicago sativa</i> . . . . .	x	—	xx	x	—	xxxx	xxxx
<i>Trifolium pratense</i> . . . . .	—	—	x	—	—	—	—
<i>Trifolium incarnatum</i> . . . . .	x	x	xxx	xx	—	—	xxx
<i>Trifolium alexandrinum</i> . . . . .	—	—	x	x	x	x	xx
<i>Trifolium repens</i> . . . . .	—	xx	xx	—	x	xx	xx
<i>Anthyllis vulneraria</i> . . . . .	—	—	x	—	—	xx	—
<i>Lotus uliginosus</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
<i>Onobrychis sativa</i> . . . . .	—	—	x	xx	—	x	x
<i>Lathyrus odoratus</i> . . . . .	xxx	—	xxxx	—	—	—	x

xxxx => 200 Läuse, xxx = 100-200 Läuse, xx = 50-100 Läuse, x = 1-50 Läuse, — = 0 Läuse.

gewisse Vermehrung der Läuse eintrat. Der von *Vicia faba* stammende Klon verhielt sich sehr ähnlich wie die Klone von Erbse. Deutlich verschieden waren dagegen die Ergebnisse mit den von Luzerne stammenden grünen und roten Klonen. Starke Vermehrung war hier nur auf *Vicia faba* und *Medicago sativa* festzustellen. Auf *Pisum sativum* waren bei beiden Klonen nur vereinzelte Läuse vorhanden.

Gesamthaft gesehen, ergibt sich aus den Resultaten der Antibiosisteste ein sehr ähnliches Bild wie aus den Präferenzversuchen. Wirtspflanzen, die in den Präferenzversuchen bevorzugt befallen worden waren, wiesen auch in den Antibiosisversuchen mit den entsprechenden Klonen den stärksten Befall auf. Präferenz- und Antibiosisversuche bestätigen im übrigen auch die Ergebnisse der Versuche über Entwicklungs- und Lebensdauer sowie Vermehrung verschiedener Klone auf *Vicia faba* und *Pisum sativum*.

## CAUDALHAARINDEX UND BIOLOGISCHE RASSEN VON *ACYRTHOSIPHON PISUM*

### Die biologischen Rassen von *Acyrtosiphon pisum*

Nachdem in den bisherigen Kapiteln gezeigt werden konnte, dass bei *A. pisum* sowohl morphologisch hinsichtlich ihres Caudalhaarindexes als auch biologisch zumindest in bezug auf ihren Wirtspflanzenkreis verschiedene Klone auftreten, erschienen Versuche zur Frage nach diesbezüglichen Zusammenhängen naheliegend. Als weiteres biologisches Merkmal sollte anschliessend auch das Auftreten von Sexualtieren bei verschiedenen Klonen untersucht werden.

Aus der Literatur sind mehrere Anhaltspunkte über das Auftreten biologischer Rassen bei *A. pisum* bekannt. Erwähnt seien in diesem Zusammenhange die Arbeiten von HILLE RIS LAMBERS (1947), BÖRNER (1952), BÖRNER und HEINZE (1957), F. P. MÜLLER (1962), MARKKULA (1963) und FRÖHLICH (1962), die die im europäischen Raume auftretenden *A. pisum*-Populationen durchwegs als Gemische biologischer Rassen mit abweichenden Wirtsspektren ansehen. Mit Ausnahme der von HILLE RIS LAMBERS angegebenen Färbungsunterschiede für die auf *Lotus uliginosus* und *Ononis spinosa* lebenden Formen fehlen dagegen Angaben über morphologische Unterscheidungsmerkmale. Für die Formen von *Ononis spinosa* konnten wir, wie bereits weiter oben angeführt, in Zahl und Struktur der Caudalhaare so weit Unterscheidungsmerkmale finden, dass eine Abspaltung als Unterart berechtigt erschien (MEIER 1957). Für die von *Sarothamnus scoparius* stammenden Formen gibt HILLE RIS LAMBERS kleinere und schlankere Körperform an. Bei Zucht solcher Tiere auf *Vicia faba* erhielt F. P. MÜLLER ausgesprochen grosse Tiere, die sich jedoch biologisch in bezug auf das Wirtsspektrum als

isoliert erwiesen. Die von BÖRNER angegebene morphologische Unterscheidung einer auf *Galega officinalis* lebenden Unterart erscheint von fraglicher Bedeutung. Die auf *Medicago sativa* und *Trifolium pratense* auftretenden Populationen erwiesen sich in den Versuchen von F. P. MÜLLER als im Wirtsspektrum untereinander ähnlich, jedoch von den übrigen Formen abweichend. In Versuchen von FRÖHLICH liessen sich die Formen von *Medicago sativa* nur nach grösseren Schwierigkeiten auf *Trifolium pratense* ansiedeln, was sich mit den Ergebnissen unserer weiter oben angeführten Präferenz- und Antibiosisversuche deckt. MARKKULA fand, dass für die auf *Trifolium pratense* lebenden Formen Erbse als wenig geeignete Wirtspflanze anzusehen ist. Diese Beobachtung kann durch unsere nachfolgend beschriebenen Antibiosisversuche bestätigt werden. Als Überwinterungspflanze für die auf *Pisum sativum* vorkommenden Populationen nimmt F. P. MÜLLER ausdauernde und zweijährige *Vicia*-Arten an. Wie bereits in früheren Kapiteln beschrieben wurde und wie nachfolgend noch zu zeigen sein wird, fanden wir ebenfalls gute Entwicklung dieser Formen auf *Vicia*-Arten.

Auf *Onobrychis sativa* konnten wir anfänglich nur Tiere finden, die, wie wir in der Folge feststellten, zu *A. loti* THEOB. gehören (MEIER 1957). Später fanden wir jedoch auf dieser Pflanze auch typische *A. pisum*-Tiere (MEIER 1958). F. P. MÜLLER (1961) schliesst aus unsern vorläufigen Angaben aus dem Jahre 1957 auf eine auf dieser Pflanze vorkommende Unterart von *A. pisum*. Ob auf *Onobrychis sativa* eine besondere biologische Rasse von *A. pisum* auftritt oder nicht, bedarf jedoch noch der weiteren Klärung. Wie im vorhergehenden Kapitel gezeigt wurde, trat auf dieser Pflanze höchstens schwacher Befall durch Klone von *Pisum sativum*, *Vicia faba* und *Medicago sativa* auf. Die Möglichkeit, dass die im Freiland auf *Onobrychis sativa* vorkommenden *A. pisum*-Tiere zu einer andern, eventuell auf diese Wirtspflanze beschränkten biologischen Rasse gehören, bleibt also noch offen.

In Amerika fand HARRINGTON (1945) auf Grund von Untersuchungen über Pflanzenschädigung, Körpergrösse und Reproduktionsrate fünf biologische Rassen auf Erbse. CARTIER (1959) beschrieb drei Biotypen von Luzerne anhand der auf Erbse abgelegten Anzahl Junglarven und deren Gewicht nach neun Tagen. Die ursprünglich von HILLE RIS LAMBERS (1947) vertretene Ansicht, dass die amerikanischen Erbsenblattläuse im Gegensatz zu den europäischen ausschliesslich geflügelte Männchen produzieren und als *A. pisum* *subspec. destructor* JOHNSON von der europäischen Art mit ungeflügelten Männchen abzuspalten sei, liess sich nicht aufrecht erhalten. Sowohl in Amerika wie in Europa sind Männchen in geflügelter und ungeflügelter Form nachgewiesen worden. HILLE RIS LAMBERS (1963) nimmt neuerdings an, dass die Bildung geflügelter neben ungeflügelten Männchen zumindest bei einigen Blattlausarten ähnlichen Regeln unterworfen sein dürfte wie die Bildung geflügelter und ungeflügelter viviparer Tiere. F. P. MÜLLER (1962) fand bei den auf Erbsen lebenden Populationen ausschliesslich geflügelte

Männchen, sämtliche übrigen Formen entwickelten ungeflügelte Männchen. Die von uns früher geäußerte Vermutung, dass auf einjährigen Leguminosen geflügelte Männchen und auf mehrjährigen vorwiegend ungeflügelte Männchen auftreten, hat sich in unseren neuen Untersuchungen im wesentlichen bestätigt. Bei insgesamt 26 Klonen, von denen wir Männchen erhielten, fanden wir bei deren 24 ausschliesslich ungeflügelte oder geflügelte Männchen und bei zwei sowohl ungeflügelte als auch geflügelte Männchen. Bei sämtlichen grünen Klonen von Erbse, in denen Männchen auftraten, waren diese geflügelt. Die von *Medicago sativa* stammenden Klone produzierten ausschliesslich ungeflügelte Männchen. Klone von *Vicia*-Arten und *Trifolium pratense* lieferten entweder geflügelte oder ungeflügelte Männchen. Für letztere Wirtspflanze deckt sich diese Feststellung mit den Beobachtungen von MARKKULA (1963). Die roten Klone von *Medicago sativa* und *Trifolium pratense* produzierten ausschliesslich ungeflügelte Männchen. Bei den bereits genannten zwei Klonen mit sowohl ungeflügelten als auch geflügelten Männchen handelt es sich um die roten Formen, die auf Erbse gefunden worden waren.

EVANS und GYRISCO (1956) untersuchten das Verhalten von *A. pisum*-Tieren von *Vicia faba* auf *Medicago sativa* und das Verhalten von Tieren, die von *Medicago sativa* stammten, auf *Vicia faba*. Während die Übertragung fundatrigener Stämme von *Medicago sativa* auf *Vicia faba* ohne weiteres gelang, schlugen Übertragungen mit Tieren von *Vicia faba* auf Luzerne im Sommer fehl. In einem spätern Jahre gelangen jedoch solche Übertragungen im Herbst. EVANS und GYRISCO schliessen aus ihren Ergebnissen auf einen mehr oder weniger strengen Wirtswechsel zwischen mehrjährigen Pflanzen, wie *Medicago*, *Trifolium* und *Lotus* als Winterwirtspflanzen, und einjährigen Pflanzenarten als Sommerwirtspflanzen. Die Übertragung von Tieren von Nebenwirtspflanzen auf Winterwirtspflanzen soll deshalb im Sommer nicht oder nur unter ganz bestimmten Verhältnissen möglich sein. Das Arbeiten mit verschiedenen Läusestämmen von *Vicia faba* schliesst jedoch die Möglichkeit, dass die geprüften Stämme verschiedenen biologischen Rassen angehören, nicht aus. Dies dürfte umso eher der Fall sein, als F. P. MÜLLER fand, dass diese Wirtspflanze von allen bekannten biologischen Rassen von *A. pisum* stark befallen wird. Die unter unsern Verhältnissen festgestellten ungeflügelten Männchen und das durch MÜLLER gefundene Fehlen geflügelter gynoparer Weibchen spricht kaum für einen solchen Wirtswechsel bei den bei uns auf Luzerne lebenden Formen.

### **Caudalhaarindex von grünen und roten Klonen von verschiedenen Wirtspflanzen**

Von den bei unsern Untersuchungen besonders interessierenden Wirtspflanzen *Pisum sativum*, *Medicago sativa*, *Trifolium pratense*, *Vicia faba* und weiteren *Vicia*-Arten wurden Tiere von verschiedenen Orten

aus dem Freiland eingetragen und auf *Vicia faba* weitergezüchtet. In üblicher Weise wurden in der Folge die Caudalhaarindices als Mittelwerte von je 10 Individuen pro Klon bestimmt.

Die Ergebnisse sind nach Wirtspflanzen geordnet in *Tabelle 5* zusammengestellt.

TABELLE 5

*Caudalhaarindex grüner und roter Klone von verschiedenen Wirtspflanzen*  
Anordnung nach zunehmendem Caudalhaarindex.

Nr.	Grüne Klone					Rote Klone		
	<i>Pisum sativum</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Vicia faba</i>	<i>Vicia cracca</i> u. <i>Vicia sepium</i>	<i>Pisum sativum</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Trifolium pratense</i>
1	0,22	0,17	0,13	0,68	1,11	0,67	0,27	0,38
2	0,30	0,21	0,26	1,00	1,37	1,10	0,29	0,49
3	0,30	0,28	0,34		1,58		0,56	0,63
4	0,55	0,35	1,62				1,39	0,72
5	0,57	0,62						
6	0,64	1,03						
7	0,76	1,05						
8	0,81	1,11						
9	1,00	1,12						
10	1,26	1,26						
11	1,57	1,39						
12	1,61							
13	1,71							
14	1,76							

Auf allen Wirtspflanzen wurden demnach sowohl Klone mit tiefem als auch mit mehr oder weniger hohem Caudalhaarindex gefunden. Besonders dort, wo eine grössere Zahl von Klonen geprüft werden konnte, war die Streubreite zwischen den Klonen sehr gross. Die relativ geringe Variation bei den grünen Klonen von *Vicia*-Arten sowie bei den roten Klonen von *Pisum sativum* und *Trifolium pratense* dürfte vermutlich durch die beschränkte Zahl geprüfter Klone bedingt sein.

#### **Antibiosisversuch mit grünen Klonen von *Pisum sativum* auf verschiedenen Leguminosen**

In diesen Versuchen sind insgesamt 13 grüne Klone von *Pisum sativum* nach der bereits früher beschriebenen Methode auf Wachstums- und Vermehrungsfähigkeit auf *Trifolium pratense*, *Medicago sativa*, *Vicia faba*, *Vicia sativa*, *Vicia villosa* und vergleichsweise auch auf *Pisum sativum* geprüft worden. Es wurden je zwei Versuchspflanzen mit je 10 Junglarven besetzt. Die Auszählung der Läuse auf *Pisum sativum*,

*Trifolium pratense*, *Medicago sativa* und *Vicia faba* erfolgte 20 Tage nach Versuchsbeginn. Auf *Vicia sativa* und *Vicia villosa* musste der Versuch bereits am 11. Tage abgebrochen werden, da die Pflanzen unter Laterengläsern zu vergilben drohten. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Die Ergebnisse lassen für alle Klone ein weitgehend ähnliches Bild ersehen. In ebenso starkem Ausmasse wie die Herkunftspflanze wurde *Vicia faba* besiedelt. In der Regel ebenfalls stark war die Vermehrung auf *Vicia sativa* und *Vicia villosa*. Die hier in einigen Fällen registrierte weniger gute Vermehrung dürfte mit dem vorzeitigen Abbruch des Versuches auf diesen Pflanzen im Zusammenhang stehen. In keinem Falle wurde Vermehrung auf *Medicago sativa* festgestellt, auf *Trifolium pratense* wurden nur in einigen Fällen vereinzelte Läuse gefunden. Irgendwelche Zusammenhänge zwischen Caudalhaarindex und Wirtsspektrum lassen sich aus diesem Versuche mit Klonen von *Pisum sativum* nicht ersehen.

TABELLE 6  
*Antibiosisversuche mit grünen Klonen von Erbse  
 auf verschiedenen Leguminosen*

Bezeichnung	Caudalhaarindex	Versuchspflanze					
		<i>Pisum sativum</i>	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Vicia faba</i>	<i>Vicia sativa</i>	<i>Vicia villosa</i>
K 28	0,22	xxxx	x	—	xxxx	xxxx	xxxx
K 23	0,30	xxxx	—	—	xxxx	xxxx	xxxx
K 26	0,30	xxxx	x	—	xxxx	x	x
K 24	0,57	xxxx	x	—	xxxx	xx	x
K 12	0,64	xxxx	—	—	xxxx	xxx	xxx
K 25	0,81	xxxx	—	—	xxxx	xxxx	xxxx
K 13	0,91	xxxx	x	—	xxxx	xxxx	xxxx
K 27	1,26	xxxx	x	—	xxxx	xxxx	xxxx
K 4	1,57	xxxx	—	—	xxxx	xxxx	xxxx
K 29	1,58	xxxx	—	—	xxxx	xxxx	xxxx
K 1	1,61	xxxx	—	—	xxxx	xxxx	xxxx
K 3	1,71	xxxx	—	—	xxxx	xxxx	x
K 2	1,76	xxxx	—	—	xxxx	xxxx	xxxx

xxxx = > 200 Läuse, xxx = 100-200 Läuse, xx = 50-100 Läuse, x = 1-50 Läuse, — = 0 Läuse.

**Antibiosisversuch mit grünen Klonen  
 von verschiedenen Leguminosen auf *Pisum sativum***

In diesem Versuche sollte die Übertragungsmöglichkeit von grünen Klonen mit unterschiedlichen Caudalhaarindices von *Medicago sativa*,

*Trifolium pratense* und von *Vicia*-Arten auf Erbse geprüft werden. Es wurden je zwei Erbsenpflanzen mit je 10 Junglarven besetzt. Die Kontrolle erfolgte 20 Tage nach Versuchsbeginn. Die Ergebnisse sind in *Tabelle 7* dargestellt.

Stärkste Vermehrung auf Erbse wurde bei zwei von *Vicia faba* und einem von *Vicia sepium* stammenden Klonen gefunden. Keine Vermehrung auf Erbse zeigte der von *Vicia cracca* stammende Klon. Wie später noch zu zeigen sein wird, unterschied sich dieser Klon von den übrigen von *Vicia*-Arten kommenden durch ungeflügelte Männchen. Keine oder nur vereinzelt Läuse auf Erbse wurden festgestellt bei Infektion mit Läusen von *Medicago sativa* und *Trifolium pratense*. Klone mit unterschiedlichem Caudalhaarindex verhielten sich diesbezüglich weitgehend gleich.

TABELLE 7

*Antibiosisversuch mit grünen Klonen verschiedener Herkunft auf Pisum sativum*

Bezeichnung	Caudalhaarindex	Herkunft	Versuchspflanze
			<i>Pisum sativum</i>
K 31	0,17	<i>Medicago sativa</i>	—
K 35	0,21	<i>Medicago sativa</i>	—
K 34	0,35	<i>Medicago sativa</i>	—
K 7	0,62	<i>Medicago sativa</i>	—
K 36	1,05	<i>Medicago sativa</i>	x
K 37	1,11	<i>Medicago sativa</i>	—
K 19	1,26	<i>Medicago sativa</i>	x
K 43	0,13	<i>Trifolium pratense</i>	—
K 42	0,34	<i>Trifolium pratense</i>	—
K 53	1,62	<i>Trifolium pratense</i>	x
K 22	0,68	<i>Vicia faba</i>	xxxx
K 21	1,00	<i>Vicia faba</i>	xxxx
K 15	1,11	<i>Vicia sepium</i>	xxxx
K 8	1,58	<i>Vicia cracca</i>	x
K 28	0,22	<i>Pisum sativum</i>	xxxx
K 23	0,30	<i>Pisum sativum</i>	xxxx
K 26	0,30	<i>Pisum sativum</i>	xxxx
K 12	0,64	<i>Pisum sativum</i>	xxxx
K 25	0,81	<i>Pisum sativum</i>	xxxx
K 13	0,91	<i>Pisum sativum</i>	xxxx

xxxx = > 200 Läuse, xxx = 100–200 Läuse, xx = 50–100 Läuse, x = 1–50 Läuse, — = 0 Läuse.

**Antibiosisversuch mit roten Klonen**

Für diese Untersuchungen stand nur eine beschränkte Zahl von Klonen zur Verfügung. Es wurden wiederum je zwei Versuchspflanzen mit je 10 Junglarven besetzt, die Kontrolle erfolgte 20 Tage nach Versuchsbeginn. Die Ergebnisse sind in *Tabelle 8* zusammengestellt.

TABELLE 8

*Antibiosisversuch mit roten Klonen*

Bezeichnung	Caudalhaarindex	Herkunft	Versuchspflanzen					
			<i>Pisum sativum</i>	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Vicia faba</i>	<i>Vicia sativa</i>	<i>Vicia villosa</i>
K 30	0,27	<i>Medicago sativa</i>	—	x	xxxx	xxxx	xxxx	—
K 6	0,29	<i>Medicago sativa</i>	—	x	xxxx	xxxx	xxxx	—
K 52	0,72	<i>Trifolium pratense</i>	—	xxxx	—	xxxx	xxxx	x
K 16	0,67	<i>Pisum sativum</i>	xxxx	—	—	xxxx	xxxx	—
K 11	1,10	<i>Pisum sativum</i>	xxxx	—	x	xxxx	xxxx	—

xxxx = > 200 Läuse, xxx = 100–200 Läuse, xx = 50–100 Läuse, x = 1–50 Läuse, — = 0 Läuse.

Die Resultate dieses Versuches lassen im Hinblick auf die kleine Zahl geprüfter Klone kaum Schlüsse bezüglich des Verhaltens von Klonen mit verschiedenem Caudalhaarindex zu. Interessant ist jedenfalls der deutlich unterschiedliche Befall auf *Pisum sativum*, *Medicago sativa* und *Trifolium pratense*, wobei auf diesen Pflanzen jeweils nur Klone der betreffenden Herkunft zu starker Vermehrung kamen. Die von Erbse stammenden roten Klone vermochten sich auf dieser Pflanze in einem durchaus ähnlichen Ausmass zu vermehren wie entsprechende grüne Klone.

**Auftreten von Sexualtieren und Caudalhaarindex**

*Freilandbeobachtungen*

Wie in der Einleitung angegeben, sind diese Untersuchungen ange-regt worden durch die Feststellung, dass sich einzelne Klone im Herbst

unter Freilandbedingungen ausschliesslich parthenogenetisch weitervermehrten. Sowohl im Herbst 1962 als auch im Herbst 1963 wurden die unter Laternengläsern an *Vicia faba* angesetzten Klone ins Freiland verbracht. Temperatur und Photoperiode entsprachen so den natürlichen Bedingungen. Die Aufstellung erfolgte auf die beim Abschnitt Material und Methoden beschriebene Weise. Die Zuchten blieben von Ende August bis zum Eintreten der ersten Fröste um Mitte Oktober im Freiland. Durch periodische Kontrollen wurde das Auftreten von Sexualtieren bei den einzelnen Klone registriert. Abbildung 14 gibt eine Zusammenfassung dieser Beobachtungsergebnisse der Jahre 1962 und 1963 wieder. Die Anordnung der Klone wurde getrennt nach Herkunftspflanze und nach Caudalhaarindex vorgenommen. Das Auftreten von Männchen und oviparen Weibchen wurde durch die entsprechenden Zeichen angegeben. Die Darstellung bezieht sich ausschliesslich auf grüne Klone.

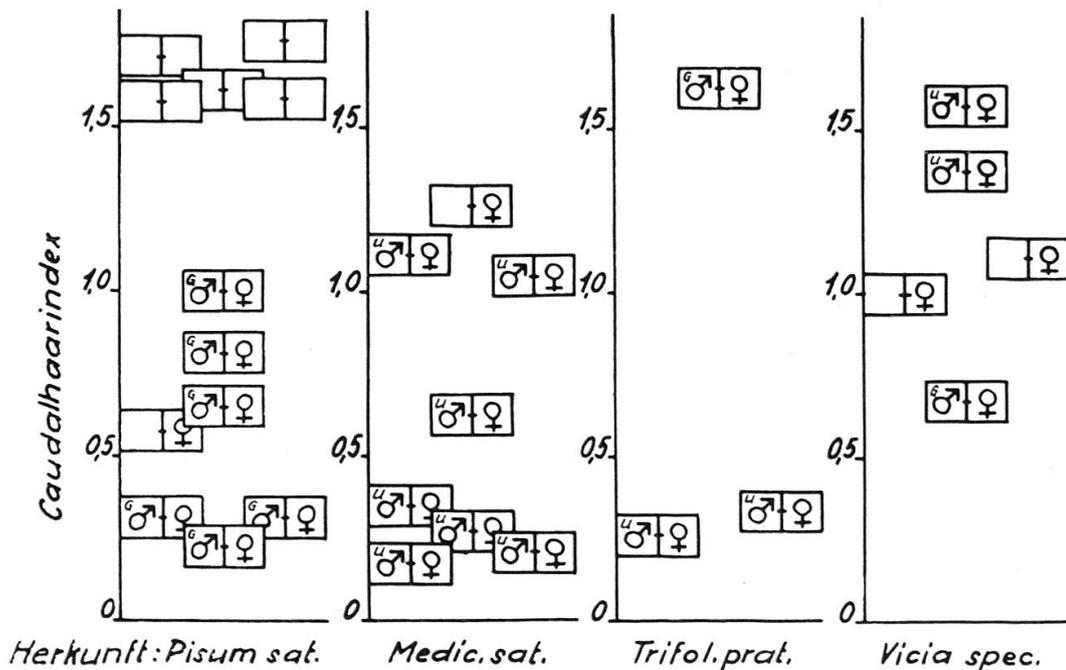


Abb. 14. — Auftreten von Sexualtieren unter Freilandbedingungen.

Bei den total 12 geprüften Klone von *Pisum sativum* registrierten wir bei deren sieben das Auftreten von Geschlechtstieren, wobei bei einem Klon während der Beobachtungszeit nur ovipare Weibchen und keine Männchen entstanden. Bei den auftretenden Männchen handelte es sich durchwegs um geflügelte Formen. Von besonderem Interesse ist das Fehlen von Geschlechtstieren bei den fünf Klone mit höchstem Caudalhaarindex. Vier dieser Klone wurden mit dem gleichen Ergebnis sowohl im Herbst 1962 als auch im Herbst 1963 unter Freilandbedingungen gehalten, einer dieser Klone wurde erst ab 1963 in Zucht

genommen. Vier Klone stammten aus verschiedenen Gebieten der Ostschweiz, ein Klon aus der Westschweiz. Bei allen diesen Klonen drohte die Zucht einzugehen, als die *Vicia faba*-Pflanzen unter Frosteinwirkung abzusterben begannen.

Bei sämtlichen Klonen von *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* und von *Vicia*-Arten traten Geschlechtstiere auf. In einzelnen Fällen fehlten Männchen. Diese waren in den von Luzerne stammenden Klonen durchwegs ungeflügelt, bei denjenigen von *Trifolium pratense* und *Vicia*-Arten ungeflügelt oder geflügelt. In letzterem Falle stammten die Klone mit ungeflügelten Männchen von *Vicia cracca*, der Klon mit geflügelten Männchen von *Vicia sepium*. Letzterer Klon hat in den in einem früheren Abschnitt beschriebenen Antibiosisversuchen auf Erbse gute Vermehrung gezeigt. Einer der Klone von *Vicia cracca* mit ungeflügelten Männchen befiel Erbse nicht, und der andere dieser Klone konnte in dieser Hinsicht nicht mehr geprüft werden, da er vorzeitig einging. Klone mit hohem Caudalhaarindex von *Trifolium pratense* und *Vicia cracca* bildeten im Gegensatz zu denjenigen von *Pisum sativum* in gleichem Ausmasse Männchen und ovipare Weibchen aus wie Klone mit niedrigem Caudalhaarindex.

#### *Photoperiodenversuch in der Klimakammer*

Nach den Untersuchungen von JOYCE KENTEN (1955) entstehen Sexualformen von *A. pisum* bei Temperaturen unter 20° C, jedoch nur, wenn die Elterntiere während ihrer larvalen Entwicklung eine Photoperiode von höchstens 8 Stunden täglich erhalten haben. Zur Überprüfung der Freilandbeobachtungen entnahmen wir einigen bis zu diesem Datum unter Dauerlicht gehaltenen Klonen am 4. XI. 1963 vivipare Weibchen und setzten diese in einer Klimakammer an *Vicia faba* an. Die Temperatur betrug 15° C, die relative Luftfeuchtigkeit 70 Prozent und die tägliche Photoperiode 6 Stunden. Die Klone wurden bis zum 13. XII. 1963 unter diesen Bedingungen gehalten. An diesem Tage wurden sämtliche ausgewachsene Läuse abgelesen und untersucht. Die Ergebnisse sind in *Tabelle 9* zusammengestellt.

Bei fünf von den insgesamt neun von *Pisum sativum* stammenden Klonen handelte es sich bei den ausgewachsenen Tieren zum überwiegenden Teil um ovipare Weibchen. Bei zwei Klonen traten in einem geringen Anteil auch geflügelte Männchen auf. Von den fünf Klonen mit höchstem Caudalhaarindex, die im Freiland ausschliesslich parthenogenetische Vermehrung gezeigt hatten, entwickelten deren vier auch in der Klimakammer keine Sexualtiere. Einer dieser Klone bestand dagegen bei Versuchsende ebenfalls weitgehend aus oviparen Weibchen.

Am 13. XII. 1963 entnahmen wir denjenigen Klonen, die bis anhin keine Sexualtiere produziert hatten, je eine grössere Anzahl geflügelter Läuse. Diese geflügelten Tiere wurden weiterhin unter den genannten

TABELLE 9

Photoperiodenversuch in Klimakammer, 15° C, 6 h Belichtung täglich,  
Versuchsdauer 4. XI.-13. XII. 1963

Bezeichnung	Caudalhaarindex	Herkunft	Total untersuchte Tiere	Prozentualer Anteil verschiedener Formen am Versuchsende			
				vivipare Weibchen		Sexualtiere	
				ungeflügelt	geflügelt	ovipare Weibchen	Männchen
K 2	1,76	<i>Pisum sativum</i>	36	58,3	41,7	—	—
K 3	1,71	<i>Pisum sativum</i>	30	—	16,7	83,3	—
K 1	1,61	<i>Pisum sativum</i>	40	90,0	10,0	—	—
K 29	1,58	<i>Pisum sativum</i>	40	47,5	52,5	—	—
K 4	1,57	<i>Pisum sativum</i>	61	98,4	1,6	—	—
K 13	1,00	<i>Pisum sativum</i>	77	—	—	94,8	5,2
K 12	0,64	<i>Pisum sativum</i>	25	—	—	76,0	26,0
K 23	0,30	<i>Pisum sativum</i>	29	6,9	—	93,1	—
K 28	0,22	<i>Pisum sativum</i>	75	—	2,7	97,3	—
K 19	1,26	<i>Medicago sativa</i>	41	—	—	100,0	—
K 53	1,62	<i>Trifolium pratense</i>	25	—	—	100,0	—
K 8	1,58	<i>Vicia cracca</i>	80	—	—	100,0	—

TABELLE 10

Nachkommenschaft geflügelter Läuse aus Zucht bei 15° C und 6 h  
täglicher Beleuchtung auf *Vicia sativa*

Bezeichnung	Caudalhaarindex	Total Tiere	Prozentualer Anteil			
			vivipare Weibchen		Sexualtiere	
			ungeflügelt	geflügelt	vivipare Weibchen	Männchen
K 1	1,61	12	58,3	41,7	—	—
K 2	1,76	21	4,8	95,2	—	—
K 4	1,57	12	75,0	25,0	—	—
K 29	1,58	10	30,0	70,0	—	—

Bedingungen der Klimakammer gehalten, jedoch auf *Vicia sativa* übertragen. Nach fünf Tagen entfernten wir die Tiere, und die in der Zwischenzeit abgelegten Larven wurden weitergezüchtet. Eine am 30. XII. durchgeführte Kontrolle zeigte die aus *Tabelle 10* ersichtliche Zusammensetzung der Nachkommenschaft.

Die Klone behielten demnach auch bei Übertragung auf eine ausdauernde Wirtspflanze ihre ausschliesslich parthenogenetische Vermehrung bei.

## DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass *Acyrtosiphon pisum* in bezug auf Zahl und Struktur der Caudalhaare eine grosse morphologische Streubreite aufweist. Das Auftreten von Tieren mit höchstens wenigen, schwach abgestumpften Caudalhaaren und solchen mit zahlreichen, vorwiegend stark abgestumpften Caudalhaaren lässt auf das Vorhandensein einer morphologischen Entwicklungsreihe schliessen. Das Vorkommen praktisch sämtlicher Übergangsformen dürfte durch mehr oder weniger häufige mutative Veränderungen der Erbanlage und deren Kombination bei der bisexualen Fortpflanzung bedingt sein. Auf Grund einjähriger Zuchtversuche mit zehn ausgewählten Klonen ist anzunehmen, dass die Caudalhaarstruktur im Laufe parthenogenetischer Vermehrung zumindest während relativ kurzer Zeit weitgehend unverändert erhalten bleiben kann.

In Gewächshausversuchen und durch Freilandbeobachtungen sollte geklärt werden, inwieweit die in der unterschiedlichen Caudalhaarstruktur gegebene morphologische Differenzierung als Hinweis auf eine biologische Spezialisierung betrachtet werden kann. Die diesbezüglichen Versuche mit verschiedenen Wirtspflanzen verliefen negativ. Die Ergebnisse bestätigen dadurch die im Freiland gefundenen Verhältnisse, indem auf *Pisum sativum*, *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* und *Vicia spec. A. pisum*-Populationen mit sehr unterschiedlicher Caudalhaarstruktur gefunden wurden. Vermehrte Untersuchungen an Läusen von allen in Frage kommenden Wirtspflanzen beziehungsweise von allen auftretenden Biotypen von *A. pisum* dürften eventuell durchwegs eine relativ grosse Variation in der Caudalhaarstruktur aufzeigen. Auf Grund der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit erscheinen auch noch weitere diesbezügliche Untersuchungen an *A. pisum subspec. ononis* angebracht. Sollten schliesslich auch bei dieser Unterart Tiere mit hohem Anteil stumpfer Caudalhaare gefunden werden, so dürfte eine Unterscheidung von den übrigen Formen zumindest noch anhand der höheren Zahl der Caudalhaare möglich sein.

Die Existenz biologischer Rassen der Erbsenblattlaus ist durch die vorliegenden Untersuchungen erneut bestätigt worden. Grüne und rote

Formen von *Medicago sativa* zeigten schlechte Befallsfähigkeit gegenüber *Trifolium pratense* und *Pisum sativum*. Ebenso misslang die Übertragung grüner und roter Formen von *Trifolium pratense* auf *Pisum sativum* weitgehend. Grüne und rote Formen von *Medicago sativa* und *Trifolium pratense* besiedelten dagegen *Vicia faba* und weitere *Vicia*-Arten stark. Von besonderem Interesse erscheint das Auffinden von roten Formen mit guter Befallsfähigkeit gegenüber *Pisum sativum* und *Vicia*-Arten.

Die grünen Formen von Erbse besiedelten als weitere Wirtspflanzen bevorzugt *Vicia faba*, *Vicia sativa*, *Vicia villosa*, *Trifolium incarnatum* und *Lathyrus odoratus*. F. P. MÜLLER (1962) nimmt auf Grund von Übertragungsversuchen und weiteren Beobachtungen einen Wirtswechsel zwischen Erbsen und ausdauernden sowie zweijährigen *Vicia*-Arten an. Die auch in unsern Versuchen festgestellte gute Befallsfähigkeit von Tieren von *Pisum sativum* gegenüber *Vicia*-Arten sowie die geflügelte Form der Männchen in diesen Populationen sprechen für diese Annahme. Von *Vicia*-Arten liessen sich ausschliesslich Tiere von Klonen mit geflügelten Männchen gut auf Erbse übertragen. Das Auffinden eines Klones mit ungeflügelten Männchen auf *Vicia cracca* bestätigt die aus unseren Versuchen zu erwartende Tatsache, dass *Vicia*-Arten nicht nur der nach *Pisum sativum* migrierenden biologischen Rasse als Überwinterungspflanzen dienen. Von Bedeutung als Überwinterungspflanzen für die auf Erbsen lebenden Populationen könnten auch *Trifolium incarnatum* und *Lathyrus*-Arten sein.

Die in bezug auf Caudalhaarstruktur am Ende einer morphologischen Entwicklungsreihe stehenden Klone dürften zumindest innerhalb einer bestimmten biologischen Rasse insofern auch biologisch ein Endstadium darstellen, als sie offenbar teilweise die Fähigkeit zur Ausbildung von Sexualtieren verloren haben. In der mehr oder weniger starken Neigung zur anholozyklischen Lebensweise konnte bisher die einzige biologische Ausprägung der unterschiedlichen Morphologie der Caudalhaare gefunden werden.

Der Umstand, dass die fünf *A. pisum*-Klone von Erbse mit höchstem Anteil abgestumpfter Caudalhaare unter Freilandbedingungen im Herbst keine Sexualtiere ausbildeten, und dass nur bei einem dieser Klone Geschlechtstiere im Zuchtversuch in der Klimakammer auftraten, wirkt natürlich die Frage auf, wie der Fortbestand dieser Klone gesichert wird. Anholozyklische Überwinterung der Erbsenblattlaus im Freien ist wohl in wärmeren Gebieten nachgewiesen, kann jedoch unter unsern Verhältnissen in der Regel wohl ausgeschlossen werden. Anholozyklische Überwinterung in Gewächshäusern dürfte in weitgehender Ermangelung geeigneter Wirtspflanzen nur beschränkt möglich sein. Unsere Versuchsergebnisse zeigen jedoch, dass die Fähigkeit zur Ausbildung von Geschlechtstieren bei diesen Klonen unter Umständen doch nicht vollständig verloren gegangen ist und dass noch eine gewisse Möglichkeit zur holozyklischen Überwinterung offen bleibt. Im übrigen dürfte dem

weitgehenden Verlust der Fähigkeit zur Ausbildung von Geschlechtstieren bei diesen Klonen der Charakter eines Letalfaktors zukommen, indem die Möglichkeiten für eine anholozyklische Lebensweise unter unsern Verhältnissen meistens fehlt.

Sowohl unter Freilandbedingungen wie im Photoperiodenversuch in der Klimakammer produzierten Klone mit hohem Anteil abgestumpfter Haare von *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* und *Vicia cracca* in gleichem Ausmasse Geschlechtstiere wie Klone mit wenig abgestumpften Caudalhaaren. Immerhin lässt die beschränkte Zahl von untersuchten Klonen mit hohem Anteil abgestumpfter Caudalhaare von diesen Wirtspflanzen noch keine sicheren Schlüsse zu. Die bisherigen Erfahrungen zeigen jedoch, dass die Erscheinung des weitgehenden Verlustes der Fähigkeit zur Ausbildung von Geschlechtstieren unter Umständen auf Klone eines oder mehrerer bestimmter Biotypen der Erbsenblattlaus beschränkt sein könnte.

## ZUSAMMENFASSUNG

Umfangreiche morphologische Untersuchungen über die Caudalbehaarung von *Acyrtosiphon pisum* HARRIS zeigten eine grosse Variation in der Zahl der Caudalhaare und im prozentualen Anteil abgestumpfter Caudalhaare. Das Vorhandensein von Tieren mit wenigen, schwach abgestumpften Caudalhaaren und solchen mit vielen, vorwiegend stark abgestumpften Haaren lässt auf eine morphologische Entwicklungsreihe schliessen. Zur möglichst genauen Fixierung der Stellung eines Tieres innerhalb dieser morphologischen Entwicklungsreihe wird ein Caudalhaarindex vorgeschlagen. Dieser bleibt nach den Erfahrungen in Zuchtversuchen bei parthenogenetischer Vermehrung innerhalb eines Klones weitgehend konstant.

In Gewächshausversuchen und durch Freilandbeobachtungen sollte abgeklärt werden, inwieweit diese morphologische Differenzierung als Hinweis auf eine biologische Spezialisierung betrachtet werden kann. Die in diesem Zusammenhang durchgeführten Wirtspflanzenversuche verliefen negativ, und auch im Freiland wurden sowohl auf *Pisum sativum* wie auf *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* und *Vicia*-Arten *A. pisum*-Tiere mit stark unterschiedlichem Anteil abgestumpfter Caudalhaare gefunden. Die durchgeführten Versuche gaben jedoch erneut zahlreiche Hinweise auf das Vorhandensein von mehreren biologischen Rassen mit verschiedenen Wirtsspektren bei *A. pisum*. Grüne und rote Formen von *Medicago sativa* zeigten schlechte Befallsfähigkeit gegenüber *Trifolium pratense* und *Pisum sativum*. Ebenso vermehrten sich grüne und rote Formen von *Trifolium pratense* auf *Pisum sativum* nicht. Grüne und rote Formen von *Medicago sativa* und *Trifolium pratense* besiedelten dagegen *Vicia faba* und weitere *Vicia*-Arten stark. Es wurde auch eine

rote Form mit guter Besiedlungsfähigkeit gegenüber *Pisum sativum* und *Vicia*-Arten gefunden.

Für die auf *Pisum sativum* lebenden Erbsenblattläuse kommen *Vicia*-Arten, *Trifolium incarnatum* und *Lathyrus*-Arten als Überwinterungspflanzen in Frage. Innerhalb dieser biologischen Rasse traten bei Zucht unter Freilandbedingungen bei den fünf Klonen mit höchstem Anteil abgestumpfter Caudalhaare keine Geschlechtstiere auf. Unter künstlichen Bedingungen entwickelte nur einer von diesen fünf Klonen Sexualtiere. Die in bezug auf ihre Caudalhaarstruktur am Ende einer morphologischen Entwicklungsreihe stehenden Klone dürften innerhalb dieses Biotypes insofern auch biologisch ein Endstadium darstellen, als sie offenbar die Fähigkeit zur Ausbildung von Sexualtieren bis zu einem gewissen Grade verloren haben.

### SUMMARY

Extensive morphological investigations on *Acyrtosiphon pisum* HARRIS showed a large variation in the number of hairs on the cauda and in the percentage of stunted hairs on the cauda. From the presence of individuals with few, slightly stunted hairs on the cauda and of those with many in the main strongly stunted hairs we may infer on a phylogenetical series. In order to fix the position of an animal within this phylogenetical series as exactly as possible an index is proposed. According to the experience made in rearing experiments with parthenogenetic reproduction this index remains almost constant within a clone.

In greenhouse-tests and by open air-observations should be found in what respect this morphological difference can be considered as an indication of a biological separation. The host range tests carried out in this connexion turned out negative. Animals of *A. pisum* with a very different percentage of stunted hairs on the cauda were also found in the open air on *Pisum sativum* as well as on *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* and *Vicia*-species. But the tests carried out give again many indications of the presence of several biotypes with different host preferences.

Green and red forms of aphids from *Medicago sativa* did not reproduce on *Trifolium pratense* and *Pisum sativum*, those from *Trifolium pratense* refused propagation on *Pisum sativum*. Green and red forms of aphids from *Medicago sativa* and *Trifolium pratense* reproduced at a rapid rate on *Vicia faba* and on other *Vicia*-species. It was also found a red form with good propagation ability on *Pisum sativum* and *Vicia*-species.

As winter host plants for the pea aphids living on *Pisum sativum* are considered *Vicia*-species, *Trifolium incarnatum* and *Lathyrus*-species. By rearing under open-air conditions, no sexuals within this biotype

occurred in the five clones with the highest percentage of stunted hairs on the cauda. Under artificial conditions only one of the five clones developed sexuals. The clones being at the end of a phylogenetical series concerning their structure of the hairs on the cauda may in so far also form the end in a biological series within this biotype as they have probably lost to a certain degree the ability to produce sexuals.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- BÖRNER, C., 1952. *Europae centralis Aphides*. Mitt. Thür. Bot. Ges. Beiheft 3.
- BÖRNER, C. und HEINZE, K., 1957. *Blattläuse*. In: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, begr. von SORAUER, 5, 5. Auflage.
- CARTIER, J. J., 1959. *Recognition of three biotypes of the pea aphid from southern Québec*. J. econ. Ent. 52, 293-294.
- 1963. *Les Formes du Puceron du Pois dans le Sud du Québec*. The Canad. Entom. 95, 5, 558-560.
- EVANS, W. G. and GYRISCO, G. G., 1956. *Notes on the biology of the pea aphid*. J. econ. Ent. 49, 878-879.
- FRÖHLICH, G., 1962. *Das Verhalten der Grünen Erbsenblattlaus *Acyrtosiphon pisum* (HARRIS) gegenüber verschiedenen Wirtspflanzen und Temperaturveränderungen*. Z. ang. Entomologie 51, 1, 55-68.
- HILLE RIS LAMBERS, D., 1947. *Contribution to a monograph of the Aphididae of Europe*. III. Temminckia 7, 179-319.
- 1950. *On mounting Aphids and other soft-skinned insects*. Ent. Berichten N 298, 13, 55-58.
- 1963. *On the forms of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (HARRIS)*. Aphidologists' Newsletter, Québec, 2, 4, 1-4.
- KENTEN, J., 1955. *The effect of the photoperiod and temperature on reproduction in *Acyrtosiphon pisum* (HARRIS) and the forms produced*. Bull. Ent. Res. 46, 599-614.
- MARKKULA, M., 1963. *Studies on the pea aphid *Acyrtosiphon pisum* HARRIS (Hom. Aphididae) with special reference to the differences in the biology of the green and red forms*. Ann. Agric. Fenniae 2, 1-30.
- MEIER, W., 1957. *Über *Acyrtosiphon pisum* HARRIS 1776. (Hemipt. Aphid.)* Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 30, 89-94.
- 1958. *Beiträge zur Kenntnis der auf Papilionaceen lebenden *Acyrtosiphon*-Arten (Hemipt. Aphid.)*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 31, 291-312.
- MÜLLER, F. P., 1961. *Die wissenschaftlichen Namen von wirtschaftlich wichtigen Blattläusen der Landwirtschaft und des Gartenbaues*. Nachrichtenbl. deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) 15, 46-53.
- 1962. *Biotypen und Unterarten der « Erbsenlaus » *Acyrtosiphon pisum* HARRIS*. Z. Pflanzenkrankh. (Pflanzenpath.) u. Pflanzenschutz, 69, 3, 129-136.