

Zur Feuchte-Präferenz von Feldheuschrecken und ihren Larven (Insecta: Acrididae)

Sigfrid Ingrisch

The behaviour of juvenile and adult grasshoppers (*Oedipoda caeruleascens*, *Mecostethus grossus* and *Chorthippus* spp.) in gradients of humidity was studied at different temperatures (21°C and 33°C). At 21°C the larvae as well as the adults of all species tested prefer the drier part of the humidity gradient. The preference is more marked in species that may be called xerophilous from observations in nature than in hygrophilous species. At 33°C, xerophilous and hygrophilous species react differently. The former prefer dry conditions, while the latter are distributed uniformly in the humidity gradient. There were no mesophilous species reacting in an intermediate way. Rearing experiments corroborate that drought preference is important in larvae. These die in large numbers when kept at high humidity, but survive in dry conditions. Although xerophilous and hygrophilous species may be distinguished, it is not possible to explain the different distribution of the grasshopper species in the field only by their humidity preference. It is supposed that preference reactions are important to keep the insect body in optimal physiological conditions, due to small movements within the habitat according to weather conditions.

Grasshoppers, humidity preference, rearing experiments, habitat selection.

1. Einführung

Heuschrecken sind sehr auffallende Insekten des Hochsommer- und Herbstaspektes unserer Landschaft. Dabei läßt sich bei vielen Arten eine mehr oder weniger strenge Bindung an spezifische Habitatsorte erkennen, die sich durch charakteristische mikro-klimatische Verhältnisse auszeichnen. Seit den Untersuchungen von JAKOVLEV (1957, 1959) sowie JAKOVLEV & KRÜGER (1953) wird vielfach die relative Luftfeuchtigkeit (RF) der Standorte als entscheidend für die Verteilung der Feldheuschrecken im Freiland angesehen, da einerseits alle bisher daraufhin untersuchten Arten denselben Temperaturbereich bevorzugen (etwa 32-42°C) (JAKOVLEV & KRÜGER 1954, GÄRDEFORS 1966, LAY 1979), andererseits die Transpiration der Acrididen an die RF der von ihnen besiedelten Biotope angepaßt ist und man diesbezüglich xero- und hygrophile Arten unterscheiden kann (JAKOVLEV 1957, 1959). Neuere Autoren betonen darüber hinaus die Bedeutung weiterer Einflüsse, insbesondere Form und Dichte der Vegetation für die Habitatselektion (z. B. OSCHMANN 1973, BROCKSIEPER 1977, SÄNGER 1977).

Wenn sich die Feldheuschrecken zum Aufsuchen geeigneter Lokalitäten im Freiland an einem RF-Gradienten orientieren, müßte sich dies auch in Präferenz-Verhalten ausdrücken. Das versucht die vorliegende Arbeit zu ergründen. Dabei sollen Larven im 1. Stadium und Imagines miteinander verglichen sowie das Präferenz-Verhalten bei unterschiedlichen Temperaturen, und zwar bei 21°C und 33°C untersucht werden. Während 21°C ungefähr sommerlichen Temperaturen bei ungünstiger Witterung entsprechen (bedeckter Himmel oder Regen), liegen 33°C im Bereich der Vorzugstemperatur der Acrididen, die an strahlungsintensiven Tagen in ihren Habitaten erreicht werden können.

2. Material und Methode

Zur Untersuchung gelangten überwiegend Feldheuschrecken der Gattung *Chorthippus*. Dabei sollten xerophile (bezogen auf ihr Vorkommen im Freiland) mit mesophilen und hygrophilen Arten verglichen werden. Ergänzend konnten zwei Arten untersucht werden, die sich durch besonders ausgeprägte Bindung an trockene (*Oedipoda caeruleascens*) bzw. nasse Standorte (*Mecostethus grossus*) auszeichnen. Einen Überblick über die verwendeten Arten und ihre ökologische Valenz im Freiland gibt Tab. 1. Untersucht wurden die Imagines und Larven des 1. Stadiums, von *Chorthippus parallelus* und *C. montanus* solche des 1. und 2. Stadiums, da sich die Larven teilweise während der Versuche häuteten. Wegen Materialmangels konnten nicht von allen Arten die Präferenzen von Imagines und Larven bei beiden Temperaturen ermittelt werden.

Tab. 1: Übersicht über die verwendeten Arten

Art	Herkunft der Versuchstiere	Ökologische Valenz im Freiland
Familia: Acrididae		
Subfamilia: Oedipodinae		
Oedipoda caerulescens (L.) 1758	Südhessen	xerophil
Mecostethus grossus (L.) 1758	Wetterau	hygrophil
Subfamilia: Gomphocerinae		
Chorthippus (Glyptobothrus) vagans EVERSM. 1848	Rheintal	xerophil
Chorthippus (Glyptobothrus) brunneus (THUNBG.) 1815	Nordhessen	xerophil
Chorthippus (Glyptobothrus) biguttulus (L.) 1758	Nordeifel	xerophil
Chorthippus dorsatus (ZETT.) 1821	Odenwald	mesophil
Chorthippus parallelus (ZETT.) 1821	Nordeifel; Lahntal	mesophil
Chorthippus albomarginatus (DEG.) 1773	Wesertal	hygrophil
Chorthippus montanus (CHARP.) 1825	Hohes Venn	hygrophil

Die Versuchstiere entstammten zum größten Teil eigenen Laborzuchten; *Chorthippus parallelus* und *C. montanus* sowie die Imagines von *C. biguttulus* und *C. brunneus* wurden im Freiland gesammelt. Die Hälterung erfolgte in Zuchtkästen (40 x 45 x 25 cm) mit Holzrahmen und Gazewänden. In deren Rückwand war eine 60 W-Glühlampe eingelassen, die in einem Rhythmus von 14 h hell/10 h dunkel oder 16 h/8 h geschaltet wurde. Die Fütterung erfolgte zwei- bis dreimal pro Woche mit frischem, in Wasser eingestelltem Gras. *O. caerulescens* wurde mit Löwenzahn, Brombeere und Haferflocken gefüttert. Die Zuchtkästen waren in Laborräumen bei etwa 21°C bis 26°C untergebracht. Während der Lichtperiode wurden aber durch die Glühlampen in den Kästen Temperaturen von über 30°C erreicht. Die RF schwankte zwischen 40 und 60 %. Für die Aufzucht unter diesen Bedingungen erwies es sich als sehr günstig, wenn die Tiere gelegentlich mit etwas Wasser bespritzt wurden, das sie gern aufsaugten.

Als Versuchsapparatur dienten runde Plexiglas-"Orgeln" (200 mm Ø, 55 mm Höhe), wie sie von THIELE (1964) und MÜLLER (1976) beschrieben worden waren. Ein in acht Kammern unterteiltes Bodengefäß wurde mit verschiedenen Salzlösungen beschickt. Ein Einsatz, der in gleicher Weise untergliedert war, diente als Lauffläche für die Versuchstiere. Seine Querwände waren mit Durchlaßöffnungen versehen. Die Orgel wurde von einem Plexiglasdeckel abgedichtet. Während der Versuchsdauer befanden sich die Feuchte-Orgeln in Thermostaten bei konstanten Temperaturen von 21°C bzw. 33°C, jeweils + 1°C. Um den Einfluß des Lichtes auszuschalten, fanden diese Versuche im Dunkeln statt.

Über den verwendeten konzentrierten Salzlösungen stellten sich in den Einsatz-Kammern folgende relative Luftfeuchtigkeiten ein (nach WINSTON & BATES 1960):

	21°C	33°C
H ₂ O	100 %	100 %
NaCl	75 %	75 %
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	55 %	47 %
MgCl ₂ ·6H ₂ O	33 %	33 %

Jeweils 2 Kammern enthielten dieselbe Salzlösung, wodurch ein zweiseitiger Feuchtegradient entstand. Die Feuchtigkeit konnte mit Hygroskop-Folien der Fa. Union-Seidengaze überprüft werden. Nachdem sich ein konstanter Feuchtegradient eingestellt hatte, wurden die Heuschrecken durch eine Einlaßöffnung im Deckel eingesetzt; Larven bis zu 10 pro Versuch, Imagines zu zweit (größere Arten) oder zu dritt (kleinere Arten). Die Eingewöhnungszeit betrug zwei Stunden. Dann wurde im Verlauf eines Einzel-Versuches die Verteilung der Tiere auf die Feuchtestufen in zehnminütigen Abständen zehnmal notiert. Die Ergebnisse wurden graphisch ausgewertet und mit dem χ^2 -Test auf ihre Signifikanz geprüft.

3. Ergebnisse

3.1 Versuche mit Larven (1. Larvenstadium)

Wie Abb. 1 zeigt, lassen bei relativ niedrigen Temperaturen (21°C) fast alle untersuchten Arten eine Präferenz für niedrige Feuchte erkennen. Das gilt insbesondere für die xerophilen Arten der Gattung *Chorthippus*, bei denen jeweils 70 % der Ablebungen auf die trockenste Kammer (33 % RF) entfielen. Aber auch für den mesophilen *C. parallelus* und die hygrophilen *C. albomarginatus* und *Mecostethus grossus* ist die Bevorzugung des trockeneren Teils der Orgel signifikant (χ^2 -Test). Lediglich *C. montanus*, ebenfalls eine hygrophile Art, zeigt eine annähernd gleichförmige Verteilung auf alle Kammern. Überraschend ist die relativ schwach ausgeprägte Präferenz der Larven von *Oedipoda caerulescens*. Nach ihrem Vorkommen im Freiland hätte man eine starke Präferenz für trocken erwarten sollen.

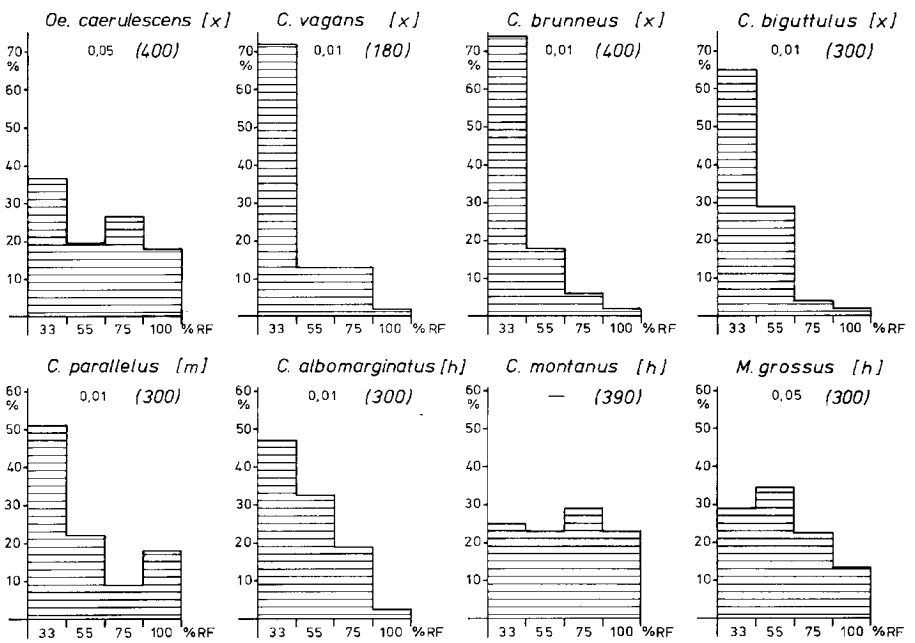


Abb. 1: Verteilung der Feldheuschrecken im Feuchtgradienten: Versuche mit Larven (1. Stadium) bei 21°C.

(*C. vagans*, *C. brunneus* und *C. biguttulus* 1. LST./21°C nach LAY 1979).

Abzisse: gebotene Feuchttestufen in % RF, Ordinate: Anzahl der Ablesungen in %.

Der in eckigen Klammern hinter dem Artnamen stehende Buchstabe kennzeichnet nach ihrem Vorkommen im Freiland xerophile x, mesophile m und hygrophile h Arten. Die in runden Klammern stehende Zahl bezeichnet die Gesamtzahl der Ablesungen. Davor ist die Signifikanzschwelle nach dem χ^2 -Test angegeben: Die Verteilung weicht von einer gleichförmigen Verteilung auf dem 1%-Niveau (0,01) oder auf dem 5%-Niveau (0,05) ab bzw. ist nicht signifikant von einer gleichförmigen Verteilung (-) verschieden.

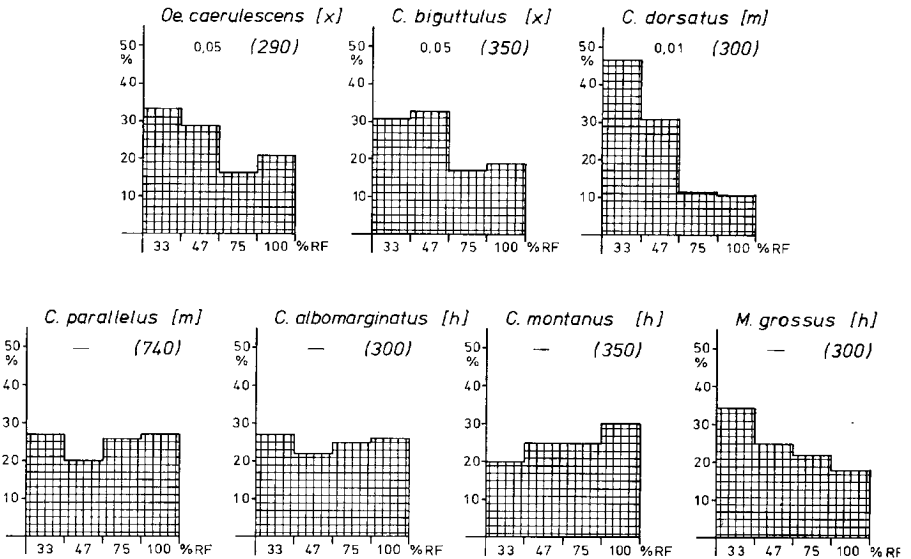


Abb. 2: Verteilung der Feldheuschrecken im Feuchtgradienten: Versuche mit Larven (1. Stadium) bei 33°C.

Bei 33°C (Abb. 2) zeigen die xerophilen Arten ebenfalls eine Präferenz für den trockeneren Teil der Orgel, die jedoch nicht so stark ausgeprägt ist wie bei 21°C. Dies mag teilweise daran liegen, daß die relative Luftfeuchtigkeit über einer konzentrierten $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -Lösung bei 21°C 55 %, bei 33°C aber nur 47 % beträgt, so daß bei den beiden Temperaturen ein etwas unterschiedlicher Feuchtegradient in der Orgel entsteht. Die hygrophilen Arten zeigen jetzt eine gleichmäßige Verteilung über die gesamte Feuchteorgel. Die scheinbar geringe Bevorzugung für feucht durch *C. montanus* bzw. trocken durch *M. grossus* läßt sich statistisch nicht absichern. Von den untersuchten mesophilen Arten bevorzugt *C. dorsatus* trocken, verhält sich also xerophil, während *C. parallelus* wie die hygrophilen Arten gleichmäßig über alle Kammern verteilt ist.

3.2 Versuche mit Imagines

Bei 21°C (Abb. 3) zeigen auch die Imagines der xerophilen und der hygrophilen Arten eine Präferenz für die trockenen Kammern der Orgel. Lediglich bei *C. parallelus* und *C. montanus* ist diese Präferenz wenig ausgeprägt und nicht signifikant.

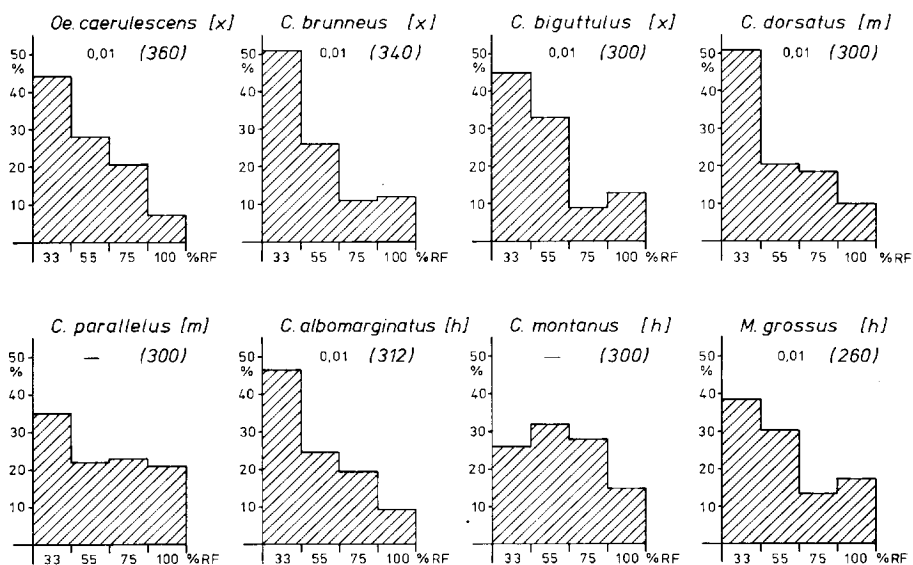


Abb. 3: Verteilung der Feldheuschrecken im Feuchtegradienten: Versuche mit Imagines bei 21°C.

Die xerophilen Arten bevorzugen bei 33°C ebenfalls deutlich den trockenen Bereich der Feuchteorgel (Abb. 4). Besonders eindeutig ist hierbei die Reaktion von *O. caerulescens*, die hier sehr viel deutlicher ausfällt als bei den Larven. Die hygrophilen Arten zeigen dagegen eine annähernd gleichförmige Verteilung über den ganzen Feuchtegradienten, wobei der trockene Bereich ein wenig bevorzugt wird. Dies ist aber, außer bei *C. montanus*, nicht signifikant. Von den mesophilen Arten verhält sich wie bereits bei den Larven *C. dorsatus* wie die xerophilen, *C. parallelus* aber wie die hygrophilen Arten.

Läßt man einzelne Abweichungen unberücksichtigt, so kann man zusammenfassend folgendes Verhalten der Acrididen im Feuchtegradienten feststellen:

- 1) Bei niedriger Temperatur (21°C) ergeben sich bei fast allen Versuchen Präferenzen für den trockeneren Bereich der Feuchteorgel. Dies gilt für Larven und für Imagines sowohl xerophiler als auch hygrophiler Arten.
- 2) Bei hoher Temperatur (33°C), die im Bereich der Vorzugstemperatur der Acrididen liegt, reagieren xerophile und hygrophile Feldheuschrecken unterschiedlich. Larven wie Imagines xerophiler Arten bevorzugen wiederum die trockenen Kammern, während die hygrophilen annähernd gleichförmig über den ganzen Feuchtegradienten verteilt sind. Dabei besitzen die Imagines die Tendenz, sich etwas häufiger in den trockenen Kammern aufzuhalten; dies läßt sich aber statistisch meist nicht absichern.

3) Mesophile Arten können auf Grund der Präferenz-Versuche nicht als eigene Gruppe abgetrennt werden. Arten, die auf Grund ihres Vorkommens im Freiland als mesophil eingestuft werden können, lassen sich teilweise der xerophilen, teilweise der hygrophilen Gruppe zuordnen. Dies entspricht Untersuchungen zur Transpiration der *Acrididae* von JAKOVLEV (1957), der ebenfalls xerophile und hygrophile, aber keine mesophilen Arten unterscheiden konnte.

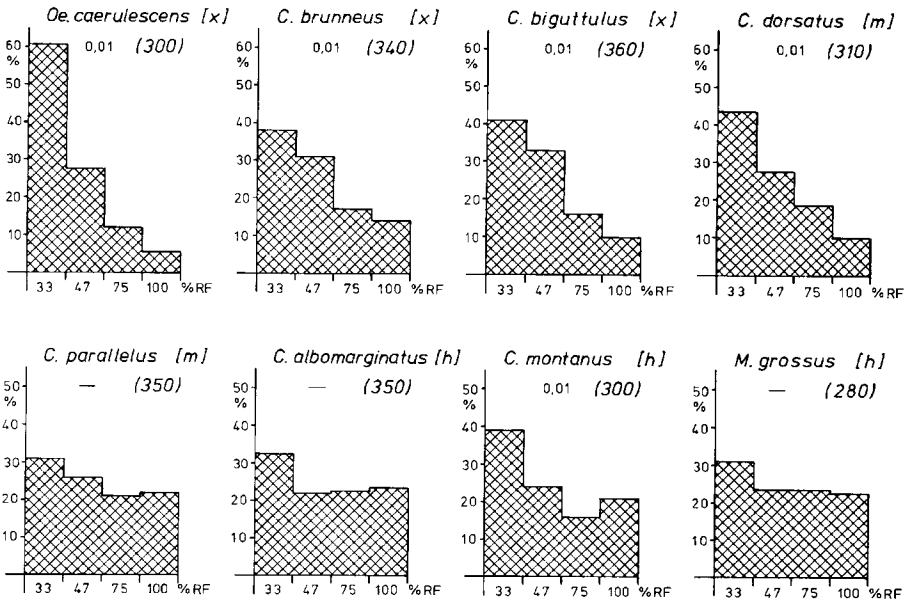


Abb. 4: Verteilung der Feldheuschrecken im Feuchtegradienten: Versuche mit Imagines bei 33°C.

4. Diskussion

Die Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß bei den meisten untersuchten Acrididen die Tendenz besteht, eine trockene Umgebung gegenüber einer feuchten zu bevorzugen, gleichgültig, ob sie im Freiland an trockenen Stellen vorkommen oder an Feuchtbio- tope gebunden sind. Eine Präferenz für die feuchten Kammern der Orgel trat ja in keinem der Versuche auf. Das unterschiedliche Verhalten der xerophilen gegenüber den hygrophilen Arten erklärt sich aus den verschiedenen Transpirationsraten dieser Arten. So konnten JAKOVLEV & KRÜGER (1953) nachweisen, daß hygrophile Orthopteren stärker transpirieren als xerophile. Ferner zeigten sie, daß die Transpiration bei den Heuschrecken nicht nach rein physikalischen Gesetzen erfolgt, d. h. mit steigender Temperatur und sinkender RF kontinuierlich ansteigt, sondern vielmehr in bestimmten Bereichen von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit eingeschränkt (reguliert) werden kann. Der Regulationsbereich gegenüber der Temperatur war für alle untersuchten Acrididen einheitlich, während im Regulationsvermögen gegenüber der RF sich xerophile von hygrophilen Arten unterschieden: Xerophile Arten konnten ihren Wasserverlust bis hinab zu 40 % RF (*Chorthippus mollis*) bzw. 35 % RF (*Oedipoda caerulescens*) aktiv einschränken, während hygrophile Arten (*C. parallelus* und *M. grossus*) bereits bei RF-Werten von weniger als 65 % verstärkt transpirierten (JAKOVLEV 1957, 1959).

Hieraus ergibt sich, daß die RF in der trockensten Kammer der Feuchteorgel für die xerophilen Arten gerade noch an der Grenze ihres Regulationsbereiches lag, ihr Präferenz-Verhalten somit recht gut mit den Transpirations-Messungen von JAKOVLEV (1957) übereinstimmt. Die hygrophilen Arten bevorzugen dagegen bei niedrigen Temperaturen die trockenen Kammern trotz des damit verbundenen höheren Wasserverlustes. Bei 21°C ist die Transpirationsrate wahrscheinlich so gering, daß sich der Wasserverlust noch nicht negativ bemerkbar macht, doch bei 33°C sind die Tiere wegen der höheren Wasserdampfabgabe zunehmend gezwungen, auch in die feuchteren Kammern überzuwechseln, um ihren Wasserverlust zu vermindern, zumal sie während der gesamten

Versuchsdauer keine Nahrung aufnehmen bzw. ihren Wasservorrat nicht ergänzen können. Dies ist der eigentlichen Präferenz entgegengerichtet und führt zu einer gleichförmigen Verteilung über die gesamte Feuchteorgel.

Ein Vergleich mit Untersuchungen an Laubheuschrecken (*Tettigoniidae*, INGRISCH 1978) zeigt, daß Laub- und Feldheuschrecken in ihrem Präferenz-Verhalten gegenüber der Feuchte und auch gegenüber der Temperatur voneinander abweichen. Während sich bei den *Acrididae* xerophile und hygrophile Arten unterscheiden lassen, ist das bei den *Tettigoniidae* nicht der Fall. Bei diesen bevorzugen die Imagines sowohl xerophiler als auch hygrophiler Arten bei allen Versuchstemperaturen den trockenen Teil der Feuchte-Orgel (INGRISCH 1978), während die Larven keine ausgeprägten Präferenzen besitzen. Dagegen lieben sich bei den *Tettigoniidae* unterschiedliche Reaktionstypen gegenüber einem Temperaturgradienten ermitteln (INGRISCH 1978), während die *Acrididae* sich in der Temperaturorgel einheitlich verhalten (JAKOVLEV & KRÜGER 1954, GÄRDEFORS 1966, LAY 1979).

Das Präferenz-Verhalten der Larven stimmt recht gut mit Beobachtungen bei der Aufzucht von Feldheuschrecken überein. Hier zeigt es sich, daß hohe Milieufeuchtigkeit mit einer hohen Mortalität der Larven gekoppelt ist. So wurde in eigenen Zuchten zunächst versucht, die Larven verschiedener Feldheuschrecken (*Omocestus viridulus*, *C. parallelus*, *Chorthippus albomarginatus* und *Stenobothrus lineatus*), darunter auch einiger hygrophiler Arten, in Kunststoffbehältern aufzuziehen. Die Zuchttemperatur lag bei 33°C Dauertemperatur, oder es wurden Wechseltemperaturen 30°/20°C verwendet. Die relative Luftfeuchtigkeit betrug etwa 80-90 %. Diese Zuchten mußten alle aufgegeben werden, da die Mortalität der Larven zu hoch war. Lediglich von *O. viridulus* wurden einige Tiere erwachsen, von den übrigen Arten erreichten jeweils nur wenige Larven das letzte Larvenstadium, gingen dann aber doch ein.

Dagegen verläuft die Aufzucht in luftigen Kästen bei niedriger RF (wie im Methodenteil beschrieben) ziemlich problemlos, wenn man von einigen Ausfällen im 1. Larvenstadium absieht. Auch andere Autoren weisen auf die Tatsache hin, daß sich hohe Luftfeuchtigkeit ungünstig auf die Aufzucht von Feldheuschrecken auswirkt (z. B. MORIARTY 1969, KELLY-STEBBINGS & HEWITT 1972, HELPFERT & SÄNGER 1975). Diese Beobachtung trifft auch für die hygrophilen Arten zu. Dabei können die Larven ihren Wasserbedarf über die Nahrung decken, so daß bei ausreichend frischem Futter ein Ausweichen auf feuchte Bereiche, wie es durch das Hungern während des Präferenzversuches auftritt, auch für die hygrophilen Arten nicht nötig ist.

Es erhebt sich somit die Frage, inwieweit dem Präferenz-Verhalten der Acrididen eine Bedeutung für die Verteilung der Arten im Freiland zukommt. JAKOVLEV (1959) hatte für einige Arten festgestellt, daß die Regulationszone der Transpiration, also der Bereich, in dem die Transpiration aktiv eingeschränkt werden kann, bei der RF endet, die im Habitat der betrachteten Art als extrem niedriger Wert an warmen Sommertagen erreicht wird, die Feldheuschrecken somit an die RF ihrer Habitate angepaßt sind. Auch das Verhalten der Tiere in der Feuchte-Orgel spricht zunächst dafür, daß der Feuchtegehalt der Luft zumindest bei extremen Wetterlagen einen direkten Einfluß auf die Feldheuschrecken ausübt, und somit eine unterschiedliche Verteilung xerophiler und hygrophiler Arten bewirken könnte. Andererseits sind zwei der hier untersuchten Arten (*C. parallelus* und *C. dorsatus*) in der Lage, im Freiland ein weites Spektrum unterschiedlicher, sowohl feuchter als auch trockener Standorte zu besiedeln. Dabei gehört auf Grund der Präferenda eine der beiden Arten dem hygrophilen Reaktionstyp (*C. parallelus*), die andere dem xerophilen Reaktionstyp (*C. dorsatus*) an. Dies zeigt, daß bei alleiniger Berücksichtigung des Präferenz-Verhaltens gegenüber der Milieufeuchtigkeit eigentlich alle der untersuchten Arten in der Lage sein müßten, mikroklimatisch feuchte und trockene Standorte zu besiedeln. Ferner läßt sich weder auf Grund der Präferenz-Versuche noch auf Grund der Transpirationmessungen von JAKOVLEV (1957) eine eindeutige weitergehende Differenzierung der Arten innerhalb der xerophilen bzw. hygrophilen Gruppe aufzeigen. Auch diese Tatsache spricht dagegen, daß die im Freiland zu beobachtenden differenzierten Abstufungen in der Verteilung der Arten allein durch eine direkte Wirkung der Luftfeuchte auf die Larven und Imagines bedingt sein kann, zumal ja auch die täglichen und witterungsbedingten Schwankungen von Temperatur und RF sehr viel größer sind als die Unterschiede zwischen mikroklimatisch unterschiedlichen Standorten bei extremer Wetterlage.

Die Habitatbindung der Acrididen dürfte somit eher auf die komplexe Wirkung verschiedener Umweltfaktoren und nicht allein auf das Mikroklima zurückzuführen sein, wie das auch bereits von anderen Autoren betont wird (z. B. RABELER 1955, OSCHMANN 1973). Das Mikroklima dürfte dabei auf indirektem Wege wirksam sein, einerseits über die Beeinflussung der Entwicklungsstadien, besonders des Eies, das sich nicht wie die vagilen Larven und Imagines durch Ortsveränderung dessen Wirkung entziehen kann, andererseits über die Ausbildung eines bestimmten Pflanzenwuchses (im Sinne von Wuchsform, Höhe und Dichte der Vegetation), wobei sich Pflanzenwuchs und Mikroklima natürlich gegenseitig beeinflussen. So konnte SÄNGER (1977) aufzeigen, daß die Verteilung der Heuschrecken durch die räumliche Struktur der Habitate mitbedingt wird.

BROCKSIEPER (1977) betont die Bedeutung des Strahlungsgenusses der Standorte für das Vorkommen der Heuschrecken. Hier liegt auch die Bedeutung des Präferenz-Verhaltens der *Acrididae*. Als wechselwarme Tiere sind sie in hohem Maße von der Umgebungstemperatur abhängig. Durch das Aufsuchen geeigneter Stellen innerhalb ihres Habitats und Ausrichten des Körpers zur Sonnenstrahlung oder Verbergen hinter Pflanzenteile sowie durch die Transpiration sind sie in der Lage, ihre Körpertemperatur bis zu einem gewissen Grad zu regulieren (UVAROV 1966). Der Wasserhaushalt ist über die Transpiration eng mit solchem Verhalten gekoppelt. Dabei fallen die Reaktionen der Tiere je nach Witterung und Sonnenstand sehr unterschiedlich aus. Dieses Verhalten und das Auffinden geeigneter Stellen innerhalb der Vegetation werden durch das Präferenz-Verhalten geleitet.

Auch die herbstlichen Arealausweitungen, besonders der hygrophilen Arten lassen sich durch das Präferenz-Verhalten der Acrididen deuten. Dabei können sich dann nach OSCHMANN (1973) zwar hygrophile Arten auf trockene Standorte ausbreiten, es treten aber keine xerophilen Arten in feuchten Biotopen auf. Die Bevorzugung einer trockenen Umgebung durch die Feldheuschrecken, zumindest bei niedrigen Temperaturen, erklärt dies Verhalten.

Das Präferenz-Verhalten der Acrididae sowohl gegenüber der Feuchte als auch gegenüber der Temperatur ist also nicht direkt mit der Verteilung der Arten im Freiland korreliert, sondern dient dazu, im Insektenkörper durch kleinräumige Ortsveränderungen entsprechend den Witterungsverhältnissen einen möglichst optimalen physiologischen Zustand aufrechtzuerhalten.

Frau M. Grunenberg danke ich für die technische Assistenz bei der Durchführung der Versuche.

Literatur

- BROCKSIEPER R., 1977: Ökologische Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Verbreitung der Saltatoria und dem Mikroklima ihrer Lebensräume. Diss. Bonn: 141 S.
- GÄRDEFORS D., 1966: Temperature-humidity "organ" experiments with three species of grasshopper belonging to the family Acrididae. Ent. exp. appl. 9: 395-401.
- HELFFERT B., SÄNGER K., 1975: Haltung und Zucht europäischer Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) im Labor. Z. angew. Zool. 62: 267-279.
- INGRISCH S., 1978: Zum Verhalten mitteleuropäischer Laubheuschrecken in Temperatur- und Feuchtegradienten sowie gegenüber visuellen Reizen (Orthoptera: Tettigoniidae). Deut. Ent. Z.N.F. 25: 349-360.
- JAKOVLEV V., KRÜGER F., 1953: Vergleichende Untersuchungen zur Physiologie der Transpiration der Orthopteren. Zool. Jb. Physiol. 64: 391-428.
- JAKOVLEV V., KRÜGER F., 1954: Untersuchungen über die Vorzugstemperatur einiger Acrididen. Biol. Zbl. 73: 633-650.
- JAKOVLEV V., 1957: Wasserdampfabgabe der Acrididen und Mikroklima ihrer Biotope. Zool. Anz. Suppl. 20: 136-142.
- JAKOVLEV V., 1959: Mikroklimatische Untersuchungen in einigen Acrididenbiotopen. Z. Morph. Ökol. Tiere 48: 89-101.
- KELLY-STEBBINGS A.F., HEWITT G.M., 1972: The laboratory breeding of British Gomphocerine grasshoppers (Acrididae: Orthoptera). Acrida 1: 233-245.
- LAY C., 1979: Untersuchungen zur Temperatur- und Feuchtepräferenz einheimischer Chorthippus-Arten (Orthoptera, Acrididae). Staatsexamensarb. Aachen: 76 S.
- MORIARTY F., 1969: The laboratory breeding and embryonic development of Chorthippus brunneus Thunberg (Orthoptera: Acrididae). Proc. R. ent. Soc. Lond. (A) 44: 25-34.
- MÜLLER R., 1976: Zum Einfluß photischer Reaktionen auf die Auswahl des Monotops bei den steppenbewohnenden Dunkelkäfer-Arten Pimelia echidna und tristis (Coleoptera: Tenebrionidae). Ent. Germ. 2: 217-231.
- OSCHMANN M., 1973: Untersuchungen zur Biotopbindung der Orthopteren. Faun. Abh. Staatl. Mus. Tierk. Dresden 4: 177-206.
- RABELER W., 1955: Zur Ökologie und Systematik von Heuschreckenbeständen in nordwestdeutschen Pflanzenbeständen. Mitt. Florist.-Soziol. Arbeitsgem. N.F. 5: 184-192.
- SÄNGER K., 1977: Über die Beziehungen zwischen Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) und der Raumstruktur ihrer Habitate. Zool. Jb. Syst. 104: 433-488.
- THIELE H.U., 1964: Ökologische Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. Z. Morph. Ökol. Tiere 53: 537-586.

UVAROV B., 1966: Grasshoppers and Locusts, Vol. 1. Cambridge: 481 p.

WINSTON P.W., BATES D.H., 1960: Saturated solutions for the control of humidity in biological research. Ecology 41: 232-237.

Adresse

Dr. Sigfrid Ingrisch
Institut für Zoologie RWTH
Kopernikusstr. 16

D-5100 Aachen