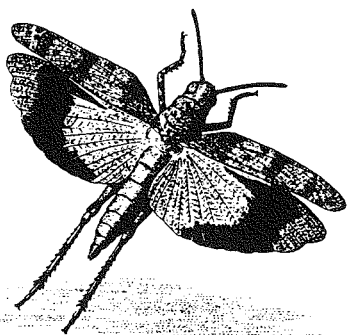


ARTICULATA

Deutsche Gesellschaft für Orthopterologie e.V.

(DGfO)



BAND 8 (1)

1993

Impressum:

ARTICULATA

Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V. DGfO
ISSN 0171 - 4090

Herausgeber Deutsche Gesellschaft für Orthopterologie e.V.
Sitz:
D-8520 Erlangen

Manuskripte Redaktionsadresse:
Dr. Peter Detzel
Haußerstr. 140
D-7400 Tübingen

Dr. Heidrun Kleinert
Institut für Angewandte Zoologie
Universität Bonn
An der Immenburg 1
D-5300 Bonn

Bitte unbedingt "Anweisungen für Autoren"
beachten!

Mitgliedschaft Antrag auf Mitgliedschaft in der DGfO kann gestellt
werden bei:
Dr. Helmut Kriegbaum
Institut für Zoologie
Staudtstr. 5
D-8520 Erlangen

Jahresbeitrag: DM 40.-
ermäßigt: DM 20.-

Konto 15 04 7 - 857 (BLZ 76 01 00 85)
beim Postgiroamt Nürnberg

VORWORT

Im letzten Jahr machten wir den Versuch, zusätzlich zur *Articulata* Beihefte herauszugeben. Aus Kostengründen konnten wir deshalb nur ein Heft mit aktuellen wissenschaftlichen Arbeiten den Lesern vorlegen. In diesem Jahr hoffen wir, daß aufgrund der steigenden Mitgliederzahl unserer Gesellschaft beides möglich sein wird.

Auf jeden Fall wird es außer dem vorliegenden Heft 1 des Bandes 8 noch ein weiteres Heft geben.

Da dies uns viel zusätzliche Arbeit beschert, möchten wir an dieser Stelle noch mal alle Autoren bitten, unbedingt die Anweisungen für die Autoren zu beachten (sie stehen auf der letzten Seite **jedes** Heftes). Arbeiten, die nicht auf Diskette eingereicht werden, können nur nach Rücksprache angenommen werden. Sollte das Literaturverzeichnis nicht unseren Vorgaben entsprechen, geht die Arbeit in Zukunft wieder zurück. Es kann nicht unsere Aufgabe sein, alles zu bibliographieren. Abbildungen werden nur noch akzeptiert, wenn sie uns im Original vorliegen und selbstverständlich kopier- und druckfähig sind. Zeichner beschäftigen wir nicht! Dies ist auch die Begründung für die geringe Dicke des Heftes - trotz des Überhanges vom Jahr 1992. Leider mußten einige Arbeiten den Autoren zur Weiterbearbeitung zurückgegeben werden, da wir uns nicht in der Lage sahen, all diese Zusatzarbeiten zu leisten.

Die *Articulata* soll weiterhin als Publikationsorgan für alle offen stehen. Wenn wir merken, daß ein Autor Anfänger (zumindest im Veröffentlichen) ist, werden wir gerne helfen.

Trotz aller vorangestellter Kritik, möchten wir klar stellen, daß die in diesem Heft veröffentlichten Arbeiten wieder dazu beitragen werden, die Heuschreckenerforschung voranzubringen. Wir hoffen, daß die Leser und Leserinnen zahlreiche Anregungen für eigene Arbeiten finden und ab und an einen Aha-Effekt beim erleben.

Als Vorabinformation:

3. Tagung der DGfO Ende Februar / Anfang März 1994 in Jena

Rahmenthema: Verhaltensökologie der Heuschrecken
Biologie (Ernährung, Gesang, Fortpflanzung),
Ausbreitung, Anpassung

Ausrichter: Institut f. Ökologie
Dr. G. Köhler
Friedrich Schiller Universität Jena
Neugasse 23
O - 6900 Jena

Heidrun Kleinert

Peter Detzel

INHALT

Verbreitung

- CIPLAK, B., DEMIRSOY, A. & BOZCUK, N.: Distribution of Orthoptera in Relation to the Anatolian Diagonal 1 - 20
- RAHMEI, U. & DÜLGE, R.: Neue Informationen zum Verteilungsmuster von *Tettigonia cantans* und *Tettigonia viridissima* in Nordwestdeutschland 21 - 28
- RÖBBELEN, F., BRINKMANN R., & MARTINS, J.: *Chorthippus vagans* Eversmann 1848 im mecklenburgischen Naturpark Elbetal 29 - 31
- THOMAS, B. & GREIN, G.: *Conocephalus discolor* Thunberg 1815 in Thüringen gefunden 33

Ökologie

- OSCHMANN, M.: Art-Unterschiede in der Phänologie der Heuschrecken (Saltatoria) 35 - 43
- RECK, H.: Haben Tierbauten eine Bedeutung als Habitatbausteine für den Feldgrashüpfer (*Chorthippus apricarius* L. 1758)? 45 - 51
- LAUBMANN, H.: Die Besiedlung neu entstandener Windwurf-flächen durch Heuschrecken 53 - 59

Physiologie

- W.K.R.E. VAN WINGERDEN, W. BONGERS, F. CANNEMEIJER & J.C.M. MUSTERS: Zum Einfluß der Temperatur auf den Jahreszyklus von *Chorthippus biguttulus* (Orthoptera: Acrididae) in ungedüngten und schwach gedüngten Grasflächen 61 - 75

Mitteilungen

- BERICHTIGUNG zu: WALLASCHECK, M. (1992): Stand der faunistischen Erfassung der Geradflügler (Orthoptera s.l.) in Sachsen-Anhalt. *Articulata* 7 77
- HOCHKIRCH, A.: Meldeboden zur Erfassung von Ausbreitungsmechanismen 79 - 80
- THOMAS, B.: Meldungen zum *Conocephalus discolor* außerhalb des eigentlichen Verbreitungsareals 81

Distribution of Orthoptera in Relation to the Anatolian Diagonal in Turkey

Battal Çiplak, Ali Demirsoy & A. Nihat Bozcuk

Abstract

In this work, Turkey's Orthoptera fauna were evaluated in relation to a possible break due to the hypothetical Anatolian Diagonal. Among the total 480 taxa (species-subspecies) of the Asia Minor 27% were found only in the East, 44% only in the West, 6% over the Diagonal and lastly 23% on both sides. In conclusion, it was found that 71% of the Anatolian Orthoptera show the diagonal-specific distribution. The similarity between Eastern and the Western taxa is about 29%. The possible reasons for this break were discussed.

Introduction

Various subpopulations of insects were produced in Anatolia for all insect groups due to the fact that Anatolia (Asia Minor) is a mountainous land and for the presence of various climate types (DEMIRSOY & DUMONT 1988). This explains why Anatolia is a richer district than other palearctic subregions in relation to the faunal diversity. This fact makes it of course more difficult to determine the faunal structure of Anatolia clearly. The clear determination of the faunal structure of the Anatolia will contribute to a large extent the classification of species dispersed over palearctic both in the past and in the present as well.

If we consider paleogeological changes and the present topographical structure of Anatolia in order to understand Anatolian faunal structure we believe that it is necessary to know another characteristic (ÇIPLAK & DEMIRSOY 1991): That is the topographical effect produced by the "Anatolian Diagonal Line" on the elements of flora and fauna of Turkey which were originally suggested by DAVIS (1971), and special importance paid recently on it by some botanists (EKIM & GÜNER 1986) and zoologists (DEMIRSOY & DUMONT 1988; ÇIPLAK & DEMIRSOY 1991).

Anatolia is divided by this diagonal belt which is a massive structure formed by continuous mountains from the North-East towards the South-West as well as from the East to the West. This line perfectly isolated many East and West Anatolia species of organisms just from the beginning of geological origination since miocene-pliocene.

Especially in those species whose ability of motion is limited (immobile passively or actively) or in species with limited ecological valence, the isolation continued very effectively.

It is necessary to know the population of living organisms of both sides and the determination of the specific localities by which gene pools (if existed) could come in contact from both regions. All these will contribute a clear diagnosis of species in this region.

Turkey's Orthoptera fauna have been determined by various workers (in various periods) in more satisfactory level than other insect groups. Since there are rich and abundant references, the discussions of the effect of the Diagonal on the Orthoptera fauna will supply new data for the existing hypothesis concerning the Diagonal. Nevertheless, these should be evaluated in conjunction with the geological history of the Diagonal, the historical distribution and the present status of Orthoptera fauna.

During the period in which shrunken Tethys Sea connected the Indian Ocean with the present Mediterranean and the Atlantic Ocean through Central Europe, naturally the fauna of the Palearctic region were also existed in Anatolia. All the animals relic of that time are today accepted as endemic forms of Asia Minor (DEMIRSOY 1979). Some of the Orthoptera in this character are as following:

Acrididae

- *Ebnerodes* sp., *Nocaracris* sp., *Tmethis* sp. and *Anothrotes* (*Pamphaginae*);
- *Dociostaurus cappadocicus* and *Gomphocerus* sp. - *Trydactylus irremipes* (*Trydactylidae*)
- *Isophya* sp. and *Poecilimon* sp. (*Tettigoniidae*)

According to DELATTIN (1951), in addition to the elements of special fauna of Anatolia in this period, the elements of Mediterranean subregion of the Palearctic were also present and effective. In fact today, although the following are typical Mediterranean they are dispersed all over Anatolia (DEMIRSOY 1979).

Acrididae

- *Oedipoda germanica meridionalis* (in Anatolia and Greece)
- *Dociostaurus brevicollis* (in all Mediterranean countries)
- *Tripodopola longicornis grece* (Western Anatolia and Greece)

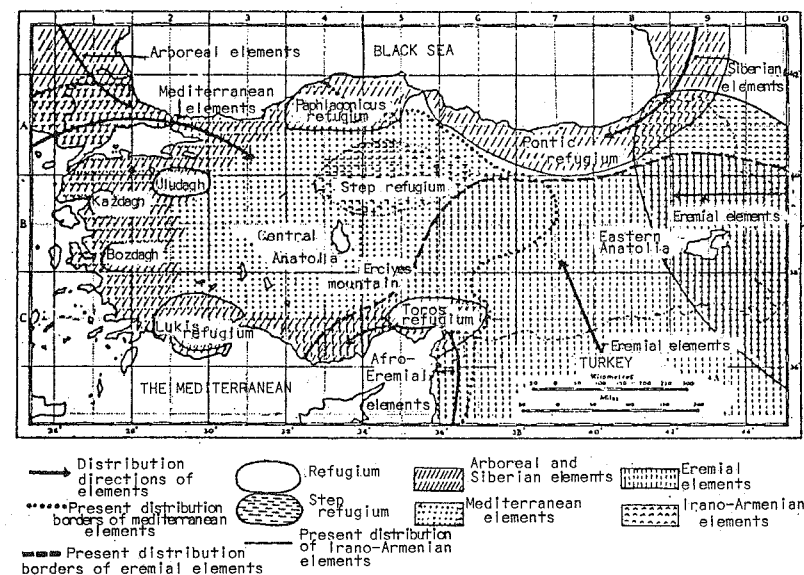
Tettigoniidae

- *Isophya*, *Poecilimon*, *Leptophyes*, *Platycleis* and *Drymedusa*

When the glacial phases started, the faunal elements existed at the North migrated towards the South via two different ways (DELATTIN 1948; KOSSWIG 1975; DEMIRSOY 1973, 1977, 1979). The first was through Caucasus towards the Irano-Caspian Refugium, and the other was through Europe towards the Macedonia-Thrace Refugium, thus they spread all over Anatolia. For the presence of a lake in the Central Anatolia then, the elements of both refugium had a contact through Northern Anatolia and Southern Anatolia mountains. After the glacial period, some moved again to the North while some stayed in Anatolia. The migration routes to the Anatolia during the glacial period is represented on Map-1.

When we look at Map-1, the dispersal of the Siberian and Eremial elements entering Anatolia from the East side of Diagonal, and Arboreal and Mediterranean elements entering Anatolia from the West side, could be hindered by this Diagonal Line itself in Anatolia.

In this work, as much literature of Turkey's Orthoptera as possible have been collected and reviewed in the references numbered as 1-38. In the lighth of our own studies as well as the related literature the dispersal of the Orthoptera have been determined and they were evaluated in relation to the Anatolian Diagonal. The dispersal of the species whose diversity are specific to the East and West side of the Diagonal were compared with those of districts neighbouring Anatolia. In the end, it has been attempted to determine whether there has been gap or disruption of the Turkey's Orthoptera in relation to the hypothetical Diagonal in question.



Map-1. Zoogeographical map of Asia Minor (reprinted from Demirsoy, 1979).

Results

Up to now 138 genera belonging to the order of Orthoptera have been determined by various authors. In our present work, it has been found that the taxa (species-subspecies) of 36 genera out of these 138 genera are present only in the West side of Diagonal, and the taxa of 23 genera are present only in the East side of Diagonal. The other taxa of remaining 79 genera are present in either the East or West, or both side of Diagonal.

According to the knowledge obtained from both references and from our studies, about 480 orthopteran taxa (species-subspecies) were published for Turkey. Their distribution and percentage are demonstrated in Table 1.

Table 1. The distribution and percentage of the species- subspecies of Turkey's Orthoptera in relation to the Diagonal.

	species-subspecies	%
East of Diagonal	131	27
West of Diagonal	210	44
Over the Diagonal	30	6
On the both sides	109	23
TOTAL	480	100

Those genera whose dispersal are specific to the Diagonal are generally monotypical. Nevertheless the polytypical genera are also present to some extent. The genus *Eupholidoptera* (Tettigoniidae) shows a typical Western distribution. However, only one species (*E. tauricola*) out of 17 has been found in the East of the Diagonal around Elazığ-Harpur, (Map-2). In addition, the other species of *Eupholidoptera* were determined as shown in following:

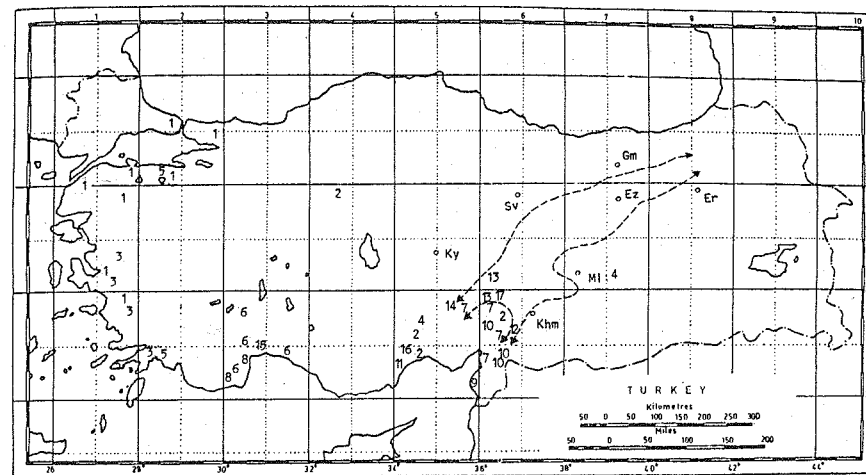
- *E. smyrnensis*, Aegean islands, Bulgaria and Western Anatolia
- *E. wernerii*, Syria and South Anatolia
- *E. parasina*, Aegean Islands and West Anatolia
- *E. cypria turcica*, South Anatolia (one subspecies of this species was found in Cyprus)

The following species has not been found outside of Anatolia:

<i>E. annulipes</i>	<i>E. sevketi</i>	<i>E. tahtalica</i>
<i>E. krueperi</i>	<i>E. anatolica</i>	<i>E. raggei</i>
<i>E. ummimaculata</i>	<i>E. karabagi</i>	<i>E. marashensis</i>
<i>E. mersinensis</i>	<i>E. demirsoyi</i>	<i>E. tauricola</i>

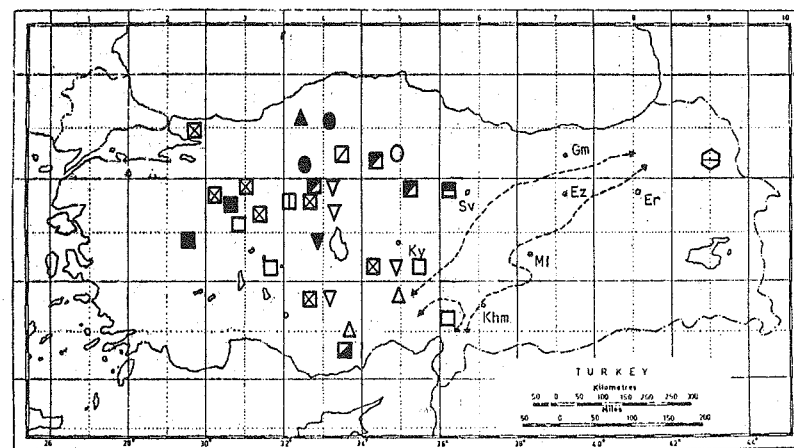
However, other *Eupholidoptera* species are found in Europe.

Similarly, *G. arasi* is the only species belonging to the total 16 *Glyphomethis* (Pamphagidae) species-subspecies given for the East - around Kars- (Map-3). The rest of *Glyphomethis* taxa show dispersal in the Central and Southern Anatolia. In Europe only *G. heldrichi* species exists. This species does not exist in Anatolia but other taxa are endemic for Anatolia.



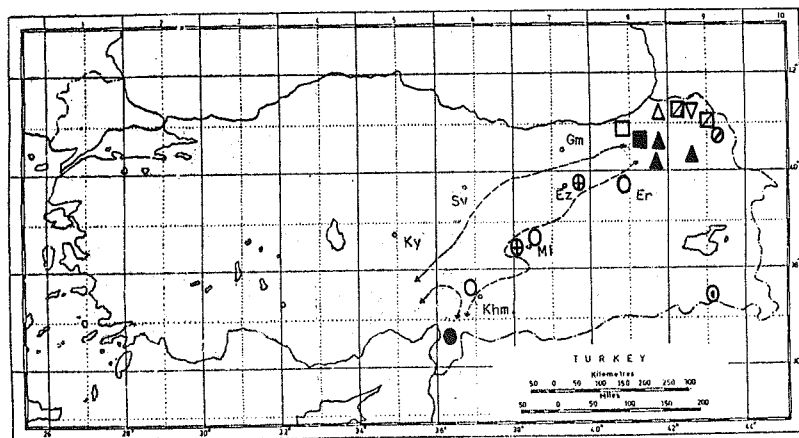
Map-2. Distribution of *Eupholidoptera* in Turkey. 1-*E. smyrnensis*, 2-*E. annulipes*, 3-*E. parasina*, 4-*E. tauricola*, 5-*E. krueperi*, 6-*E. anatolica*, 7-*E. sevketi*, 8-*E. tahtalica*, 9-*E. wernerii*, 10-*E. excisa*, 11-*E. ummimaculata*, 12-*E. cypria turcica*, 13-*E. marashensis*, 14-*E. raggei*, 15-*E. karabagi*, 16-*E. mersinensis*, 17-*E. demirsoyi* (reprinted from Salman 1983).

Abb.: Ky.: Kayseri, Khm.: Kahramanmaraş, Ml.: Malatya, Sv.: Sivas, Er.: Erzurum, Ez.: Erzincan, Gm.: Gümüşhane



Map-3. Distribution of *Glyphomethis* in Turkey. Δ -*G. holtzi holtzi*, \blacktriangle -*G. holtzi extimus*, ∇ -*G. holtzi pulcripes*, \blacktriangledown -*G. holtzi spinosus*, \square -*G. dimorphus dimorphus*, \blacksquare -*G. dimorphus armenus*, \boxtimes -*G. ovipennis*, \boxplus -*G. escherichi escherichi*, \boxminus -*G. escherichi coloripes*, \boxdot -*G. escherichi elatior*, \circ -*G. sevketi*, \bullet -*G. inermis*, \blacksquare -*G. adaliae adaliae*, \blacksquare -*G. adaliae angorensis*, \odot -*G. arasi*, *G. raggei* (locality is unknown).

On the other hand, of the genera showing polytypical spread on the East of the Diagonal, 3 species of the **Phonochorion** (Tettigoniidae) *Ph. satunini*, *Ph. artvinensis* and *Ph. uvarovi* have been determined at North-East Anatolia (Map-4). While *Ph. satunini* is spread in Armenia in addition to Anatolia. Again the 3 species of **Paradrymedusa** (Tettigoniidae) *P. sordida*, *P. aksirayi* and *P. brevicerca* are found at the same area (Map-4). Of the same family the Turkey species of the genus **Phytodrymedusa** excluding *Ph. hakkarica* are either present on the Diagonal in the Eastern part of Diagonal which are *Ph. expugnata*, *Ph. armeniaca*, *Ph. demirsoyi* and *Ph. harzi* (Map-4).



Map-4. Distribution of *Phonochorion*, *Paradrymedusa* and *Phytodrymedusa* in Turkey.
Phonochorion: □-*Ph. satunini*, ▤-*Ph. artvinensis*, ■-*Ph. uvarovi*; *Paradrymedusa*: △-*P. sordida*, ▲-*P. aksirayi*, ▽-*P. brevicerca*; *Phytodrymedusa*: ○-*Ph. expugnata*, ⊙-*Ph. hakkarica*, ⊖-*Ph. armeniaca*, ⊕-*Ph. demirsoyi*, ⊗-*Ph. harzi*.

Very importantly, the dispersal of the genera of the subfamily Pamphaginae which includes typical endemic forms of Anatolia (DEMIRSOY 1973), such as

Eremopeza

- *E. gibbera gibbera*, *E. festiva*, *E. gibbera lata*, *E. saussurei saussurei* -

Paranothrotres

- *P. asulcatus*, *P. eximius eximius*, *P. eximius nigroloba*, *P. kosswigi*, *P. levis*, *P. gotvencicus gotvencicus*, *P. opacus hakkaricana* -

are westernly limited by the Diagonal (and there is no passage to the West) (Map- 5).

There is no species of *Eremopeza* in Europe. However, the following distribution of the same genus are observed:

- *E. saussurei saussurei*, Iran and Azerbaijan
- *E. gibbera gibbera*, Northern Syria
- *E. gibbera lata*, North-Western Iran
- *E. festiva*, Armenia

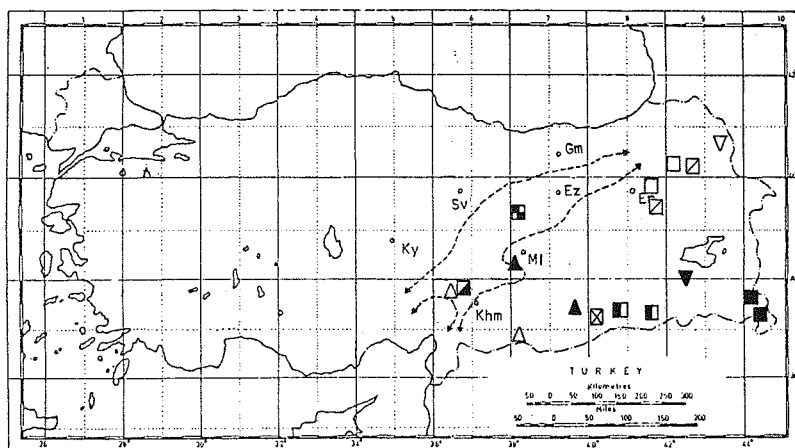
P. tölgi, a species of genus **Paranothrotres**, is found in Iran and Iraq not in Anatolia. The other *Paranothrotres* taxa determined in the East of Turkey have been found only in Anatolia. Where as other taxa of the same genus exist in Iran and Azerbaijan (BEI-BIENKO & MISTSHENKO 1963). The number of genera specific to the West of the Diagonal belt is more numerous.

The genus **Rhacocleis**, *R. turcicus*, *R. anatolica*, *R. germanica*, *R. acutangula*, is spread on the West and Central Anatolia (Map-6). *R. germanica* is wide-spread in all other parts of Europe except Northern Europe. In addition, *R. graeca* species, which is recorded for Greece, is not recorded in Anatolia. The genus **Anadolua** is endemic for Anatolia (Map-6). The species *A. schwarzi*, *A. rammei*, *A. burri* and *A. davis* in this genus are observed in South-West and West Anatolia.

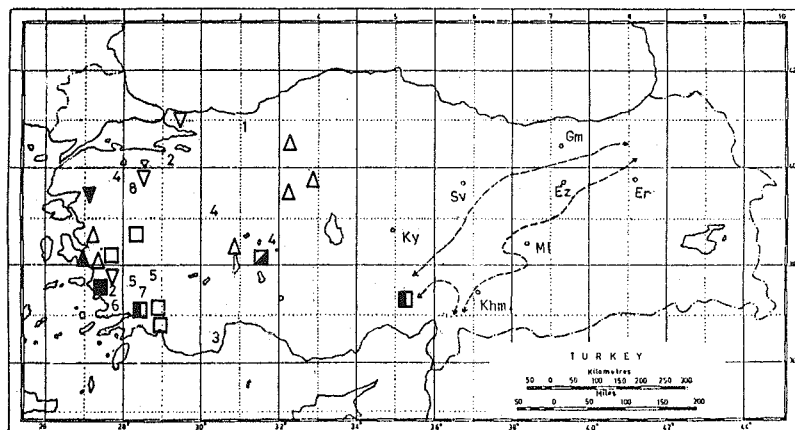
The genus **Anterastes** which has specific distribution to the West of the Diagonal, has 8 species determined for Turkey. These are spread on the West of the Tuz Gölü (Map-6). The species of this genus look like as if they are specific to the plateaus of the Western Anatolia. While *A. turcicus*, *A. burri*, *A. babadaghi*, *A. tolunayi*, *A. akdaghensis* and *A. uludaghensis* exist only in the West Anatolia. *A. serbicus* is known in Yugoslavia, Bulgaria and Albania.

Other example dispersed in the West is the genus **Paranocarodes** (Pamphaginae). The dispersion of the genus with 4 species and 8 subspecies is ended by the Diagonal on the East (Map-7). Among the species-subspecies which are inhabited on the Central and West Anatolia, only *P. sulcatus* determined in Syria. All others are endemic for Anatolia.

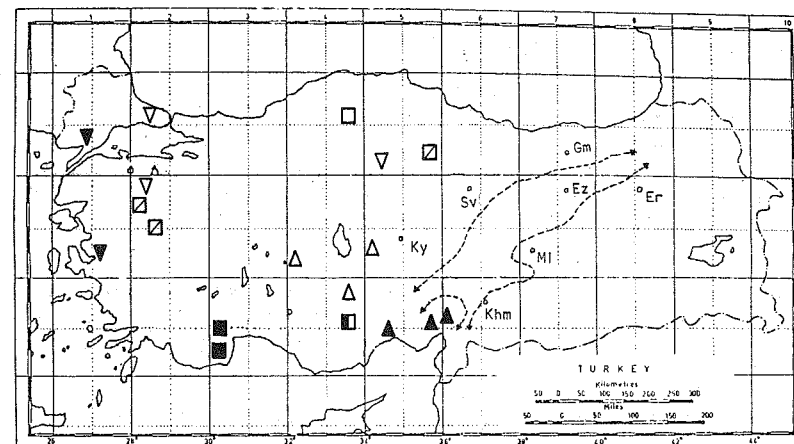
Some of genera have species existing on both sides of the Diagonal line. However, their Eastern and Western species are distinct. **Isophya** genus which has 28 species determined for Turkey, of which 6 species are seen only in the East, and 17 species only in the West of the Diagonal and 3 species are just on the Diagonal. However, it is not known what locality *I. triangularis* and *I. hemiptera* are collected (Map-8). *I. retenbacheri* which is specific to the East was also determined in Armenia and West Caucasia; *I. zernovi* at Batum. The species which are typically Eastern type of distribution *I. sikorai*, *I. bicarinata* and *I. hakkarica* have been determined only in Anatolia. *I. savignyi* which has a dispersion over the Diagonal can also be seen in Syria, Jordan and Palestine.



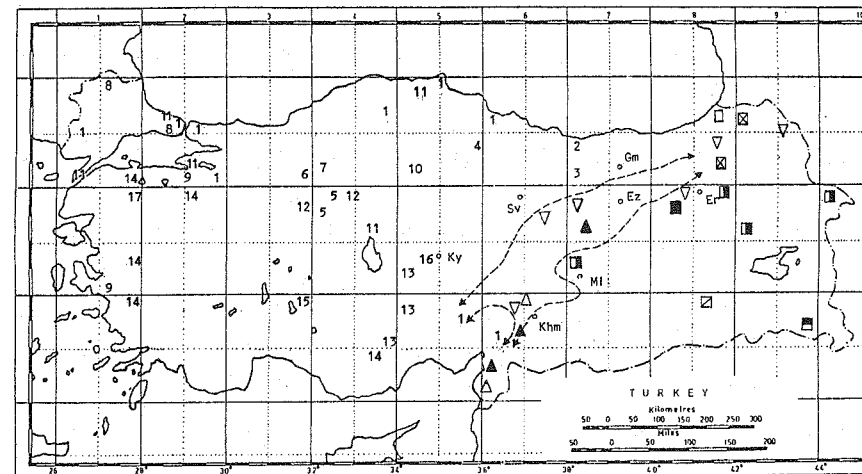
Map-5. Distribution of *Eremopeza* and *Paranotrotes* in Turkey. *Eremopeza*: Δ -*E.gibbera gibbera*, \blacktriangle -*E.gibbera lata*, ∇ -*E.festiva*, \blacktriangledown -*E.saussurei saussurei*; *Paranotrotes*: \square -*P.asulcatus*, \boxtimes -*P.eximius eximius*, \boxdot -*P.eximius nigroloba*, \blacksquare -*P.kosswigi*, \blacksquare -*P.levis*, \blacksquare -*P.opacus hakkaricana*, \boxtimes -*P.gotwendicus gotwendicus*.



Map-6. Distribution of *Rhacocleis*, *Anadolua* and *Anterastes* in Turkey. *Rhacocleis*: Δ -*R.turcicus*, \blacktriangle -*R.anatolica*, ∇ -*R.germanica*, \blacktriangledown -*R.acutangula*; *Anadolua*: \square -*A.schwarzii*, \boxtimes -*A.rammei*, \blacksquare -*A.burri*, \blacksquare -*A.davisi*, *Anterastes*: 1-*A.serbicus*, 2-*A.anatolicus*, 3-*A.turcicus*, 4-*A.burri*, 5-*A.babadaghi*, 6-*A.tolunayi*, 7-*A.akdagensis*, 8-*A.uludagensis*.



Map-7. Distribution of *Paranocarodes* in Turkey. Δ -*P.beieri*, \blacktriangle -*P.sulcatus*, ∇ -*P.straubei straubei*, \blacktriangledown -*P.straubei serratus*, \square -*P.straubei paphlagonicus*, \boxtimes -*P.fieberi fieberi*, \blacksquare -*P.fieberi tolunayi*, \blacksquare -*P.fieberi anatoliensis*.



Map-8. Distribution of *Isophya* in Turkey. \square -*I.retenbacheri*, \boxtimes -*I.sikorai*, \boxdot -*I.zernovi*, \blacksquare -*I.bicarinata*, \blacksquare -*I.hakkarica*, \blacksquare -*I.kosswigi*, Δ -*I.savignyi*, \blacktriangle -*I.rodsjancovi*, ∇ -*I.schneideri*, 1-*I.amplipennis*, 2-*I.reticulata*, 3-*I.sureyai*, 4-*I.acuminata*, 5-*I.nervosa*, 6-*I.ilkazi*, 7-*I.obtusidens*, 8-*I.tenuicarpa*, 9-*I.rectipennis*, 10-*I.stenocauda*, 11-*I.pavellig*, 12-*I.karabagi*, 13-*I.major*, 14-*I.straubei*, 15-*I.anatolica*, 16-*I.pantheri*, 17-*I.canis*, 18-*I.triangularis*, *I.hemiptera* (locality is unknown).

The following distribution was also recorded:

- *I. rodsjancoi* in Transcaucasia,
- *I. schneideri* in Northern-Caucasia, Southern Daghestan, Azarbaijan, Armenia and Nahcivan,
- *I. amplipennis*, *I. rectipennis* and *I. tenuicercus* which were found to be specifically spread to the West side of Diagonal, are also found in Balkans.

Other Western species are endemic for Anatolia.

Similarly, the *Poecilimon* genus with 49 Turkey species has typical distribution concerning the Diagonal belt. Ten species were determined only on the East, 38 species on the West and one species (*P. zonatus*) is wide spread (Map-9). The Eastern species:

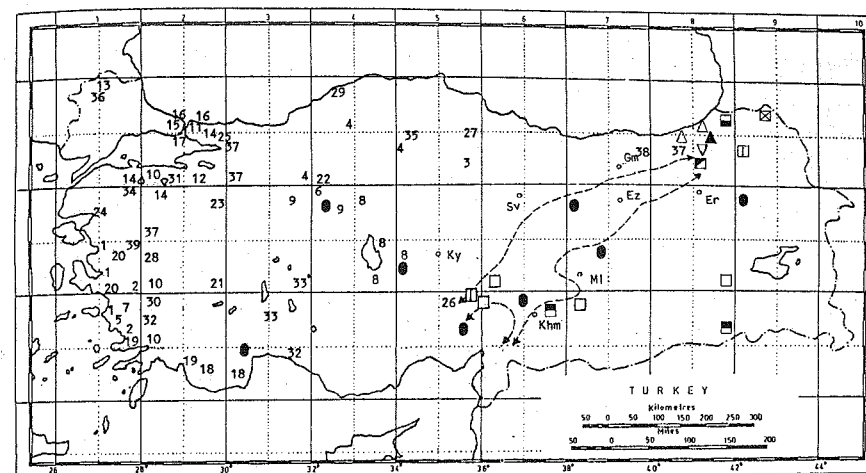
- *P. schmidtii* was also recorded in the Caucasia, Azerbaijan, Crimea, Hungary, Romania, Yugoslavia and Italy
- *P. similis* in Caucasia, Daghestan, Azerbaijan and Armenia;
- *P. djaconovi* in Caucasia;
- *P. syriacus* in Syria, Lebanon, Palestine and Israel. The other Eastern species *P. rammei*, *P. tschorensis*,
- *P. variicercis*, *P. harveyi*, *P. tauricola* and *P. raggei* are all endemic for Anatolia.

The species determined in the West including *P. sanctipauli* and *P. hammatu* are also found in some Aegean Islands. Again, while the western species, *P. henrichi* and *P. miramae* are spread in the Bulgaria, *P. brunneri* in Ukraine, Romania, Bulgaria, Greece and Albania all other species are endemic for Central and West Anatolia.

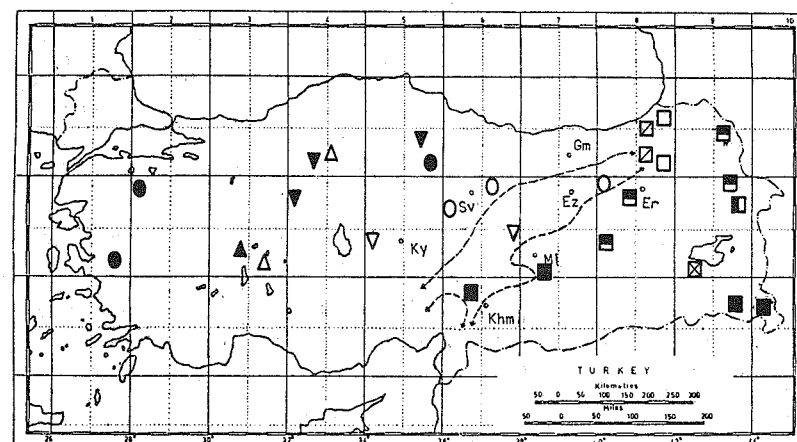
Another genus having different species on the East and West of the Diagonal is *Paranocaracris* (Pampaginae). The easternly spread subspecies of this genus:

- *P. elegans elegans* and *P. elegans tridentatus* are found only in Anatolia.
- *P. rimonsonei kosswigi* in Anatolia and Armenia
- *P. rupripes rupripes* including Anatolia is also spread in Azerbaijan, Nahcivan, Armenia and Iran
- *P. citripes acinus* subspecies which is specific to the Diagonal is found at the North and *P. rupripes rigidus* at the South.

Other subspecies are present at the Central and West Anatolia (Map-10).



Map-9. Distribution of *Poecilimon* in Turkey. Δ -*P. schmidtii*, \square -*P. rammei*, \circ -*P. harveyi*, ∇ -*P. tschorensis*, \diamond -*P. variicercis*, \square -*P. syriacus*, \square -*P. djaconovi*, \square -*P. tauricola*, \square -*P. raggei*, \square -*P. similis*, \bullet -*P. zonatus*, \square -*P. sanctipauli*, \square -*P. hammatu*, \square -*P. conicus*, \square -*P. cervus*, \square -*P. ledereri*, \square -*P. luschni*, \square -*P. izmirnensis*, \square -*P. excisus*, \square -*P. uvarovi*, \square -*P. ammisus*, \square -*P. zimneri*, \square -*P. turciae*, \square -*P. henrichi*, \square -*P. anatolicus*, \square -*P. miramae*, \square -*P. bosphorus*, \square -*P. bidens*, \square -*P. brandi*, \square -*P. inflatus*, \square -*P. pulcher*, \square -*P. angulatus*, \square -*P. glandifer*, \square -*P. kutahiyensis*, \square -*P. pergamicus*, \square -*P. adentatus*, \square -*P. haydari*, \square -*P. neglatus*, \square -*P. unispinosus*, \square -*P. celebi*, \square -*P. tuncayi*, \square -*P. rammeanus*, \square -*P. bilgeri*, \square -*P. davisii*, \square -*P. turcicus*, \square -*P. xenocercus*, \square -*P. brunneri*, \square -*P. sureyyanus*, \square -*P. bischoffi*, \square -*P. minutus*, \square -*P. incertus* (locality unknown).



Map-10. Distribution of *Paranocaracris* in Turkey. Δ -*P. citripes idrisi*, \square -*P. citripes citripes*, ∇ -*P. citripes bicoloripes*, \diamond -*P. rupripes bodenheimeri*, \bullet -*P. rupripes burri*, \square -*P. elegans elegans*, \square -*P. elegans tridentatus*, \square -*P. rimonsonei kosswigi*, \square -*P. rupripes rupripes*, \square -*P. rupripes rigidus*, \square -*P. rupripes subrubrata*, \square -*P. rupripes acinus*.

Discussion and conclusion

Most of inner Anatolia East of Diagonal (but excluding Mesopotamia) is higher and more mountainous than it is to the West, with colder winters and snow-lie; in general the rocks are harder. However, according to DAVIS (1971), these physical and climatic differences do not seem adequate to explain such a major floral break at the specific and generic rank. In Davis's report the phenomenon probably stems from Anatolia's tertiary history. Changes in Anatolian paleogeography as explained by KOSSWIG (1967) might be the reason for the relevant distribution of the fauna and flora. Some of the physical characteristics are also dependent on the geomorphological structure of the region as well as the distance from the sea. Just as the Diagonal divides the East and the West, it looks as though the Eastern Taurus divides the East and the South-Eastern Anatolia. Generally, the South-East characteristic resemble those of the Diagonal (such as Central Anatolia).

While DAVIS (1971) points out the fact that this floral break in Anatolia is due to paleogeographical changes in tertiary, EKIM & GÜNER (1986) explain these differences with the ecological and climatic factors. However, this hypothetical Diagonal can be accepted as a high altitude forming a typical ecological barrier in conjunction with other characteristics of this altitude. The distribution of species can be determined by the continuity and/or similarity of the habitat. If we consider this point together with the discontinuity (break) of the Diagonal, it may easily be possible to explain the differences between the Eastern and Western type of the distribution of the species as pointed out by DEMIRSOY (1979).

As we pointed out previously, the effect of the Diagonal must be more distinctive on those species with limited mobility and/or with restricted ecological valence. In fact, generally, the Orthoptera species specific to the East or West of the Diagonal are either wingless forms or westigial-winged forms and therefore with limited mobility. For instance, the fact that the Pamphaginae subfamily which includes the wingless taxa (species-subspecies) and most of which show diagonal-specific distribution, is typically in accordance with the above thought. Similarly, the other family Tettigoniidae is again diagonal-specific, have also wingless form in general.

In addition, if we look at the distribution outside Anatolia of those taxa which are diagonal-specific and not endemic, we will note the following observation: even though those which are specific to the West could be seen in Europe (especially Aegean Islands and Balkans), they could not be found in Caucasus, Iran and Iraq. The Eastern taxa on the other hand, are spread in Iraq, Iran and Asian part of C.I.S. (USSR), but could not be found in Europe at all. These observations can be accepted as proofs to support the view of faunal break due to the Diagonal line in Turkey.

As well as the Diagonal, it looks as though there may be a side-break between East and South-East Turkey due to the Eastern Taurus mountains. For example, while *Eremopeza festiva* is spread on the North of the

Eastern Taurus; *E. gibbera gibbera*, *E. gibbera lata* and *E. saussurei saussurei* are on the south of Taurus. The species of *Paranocaracris* and *Paradrymedusa* genera are distributed on various sides of Anatolia but they are not determined on the South of Eastern Taurus. The existence of such a break in this part of Turkey may require a special treatment with the other faunal data.

According to our present knowledge, about 71% of Orthoptera of Turkey show diagonal-specific distribution. Indeed, for the fact that many species are known from restricted localities, more detailed work is needed in order to arrive at a definite conclusion. After more detailed works the distribution of some species might be widened.

In order to know an exact distribution of a species (at least for invertebrates) we believe that something like the square system as it used for Turkey's flora (DAVIS 1965) is needed. To define the faunal break due to the Diagonal more clearly, some genetic and/or biochemical data (such as enzyme polymorphism), may be necessary as well as the knowledge on bridge points between the gene pools of some distinct populations of Orthoptera fauna if existed at all.

Acknowledgements

We would to thank to Dr. Bayram Yıldız for reading the manuscript.

Authors

BATTAL ÇIPLAK
İnönü University, Biology Department,
Kampus-MALATYA, TURKEY

ALI DEMIRSOY

A. NIHAAT BOZCUK
Hacettepe University, Biology Department,
Beytepe Kampus-ANKARA, TURKEY

References

- ADELUNG, N. (1907): Beiträge zur Kenntnis der Orthopteren Fauna Transcaucasiens. *Hor. Soc. Ent. Ross.* 38: 32-82
- BEI-BIENKO, G. J. (1954): Fauna USSR (Phaneropterinae). *Zool. Inst. Akad. USSR, Nov. Ser.*, No: 59, II(2), 384 pp.
- BEI-BIENKO G.J. & MISTSHENKO, L. L. (1951) The Grasshoppers of the fauna the USSR and Adjacent Countries. *Akad. Nauk. USSR, Vol. I-II*, 667 pp.
- ÇIPLAK, B. & DEMIRSOY, A. (1991): Arguvan (Malatya) ve Çevresinde Orthoptera (Insecta) Faunasının İncelenmesi. *Tr. J. of Zool.* 15: 98-114 p.

- DAVIS, P. H. (1965): Flora of Turkey and East Aegean Islands I. Edinburg Univ. Press.
- DAVIS, P. H. (1971): Distribution Patterns in Anatolia with Particular Reference to Endemism in Davis. Edit: Harper and Hedge, Plant Life of SW Asia, 15-27
- DELATTIN, G. (1951): Über die Zoogeographischen Verhältnisse Vorderasien. Verh. Dtsch. Zool. Ges. Marburg, 206-214 p.
- DEMIRSOY, A. (1973): Revision der Anatolischen Pamphaginae (Saltatoria, Caelifera, Pamphagidae). Entomol. Mitt. Zool. Mus. Hamburg 4(83): 404-427
- DEMIRSOY, A. (1975): Erzurum Bölgesi Orthoptera (Insecta) Faunasının Tespiti ve Taksonomik İncelenmesi. Atatürk Üniv. Yay. 347: 122 pp.
- DEMIRSOY, A. (1977): Türkiye'nin Caelifera (Insecta) Faunasının Tespiti ve Taksonomik İncelenmesi. Atatürk Üniv. Yay. No: 488: 352 pp.
- DEMIRSOY, A. (1979): Zoocografya, Türkiye Faunası, A-Ek Band, Hacettepe Üniv. Yay. 10: 53 pp.
- DEMIRSOY, A. (1991): Calopteryx Leach, 1815 Species of Fore Asia and Some Considerations (Unpublished).
- DOMONT, H. J., DEMIRSOY, A. & VERCHUREN, D. (1988): Breaking the Calopteryx-Botleneck: Taxonomy and Range of the Calopteryx splendens waterstoni Schneider, 1984 and of C. splendens Bartenet, 1909 (Zygoptera- Calopterygidae). Odonatologica 16(3): 139-247
- EKIM, T. & GÜNER, A. (1986) The Anatolian Diagonal: Fact or Fiction? Proc. R. Soc. Edinburgh, 89B: 69-77
- GÜMÜSSUYU, I. (1980): Türkiye Gryllidae (Orthoptera) Faunası Üzerine Sistematiik Çalışmalar ile Türlerin Habitat ve Davranışlarına ait Gözlemler. Temel Bilm. Cilt 4: 36-50
- HARZ, K. (1969): The Orthoptera of Europe. Vol. I: 940 pp.
- HARZ, K. (1975): The Orthoptera of Europe. Vol. II: 749 pp.
- KARABAG, T. (1949): Ankara Vilayeti Dahilinde Mevcut Çekirgelerin Ekolojik, Coğrafi ve Sistematiik Durumları Üzerine Arastirmalar. Ank. Üniv. Z. Fak. Sayı: 4. 121 pp.
- KARABAG, T. (1958): Türkiye'nin Orthoptera Faunası, Ank. Üniv. Fen. Fak. Yay. Un: 81, Zool. 4. 198 pp.

- KARABAG, T. (1961): Revision of Drymedusa Stein and Related Genera. Bull. Brit. Museum, Vol. 11, No: 1.
- KARABAG, T. (1962): Some New and Less Known Phaneropterinae, Proc. R. Ent. Soc. Lond. (B) 31: 1-2 p.
- KARABAG, T. (1963-64): Some New Species and New Records of Tettigoniidae from Turkey. Comm. Fac.Sci. Univ. Ankara, Ser. C. Sciences Naturelles Tome XIII.
- KARABAG, T. (1975): Studies in the Turkish Orthoptera (Insecta). I. New Species and Less Known Tettigoniidae. Journ. Nat. History 9(3): 337-350 p.
- KOSSWIG, C. (1951): Contributions to the Knowledge of the Zoogeographical Situation in the Near and Middle East. Experientia 7.
- KOSSWIG, C. (1952): Zoogeography of the Near East. Syst. Zool. 4: 49-96
- MISTSHENKO, L. L. (1941): Revision of the Genus Paranocarodes I. Bolivar and their Nearest Relatives. C. R. Acad. Sci. USSR, LXXVII: 517-520 p.
- MISTSHENKO, L. L. (1942): Fauna SSSR (Catantopinae) Fauna of the USSR and its Immediate Neighbours Grasshoppers (Catantopinae). Zool. Inst. Acad. SSSR Nov, Serie, No: 54, Tom. IV, 608 pp.
- MISTSHENKO, L. L. (1956): Revision of Palearctic Species of the Sphingonotus Fieber (Orth., Acrididae). EOS XII: 65-282
- NADIG, A. (1968): Über die Bedeutung der Massifs de Refuge am Südlichen Alpenrand (Dargelegt am Beispiel einiger Orthopteren) Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 41: 341-358 p.
- RAMME, W. (1931): Beiträge zur Kenntnis der Palearktischen Orthoptera Fauna (Tett. et Acrid.) Mitt. Zool. Mus. Berlin, 17: 165-200 p.
- RAMME, W. (1951): Zur Systematik, Faunistik und Biologie der Orthopteren von Südost-Europa und Vorderasien. Mitt. Zool. Mus. Berlin 27: 421 pp.
- SALMAN, S. (1978): Ağrı, Kars ve Artvin illerinin Orthoptera (Insecta) Faunası Üzerine Taksonomik Arastirmalar. Atatürk Üniv. Fen Fak. Yay. No: 82: 184 pp.
- SALMAN, S. (1983): Turkish Bush-Crickets of the Genus Eupholidoptera (Decticinae). Syst. Ent. 8: 313-338.

- UVAROV, B. P. (1921): The Geographical Distribution of Orthopterous Insects in the Caucasus and in Western Asia. Proc. Zool. Soc. Lond. XXXI: 447-472
- UVAROV, B. P. (1929): Studies in the Iranien Orthoptera I. Some New or Less Known Tettigoniidae. Ann. Zool. Mus. Akad. Sci. USSR XXXI: 623-639
- UVAROV, B. P. (1934): Studies in the Orthoptera of Turkey, Iraq and Syria. EOS X: 21-119
- UVAROV, B. P. (1938): Studies in the Iranien Orthoptera, II. New and Less Known Acrididae from Southern and Balucistan. Ann. Mag. Nat Hist. Ser. 11, 371-381 p.
- WEIDNER, H. (1969): Beiträge zur Kenntnis der Feldheuschrecken (Caelifera) Anatoliens. Mitt. Hamburg Zool. Mus. Inst. 66: 146-226

List of Species and Genera (used in the text)

Fam. ACRIDIDAE

- Gomphocerus Thunberg, 1815
- Oedipoda germanica meridionalis Ramme, 1913
- Dociostaurus (Dociostaurus) brevicolis Eversman, 1848
- Dociostaurus (Stauronotulus) cappadocicus Azam, 1913
- Tripodopola longicornis Uvarov, 1934

Fam. TRYDACTYLIDAE

- Trydactylus irremipes Uvarov, 1934

Fam. TETTIGONIIDAE

- Leptophyes Fieber, 1853
- Platycleis Fieber, 1853
- Drymedusa Stein, 1860

Genus: Eupholidoptera Ramme, 1951

- E. anatolica (Ramme, 1930)
- E. annulipes (Brunner, 1882)
- E. cypria tucica Salman, 1983
- E. demirsoyi Salman, 1983
- E. karabagi Salman, 1983
- E. krueperi (Ramme, 1930)
- E. marashensis Salman, 1983
- E. smyrnensis (Brunner, 1882)
- E. prasina (Brunner, 1882)
- E. tauricola (Ramme, 1930)
- E. sevketi (Ramme, 1933)
- E. tahtalica (Uvarov, 1949)
- E. wernerii Ramme, 1951
- E. umimaculata (Karabag, 1956)

- E. raggei Salman, 1983
- E. excisa (Karabag, 1952)

Genus Rhacocleis Fieber, 1853

- R. turcicus (Uvarov, 1930)
- R. anatolica Werner, 1933
- R. germanica (Herr.- Sac., 1840)
- R. acutangula Karabag, 1957

Genus Anadolua Ramme, 1939

- A. burri Karabag, 1952
- A. davisii Karabag, 1952
- A. rammei Karabag, 1952
- A. schwarzi Ramme, 1939

Genus Anterastes Br.-Wt., 1882

- A. serbicus Br.-Wt., 1882
- A. anatolicus Ramme, 1951
- A. turcicus Karabag, 1951
- A. burri Karabag, 1951
- A. babadaghi Uvarov, 1939
- A. tolunayi Karabag, 1951
- A. akdagensis Ramme, 1951
- A. uludagensis Karabag, 1950

Genus Phonochorion Uvarov, 1916

- Ph. satunini Uvarov, 1916
- Ph. artvinensis Bei-Bienko, 1954
- Ph. uvarovi Karabag, 1956

Genus Paradyrmedusa Herman, 1874

- P. aksirayi Karabag, 1952
- P. brevicerca Karabag, 1956
- P. uvarovi Herman, 1874

Genus Phytodyrmedusa Ramme, 1939

- Ph. armeniaca Ramme, 1939
- Ph. demirsoyi Karabag, 1956
- Ph. expugnata (Uvarov, 1916)
- Ph. hakkarica Karabag, 1956
- Ph. harzi Karabag, 1975

Genus Isophya Br.-Wt., 1878

- I. redtenbacheri Adelung, 1907
- I. sikorai Ramme, 1951
- I. zernovi Miram, 1938
- I. bicarinata Karabag, 1957
- I. hakkarica Karabag, 1961
- I. kosswigi Demirsoy, 1975
- I. savignyi Br.-Wt., 1878
- I. rodsjankoi I. Bolivar, 1899

- *I. schneideri* Br.-Wt., 1878
- *I. amplipennis* Br.-Wt., 1878
- *I. reticulata* Ramme, 1951
- *I. sureyai* Ramme, 1951
- *I. acuminata* Br.-Wt., 1878
- *I. nervosa* Ramme, 1951
- *I. ilkazi* Ramme, 1951
- *I. obtusidens* Ramme, 1951
- *I. tenuicercus* Ramme, 1951
- *I. rectipennis* Br.-Wt., 1878
- *I. stenocauda* Ramme, 1951
- *I. pavli* Br.-Wt., 1878
- *I. karabagi* Uvarov, 1940
- *I. major* Br.-Wt., 1878
- *I. straubei* (Fieber, 1853)
- *I. anatolica* Ramme, 1951
- *I. pantheri* Ramme, 1951
- *I. cania* Karabag, 1975
- *I. triangularis* Br.-Wt., 1891
- *I. hemiptera* Bei-Bienko, 1954

Genus *Poecilimon* Fischer, 1853

- *P. schmidtii* (Fieber, 1853)
- *P. rammei* Miram, 1938
- *P. harveyi* Karabag, 1964
- *P. tschorochensis* Adelung, 1907
- *P. variicercis* Miram, 1938
- *P. syriacus* Br.-Wt., 1891
- *P. djakonovi* Miram, 1938
- *P. tauricola* Ramme, 1951
- *P. raggei* Karabag, 1975
- *P. similis* Retowski, 1889
- *P. zonatus* L. Bolivar, 1899
- *P. sanctipauli* Br.-Wt., 1878
- *P. hammatulus* Br.-Wt., 1878
- *P. conicus* Br.-Wt., 1878
- *P. cervus* Karabag, 1950
- *P. ledereri* Ramme, 1933
- *P. luschanii* Ramme, 1933
- *P. izmirnensis* Ramme, 1933
- *P. excisus* Karabag, 1950
- *P. uvarovi* Ramme, 1933
- *P. ammisus* Br.-Wt., 1878
- *P. zimmeri* Ramme, 1933
- *P. turciae* (Ramme, 1951)
- *P. henrichi* Ramme, 1951
- *P. anatolicus* Ramme, 1933
- *P. miramae* Ramme, 1933
- *P. bosphoricus* Br.-Wt., 1878
- *P. bidens* Retowski, 1889

- *P. birandi* Karabag, 1950
- *P. inflatus* Br.-Wt., 1891
- *P. pulcher* Br.-Wt., 1891
- *P. angulatus* Uvarov, 1939
- *P. glandifer* Karabag, 1950
- *P. kutahiyensis* Werner, 1901
- *P. pergamicus* Br.-Wt., 1891
- *P. adentatus* Ramme, 1933
- *P. haydari* Ramme, 1951
- *P. neglectus* Ramme, 1931
- *P. unispinosus* Br.-Wt., 1878
- *P. celebi* Karabag, 1953
- *P. tuncayi* Karabag, 1953
- *P. rammeanus* Karabag, 1953
- *P. bilgeri* Karabag, 1953
- *P. davisii* Karabag, 1953
- *P. turcicus* Karabag, 1950
- *P. xenocercus* Karabag, 1956
- *P. buruneri* Frivaldski, 1867
- *P. sureyanus* Uvarov, 1930
- *P. bischoffi* Ramme, 1933
- *P. minitus* Karabag, 1975
- *P. incertus* Targioni, 1881

Fam. PAMPHAGINAE

- *Ebnerodes* Ramme, 1951
- *Nocaracris* Uvarov, 1928
- *Tmethis* Fieber, 1853

Genus *Glyphomethis* Bei-Bienko, 1851

- *G. holtzi holtzi* (Werner, 1901)
- *G. holtzi extimus* Bei-Bienko, 1951
- *G. holtzi pulchripes* (Uvarov, 1934)
- *G. holtzi spinosus* Karabag, 1956
- *G. dimorphus dimorphus* (Uvarov, 1934)
- *G. dimorphus armenus* (Ramme, 1951)
- *G. ovipennis* (Uvarov, 1934)
- *G. escherichi escherichi* (Krauss, 1896)
- *G. escherichi coloripes* (Cejchan, 1965)
- *G. escherichi elatior* (Ramme, 1951)
- *G. sevketi* (Ramme, 1951)
- *G. inermis* (Uvarov, 1934)
- *G. adaliae adaliae* (Uvarov, 1928)
- *G. adaliae angorensis* (Cejchan, 1968)
- *G. raggei* (Cejchan, 1965)
- *G. helderichi* (Brunner, 1882)
- *G. arasi* Salman, 1978

Genus *Eremopeza* Saussure, 1888

- *E. gibbera gibbera* (Stal, 1876)
- *E. gibbera lata* (Uvarov, 1934)
- *E. festiva* (Saussure, 1884)
- *E. saussurei saussurei* (Uvarov, 1918)

Genus *Paranothrotus* Mistshenko, 1951

- *P. asulcatus* Demirsoy, 1977
- *P. eximius eximius* Mistshenko, 1951
- *P. eximius nigrogloba* Demirsoy, 1977
- *P. kosswigi* Demirsoy, 1977
- *P. levis* Mistshenko, 1951
- *P. opacus hakkaricana* Demirsoy, 1977
- *P. Ogotvendicus gotvendicus* (I. Bolivar, 1912)
- *P. tolgi* (Ebner, 1919)

Genus *Paranocarodes* I. Bolivar, 1916

- *P. beieri* Ramme, 1951
- *P. straubei straubei* (Fieber, 1853)
- *P. straubei serratus* Uvarov, 1949
- *P. straubei paphlagonicus* Ramme, 1951
- *P. fieberi fieberi* (Brunner-Wattenwyl, 1882)
- *P. fieberi tolunayi* Karabag, 1949
- *P. fieberi anatoliensis* Demirsoy, 1977
- *P. sulcatus* (I. Bolivar, 1912)

Genus *Paranocaracris* Mistshenko, 1951

- *P. citripes citripes* (Uvarov, 1949)
- *P. citripes idrisi* (Karabag, 1953)
- *P. citripes bicoloripes* (Uvarov, 1949)
- *P. rupripes rupripes* (Fischer-Waldheim, 1846)
- *P. rupripes bodenheimeri* (Uvarov, 1940)
- *P. rupripes burri* (Uvarov, 1943)
- *P. rupripes rigidus* Mistshenko, 1951
- *P. rupripes subrubrata* (Ramme, 1951)
- *P. rupripes acinosus* Mistshenko, 1951
- *P. elegans elegans* (Mistshenko, 1951)
- *P. elegans tridentatus* (Shcheltanoutsev, 1916)
- *P. rimonsoneae kosswigi* (Karabag, 1953)

Neue Informationen zum Verbreitungsmuster von *Tettigonia cantans* und *Tettigonia viridissima* in Nordwestdeutschland

Ulf Rahmel & Rolf Dölge

Abstract

In 1989, 1990 and 1991 we mapped *Tettigonia cantans* and *T. viridissima* over an area of ca. 5000 km² in Lower Saxony. In most cases there is a positive correlation between type of soil and distribution of different *Tettigonia* species.

Zusammenfassung

In den Jahren 1989, 1990 und 1991 wurde in Niedersachsen auf einer Fläche von ca. 5000 km² die Verbreitung von *Tettigonia cantans* und *T. viridissima* kartiert. Es konnte in weiten Teilen eine positive Korrelation zwischen Bodentyp und der Verbreitung beider *Tettigonia*-Arten festgestellt werden.

Einleitung

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stellen die Fortsetzung einer im Jahr 1989 begonnenen Untersuchung zur Verbreitung von *Tettigonia cantans* und *T. viridissima* (RAHMEL et al. 1990) in Nordwestdeutschland dar. Darin wurde festgestellt, daß das Verbreitungsmuster der beiden Arten in Bremen und Umgebung nicht mit der bis dahin in der Literatur dargestellten ökologischen Bindung beider Arten übereinstimmt. Unbestritten ist, daß das getrennte Auftreten beider Arten im Gebirge mit der Meereshöhe korreliert, das heißt in den tieferen Lagen kommt *T. viridissima* vor und wird mit zunehmender Höhe von *T. cantans* abgelöst. In Norddeutschland scheinen dagegen nach Sichtung der Literatur die Wasserkapazität des Bodens bzw. der Grundwasserflurabstand verteilungsbestimmende Faktoren zu sein. Da dies mit unseren Beobachtungen in der Wesermarsch und der Hamme-Wümmeniederung nicht in Einklang zu bringen war, entwickelten wir drei Hypothesen, die durch weitere Untersuchungen verifiziert werden sollten. Diese Hypothesen postulieren stichwortartig folgende Ursachen für das festgestellte Verbreitungsmuster (für die ausführliche Begründung s. RAHMEL et al. 1990):

1. regionale Stenökie bei *T. cantans*
2. Konkurrenz zwischen beiden Arten
3. *T. cantans* befindet sich in einer Ausbreitungsphase

Um einer Lösung des Problems näher zu kommen, wurde das Kartierungsgebiet 1990 und 1991 deutlich erweitert. Die Ergebnisse sollen im Rahmen der vorliegenden Arbeit vorgestellt werden.

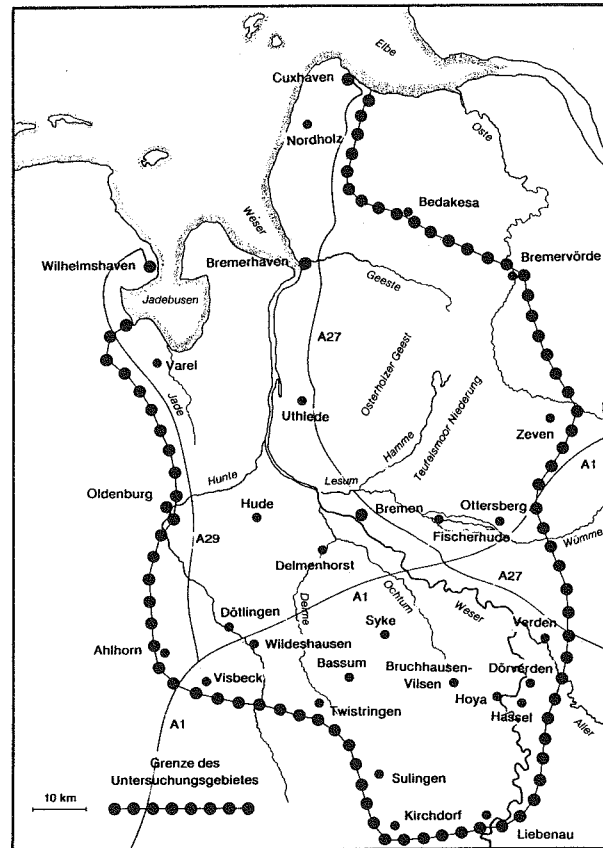


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes in Norddeutschland

Methode

Die Arten wurden mittels bioakustischer Linientaxierung während der rufaktiven Zeit der Imagines von Juli bis September 1990 und 1991 erfaßt. Die Kartierung erfolgte zum allergrößten Teil vom PKW aus, wobei die Standorte singender Männchen exakt in eine Karte eingezeichnet wurden. Das Untersuchungsgebiet (vgl. Abb. 1) mit einer Nord-Süd Ausdehnung von ca. 135 km, einer Ost-West Ausdehnung von ca. 65 km und einer Flächengröße von ca. 5000 km² reicht im Nordwesten bis Varel am Jadebusen, im Norden bis Cuxhaven, im Osten bis Bremervörde, Zeven, Ottersberg, Verden, Hassel sowie weiter südlich bis zur Weser, im Süden bis Liebenau, Kirchdorf, Sulingen, Twistringen, Visbek und zum Autobahndreieck Ahlhorner Heide sowie im Westen bis Ahlhorn und Oldenburg. In Abb. 2 ist das Netz der untersuchten Straßen dargestellt, wobei aus Gründen des Maßstabes auf die Darstellung kleiner Straßen und Feldwege verzichtet werden mußte. Bereiche, die flächendeckend bearbeitet wurden, sind in der Karte schraffiert unterlegt.

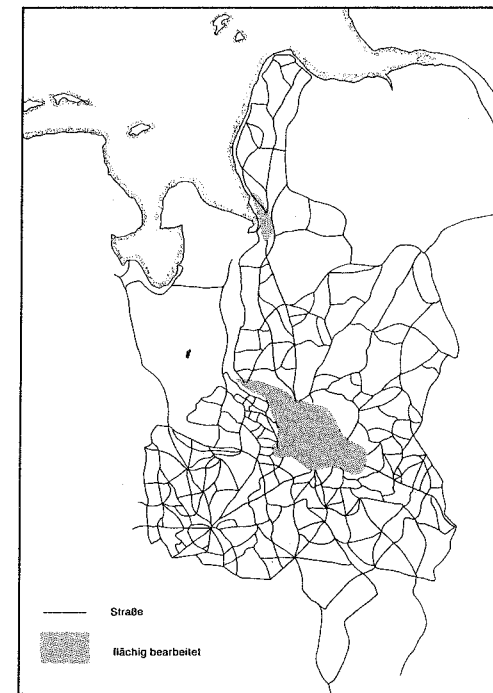


Abb. 2: Darstellung des bearbeiteten Straßennetzes

Ergebnisse

In Abb. 3 sind die Standorte singender Männchen jeweils als Punkte entlang der untersuchten Straßen und Wege dargestellt. Die in vielen Bereichen hohe Punktdichte bringt scheinbar eine flächendeckende Verbreitung beider *Tettigonia*-Arten, was jedoch meist nicht der Fall ist. In vielen Bereichen sind die Heupferde entweder gar nicht oder lediglich sporadisch vertreten. Dennoch ist in Gebieten mit einem dichten Punktnetz davon auszugehen, daß die Arten auch in den zwischen den Straßen liegenden Zonen existieren. Allerdings sind die Vorkommen auch dort meist nicht flächendeckend, da beispielsweise reine Acker- und Gehölzflächen in der Regel nicht besiedelt werden. Die typische Verteilung der Arten in der Landschaft ist linienhaft, da vorwiegend Randstrukturen wie Kraut- bzw. Hochstaudensäume an Wegen, Hecken und Gehölzen sowie Feldern als Lebensraum dienen. Flächendeckende *Tettigonia*-Populationen sind aufgrund der meist geringen Ausdehnung von Habitaten, die auch für die mehrjährige Larvalentwicklung geeignet sind, selten. Solche Bereiche sind beispielsweise aufgelassene Acker, Brachflächen mit Hochstauden und gelegentlich auch extensiver genutzte Ackerflächen.

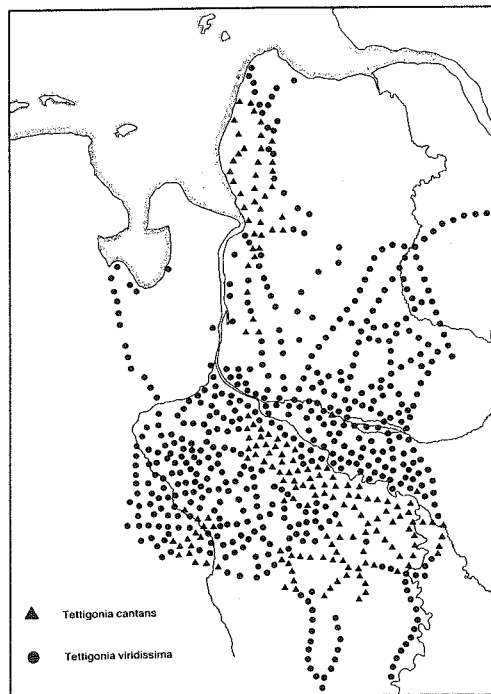


Abb. 3: Verbreitung von *Tettigonia cantans* und *T. viridissima*

Von Norden aus betrachtet besiedelt zunächst *T. viridissima* das Gebiet zwischen Cuxhaven und Nordholz. *T. cantans* kommt dann in einem relativ schmalen Bereich zwischen Nordholz und Bremerhaven vor, im Westen begrenzt von der Nordseeküste bzw. dem Weserästuar und im Osten von der Autobahn A27. Dieses Vorkommen setzt sich nach Süden mit größeren Unterbrechungen bis etwa Uthlede fort.

T. viridissima besiedelt das gesamte Gebiet der Osterholzer Geest und der Teufelsmoor-Niederung zwischen Bederkesa, Bremervörde und Bremen. Dabei liegen auf der Geest nur relativ wenige Vorkommen. In diesem nordöstlich der Weser gelegenen Gebiet wurde *T. cantans* nur auf einer kleinen Fläche in der Fischerhuder Wümmeniederung nachgewiesen (RAHMEL et al. 1990). In Bremen kommt nahezu ausschließlich *T. viridissima* vor, während *T. cantans* erst wieder südwestlich der Weser, d.h. im Gebiet der Vorgeest zwischen der Ochtum und Delmenhorst sowie weiter östlich in der Wesermarsch bis Verden auftritt. Außerdem besiedelt *T. cantans* die Geestbereiche südlich und östlich von Bassum sowie zwischen Wildeshausen und Visbek. Zwischen Oldenburg, Wildeshausen und Delmenhorst wurde fast ausschließlich *T. viridissima* festgestellt. In östlicher Richtung erstreckt sich dieses Vorkommensgebiet -keilförmig schmäler werdend- bis einige Kilometer östlich von Syke. Verinselte Vorkommen reichen darüberhinaus bis etwa 2 km westlich von Hoya.

Weiter nach Süden wurden lediglich folgende Strecken untersucht: Die Bundesstraße 61 von Sulingen über Uchte bis Petershagen; die Verbindung zwischen Mellinghausen (nordöstlich Sulingen) und der Bundesstraße 61 in Höhe von Kirchdorf sowie die parallel westlich der Weser verlaufende Straße von Bücken über Liebenau bis Stolzenau, von dort die Weser überquerend bis Leese und von dort zur parallel östlich der Weser liegenden Bundesstraße 482 bis zur Porta Westfalica. Entlang dieser Strecken wurde ausschließlich *T. viridissima* festgestellt. Dies stimmt mit den Angaben von GREIN (1990) überein, da dort für dieses gesamte Gebiet über *T. cantans* keine Angaben vorliegen.

Zwischen den vorstehend dargestellten Teilarealen beider Arten liegt eine große Anzahl von Überlappungsgebieten, in denen beide Arten gemeinsam auftreten, aber auch einige Bereiche, wo die Vorkommen, stellenweise auf kurze Distanz, scharf voneinander getrennt sind. Eine extrem scharfe Trennung besteht beispielsweise an der Bundesstraße 215 zwischen Hassel und Verden, wo zwischen Hassel und Dörverden zunächst *T. viridissima* in hoher Dichte vorkommt, welche dann kurz hinter Dörverden abrupt von *T. cantans* abgelöst wird, die im weiteren Verlauf bis Verden in ebenso hoher Dichte auftritt.

Diskussion

Bei der Betrachtung des Verteilungsmusters beider Arten stellt sich die Frage nach dessen Ursachen. Eine Korrelation des Verteilungsmusters mit klimatischen Faktoren, wie sie beispielsweise im "Klimaatlas Niedersachsen" aufgeführt sind (DEUTSCHER WETTERDIENST 1964), läßt sich nicht absichern. Ebenso wie PANELIUS (1978) für Finnland müssen wir feststellen, daß einfache klimatische Faktoren wie Durchschnittstemperatur, -niederschläge usw. oder andere "gradients", z.B. Länge der Vegetationsperiode, der Schneebedeckung etc. keine schlüssige Erklärung liefern. PANELIUS (1978) vertritt vielmehr die Auffassung, daß sich *T. cantans* in Finnland in einer Ausbreitungsphase befindet und aus diesem Grund keine Übereinstimmung mit klimatischen Faktoren festzustellen ist.

Dagegen ist in unserem Untersuchungsgebiet eine -wenn auch durch einige Ausnahmen eingeschränkte- Korrelation hinsichtlich des Bodentyps zu erkennen, wobei die Optimalhabitate von *T. cantans* überwiegend in der südlich von Bremen gelegenen Wesermarsch und der Vorgeest liegen. Auch im Gebiet um Wildeshausen und nördlich von Bremerhaven besiedelt diese Art die wasserbindigeren Böden. Das Verbreitungsgebiet von *T. viridissima* deckt sich im wesentlichen mit den leichteren Böden der Geestbereiche.

Verschiedene Autoren (LUNAU 1966, GÜNTHER 1971, INGRISCH 1981, MARTENS & GILLANDT 1983) wiesen bereits darauf hin, daß die Vorkommen von *T. cantans* in der Regel auf schwereren und damit feuchteren Böden liegen als die von *T. viridissima*. Diese Aussage stimmt generell mit den von uns großräumig ermittelten Vorkommensschwerpunkten überein, da die Geeststandorte (*T. viridissima*) im Vergleich zu den Marschstandorten (*T. cantans*) grundsätzlich durch leichtere Böden gekennzeichnet sind.

Es gibt aber auch Flächen im Untersuchungsgebiet, auf denen eine Übereinstimmung zwischen Bodentyp und der Verbreitung der beiden *Tettigonia*-Arten nicht gegeben ist. Hierzu zählen die Wümmeniederung sowie die Flächen zwischen Lesum und Weser, in denen *T. cantans* bis auf ein isoliertes Vorkommen fehlt. Hier wäre die Art angesichts ihrer starken Populationen in der südlichen Wesermarsch zu erwarten, tatsächlich wird aber fast ausschließlich *T. viridissima* angetroffen. Eine Erklärung könnte sein, daß für beide Arten die Besiedlung der ± reinen Grünland-Areale in den Niederungen von Wümme, Hamme und Lesum kaum möglich ist. Auch in der Wesermarsch werden die Grünland- oder Ackerstandorte selbst nicht besiedelt, sondern die dazwischenliegenden Wegränder, Feldraine, Brachflächen etc. Diese fehlen aber in der Wümme-, Lesum- und Hammeniederung weitgehend. Außerdem werden diese Gebiete erheblich stärker von Überschwemmungen beeinflusst, durch welche die Eier der beiden *Tettigonia*-Arten vernichtet werden dürften. Hier bieten daher die -zumeist aus Sand aufgeschütteten- Wege die einzige Möglichkeit zur Besiedlung. Sie werden nahezu ausschließlich von *T. viridissima* besiedelt.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, daß in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes eine Übereinstimmung zwischen Bodentyp und Verbrei-

tung der beiden *Tettigonia*-Arten gegeben ist. Für die Gebiete, in denen keine Korrelation gegeben ist, soll überprüft werden, ob eine der drei eingangs erwähnten Hypothesen Erklärungsansätze zum Verständnis der Situation liefern kann.

1. Es ergeben sich unter dem Gesichtspunkt der regionalen Stenökie nach den vorliegenden Befunden keine schlüssigen Anhaltspunkte, die für eine Annahme der Hypothese sprechen würden.
2. Der Gesichtspunkt Konkurrenz ist nach den vorliegenden Befunden in weiten Bereichen des Untersuchungsgebietes kein geeignetes Erklärungsmodell. Wie gezeigt werden konnte, sind die ± scharfen Übergänge zwischen beiden Arten in aller Regel mit der Veränderung des Bodentyps gekoppelt. Desweiteren koexistieren beide Arten in einigen Bereichen nach unseren Beobachtungen seit mehreren Jahren, ohne daß es zu wesentlichen Veränderungen im Verbreitungsmuster gekommen wäre.
3. Die Frage, ob *T. cantans* sich in einer Ausbreitungsphase befindet, wie es PANELIUS (1978) für Finnland annimmt, läßt sich nur im Vergleich mit alten Literaturdaten klären. Bereits ALFKEN (1906) wies diese Art nur in den Teilen Bremens nach, in denen sie auch heute noch siedelt, sofern dort keine intensive Bebauung erfolgte. Es ist jedoch auch möglich, daß *T. viridissima* eine höhere Ausbreitungsgeschwindigkeit hat, eventuell aufgrund besserer Flugfähigkeit (PANELIUS 1978). Um diesbezüglich sichere Aussagen treffen zu können, sind jedoch zusätzlich vergleichende Untersuchungen über das Ausbreitungs- bzw. Flugpotential beider Arten erforderlich. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß für *T. cantans* die westliche Verbreitungsgrenze im Untersuchungsgebiet liegt. Nach GRENZ (1985) und FRYE (1987) erreicht sie in den nordwestlich angrenzenden Landkreisen Wesermarsch und Friesland nirgendwo die Nordseeküste. *T. viridissima* kommt dagegen -wenngleich nicht flächendeckend- auf den leichteren Böden der Moormarsch und Geest beider Landkreise vor.

Unter der Voraussetzung, daß die Hypothese des Bodentyps stimmt, sollte sich unter Berücksichtigung von Klimaänderungen prognostizieren lassen, in welchem Umfang sich in Zukunft Veränderungen des aktuellen Verbreitungsbildes beider *Tettigonia*-Arten in Nordwestdeutschland ergeben. Es wäre daher wünschenswert, wenn zumindest in Dekadenabständen die mögliche Arealodynamik dokumentiert und ausgewertet würde.

Verfasser
Ulf Rahmel & Rolf Dülge
Universität Bremen, FB 2
Postfach 330 440
W-2800-Bremen 33

Literatur

- ALFKEN, J. D. (1906): Verzeichnis der bei Bremen und Umgebung aufgefundenen Geradflügler (Orthoptera gemina). - Abh. naturw. Verein Bremen 18: 301-309.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (1964): Klimaatlas Niedersachsen.- Offenbach Main.
- FRYE, L. (1987): Die Heuschreckenfauna des Landkreises Leer. - unveröff. Gutachten im Auftrag des Landkreises Friesland 67 S..
- GREIN, G. (1990): Zur Verbreitung der Heuschrecken (Saltatoria) in Niedersachsen und Bremen - Inform.d. Naturschutz Niedersachs. 10: 133-196.
- GRENZ, M. (1985): Die Heuschrecken im Landkreis Wesermarsch. - unveröff. - Gutachten im Auftrag des Landkreises Wesermarsch 68 S..
- GÜNTHER, K. K. (1971): Die Geradflüglerfauna Mecklenburgs (Orthopteroidea und Blattoidea) - Faun. Abh. Staatl. Mus. Tierkde. Dresden 3: 159-179.
- INGRISCH, S. (1981): Zur vikariierenden Verbreitung von *Tettigonia viridissima* und *T. cantans* in Hessen (Orthoptera: Tettigoniidae) - Mitt. dtsch. Ges. allg. angew. Ent. 3: 155-159.
- LUNAU, C. (1966): Zur Ökologie unserer *Tettigonia*-Arten - Faun.-ökol. Mitt. 3: 78-80.
- MARTENS, J. M. & L. GILLANDT (1983): Allotopes Vorkommen der Laubheuschrecken *Tettigonia viridissima* und *T. cantans* in Abhängigkeit von der Landschaftsstruktur im Kreis Lüchow-Dannenberg (Insecta, Orthoptera) - Abh. naturwiss. Verein Hamburg N.F. 25: 315-326.
- PANELIUS, S. (1978): The detailed geographical distribution of *Tettigonia cantans* in Finland (Orthoptera, Tettigoniidae) - Notulae Ent. 58: 151-157.
- RAHMEL, U., R. DÜLGE & S. MEYER (1990): Die Verbreitung von *Tettigonia cantans* und *Tettigonia viridissima* in Bremen und angrenzenden Gebieten - Articulata 5: 59-64.

Chorthippus vagans EVERSMAHN 1848 im mecklenburgischen Naturpark Elbetal

Frank Röbbelen, Robert Brinkmann & Jens Martins

Abstract

Chorthippus vagans was found in three Nature Reserves in Mecklenburg-Vorpommern.

Zusammenfassung

Chorthippus vagans wurde in drei Naturschutzgebieten in Mecklenburg-Vorpommern gefunden.

Der Steppengrashüpfer *Chorthippus vagans* ist an seiner nordwestlichen Verbreitungsgrenze, in England (MARSHALL & HAES 1988), in den Benelux-Staaten (DEVRIESE 1988, DUIJM & KRUSEMANN 1983, HERMES & FLIERVOET 1987) und in Dänemark (HOLST 1986) nur zerstreut verbreitet. In Norddeutschland konnte die Art bisher nur an wenigen Stellen in Niedersachsen nachgewiesen werden (GREIN 1990). Aus dem Südwesten Hamburgs (Haake) ist nur ein alter Nachweis von 1888 bekannt (MARTENS & GILLANDT 1985, ZACHER 1917). Für Schleswig-Holstein ist die Art nicht belegt (vgl. DIERKING-WESTPHAL 1990), da es sich bei der Fundmeldung von LUNAU (1972) offensichtlich um eine Fehlbestimmung handelt (W. und J. VAN DER SMISSEN, GREIN mdl. Mitt.). Auch in Mecklenburg-Vorpommern wurde *Chorthippus vagans* bisher nicht gefunden. (GÜNTHER 1971, KÖHLER 1988, SCHIEMENZ 1969).

Bei Untersuchungen zur Heuschreckenfauna des Naturparks Elbetal in den Jahren 1990 und 1991 konnten wir *Chorthippus vagans* in drei Naturschutzgebieten nachweisen: NSG Bollenberg bei Gothmann (SE Boitzenburg), NSG Klein-Schmölen (SE Dömitz) und NSG Rüterberg (W Dömitz). Die Art ist somit erstmals für Mecklenburg-Vorpommern belegt. *Ch. vagans* lebt hier auf sonnenexponierten, spärlich bewachsenen Binnendünen am Rande der Elbtalaue. Die Fundorte zeichnen sich durch ein kleinräumiges Mosaik offener Sandflächen und Sandmagerrasen aus, die sich zumeist in unmittelbarer Nachbarschaft zu Kiefernforsten befinden.

Als Begleiter wurden in dem o.g. Lebensraum folgende Arten nachgewiesen: *Leptophyes albivittata* (mehr in ruderalisierten Bereichen),

Platycleis albopunctata, *Decticus verrucivorus*, *Oedipoda caerulescens*, *Stenobothrus lineatus*, *Omocestus haemorrhoidalis*, *Myrmeleotettix maculatus*, *Chorthippus mollis*, *Chorthippus biguttulus* und *Chorthippus brunneus*.

Danksagung

Der Leiterin der Naturparkverwaltung Elbetal, Frau Dr. B. Königstedt, danken wir für ihre Unterstützung.

Verfasser	
Frank Röbbelen	Robert Brinkmann
Korte Blöck 6	Universität Hannover
2000 Hamburg 65	Inst. f. Landschaftspflege u. Naturschutz
	Herrenhäuser Str. 2
Jens Martins	3000 Hannover 21
Fridastr. 19	
3000 Hannover 1	

Literatur

- DEVRIESE, H. (1988): *Satatoria belgica* - voorlopige verspreidingsatlas van de sprinkhanen en krekels van België. - Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brüssel, 90 S.
- DIERKING-WESTPHAL, U. (1990): Rote Liste der in Schleswig-Holstein gefährdeten Heuschreckenarten. - Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.), Kiel, 16 S.
- DUIJM, M. & KRUSEMAN, G. (1983): De krekels en sprinkhanen in de Benelux. - Koninklijke nederlandse natuurhistorische Vereniging 34: 1-186, Amsterdam.
- GREIN, G. (1990): Zur Verbreitung der Heuschrecken (*Saltatoria*) in Niedersachsen und Bremen. - Info.dienst Naturschutz Niedersachsen 10(6): 134-195.
- GÜNTHER, K.K. (1971): Die Geradflüglerfauna Mecklenburgs (*Orthopteroidea* und *Blattoidea*). - Faun. Abh. Staatl. Mus. Tierk. Dresden 3(15): 159-179.
- HERMES, D. & FLIERVOET, M. (1987): *Chorthippus vagans* (Eversmann), nieuw voor Nederland (*Orthoptera: Acrididae*). - Ent. Ber., Amst. 47(2): 28-29.
- HOLST, K.T. (1986): The *Saltatoria* of Northern Europe. - Fauna entomologica scandinavica 16: 1-127.

KÖHLER, G. (1988): Zur Heuschreckenfauna der DDR - Artenspektrum, Arealgrenzen, Faunenveränderungen (*Insecta, Orthoptera: Saltatoria*). - Faun. Abh. Staatl. Mus. Tierk. Dresden 16(1): 1-21.

LUNAU, C. (1972): *Chorthippus vagans* EVERSM., eine auch in Schleswig-Holstein gefundene Art. - Bombus 2(51): 201.

MARSHALL, J.A. & HAES, E.C.M. (1988): Grasshoppers and allied Insects of Great Britain and Ireland. - Colchester (Harley Books), 252 S.

MARTENS, J.M. & GILLANDT, L. (1985): Schutzprogramm für Heuschrecken in Hamburg. - Naturschutz und Landschaftspflege in Hamburg 10: 1-55.

SCHIEMENZ, H. (1969): Die Heuschreckenfauna mitteleuropäischer Trockenrasen (*Saltatoria*). - Faun. Abh. Staatl. Mus. Tierk. Dresden 2(25): 241-258.

ZACHER, F. (1917): Die Geradflügler Deutschlands und ihre Verbreitung. - Jena (Fischer), 287 S.

Conocephalus discolor THUNBERG 1815 in Thüringen gefunden

Barbara Thomas & Günter Grein

1992 gelangen die ersten Nachweise von *Conocephalus discolor* in Thüringen. Am 28.7.1992 wurde sie am Dachwiger Stausee, Kreis Erfurt-Land nachgewiesen; am 29.8.1992 konnte von J. SAMIETZ ein weiterer Nachweis erbracht werden (Beleg coll. SAMIETZ, Gotha). Die Tiere hielten sich im Hochstaudensaum auf.

Die Langflügelige Schwertschrecke ist in Thüringen als 'Vom Aussterben bedroht' in der Roten Liste eingestuft (KÖHLER 1993).

Wenige ältere Fundortangaben sind RAPP (1943) zu entnehmen. Da seine Funde kühlere Lagen betreffen, die für *C. discolor* untypisch sind, ist eine Verwechslung mit *C. dorsalis* f. *burri* nicht auszuschließen. Eine weitere Angabe geht auf KÜHLHORN (1955) zurück; Belegexemplare sind heute jedoch nicht mehr bekannt. Möglicherweise steht der Fund von *C. discolor* in Zusammenhang mit einer Arealerweiterung, wie sie neuerdings in Westeuropa verzeichnet wird (KLEUKERS et al. in Vorb.). Andererseits könnte die Art schon vor der Anlage des Stausees dort (und andernorts) unbenutzt gelebt haben, denn Thüringen ist orthopterologisch nicht flächendeckend, wenn auch stellenweise recht intensiv untersucht.

Danksagung

Wir danken J. SAMIETZ/Gotha für die Mitteilung seines Fundes und Dr. G. KÖHLER/Jena für Literaturangaben. Unser besonderer Dank gilt R. BELLSTEDT/Gotha für Hinweise zur Bewertung unseres Fundes und für Literaturangaben.

VerfasserIn
Barbara Thomas
P.-Therstappen-Str. 92
D-41334 Nettetal 1
(PLZ bis 30.6.: W-4054)

Günter Grein
Blücherstr. 3
D-30150 Hannover
W-3000)

Literatur

- KÖHLER, G. (1993): Rote Liste der Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) Thüringens - Naturschutzreport 5: 66-69.
KÜHLHORN, F. (1955): Beitrag zur Verbreitung und Ökologie der Geradflügler des Harzes und seines südlichen und östlichen Vorlandes - Dtsch. Ent. Z., N.F. 2: 279-295.
RAPP, O. (1943): Beiträge zur Fauna Thüringens 7. Odonata, Plecoptera, Orthoptera (1) - Mus. Natkde. Erfurt: 1-32.

Art-Unterschiede in der Phänologie der Heuschrecken (Saltatoria)

Martin Oschmann

Abstract

Several phenological tables on locusts and grasshoppers in the Thuringian country are presented. The larval development may be divided into several groups, the main groups being the Chorthippus group and the viridissima group. Variations in the rate of development are conditioned by a reduced number of stages or a delay of diapause in the scale of embryonic development.

Zusammenfassung

Für Laub- und Feldheuschrecken aus dem Thüringer Raum werden phänologische Tabellen vorgestellt. Es können mehrere Gruppen in der Larvalentwicklung unterschieden werden, die umfangreichsten sind die Chorthippus-Gruppe und die viridissima-Gruppe. Davon abweichende Entwicklungsmuster mit Verfrühung oder Verspätung der Entwicklung sind durch die Reduktion der Stadienzahl oder Verschiebung der Diapause in der Embryonalentwicklung bedingt.

Einleitung

Auf der Grundlage von methodischen Untersuchungen der Larvalentwicklung in Heuschreckenpopulationen (OSCHMANN i.Vorb.) wurden Larvenfunde aus früheren Arbeiten (OSCHMANN 1969) neu aufbereitet. Sie werden hier unter der Bezeichnung "Umgeb. Gotha" dargestellt. Dankenswerterweise stellte Herr Dr. Rolf MARSTALLER - Jena die von ihm erfaßten Larven aus dem Naturschutzgebiet Leutratat bei Jena zur Verfügung, die unter der Bezeichnung "Jena" in die Untersuchungen eingeführt sind. Dort, wo beide Standorte - meist unter Einbeziehung von Gelegenheitsfunden - zusammengefaßt sind, werden sie in den Tabellen unter der Bezeichnung "Thüringen" vorgestellt. Ist der Erscheinungstermin bestimmter Stadien von der Einwirkung von Umweltfaktoren, insbesondere der Temperatur, auf die Ontogenese eines Organismus abhängig, kann dieser ökologische Einfluß erst erfaßt werden, wenn der artspezifische, genetisch bestimmte Anteil definiert ist. Dies soll in diesem Beitrag versucht werden.

Ergebnisse

In Tab. 1 sind die phänologischen Daten der untersuchten Laubheuschreckenarten mit normalem Schlüpftermin (Mitte Mai) als Tettigonia-Gruppe zusammengefaßt. Es wurde das mittlere Erscheinungsdatum (M_t) für das einzelne Larvenstadium berechnet und für das erste und letzte Larvenstadium dieser Wert korrigiert ($M_{t \text{ korr}}$). Ist der Numerus (n) in Klammern gesetzt, sind in ihm auch jene Larven der folgenden bzw. vorangegangenen Stadien eingeschlossen, die zur Korrektur des mittleren Erscheinungsdatums herangezogen wurden. Zum Verständnis der Tabelle soll als Beispiel die Larvenentwicklung von *Platycleis albopunctata* erläutert werden.

Die Art bildet sieben Larvenstadien ($L_1 \dots L_7$) aus. Ihre L_1 wurden in dem Zeitraum vom 29. April bis zum 14. Juni, belegt durch 90 Exemplare, nachgewiesen. Als mittleres Erscheinungsdatum (M_t) wurde der 12. Mai errechnet. Durch Umrechnung der Fangdaten der L_2 und L_3 ergab sich eine geringfügige Korrektur dieses Datums ($M_{t \text{ korr}}$) auf den 13. Mai. Entsprechend gilt dies für das letzte Larvenstadium (L_7), bei dem zur Korrektur die umgerechneten Fangdaten der L_6 und L_5 mit einbezogen wurden. Da als durchschnittliche Entwicklungszeit für ein Larvenstadium 10,5 Tage errechnet wird, läßt sich mit diesem Wert das Hauptauftreten der Imagines auf den 26. Juli schätzen.

Alle in der Tab. 1 zusammengefaßten Arten haben nach INGRISCH (1988) während der Embryonalentwicklung eine Finaldiapause im Stadium 23/24, was den einheitlichen Schlüpftermin der Larven erklärt. Dort, wo Differenzen auftreten, stehen sie mit der Verbreitung der Arten in wärmeren oder kühleren Landesteilen in Zusammenhang.

Die Tettigonia-Gruppe läßt sich in die viridissima-Gruppe mit sieben und die cantans-Gruppe mit sechs Larvenstadien unterteilen. Wie KÖHLER (1989) bereits bemerkte, führt die Einsparung von einem Larvenstadium zu einer Verkürzung der Larvenzeit. Zwischen den Artenpaaren Tettigonia cantans - T. viridissima und Metrioptera brachyptera - Pholidoptera griseoptera ist eine Reduzierung der Larvenzeit von 10-12 Tagen festzustellen, was eine Entwicklungszeit von einem Larvenstadium entspricht. *Platycleis albopunctata* muß wegen ihrer Beschränkung auf xerotherme Biotope und auf den Standort Jena hier von jedem Vergleich ausgenommen werden. In der Kammregion des Thüringer Waldes ist aus der viridissima-Gruppe nur Pholidoptera griseoptera vertreten, die ihre lange Larvenentwicklung mit sieben Stadien dadurch kompensiert, daß die Aktivitätsschwelle der Imagines von 12-13 °C (z.B. bei T. viridissima) auf 7 °C gesenkt ist.

Tab. 1: Phänologische Daten der Tettigonia - Gruppe (Erläuterungen im Text)

Art	Stadium	Mt	Mt korr	Spannweite	n
<i>Platycleis albopunctata</i> (Jena)	L1	12.5.	13.5.	29.4.-14.6.	90
	L2	27.5		2.5.-6.7.	42
	L3	8.6.		28.5.-26.6.	22
	L4	21.6.		1.6.-6.7.	21
	L5	21.6.		1.6.-23.6.	11
	L6	6.7.		5.6.-17.8.	32
	L7	14.7.	15.7.	5.7.-13.8.	12
	Imago		26.7.		
<i>Pholidoptera griseoptera</i> (Thüringen)	L1	15.5.	15.5.	01.5.-11.6.	37
	L2	25.5.		13.5.-17.6.	36
	L3	30.5.		19.5.-05.7.	15
	L4	23.5.		09.6.-20.7.	21
	L5	8.7.		16.6.-14.7.	22
	L6	11.7.		30.6.-04.8.	30
	L7	17.7.	24.7.	02.7.-21.7.	10
	Imago		4.8.		
<i>Metrioptera roeseli</i> (Thüringen)	L1	18.5.	14.5.	10.4.-05.6.	10
	L2	30.5.		18.5.-22.6.	22
	L3	12.6.		3.6.-30.6.	13
	L4	23.6.		3.6.-19.7.	42
	L5	1.7.		16.6.-10.8.	22
	L6	2.7.		16.6.-20.7.	7
	L7	17.7.	20.7.	6.7.-25.7.	7
	Imago		31.7.		
<i>Tettigonia viridissima</i> (Thüringen)	L1		16.5.		(17)
	L7		12.7.		(12)
	Imago		23.7.		
<i>Tettigonia cantans</i> (Umgebung Gotha)	L1		17.5.		(20)
	L6		30.6.		17)
	Imago		11.7.		
<i>Metrioptera brachyptera</i> (Thüringen)	L1	20.5.	19.5.	27.4.-02.6.	26
	L2	30.5.		14.5.-26.6.	33
	L3	09.6.		23.5.-18.7.	28
	L4	23.6.		06.6.-18.7.	42
	L5	02.7.		12.6.-20.7.	46
	L6	16.7.	14.7.	24.6.-18.8.	26
	Imago		25.7.		

Tab 2: Phänologische Daten der Phaneroptera - Gruppe

Art	Stadium	Mt	Mt kor.	Spannweite	n
Phaneroptera falcata (Jena)	L1	17.6.	18.6.	18.5.-06.7.	19
	L2	29.6.		18.5.-07.7.	15
	L3	9.7.		06.7.-21.7.	5
	L4	14.7.		07.7.-17.7.	3
	L5	29.7.		17.7.-07.8.	6
	L6	01.8.	02.8.	25.7.-03.8.	16
	Imago		11.8.		
Leptophyes albivittata (Jena)	L1		17.6.	(6 L-Stad.)	(32)
Conocephalus dorsalis (Umgebung Gotha)	L1		14.6.		(12)
	L5		22.7.		(47)
	Imago		01.8.		
Meconema thalassinum (Umgebung Gotha)	L1	23.6.	17.6.	27.5.-21.7.	15
	L2	16.6.		30.6.-07.7.	13
	L3	11.7.		30.6.-02.8.	8
	L4	17.7.		21.7.-04.8.	7
	L5	13.8.		28.7.-15.9.	12
	Imago		26.8.		

Von der Tettigonia-Gruppe ist durch einen um vier Wochen späteren Erscheinungstermin die Phaneroptera-Gruppe abgesetzt (Tab. 2). Hier ist die Finaldiapause der Embryonalentwicklung bereits im Stadium 14 bzw. 18 eingeschoben (INGRISCH 1988). Zur Vollendung der Embryogenese wird nach dem Winter demnach ein längerer Zeitraum benötigt. Der verspätete Schlüpftermin wird durch die Reduzierung der Anzahl der Larvenstadien auf fünf (dorsalis-Gruppe) oder sechs (falcata-Gruppe) ausgeglichen. Als Besonderheit verdient der sehr späte Erscheinungstermin für die Imagines von Meconema thalassinum Erwähnung. Die Entwicklung der Larven, die sich bei dieser Art im Waldschatten vollzieht, dauert aber relativ lange, im Durchschnitt 13 Tage / Stadium. Im Vergleich dazu benötigt Phaneroptera falcata als Bewohner warmer Gebüschlandschaften 9 Tage / Stadium und der Wiesenbewohner Conocephalus dorsalis 9,5 Tage / Stadium.

Sehr zeitig im Jahr tritt Isophya kraussii auf (Tab. 3). Sie schlüpft bereits im April und erreicht nach fünf Larvenstadien Anfang Juli das Imaginalstadium. Da ihre Larvenentwicklung noch in das kühlere Frühjahr fällt, benötigt sie für ein Larvenstadium im Durchschnitt 15 Tage. Die Embryonalentwicklung ist noch nicht untersucht, doch überdauern die Embryonen anscheinend schon schlüpfbereit den Winter. In Nordgriechenland können die Larven verwandter Arten (I. amplipennis Br.V.W., I. tenuicerca RME.) bereits Ende Januar auftreten (CAN 1959).

Tab.3: Phänologische Daten der Isophya - Gruppe

Art	Stadium	Mt	Mt kor.	Spannweite	n
Isophya kraussii (Umgeb. Gotha)	L1	25.4.	25.4.	10.4.-13.5.	19
	L2	09.5.		29.4.-30.5.	18
	L3	25.5.		14.5.-30.5.	26
	L4	05.6.		23.5.-16.7.	14
	L5	22.6.	23.6.	06.6.-14.7.	19
	Imago		08.7.		

Tab.4: Phänologische Daten der Chrysochraon - Gruppe

Art	Stadium	Mt	Mt kor.	Spannweite	n
Chrysochraon brachyptera (Jena)	L1	27.4.	03.5.	08.4.-28.5.	52
	L2	19.5.		08.4.-23.6.	36
	L3	05.6.		18.5.-06.7.	32
	L4	24.6.		01.6.-16.6.	22
	Imago		13.7.		

Tab.5: Mittleres Auftreten der Acrididae - Larven des 1. Stadiums, Umgebung Gotha (1961 - 1966)

Art	Mt kor.	n
Omocestus viridulus	04.05.	(50)
Myrmeleotettix maculatus	24.05.	(46)
Stenobothrus lineatus	26.05.	(122)
Stenobothrus stigmaticus	02.06.	(95)
Chorthippus biguttulus	02.06.	(180)
Mecostethus grossus	11.06.	(36)
Chorthippus dorsatus	16.06.	(76)

Bei den Feldheuschrecken läßt sich Chrysochraon brachyptera (Tab. 4) als frühschlüpfende Art abtrennen. Wahrscheinlich gehört auch der in Tab. 5 enthaltene Omocestus viridulus in die Chrysochraon-Gruppe. Eine endgültige Entscheidung läßt sich aber erst treffen, wenn die Embryonalentwicklung beider Arten untersucht ist. Wie die frühschlüpfende Isophya kraussii sind auch sie befähigt, in das klimatisch ungünstige Gebirge einzudringen. Die restlichen in Tab. 5 vorgestellten Arten treten wesentlich später als Omocestus viridulus auf und lassen untereinander Differenzen bis zu drei Wochen erkennen. Damit erhebt sich die Frage, ob hier echte Artunterschiede vorliegen oder ob die Entwicklungsdifferenzen den unterschiedlichen Habitaten geschuldet und damit ökologisch bedingt sind.

Um dies zu prüfen, wurden Larvenserien von Artenpaaren, die gleichzeitig und am selben Standort gefangen wurden, miteinander verglichen (Tab. 6). Als Beispiel greifen wir *Omocestus viridulus* heraus, dessen Populationen gegenüber *Myrmeleotettix maculatus* stets weiter entwickelt waren und damit einen größeren m_s aufwiesen. Da dies an sechs Standorten (Wert in Klammern) nachgeprüft werden konnte, erhält diese Aussage eine große Sicherheit.

M. maculatus wiederum hatte gegenüber *Chorthippus biguttulus* an zehn Standorten stets einen Entwicklungsvorsprung, der aber nur durch zwei Standorte belegt ist. Der weitverbreitete *Chorthippus parallelus* hatte gegenüber *Ch. biguttulus* an zehn untersuchten Standorten immer einen Entwicklungsvorsprung, der im Mittel 0,61 Stadien betrug. Legt man einen Entwicklungsquotienten von 0,043 Stadien / Tag zugrunde, so bedeutet dies, daß *Ch. biguttulus* etwa 14 Tage später geschlüpft ist. An den zwei untersuchten Fundplätzen von *Stenobothrus stigmaticus* war *Ch. parallelus* mit einer Differenz von 1,42 Stadien noch weiter in der Entwicklung fortgeschritten. Für *St. stigmaticus* und *Ch. biguttulus* weist aber Tab. 5 gleiche Entwicklungszeiten aus. Obwohl durch drei Standorte belegt, konnte das Artenpaar nicht in die Tab. 6 aufgenommen werden, weil *Ch. biguttulus* nur zweimal das größere m_s aufwies, die durchschnittliche Differenz beider Arten war mit 0,19 Stadien unbedeutend.

Tab. 6: Entwicklungsdifferenzen (in Stadien = m_s) von Acrididae am gleichen Standort; Anzahl der Standorte in Klammern.

	Art mit kleinerem m_s			
	<i>biguttulus</i>	<i>maculatus</i>	<i>dorsatus</i>	<i>stigmaticus</i>
<i>O. viridulus</i>	0,37 (2)	0,58 (6)	-	-
<i>St. lineatus</i>	1,53 (3)	-	-	-
<i>Ch. parallelus</i>	0,61 (10)	-	0,74 (4)	1,42 (2)
<i>Ch. dorsatus</i>	0,57 (2)	-	-	-
<i>M. maculatus</i>	0,62 (2)	-	-	-

Eine entsprechende Staffelung der Erscheinungstermine wird auch an den Larvenfängen im Leutratl bei Jena sichtbar (Tab. 7). *Stenobothrus lineatus* trat hier als erste und *Ch. biguttulus* als letzte Art auf. Als Entwicklungszeit für ein Larvenstadium wurden im Durchschnitt 15 Tage, bis zur Imago insgesamt 60 Tage benötigt. Aus diesen Befunden ist mit Sicherheit zu schließen, daß in der umfangreichen *Chorthippus* - Gruppe zahlreiche artspezifische Entwicklungsunterschiede auftreten. Die Reihenfolge des Erscheinens der Arten läßt sich derzeit aber nur grob einschätzen und ist durch weitere Untersuchungen zu klären.

Tab. 7: Phänologische Daten von Acrididae, Jena (1971-1974)

Art	Stadium	Mt	Spannweite	n
<i>Stenobothrus lineatus</i>	L1	02.6.	02.05.-16.07.	32
	L2	02.7.	28.5.-13.8.	77
	L3	14.7.	01.6.-17.9.	44
	L4	30.7.	03.7.-17.9.	49
<i>Chorthippus parallelus</i>	L1	03.7.	11.05.-31.7.	276
	L2	16.7.	11.5.-13.8.	258
	L3	25.7.	01.6.-28.6.	135
	L4	29.7.	26.6.-08.10	76
<i>Chorthippus biguttulus</i> (mit Anteilen von <i>Ch. mollis</i>)	L1	10.7.	01.6.-07.8.	683
	L2	20.7.	18.5.-26.8.	347
	L3	11.8.	22.6.-21.9.	78
	L4	05.9.	06.7.-21.9.	180

Zu den Ursachen dieser Staffelung der Erscheinungstermine kann vermutet werden, daß die relativ frühen Schlüpftermine von *Myrmeleotettix maculatus* und *Stenobothrus lineatus* der oberirdischen Eiablage dieser Arten zuzuschreiben sind. Andererseits stellen die Arten während der Embryonalentwicklung unterschiedliche Wärmeansprüche (INGRISCH 1983), die unter gleichen Bedingungen zur Differenzierung der Schlüpftermine führen.

Aus den Ergebnissen der Untersuchung phänologischer Daten läßt sich schließen, daß die Phänologie der Heuschrecken in erster Linie durch Art - Unterschiede, die in den Schlüpfterminen und der Dauer der Larvenentwicklung zum Ausdruck kommen, geprägt ist. Diese Ereignisse werden von der Unterbrechung der Embryonalentwicklung und der Anzahl der Häutungen, die beide genetisch fixiert sind, bestimmt. Der Verlauf der Embryonal- und der Larvenentwicklung bilden gemeinsam ein bestimmtes Entwicklungsmuster, das für ganze Artengruppen gelten kann. Es wurde versucht, dem schon bei der Zusammenstellung der phänologischen Tabellen Rechnung zu tragen. Zwischen Entwicklungsabläufen bei früh-schlüpfenden Arten sowie solchen mit verkürzter Larvenentwicklung und der Besiedlung klimatisch ungünstiger Räume und Biotope sind Zusammenhänge erkennbar. Welchen Einfluß umgekehrt ökologische Faktoren auf phänologischen Werte nehmen und diese variieren, muß einer weiteren Untersuchung vorbehalten bleiben. Übersichtlich geordnet ergeben die Entwicklungsmuster folgendes Schema:

- A Tetrigidae: Fünf (bis sechs) Larvenstadien, Überwinterung meist als Larve, Embryonalentwicklung ohne Diapause.
- B Tettigoniidae: fünf bis sieben Larvenstadien, Überwinterung im Ei-stadium, Embryonalentwicklung mit (Final-) Diapause.

- B₁ Isophya-Gruppe: frühschlüpfend (Ende April), Finaldiapause wahrscheinlich am Ende der Embryonalentwicklung.
- B₂ Tettigonia-Gruppe: normalschlüpfend (Mitte Mai), Finaldiapause im Embryonalstadium 23/24.
- B_{2a} viridissima-Gruppe: sieben Larvenstadien (Tettigonia viridissima, Pholidoptera griseoaptera, Platycleis albopunctata, Decticus verrucivorus, Metrioptera roeseli, M. bicolor).
- B_{2b} cantans-Gruppe: sechs Larvenstadien, verkürzte Larvalentwicklung (Tettigonia cantans, Metrioptera brachyptera).
- B₃ Phaneroptera-Gruppe: später Schlüpftermin (Mitte Juni), fünf oder sechs Larvenstadien, Finaldiapause im Embryonalstadium 14 oder 18 (evtl. weitere Auftrennung nötig).
- B_{3a} falcata-Gruppe: sechs Larvenstadien (Phaneroptera falcata, Leptophyes albobittata).
- B_{3b} dorsalis-Gruppe: fünf Larvenstadien (Conocephalus dorsalis, Mecanema thalassinum; wahrscheinlich C. discolor).
- C Acrididae: vier (bis fünf) Larvenstadien, Überwinterung im Ei.
- C₁ Chrysochraon-Gruppe: frühschlüpfend (Anfang Mai) (Chrysochraon brachyptera, Omocestus viridulus).
- C₂ Chorthippus-Gruppe: normalschlüpfend (Ende Mai bis Mitte Juni), Schlüpftermine gestaffelt (Chorthippus biguttulus, Ch. parallelus, Ch. dorsatus, Myrmeleotettix maculatus, Mecostethus grossus, Stenobothrus lineatus, St. stigmaticus; wahrscheinlich auch Ch. mollis, Ch. brunneus, Ch. albomarginatus, Ch. montanus, Ch. apricarius, St. nigromaculatus, Gomphocerippus rufus, Psophus stridulus, Oedipoda caerulescens).

Da die physiologischen Merkmale mit der Art oder der Gruppe, die sie charakterisieren, entstanden sind, können sie auch zur Aufklärung der Evolution herangezogen werden.

Verfasser
Dr. Martin Oschmann
Vor dem Nienburger Tor 57
O-4350 Bernburg

Literatur

- CAN, E. (1959): Zur Kenntnis von Isophya BR.V.W., I. pavelii Br.V.W. und I. tenuicarpa RME. (Orth., Tettigoniidae) als Schädlinge von Eichen-niederwäldern in Südosteuropa. T. II - Z. angew. Ent. 44: 227-261.
- INGRISCH, S. (1983): Zum Einfluß der Feuchte auf die Schlupfrate und Entwicklungsdauer der Eier mitteleuropäischer Feldheuschrecken - Dt. Ent. Z., N.F. 30: 1-15.
- INGRISCH, S. (1988): Wasseraufnahme und Trockenresistenz der Eier europäischer Laubheuschrecken (Orthoptera: Tettigoniidae) - Zool. Jb. Physiol. 92: 117-170.
- KÖHLER, G. (1989): Zur Phänologie, Abundanzdynamik und Biotopbindung rasenbewohnender Laubheuschrecken (Saltatoria: Tettigoniidae) im mittleren Saaletal bei Jena (Thüringen) - Wiss. Z. Univ. Jena, nat. R. 3: 543-561.
- OSCHMANN, M. (1969): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Orthopteren im Raum von Gotha - Hercynia, N.F. 6: 115-168.
- OSCHMANN, M. (i. Vorb.): Methodische Untersuchungen zur Phänologie der Heuschrecken (Saltatoria)

Haben Tierbauten eine Bedeutung als Habitatbaustein für den Feldgrashüpfer (*Chorthippus apricarius* L. 1758)?

Heinrich Reck

Abstract

In Baden-Württemberg (Germany) *Chorthippus apricarius* is in danger of extinction. A population vulnerability analysis was started by the author in 1991. A so far unknown behaviour is described in this article: *C. apricarius* often lays its eggs in ant-hills, where their development is successful.

These observations and research on substratum preferences for egg-laying, larval and imaginal habitats resulted in the hypothesis, that in the limestone landscape of the Swabian Alb ant-hills are useful for the survival of the endangered populations of this specimen.

Zusammenfassung

Tierbauten, insbesondere bewohnte Ameisenhaufen, werden vom Feldgrashüpfer häufig zur Eiablage genutzt. Aufgrund von Beobachtungen zur Substratpräferenz, zu Larvenvorkommen und zur Häufigkeit und Verbreitung von Imagines werden Hypothesen zur Bedeutung von Tierbauten für die Feldgrashüpfer-Populationen der Schwäbischen Alb formuliert.

Einleitung

In Baden-Württemberg wird für den dort vom Aussterben bedrohten Feldgrashüpfer (DETZEL 1991) seit 1991 eine Populationsgefährdungsanalyse durchgeführt (RECK, in Vorb.). Dabei gelangen Beobachtungen, die auf eine Bedeutung von Tierbauten, insbesondere von bewohnten Ameisenhaufen schließen lassen. Dieser Teilaspekt wird vorab mitgeteilt, weil für Kurzfühlerschrecken bisher keine entsprechenden Hinweise bekannt waren (Bitte um Mitteilung) und zu weiteren Beobachtungen angeregt werden soll.

Rahmenbedingungen

Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt im Gebiet mit den individuenreichsten Vorkommen des Feldgrashüpfers in Baden-Württemberg, auf der Albhochfläche bei Hettingen (Mittlere Flächenalb; Massenkalk des Weißjura; 740 - 840 mNN; mittlere Niederschläge bis 1.000 mm/a, im Sommer bis Frühherbst oft längere Trockenperioden, Temperaturen mäßig

kalt bis kalt). Im südwestdeutschen Jura (die früheren Muschelkalk-Vorkommen konnten bislang nicht mehr bestätigt werden) kommt der Feldgrashüpfer unter heutigen Nutzungsbedingungen nur noch in Ackerbaugeländen mit sehr hoher Dichte von Begleitbiotopen (Gras- und Krautsäume) vor (vgl. auch BUCHWEITZ et al. 1990). (Erst-)Larven und Imagines konnten dort, allerdings bei jeweils extrem unterschiedlicher Häufigkeit, in Äckern, Ackerbrachen, Gras- und Krautsäumen (meist auf Steinriegeln) und auf versaumten Halbtrockenrasen in Acker Nähe nachgewiesen werden. Nur das (reliktäre) Vorkommen beim NSG 'Stiegelesfels' wies 1992 keine aktuelle Ackernutzung mehr auf.

Beobachtungen

Eiablage im Freiland

Im Herbst 1992 konnten während Fang-Markierung-Wiederfang-Untersuchungen zahlreiche Weibchen beobachtet werden, die in Ameisenhaufen und in Erdhaufen (Kleinsäugerbauten) ablegten. Die Gelege können leicht aufgefunden werden, die Schaumhülle ist außen vollständig mit dem Feinerdmaterial der Haufen umklebt. Es werden nur Ameisenhaufen belegt, deren Volk tagsüber nicht auf der Bau-Oberfläche aktiv ist. Daß andernorts nur in Einzelfällen Eiablagen registriert wurden, führten wir auf die wesentlich schwierigere Beobachtbarkeit an diesen Stellen zurück. Erst als bei der Kartierung eines speziellen Saums aufgrund der dort günstigen Verteilung der Tierbauten eine bereits im Gelände stark auffallende Konzentration des Feldgrashüpfers v.a. im Bereich der Ameisenhaufen festgestellt wurde, mußte von mehr als nur zufälliger Nutzung dieser Bauten ausgegangen werden. Die spätere Kartierung am o.g. NSG 'Stiegelesfels' stützte diese Hypothese. Daraufhin wurden die bisherigen Protokolle auf die mögliche Bedeutung von Tierbauten ausgewertet.

Larven im Freiland

Bei der Kartierung der Häufigkeit von Erstlarven des Feldgrashüpfers in verschiedenen Biotopen wurden 6 mal Pulk frisch geschlüpfter oder gerade ausschlüpfender Tiere gefunden. (Gelege des Feldgrashüpfers schlüpfen synchron, und die Tiere sitzen für wenige Minuten als Pulk am Schlupfort, zerstreuen sich dann aber bald). Zwei dieser Pulk wurden sicher auf Ameisenhaufen registriert.

Häufigkeiten des Feldgrashüpfers auf Säumen in Abhängigkeit von Tierbauten

In schmalen (bis ca. 2 m breiten) Säumen, in denen während des Sommers 1992 die Verteilung von Imagines des Feldgrashüpfers auf 1 - 2 Längenmeter genau kartiert wurde, und in denen wegen der geringen Breite unterschiedliche Häufigkeiten von Tierbauten an der Längsachse zu erwarten waren, wurde im Oktober von C. Himmer die Häufigkeit von Ameisenbauten und sonstigen Tierbauten für 5-m-Abschnitte ausgezählt. Trotz der durchgängigen und für den Feldgrashüpfer ebenfalls bedeutsamen Nutzungsgrenzen Acker/Saum, und obwohl bis auf Saum 8/10 keine längeren Tierbauten-freien Abschnitte vorkommen, wurden in allen Säumen die höheren Individuendichten in den Saumabschnitten mit Tierbauten festgestellt (s. Abb. 1).

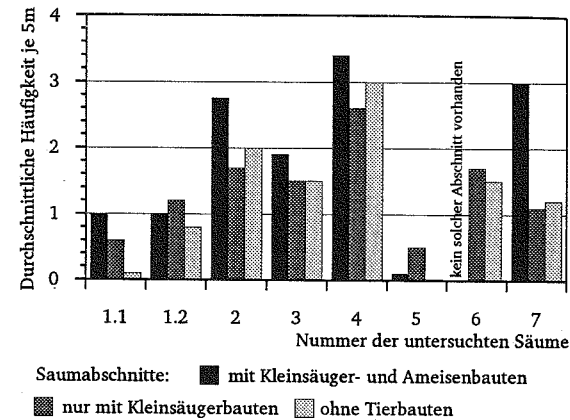


Abb. 1: Relative Häufigkeiten von *C. apricarius* in Abhängigkeit von Tierbauten in 7 verschiedenen Säumen

Schlußfolgerungen - erste Hypothesen

Der Feldgrashüpfer ist nicht obligat vom Vorhandensein von Tierbauten abhängig; keinesfalls auf Sandböden und wohl auch nicht in den zum Hartwerden neigenden, aber skelettreichen Kalkscherbenböden des Jura (Fortpflanzungsnachweise unabhängig von Tierbauten). Warum nutzt der Feldgrashüpfer dann Ameisenhaufen und hat dies eine Bedeutung für die Stabilität von Populationen der Schwäbischen Alb? Im noch laufenden Substratwahlversuch wird sandiges Substrat deutlich bevorzugt, Lehm Boden ist zur Eiablage nicht geeignet; je lockerer und durchlässiger das Substrat, umso größer die Attraktivität. Daher können bei schweren, aushärtenden oder verdichteten Böden die lockererdigen Tierbauten die Vorkommen des Feldgrashüpfers fördern. Die vegetationsarmen Bauten heizen sich im Frühjahr auch stark auf - möglicherweise ein weiterer Vorteil für die sehr früh erscheinende, zentral-asiatische Steppenart (vgl. KLEUKERS & ODE 1992). Für die Imagines sind die Bauten v.a. im Herbst auch als Sonnenplatz attraktiv.

Wie die Verbreitungsanalyse in Baden-Württemberg zeigt, reichen die möglichen Vorteile der Tierbauten nicht dazu aus, Populationen des Feldgrashüpfers auf Halbtrockenrasen der Schwäbischen Alb zu ermöglichen und den Schlüsselfaktor 'Ackerbau' zu ersetzen. Das Erlöschen von Populationen z.B. beim Stiegelesfels und in anderen Gebieten nach Aufgabe oder Veränderungen des Ackerbaus wird aber verzögert. Beim Stiegelesfels konnte der Feldgrashüpfer ähnlich wie in Saum 8/10 nur in den Tierbauten-reichen Teilen von in der Sukzession fortgeschrittenen Ackerbrachen zwischen Steinriegeln gefunden werden.

Unter den Bedingungen des Beobachtungsjahres haben die Tierbauten im Untersuchungsgebiet der Schwäbischen Alb eine für die Populationen fördernde Wirkung. Evtl. sind sie geeignet, die Besiedlung von Arealen im Randbereich der jeweiligen Hauptvorkommen zu ermöglichen. Bei Wegfall bzw. starker Änderung der Ackernutzung sind sie (für einen begrenzten Zeitraum) Refugium.

Da die bisherigen Beobachtungen während einer Ausbreitungsphase bzw. Vermehrungsphase des Feldgrashüpfers im Untersuchungsgebiet gemacht wurden ist noch zu klären, inwieweit in Jahren mit ungünstigem Witterungsverlauf die Tierbauten mit ihren besonderen Standorteigenschaften dann wichtig für das Überleben von Populationen sein können.

Danksagung

Für die engagierte Mitarbeit bei der Kartierung danke ich Frau C. Himmer, Frau R. Walter und Herrn N. Seltmann. Die Gesamt - Untersuchung wird von der Allianz-Stiftung zum Schutz der Umwelt und der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege, Tübingen, gefördert.

Verfasser
Heinrich Reck
Institut für Landschaftsplanung & Ökologie
Universität Stuttgart
Azenbergstraße 12
7000 Stuttgart 1

Literatur

- BUCHWEITZ, M., DETZEL, P. & HERMANN, G. (1990): Zur Bedeutung von Lebensraum für *Chorthippus apricarius* (L. 1758) (Orthoptera, Saltatoria, Acrididae) - *ARTICULATA* 5(2): 49-58.
- DETZEL, P. (1991): Ökofaunistische Analyse der Heuschreckenfauna Baden-Württembergs (Orthoptera). Diss. 365 S.; Universität Tübingen, Fak. f. Biologie
- KLEUKERS, R.M.J.C. & ODE, B. (1992): Het voorkomen van *Chorthippus apricarius* in Nederland (Orthoptera: Acrididae) - *Ent. Ber. Amst.* 52: 89-94.

Nachtrag

Die später als geplant erscheinende Ausgabe der *ARTICULATA* ermöglicht es, zwei Ergebnisse nachzutragen, die die formulierten Thesen stützen und zeigen, daß weitere Untersuchungen zur Frage, ob Ameisen Schlüsselarten für Kurzfühlerschrecken sein können, besonderes Interesse verdienen.

Ergebnisse des Substratwahlversuches

Die Attraktivität von vier verschiedenen Substraten (Sand; Mischung aus Sand und stark lehmigem Ackerboden (Filderlehm) im Verhältnis 1 : 1; lehmiger Ackerboden; Ackerboden aus der von *C. apricarius* besiedelten Ackerbrache in Hettingen) wurde getestet. Außerdem standen in den Terrarien Gefäße mit dichten Grasansaaen in Sand, deren Wurzelfilz weniger dicht als der von gewachsenen Wiesensoden war. Weil die Eiablagekapazität der Tiere unterschätzt wurde, kam es gegen Ende des Versuches in den Sandgefäßen zu einer dichten Schicht untereinander verklebter Eipakete, die weitere Ablagen verhinderten. Vermutlich deshalb legten die Tiere auch in Spalten zwischen den Gefäßen und zwischen den Gefäßen und dem Terrarienboden ab ('Notgelege').

Die Präferenz für leicht grabbares Substrat ist eindeutig (s. Abb. 1). Besonders bemerkenswert ist, daß die Tiere nur in Ausnahmen in gut durchwurzelter bzw. dicht von Vegetation bedeckte Böden ablegen (s. Abb. 1 und 2). Häufiger als in lehmiger Erde und Wurzelfilz werden Gelege in Spalten abgesetzt.

Ergebnisse zur Gelegezahl aus Bodenproben

Im Januar 1993 war es möglich, einige Bodenproben aus Hettingen auf die Anzahl der darin befindlichen Eipakete hin zu untersuchen (Aussieben, z.T. nach Auflösen im Wasser). Es wurden jeweils mindestens die obersten 5 cm von Quadraten à 900 cm² geborgen. Ausgehend von Ameisenhäufen auf Säumen wurde jeweils 1 Bodenprobe des Saumes in 1 m Entfernung, 1 (bzw. 2) Bodenproben des Saumrandes (Grenzlinie mittig) zur angrenzenden Nutzung und 1 Bodenprobe im Zentrum der angrenzenden Nutzung (bzw. Nutzungen: Äcker, Brachen, Wiesen) gewonnen. In Abbildung 3 ist die mittlere Zahl der gefundenen Gelege je Probentyp dargestellt. Die Zahl der Gelege bezieht sich auf alle Eipakete, die denen der uns bekannten von *C. apricarius* entsprechen (außerdem wurden z.B. Pakete von *C. brachyptera* und Einzel-Eier aufgefunden). Die Gelegedichte in Ameisenhäufen ist extrem höher (\geq das 15fache gegenüber den sonstigen Proben). Auch die Antreffwahrscheinlichkeit für Eipakete je 900 cm² ist dementsprechend höher (ca. 90 %); in den übrigen Proben wurden nur in 10 - 40 % der Proben überhaupt Gelege gefunden (Abb. 4). Zum Teil wurden die Gelege beim Aussieben beschädigt, trotzdem sind bereits zahlreiche Tiere geschlüpft - es handelt sich bisher ausnahmslos um *C. apricarius*.

Abbildungen zum Nachtrag

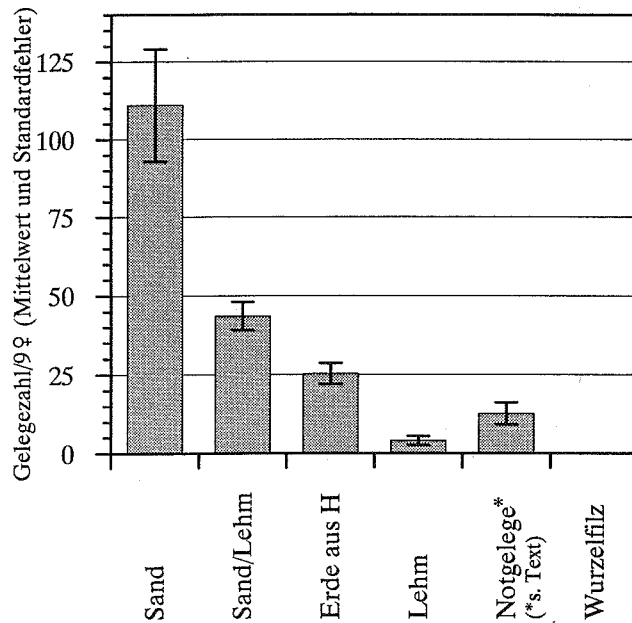


Abb.1: Gelegezahlen im Substratwahlversuch
(n = 3 Kollektive mit je 9♀)

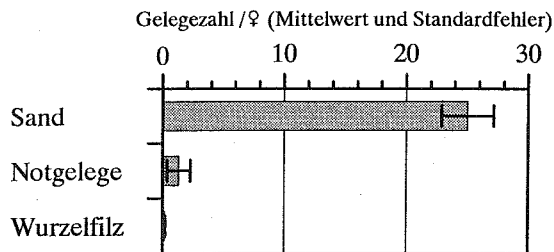


Abb.2: Häufigkeit der Eiablage in verschiedene Substrate
in Versuchen zur Ermittlung der Gelegezahl je Weibchen
(n = 26♀, in 6 Kollektiven)

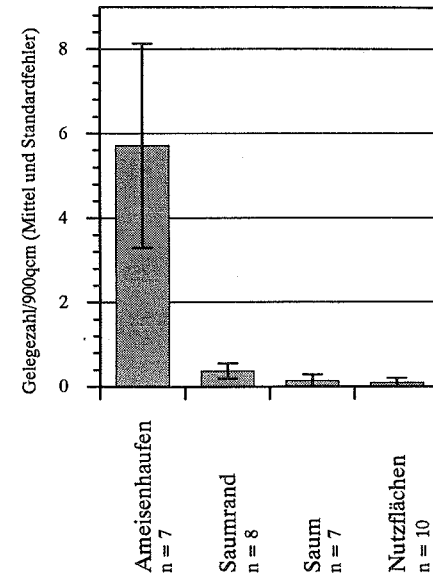


Abb.3: Mittlere Gelegezahl in Bodenproben
von je 900qcm aus verschiedenen Habitaten

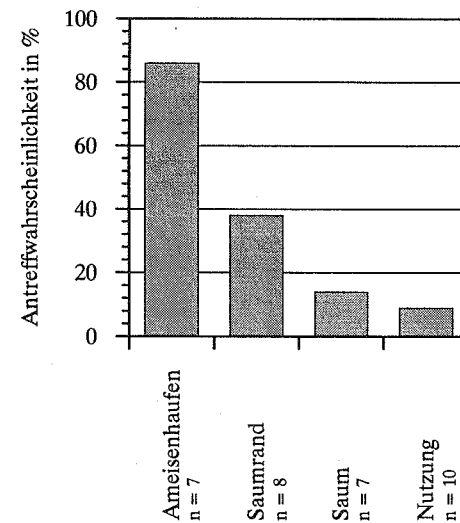


Abb.4: Antreffwahrscheinlichkeit von Gelegen in Bodenproben (900qcm) aus verschiedenen Habitaten

Die Besiedlung neu entstandener Windwurfflächen durch Heuschrecken

Helmut Laußmann

Abstract

The colonization ability of grasshoppers was studied in the 'Steigerwald', a forest area in North Bavaria. The investigation took place on two windfall sites which were made one year ago and the forest paths and meadows adjacent to them. The results yield the conclusion that the majority of the grasshopper species investigated were able to colonize windfall sites, which were in this case more than 200 meters away from the surrounding meadows. *Chorthippus brunneus* and *Tetrix undulata* were found to be typical pioneer species. It is very likely that *Chorthippus brunneus* immigrated from areas several kilometers away.

Zusammenfassung

Im Jahre 1991 wurden im nördlichen Steigerwald (Unterfranken) zwei 1990 entstandene Windwurfflächen und die benachbarten Waldwege bzw. Wiesen untersucht, um Aussagen zum Kolonisierungsvermögen einheimischer Heuschrecken zu erhalten. Dabei konnte festgestellt werden, daß der Mehrheit der auf den Wiesen vorkommenden Arten die Besiedlung der mindestens 200 Meter entfernten Windwurfflächen gelang, während lediglich einige lokal seltenere Arten fehlten. Als typische Pionierarten können *Chorthippus brunneus* und *Tetrix undulata* bezeichnet werden. Bei *Chorthippus brunneus* ist mit großer Wahrscheinlichkeit eine Einwanderung über mehrere Kilometer erfolgt.

Einleitung

Über Kolonisierungsvorgänge bei Heuschrecken ist bislang wenig bekannt. Untersuchungen zur Ausbreitungsdynamik einheimischer Heuschreckenarten kommen meist zu dem Ergebnis, daß großräumige Ortsbewegungen selten auftreten (z.B. BROWN 1983, REICH 1991, RIETZE & RECK 1991). Offensichtlich müssen jedoch daraus abgeleitete Rückschlüsse auf das Besiedlungspotential sehr vorsichtig erfolgen: So bezeichnen AIKMAN & HEWITT (1972) *Myrmeleotettix maculatus* als relativ ortstreu, während INGRISCH (1982) diese Art als typische Pionierart neuentstandener Kahlschläge anführt. Eine Lösung dieses scheinbaren Widerspruches bieten JOERN & GAINES (1990) an, die innerhalb einer Heuschreckenpopulation das Vorkommen von sessilen und vagilen Individuen postulieren. Bei Richtigkeit der Vermutung können wenige vagile Individuen einer

ansonsten ortstreuen Art genügen, um beispielsweise neue Lebensräume zu besiedeln.

Um Aussagen zum Besiedlungspotential einzelner Arten zu erhalten, bietet sich die Untersuchung neu entstandener Lebensräume an. Einige Arbeiten mit anderem Themenschwerpunkt nennen Erstbesiedler von Kahlschlägen (OSCHMANN 1973, BROCKSIEPER 1977, INGRISCH 1982, 1984), allerdings ohne auf die näheren Umstände (wie z.B. Entfernung zur nächsten Population) einzugehen, so daß sich Schlüsse auf das Kolonisierungsvermögen der einzelnen Heuschreckenarten daraus nur bedingt ableiten lassen. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Besiedlung neu entstandener Windwurfflächen und versucht durch die gleichzeitige Untersuchung geeigneter Heuschreckenlebensräume in der Umgebung dieser Flächen, die Besiedlungsleistungen der einzelnen Heuschreckenarten genauer darzulegen.

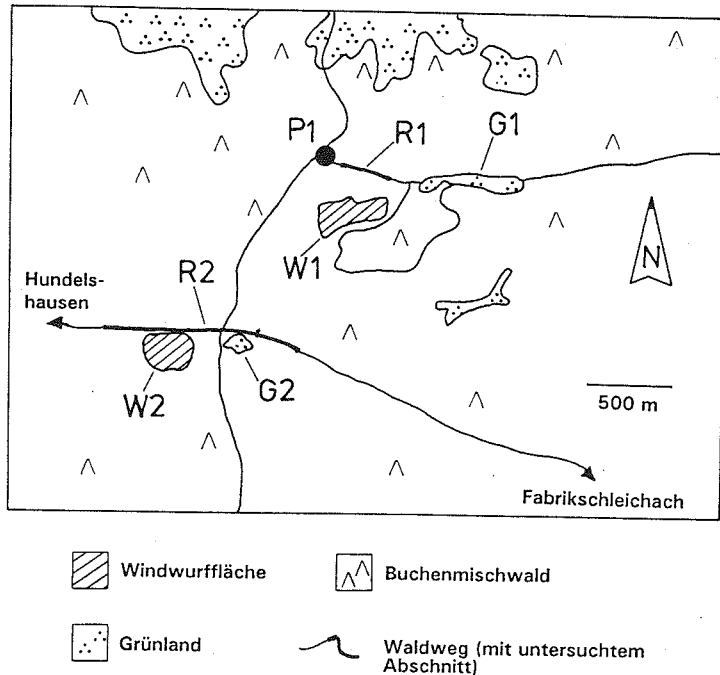


Abb. 1: Lage der Untersuchungsflächen bei Fabrikschleichach (Lkr. Haßberge). G1, G2 = Wiesen; W1, W2 = Windwurfflächen; P1 = Parkplatz; R1, R2 = Waldwegränder

Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungen wurden im nördlichen Steigerwald (Unterfranken) in der Nähe des Ortes Fabrikschleichach (Lkr. Haßfurt) durchgeführt. In dem relativ geschlossenen Waldgebiet befinden sich einzelne kleinflächige Waldwiesen (Abb. 1). Durch die im Spätwinter 1990 über Deutschland hinweggegangenen Orkane entstanden hier mehrere große Windwurfflächen, die meist noch im selben Jahr weitgehend von Totholz geräumt wurden.

Die zwei ausgewählten Windwurfflächen (W1 und W2) waren fünf (W1) bzw. vier Hektar (W2) groß und ehemals überwiegend mit Buche (mittl. Stammdurchmesser ca. 35 cm), daneben auch mit Kiefer und Fichte (ca. je 10%) bestockt. Die 1991 vorgefundene Vegetation bestand überwiegend aus *Epilobium spec.*, *Juncus effusus*, *Brachypodium sylvaticum*, *Milium effusum* und kleinen Bereichen von *Agrostis stolonifera*. Der Deckungsgrad der Vegetation lag bei ca. 20% (W1) bzw. 30% (W2). Weitere 10% (W1) bzw. 20% der Fläche (W2) waren durch liegengebliebene Äste bedeckt. Durch den Einsatz schwerer Maschinen kam es großflächig zur Entfernung der Humusschicht und zur Offenlegung des Rohbodens. Daneben waren die Flächen von einer Vielzahl von vegetationslosen Wagenspuren durchzogen.

Um potentielle Besiedlungsquellen für an offene Lebensräume gebundene Heuschreckenarten in der näheren Umgebung der Windwurfflächen (500-Meter-Umkreis) vollständig zu ermitteln, wurden noch folgende Flächen untersucht:

- zwei mittelfeuchte Wiesen, deren minimale Distanz zur nächsten Windwurffläche 220 (bei G1) bzw. 200 Meter (bei G2) betrug
- ein unbefestigter Parkplatz (P1)
- die grasbewachsenen Waldwegränder der Umgebung (R1 und R2)

Methode

Das Heuschrecken-Artenspektrum verschiedener Habitattypen des Steigerwaldes wird seit 1987 in unregelmäßigen Abständen erfaßt. Im Rahmen dieser Begehungen erfolgte im Spätsommer 1990 auch eine Kartierung der Windwurffläche W1. 1991 wurde auf den Untersuchungsflächen die Heuschreckenfauna Mitte August durch 2-3 Begehungen pro Fläche qualitativ aufgenommen, wobei die Bestandsgrößen der Arten grob geschätzt wurden. Auf der Fläche W1 wurde die Population von *Chorthippus brunneus* mittels Punkttaxierung genauer ermittelt: An einem warmen, windstillen Tag (15.08.1991) wurde im 5-Meter-Umkreis von zufällig ausgewählten Punkten innerhalb einer Zeitspanne von 5 Minuten die Anzahl singender Männchen notiert. Der Mittelwert wurde zur Bestandsbestimmung auf die Gesamtfläche hochgerechnet.

Ergebnisse

Heuschreckenfauna vor 1991

Im September 1990 wurden auf der damals nahezu vegetationslosen Windwurffläche W1 als einzige Heuschrecken drei Individuen von *Chorthippus brunneus* festgestellt. Das nächste Vorkommen dieser im nördlichen Steigerwald spärlich auftretenden Art lag etwa in 3 Kilometer Entfernung. Dagegen konnten alle anderen 1991 nachgewiesenen Arten (vgl. Tab. 1) bereits zwischen 1987 und 1990 jeweils an mehreren Stellen in der näheren Umgebung der Untersuchungsflächen (Umkreis von 5 km) nachgewiesen werden.

Heuschreckenfauna 1991

Die 1991 auf den Untersuchungsflächen vorgefundenen Heuschreckenarten sind in Tab. 1 aufgelistet, wobei die im Steigerwald weit verbreiteten Arten *Nemobius sylvestris* und *Meconema thalassinum*, die nicht an waldfreie Flächen gebunden sind, unberücksichtigt blieben. Es zeigt sich, daß ein Großteil der auf den Wiesen festgestellten Arten die beiden ein Jahr alten Windwurfflächen bereits besiedelt hatten. Die auf den Windwurfflächen dominante Art *Chorthippus brunneus* konnte in der Umgebung lediglich in individuen schwacher Population auf dem Parkplatzgelände festgestellt werden. Weitere Arten, die auf den Kahlschlägen in offensichtlich größerer Individuenzahl als auf den anderen Untersuchungsflächen auftraten, waren *Chorthippus biguttulus* (nur auf W1) und *Tetrix undulata* (überwiegend Jungtiere). An den Waldwegrändern wurden nur drei Heuschreckenarten vorgefunden: *Pholidoptera griseoaptera* kam dort weit verbreitet, aber in niedriger Individuendichte vor. *Gomphocerus rufus* wurde auf R1 festgestellt, während eine kleine Population von *Chorthippus parallelus* auf R2 in Parkplatznähe gefunden wurde.

Unter den angetroffenen Individuen von *Chorthippus parallelus* war insbesondere auf den Windwurfflächen ein großer Anteil makropter.

Entfernung zwischen Windwurffläche und den nächstmöglichen Besiedlungsquellen

Aus dem in Tab. 1 aufgezeigten Verbreitungsmuster der einzelnen Arten können Mindestentfernungen abgeleitet werden, die die Heuschrecken bei der Kolonisierung der Windwurfflächen überwinden haben müssen. Lediglich für *Tetrix undulata*, die im Steigerwald stellenweise auch auf Waldwegen vorkommt (eigene Beob.), erschien die Angabe eines solchen Wertes aufgrund der unauffälligen Lebensweise dieser Art (eventuell unvollständige Erfassung) nicht sinnvoll. Bei der Mehrzahl der auf den Windwurfflächen festgestellten Heuschreckenarten kann davon ausgegangen werden, daß sie mehr als 200 Meter ungeeigneten Lebensraum bei der Besiedlung überwinden haben (Tab. 2).

Tab.1: Die Heuschreckenfauna der Untersuchungsflächen 1991 (W1, W2: Windwurfflächen; G1, G2: Waldwiesen; R1, R2: Waldwege; P1: Parkplatz; Häufigkeitsklassen: 1 = Einzelfund; 2 = 2-10 Individuen; 3 = 11-100 Individuen; 4 = > 100 Individuen)

Fläche	W1	W2	G1	G2	R1	R2	P1
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	2			3			
<i>Chorthippus brunneus</i>	4	4					2
<i>Chorthippus biguttulus</i>	3		2				
<i>Chorthippus montanus</i>				3			
<i>Chorthippus parallelus</i>	3	2	4	4	3		4
<i>Chrysochraon brachyptera</i>		3		4			3
<i>Gomphocerus rufus</i>	3	3	4	4		3	
<i>Isophya kraussi</i>			1				
<i>Omocestus viridulus</i>	3	2	4	4			3
<i>Pholidoptera griseoaptera</i>	1				3	3	
<i>Tetrix undulata</i>	4	4		2			
<i>Tetrix subulata</i>				1			
<i>Tettigonia viridissima</i>			2				

Tab.2: Entfernungen zwischen Heuschreckenpopulationen der Windwurfflächen (W1, W2) und den potentiellen Besiedlungsquellen (in m); -- = keine Besiedlung der Windwurfflächen nachgewiesen.

Arteninventar	W1	W2
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	> 500	--
<i>Chorthippus brunneus</i>	> 1000	> 1000
<i>Chorthippus biguttulus</i>	300	--
<i>Chorthippus montanus</i>	--	--
<i>Chorthippus parallelus</i>	180	200
<i>Chrysochraon brachyptera</i>	--	200
<i>Gomphocerus rufus</i>	220	< 100
<i>Isophya kraussi</i>	--	--
<i>Omocestus viridulus</i>	220	200
<i>Pholidoptera griseoaptera</i>	< 100	--
<i>Tetrix undulata</i>	?	?
<i>Tetrix subulata</i>	--	--
<i>Tettigonia viridissima</i>	--	--

Bestandsgröße:

Für die dominante Art *Chorthippus brunneus* wurde exemplarisch versucht, die Bestandsgröße durch Punkttaxierung möglichst genau abzuschätzen: Auf der Windwurffläche W1 wurden bei 8 Punktzählungen durchschnittlich 2.38 ± 1.51 Männchen von *Chorthippus brunneus* verhört. Das ergibt hochgerechnet 300 ± 190 Männchen pro ha bzw. einen Gesamtbestand von 1100-4900 Individuen (Geschlechterverhältnis von 1:1 vorausgesetzt).

Diskussion

OSCHMANN (1973), BROCKSIEPER (1977) und INGRISCH (1982, 1984) führen als typische Erstbesiedler von Kahlschlägen jeweils mehrere der folgenden Arten auf: *Chorthippus brunneus*, *Ch. biguttulus*, *Tetrix undulata* und *Myrmeleotettix maculatus*. Bis auf letztere Art, die im nördlichen Steigerwald fehlt (eigene Beob.), kann deren hohes Kolonisierungsvermögen bestätigt werden, denn diese Arten besiedelten im vorliegenden Fall nicht nur die untersuchten Windwurfflächen innerhalb eines Jahres, sondern wurden hier zugleich in größeren Beständen als auf den benachbarten Flächen festgestellt.

Dabei ist insbesondere die Besiedlungsleistung von *Chorthippus brunneus* hervorzuheben, die bereits HARZ (1960) als "recht vagil und flugtüchtig" bezeichnet: Aufgrund fehlender früherer Nachweise in der näheren Umgebung der Windwurfflächen muß davon ausgegangen werden, daß *Chorthippus brunneus* aus größerer Entfernung einwanderte. Die eindrucksvolle Bestandsgröße von mehr als 1000 Individuen auf den ein Jahr alten Windwurfflächen ist durch eine optimale Reproduktion der bereits im Vorjahr eingewanderten Individuen erklärbar. Analog dazu fand INGRISCH (1984) die Art auf frischen Kahlschlägen der Nordeifel dominant. Ebenso dürfte auch *Tetrix undulata* die Fähigkeit besitzen, innerhalb kurzer Zeit individuenreiche Bestände aufzubauen, da Jungtiere dieser Art auf den ein Jahr alten Windwurfflächen zahlreich angetroffen wurden.

Die Tatsache, daß die Mehrzahl der in der Umgebung der Windwurfflächen vorkommenden Heuschreckenarten, darunter auch die flugunfähige *Chrysochraon brachyptera*, mehrere hundert Meter bei der Kolonisierung der Windwurfflächen überbrückt haben müssen, läßt auf eine weite Verbreitung derartiger Besiedlungsleistungen bei den einheimischen Heuschreckenarten schließen. Da lediglich einige lokal seltenere Arten (so *Tettigonia viridissima*, *Isophya kraussi*) auf den Windwurfflächen fehlten, erscheint für eine erfolgreiche Besiedlung neuentstandener Lebensräume neben der Vagilität auch die Bestandsgröße der benachbarten Populationen wichtig.

Unklar ist, auf welche Weise die Heuschrecken auf die neuentstandenen Windwurfflächen gelangten. Da die meisten dort festgestellten Arten über ein sehr beschränktes (oder kein) Flugvermögen verfügen, sollte die Kolonisierung vorrangig durch Wanderung entlang der Bodenoberfläche erfolgt sein. Denkbar wäre, daß die Waldwegränder, die nur sporadisch von diesen Arten als Lebensraum genutzt wurden, im Sinne eines Korridors fungierten. Alternativ dazu ist zumindest bei den besseren Fliegern wie

Chorthippus brunneus und *Ch. biguttulus* auch vorstellbar, daß sie die Barriere Hochwald - eventuell durch das Ausnützen von optimalen Thermikbedingungen - fliegend überwunden haben.

Verfasser
Helmut Laußmann
FB Biologie/FG Naturschutz
Philipps-Universität Marburg
Lahnberge
W-3550 Marburg

Literatur

- AIKMAN, D. & HEWITT, G. (1972): An experimental investigation of the rate and form of dispersal in grasshoppers - J. Appl. Ecol. 9: 807-817.
- BROCKSIEPER, R. (1977): Ökologische Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Verbreitung der Saltatorien und dem Mikroklima ihrer Lebensräume. Dissertation, Univ. Bonn, 141 S..
- BROWN, V.K. (1983): Grasshoppers. Cambridge (Cambridge University Press).
- HARZ, K. (1960): Geradflügler oder Orthopteren. Die Tierwelt Deutschlands, 46. Teil. Jena (Gustav Fischer).
- JOERN, A. & GAINES, S.B. (1990): Population dynamics and regulation in grasshoppers - in: CHAPMAN, R.F. & JOERN, A.: (eds.): Biology of grasshoppers. New York (Wiley & Sons): 415-482.
- INGRISCH, S. (1982): Orthopterengesellschaften in Hessen - Hess. Faun. Briefe 2 (3): 38-46.
- INGRISCH, S. (1984): Zur Verbreitung und Vergesellschaftung der Orthopteren in der Nordeifel - Decheniana (Bonn) 137: 79-104.
- OSCHMANN, M. (1973): Untersuchungen zur Biotopbindung der Orthopteren - Faun. Abh. staatl. Mus. Tierk. Dresden 4: 177-206.
- REICH, M. (1991): Struktur und Dynamik einer Population von *Bryodema tuberculata* (FABRICIUS, 1775). Dissertation, Univ. Ulm, 105 S..
- RIETZE, J. & RECK, H. (1991): Straßen und Lebensräume: Untersuchungen zur Besiedlung der Verkehrsnebenflächen des Autobahnkreuzes Stuttgart durch Heuschrecken (Orthoptera, Saltatoria) mit besonderer Berücksichtigung der Dispersion der Großen Goldschrecke (*Chrysochraon dispar*) - Articulata 6 (1): 91-119.

**Zum Einfluß der Temperatur auf den Jahreszyklus
von *Chorthippus biguttulus* (Orthoptera: Acrididae)
in ungedüngten und schwach gedüngten Grasflächen**

W.K.R.E.van Wingerden, W.Bongers, F.Cannemeijer & J.C.M.Musters

Abstract

The causes of the absence of *Chorthippus biguttulus* on two lightly fertilized grasslands were studied. We simulated hatching date using temperature series from the egg environment as driving variables. At simulated hatching date on an unfertilized meadow the eggs on a lightly fertilized pasture and meadow have to pass through 18.7% and 30.4%, respectively, of their Postdiapause Development (PoDE). Such delays reduce the chance of completion of the annual cycle, especially in cool summers, and may therefore be considered as a causal factor in the determination of the distribution of *C.biguttulus*.

Zusammenfassung

Die Ursachen für das Fehlen von *Chorthippus biguttulus* auf zwei leicht gedüngten Grasflächen wurden von uns anhand simulierter Schlupfdaten untersucht, wobei wir Temperaturserien aus der Umgebung der Eier für die Steuerung des Modells verwendeten. Ausgehend vom simulierten Schlupfdatum in einer ungedüngten Wiese (Wiese-UD) hatten die Eier (Embryonen) in einer schwach gedüngten Weide (Weide-D) und Wiese (Wiese-D) noch 18,7% bzw. 30,4% der Postdiapausären Entwicklung (PoDE) zu durchlaufen. Solche Verzögerungen verringern besonders in kühlen Sommern die Chance auf Vollendung des Lebenszyklus und können als Kausalfaktoren für den Verbreitungszustand von *C.biguttulus* betrachtet werden.

Einleitung

Die unterschiedliche Habitatbindung der Heuschreckenarten wird von verschiedenen Autoren (u.a. FRANZ 1933 und JAKOVLEV 1959) auf die mikroklimatischen Ansprüche der Nymphen und Imagines zurückgeführt. Desweiteren wies INGRISCH (1983) auf die Ansprüche der Eier hin; so haben hygrophile Arten Eier eine niedrige Trockenresistenz. Ungeklärt bleibt aber, weshalb Arten mit hoher Trockenresistenz der Eier nicht auch in Feuchtbiotopen vorkommen, da sich deren Feuchteresistenzen nicht von jenen hygrophiler Arten unterscheidet (INGRISCH 1983). Wir konnten nun nachweisen, daß Arten, deren Verbreitung auf warme Biotope beschränkt ist, sich langsam entwickelnde Eier legen und daß Arten, die auch in

kühleren Biotopen vorkommen, dagegen sich schnell entwickelnde Eier legen (VAN WINGERDEN et al.1991a, 1992a & b, BRUCKHAUS 1990). Infolge des Einflusses auf das Schlupfdatum und damit auf die Vollendung des Lebenszyklus wird die bodennahe Temperatur als wichtiger Habitatparameter für hygrophile Heuschrecken angesehen.

Diese Hypothese wird in der vorliegenden Arbeit durch Simulationsexperimente am Schlupfdatum an der sich verhältnismäßig langsam entwickelnden Art *Chorthippus biguttulus* (L.) untersucht (VAN WINGERDEN et al.1991). Einbezogen wurden eine ungedüngte Wiese (Wiese-D) mit einer permanenten Population und zwei schwach gedüngte Grasflächen (Weide-D und Wiese-LD), auf denen diese Art fehlt. Die Ergebnisse stammen aus intensiven Erhebungen aus den Jahren 1982 und 1985 (bisher unpubliziert) sowie 1987 (VAN WINGERDEN et al.1991b) und 1988 (VAN WINGERDEN et al.1991b). Weiterhin wird überprüft, inwieweit die Unterschiede im Schlupfdatum auch Folgen für die Vollendung des Lebenszyklus haben, wobei experimentelle Ergebnisse zum Einfluß des Diapausezeitpunktes während der Embryonalentwicklung herangezogen werden.

Material und Methoden

Laborexperimente

Aus einer Laborzucht stammende Ootheken wurden während 4 Wochen unter Wechseltemperaturen (25°C/16 Std. und 15,4°C/8 Std.) inkubiert. Danach wurden diese Ootheken 7 Monate lang bei 1°C gelagert, anschließend in drei Gruppen aufgeteilt, und diese bei jeweils 15,4°C, 12,6°C und 10,4°C weiter gehalten. Später sind die Ootheken aufgebrochen und die Eier auf ihr Entwicklungsstadium nach CHAPMAN & WHITHAM (1968) kontrolliert worden. Heuschreckeneier haben eine obligatorische Diapause (UVAROV 1966, RICHARDS & WALOFF 1954) oder eine Oligopause vor oder in der Anatrepsis (BRUCKHAUS 1992), was dem vierten Embryonalstadium bei CHAPMAN & WHITHAM (1968) entspricht. Befanden sich die Embryonen im gut erkennbaren sechsten Stadium oder danach, wurde auf eine einsetzende postdiapausäre Entwicklung geschlossen. Als untere Entwicklungsschwelle wurde diejenige Temperatur festgelegt, bei der 25% der Eier solche Entwicklungsfortschritte aufwiesen. Diese Schwelle ist durch lineare Interpolation zwischen den Inkubationstemperaturen von 10,4°C und 12,6°C ermittelt worden.

Weiterhin wurde an Ootheken aus einer Laborzucht geprüft, inwieweit eine angebrochene prädiapausäre Entwicklung (PräDE) die Dauer der postdiapausären Entwicklung beeinflusst. Dazu wurden die Ootheken unmittelbar nach Ablage (2x pro Tag) für 1 - 6 Tage bei 10°C in Petrischalen gelagert (VAN WINGERDEN et al. 1991a). Auf diese Weise wurden in fünf aufeinanderfolgenden Wochen fünf Gruppen von Ootheken gewonnen, die bei 25°C jeweils 14, 7, 0, 21 und 14 Tage vor der winterlichen Kühle inkubiert wurden. Diese Zusammensetzung der Gruppen schließt eventuelle Unterschiede, welche auf verschiedene Ablagezeitpunkte zurückzuführen sind, allerdings nicht aus. In den beiden

Gruppen mit 14-tägiger Inkubationszeit war es möglich, diesen Effekt zu minimieren; dennoch sollten die Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden.

Nach dieser Inkubation wurden die Ootheken 4 Monate lang bei 1°C gelagert, danach wieder in 25°C überführt, um die PoDE zu ermitteln. Nach 56 Tagen Bebrütung stellten wir die Eikokons nochmals für 3 Monate und 10 Tage kalt, woran sich wieder eine Bebrütung bei 25°C anschloß. Nach weiteren 30 Tagen wurden die Eikokons geöffnet und die übrigen Eier gezählt.

Aus jeder Gruppe hielten wir eine zufällig ausgewählte Zahl an Nymphen in Experimentierkäfigen bei 25°C. Eine Lampe (75 Watt) in 15 cm Abstand von den Käfigen brannte 2 Stunden pro Tag. Darüberhinaus wurde eine Photoperiode von L16 : D8 eingehalten.

Freilandbeobachtungen

Auf drei verschiedenen, ursprünglich landwirtschaftlich genutzten Grasflächen wurden im Frühjahr und Sommer 1987 die Heuschrecken-Nymphen erfaßt und die Temperaturen gemessen. Die Wiese-UD ist seit 1972 nicht mehr gedüngt, aber einmal pro Jahr Mitte Juni gemäht worden. Sie ist durch eine stark geneigte, ca.50 cm hohe, ungemähte Böschung begrenzt. Die Weide-D war von Anfang Mai bis Anfang Oktober mit 2,3 Stück Vieh/ha besetzt. In den Jahren zuvor wurde sie schwach gedüngt (50 kg Stickstoff/ha und Jahr) und mit 3,6 Stück Vieh/ha beweidet, wobei ein Jahr vor Beginn unserer Untersuchungen letztmalig Dünger ausgebracht wurde. Die Wiese-D erhielt seit 1971 eine Düngergabe von 50 kg/ha und Jahr und wurde ebenfalls nur einmal jeweils Ende Juni gemäht.

Die Temperaturen wurden auf repräsentativen Ausschnitten der drei Grasflächen vom 7.April bis zum 26.Juli 1987 erfaßt. In der Weide-D wurde die Meßstelle mehrmals gewechselt und am 20.Mai (19 Tage nach dem Aufbringen des Viehs), 10.Juni und 30.Juni auf zufällig ausgewählten Stellen jeweils neu eingerichtet. Diese Stellen waren durch einen elektrischen Weidezaun geschützt. Je Fläche wurden fünf Sensoren etwa 1 -2 cm tief in den Boden, entsprechend der Ablagetiefe von *C.biguttulus*, eingegraben. In einem Data-logger wurden die Temperaturen in 10-Minuten-Abständen gespeichert und daraus die entsprechenden Stundenmittel berechnet. Fehlende Werte sind durch solche unter ähnlicher Witterung ergänzt worden. Einer der fünf Sensoren befand sich auf der Böschung, doch wurden seine Daten nicht für die Computersimulation verwendet, da sich im Laufe der Untersuchungen herausstellte, daß dieser Rand ungemäht blieb und infolgedessen die Vegetation den Boden vollständig bedeckte.

Es ist aber bekannt, daß *C.biguttulus* zur Eiablage unbewachsene Plätze bevorzugt (INGRISCH & BOEKHOLT 1983). Die Abschätzung der oberirdischen pflanzlichen Biomasse erfolgte durch Berechnung der Lichtstrahlungsextinktion, gemessen mit einem optischen Liniensensor (4 cm hoch, 1 cm breit und 30 cm lang)(VAN DER HAGE 1984) am Boden und über der Vegetation.

Diese Methode unterschätzt jedoch die Biomasse in der Weide-D, da hier unter 4 cm eine im Vergleich zu den Wiesen dichtere Vegetation (unter 4 cm) infolge der Beweidung vorhanden ist.

Die Heuschrecken-Nymphen wurden vom 1.Mai bis 20.Juli 1987 wöchentlich mit einem Kescher (100 Schläge pro Erfassung) abgefangen.

Simulationsmodell und -experimente

Wir simulierten das Schlupfdatum mit einem empirischen dynamischen Modell, in dem vom 7.April an (Anfangswert) das Fortschreiten des embryonalen Entwicklungszustandes (Zustandsvariable S) von der jeweiligen Bodentemperatur (Steuerungsvariable) abhängt. Dabei wird vorausgesetzt, daß die aufeinanderfolgenden Stufen der PoDE - entgegen der Annahme von von CHERRILL und BEGON(1989) - nicht unterschiedlich temperaturabhängig sind.

Ist S die Fraktion der kompletten postdiapausären Entwicklung und tritt Schlupf bei $S \geq 1$ ein, so lautet das Modell:

$\Delta S / \Delta t = \delta T \geq T^0 / y$, worin der Anfangswert $S^0 = 0$, T = Temperatur, T^0 = Unterschelle für Entwicklung, $\delta T \geq T^0 = 1$ wenn $T \geq T^0$ und $\delta T \geq T^0 = 0$ wenn $T < T^0$.

Der Zusammenhang zwischen der PoDE-Dauer (y; in Tagen) und der Temperatur (T; in °C) wurde durch eine polynomiale Regressionsgleichung vom Typ

$$\ln(Y) = a + bT + cT^2$$

beschrieben.

Für die Berechnung der Regressionsgleichung verwendeten wir die im Temperaturbereich zwischen 15°C und 37,5°C ermittelten Medianwerte der PoDE-Dauer (VAN WINGERDEN et al. 1991a), ergänzt durch jene bei 15,4°C und 12,6°C (Abb. 1, Tab. 1).

Tab.1: Eizahl(n), prozentualer Anteil der Eier bis zur 6. Entwicklungsstufe (6), der weiterentwickelten Eier(6) und der ausgeschlüpften Nymphen (Schl) von C.biguttulus, ermittelt bei drei verschiedenen Temperaturen.

Temp	N	nNient	nPilz	< 6	≥ 6	nSchl
15,4°C	126	0	13	14,2	4,4	81,4
12,6°C	109	9	38	4,8	67,7	27,4
10,4°C	117	34	14	98,6	1,4	0

Für jeden Sensor berechneten wir die stündlichen Entwicklungsfortschritte durch Einsetzen des Stundenmittels der Temperatur in die Regressionsgleichung. Das Wetter war in der Zeit vom 29.Juni bis zum 16.Juli überaus sonnig und sehr heiß. Um zu Schätzungen über die Schlupfdaten von C.biguttulus in kühleren Sommern als im Untersuchungsjaar zu gelangen, machten wir drei zusätzliche Simulationen mit modifizierten Temperaturdaten. Dazu verwendeten wir vom 29.Juni an wiederholte 24-Stunden-Zyklen von drei relativ kühlen Tagen.

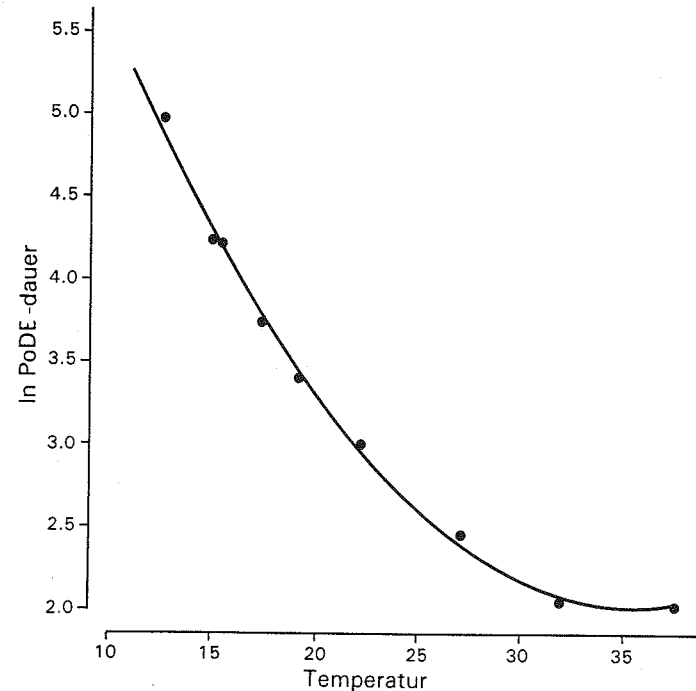


Abb.1: Die Abhängigkeit der medianen Postdiapause(PoDE)-Dauer (in Tagen) von der Temperatur (°C) bei C.biguttulus. Regressionsgleichung: $\ln(\text{PoDE}) = 8,98 - 0,40T + 0,0056T^2$; QD-Werte zwischen 0,3-3,1 %

Ergebnisse

Laborexperimente

Die polynomiale Regressionsgleichung, welche den Zusammenhang zwischen Temperatur und PoDE-Dauer beschreibt (Abb. 1), stimmt gut mit den medianen Werten überein; die erklärte Varianz beträgt 99,6%. Der Entwicklungsnulldpunkt wurde von uns auf 11,0°C geschätzt (Tab.1).

Je kürzer die prädiapausäre Inkubationszeit ist, umso länger dauert die postdiapausäre Entwicklung (Tab.2). Als minimale PoDE-Dauer bei vorhergehender vollständiger prädiapausärer Entwicklung wurden 14,6 Tage bei 21 Tagen Inkubation vor der winterlichen Kühle ermittelt. Folglich würde die PräDE-Dauer, berechnet aus Gesamtentwicklungsdauer minus 14,6 Tage; Tab.2) etwa 17 Tage betragen. Die Anteile der geschlüpften Eier in der nicht inkubierten Gruppe (4,1%) und in der für 7 Tage inkubierten Gruppe (84,7%) sind niedriger als in den Gruppen mit 14 und 21 Tagen Inkubation (98,3%; 91,7% und 100%). In der erstgenannten Gruppe schlüpfen nach einer zweiten Winterkühle noch 36,7%, und diese mit einer PoDE-Dauer von 16,3 Tagen, was annähernd der Dauer der 21 Tage-Inkubationsgruppe entspricht.

Tab.2: Ergebnisse von Laborexperimenten zum Einfluß der unvollständigen PräDE auf die PoDE-Dauer bei 25°C. Inkubationszeit bis zur Winterkühlung (Inkub); Oothekenzahl (N); Eizahl(n); Zahl der geschlüpften Nymphen (nSchl) nach erster (I) und zweiter Winterkühlung (II); mediane Werte der PoDE-Dauer (PoDE); mediane Werte der Gesamtentwicklungsdauer (GesE); Schätzung der vollständigen PräDE-Dauer (PreDE).

Inkub Tage	N	n	nSchl I	nSchl II	PoDE I(Tage)	GesE (Tage)	PräDE (Tage)	PoDE II(Tage)
0	16	147	6	54	38,2(4,0)A	(38,2)		15,7(0,5)D
7	18	163	138	0	25,6(2,4)B	32,6	17,4	
14erst	6	58	57	0	19,0(0,7)C	33,0	17,8	
14spät	6	60	55	0	18,5(1,1)C	32,5	17,3	
21	6	60	60	0	15,2(1,1)D	<36,2	<21,0	

In allen fünf experimentellen Gruppen waren die Überlebensraten im 1.Nymphenstadium ziemlich hoch (80,8%- 98,1%; Tab.3). Mit zunehmender Anfangsbebrütungsdauer scheint die Dauer des ersten Nymphenstadiums abzunehmen (Tab.3). Von 96 Nymphen der Gruppe mit 7 Tagen Bebrütungsdauer erreichten innerhalb von 52 Tagen 81 Individuen (84,4%) das Adultstadium.

Tab.3: Überleben im ersten Nymphenstadium und dessen Dauer. Zahl der gestorbenen Nymphen (n - tot);Zahl der nach dem zweiten Nymphenstadium gehäuteten (Häut); mittlere Dauer des ersten Stadiums (DauerI); * 4 Std.Licht/Tag anstatt 2 Stunden in den anderen Gruppe.

Inkub (Tage)	nach erster Winterkühlung				nach zweiter Winterkühlung			
	n	nTot	nHäut(%)	DauerI (Tage)	n	nTot	nHäut(%)	DauerII (Tage)
0	6	1	5(83,3)	13,5	36	7	29(80,6)	10,4*
7	41	2	39(95,1)	12,1	0			
14	48	8	40(83,3)	11,0	0			
14	54	1	53(98,1)	10,8	0			
21	48	7	41(85,4)	10,7	0			

Tab.4: Lichtextinktion in 4 cm Höhe über dem Boden in der Wiese-UD (8 Meßpunkte) und in den Grasflächen-LD (10 Meßpunkte). 1 Mahddatum 15.Juni, 2 - 29.Juni.

	23.April	6.Mai	27.Mai	18.Juni
Wiese-UD ¹	0,25 ± 0,31	0,31 ± 0,22	0,86 ± 0,43	0,11 ± 0,11
Weide-D	0,72 ± 1,39	1,20 ± 0,66	0,44 ± 0,29	1,05 ± 0,69
Wiese-D ²	0,87 ± 0,60	1,40 ± 0,58	2,16 ± 0,64	3,16 ± 0,43

Simulationsexperimente

Der simulierte Schlupf tritt in zeitlicher Folge zuerst in der Wiese-UD (5.Juli), dann auf der Weide-D (11.Juli) und zuletzt in der Wiese-D (12.Juli) auf (Abb.2), entsprechend der unterschiedlichen Lichtextinktion (Tab.4) und Temperatur (Tab.5) in den Grasflächen.

Tab.5: Monatliche Zahl der Stunden mit Bodentemperaturen über 20°C.1 Mahddatum 15.Juni, 2- 29.Juni.

	April	Mai	Juni	Juli
Wiese-UD ¹	0	15	40	93
Weide-D	0	1	23	65
Wiese-D ²	0	0	21	99

In der Wiese-UD stimmt das simulierte Schlupfdatum, abgesehen von wenigen frühen Individuen, ziemlich gut mit jenem des ersten Auftretens der Nymphen überein (Abb.2). Zur Zeit des mittleren Schlupfdatums (88,1 \pm 2,5 Tage nach dem Anfangsdatum 7.April) mußten in der Weide-D noch 18,6% und in der Wiese-D noch 30,4% der PoDE durchlaufen werden. Im Untersuchungsjahr 1987 entsprechen diesen Prozentsätzen auch Verzögerungen im Schlupf von 6,2 bzw. 7,6 Tagen (Tab.6). Die Temperaturen lagen vor dem 7.April wie auch vom 7.-14. April sehr niedrig, was in dieser Woche einer Entwicklung von nur etwa 1% entsprach, so daß auch jene Temperaturen vor dem 7.April vernachlässigbar sind.

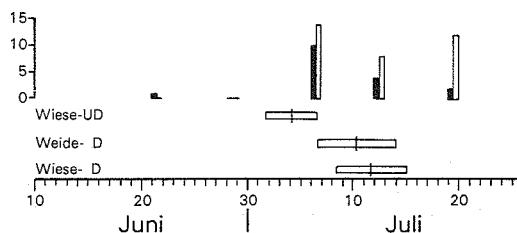


Abb.2: Die Kescherfangzahlen der Nymphen des ersten (schwarze Säulen) und zweiten Stadiums (weiße Säulen) in der Wiese-UD und die simulierten Schlupfdaten (\pm Standardabweichung, horizontale Balken) in der Wiese-UD, Weide-D und Wiese-D.

In kühleren Sommern würde *C. biguttulus*, nach den Simulationen mit modifizierten Temperaturdaten, in der Wiese-UD 2,8 bis 8,9 Tage, auf der Weide-D 1,9 bis 11,6 Tage und in der Wiese-D 4,2 bis 16,7 Tage später schlüpfen als im Untersuchungsjahr 1987 (Tab.6). Außerdem träte der Schlupf auf der Weide-D 5,9 bis 8,9 Tage, auf der Wiese-D 9,0 bis 15,4 Tage später ein als auf der Wiese-UD (Tab. 6). Dies entspricht 14 bis 17% (Weide-D) bzw. 27 bis 32% (Wiese-D) der noch zu durchlaufenden PoDE (Tab.6, Abb.3).

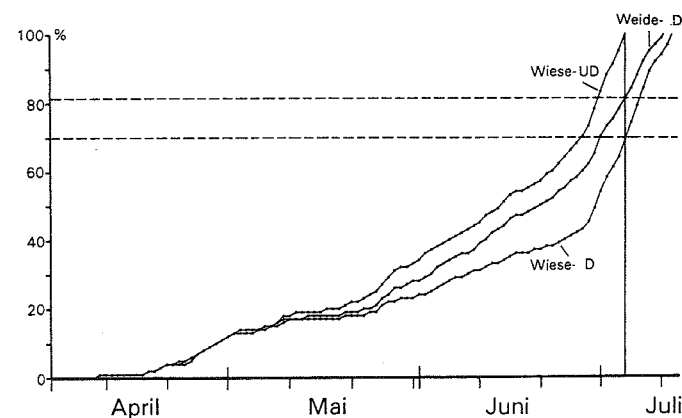


Abb.3: Simulierte Embryonalentwicklung (mit akkumulierten Tageswerten) bei *C. biguttulus*. Zum simulierten mittleren Schlupfdatum in der Wiese-UD (5.Juli) hatten die Eier in der Weide-D noch 18,7% und in der Wiese-D noch 30,4% der postdiapausären Entwicklung (PoDE) zu durchlaufen.

Tab.6: Simulationen der Schlupfdaten von *C. biguttulus* auf drei Grasflächen, für vier verschiedene Temperaturbereiche, d.h.jenen von 1987 und drei modifizierte Bereiche. Mittelwerte der simulierten PoDE-Dauer ab Anfangswert 7.April (PoDE); mittleres Schlupfdatum im Juli (mSchl); in Klammern: Anteil am Tage, nach welchem Schlupf stattfindet; Schlupfverzögerung (Tage) im Vergleich zum Untersuchungsjahr (Verzö 1987); prozentualer Anteil der unvollständigen Entwicklung in den D-Grasflächen am Schlupf in der Wiese-UD (Unvoll); Schlupfverzögerung (Tage) im Vergleich zur Wiese-UD (Verzö Wiese-UD); mittlerer Entwicklungsanteil pro Tag in der Zeit ab 28.Juni (PoDE.Tag-1); Schlupfdatum am wärmsten Meßpunkt im Juli (1stSchl); geschätztes Datum der ersten Eiablage (1stEi). * Schätzung des prozentualen Anteils durch Kombination der Werte am 9.und 10.Juli.

	PoDE	mSchl (Juli)	Verzö (1987)	Unvoll	Verzö (Wiese-UD)	PoDE-Tag ¹	1stSchl (Juli)	1stEi (September)
<i>Temperaturdaten von 1987</i>								
Wiese-UD	88,1 ± 2,5	5(0,13)				4,40%	2	8
Weide-D	94,3 ± 3,8	11(0,33)		18,6%	6,2*	3,08%	7	13
Wiese-D	95,7 ± 3,3	12(0,75)		30,4%	7,6**	4,00%	8	14
<i>Modifizierte Temperaturdaten (kühlere Sommer): ab 28. Juni ein wiederholter 24-Stunden-Temperaturzyklus von 9. Juli</i>								
Wiese-UD	90,9 ± 3,9	7(0,94)	2,8			3,02%	3	9
Weide-D	98,4 ± 5,0	15(0,40)	4,1	17,0%	7,5*	2,32%	11	17
Wiese-D	99,9 ± 4,2	16(0,90)	4,2	27,0%	9,0**	3,07%	11	17
<i>idem, von 22. Juli</i>								
Wiese-UD	90,3 ± 3,2	7(0,31)	2,2			3,25%	4	10
Weide-D	96,2 ± 2,7	13(0,20)	1,9	16,4%	5,9*	2,68%	10	16
Wiese-D	102,2 ± 4,8	19(0,17)	6,4	32,4%	11,9***	2,73%	14	20
<i>idem, von 10. Juli</i>								
Wiese-UD	97	13	8,9			1,8*	7	13
Weide-D	105,9 ± 5,9	22(0,90)	11,6	14,0%	8,9	1,59%	16	22
Wiese-D	112,4 ± 6,0	29(0,40)	16,7	28,0%	15,4	1,81%	22	28

Diskussion

Die Übereinstimmung zwischen simuliertem Schlupfdatum und Datum des ersten Auftretens der Nymphen läßt die Schlußfolgerung zu, daß das Schlupfdatum im Untersuchungsjahr vor allem durch die Entwicklungsrate (1/PoDE) und die Umgebungstemperatur der Eier bestimmt wurde. Infolge dieser Übereinstimmung konnte auch unser Modell zum simulierten Schlupfdatum auf die Weide-D und die Wiese-D, wo *C.biguttulus* fehlte, angewandt werden.

Die auf den D-Grasflächen im Vergleich zum Schlupfdatum in der Wiese-UD fehlende prozentuale Embryonalentwicklung (an der gesamten PoDE-Dauer) betrug 18,6% in der Weide-D und 30,4% in der Wiese-D (Tab.6). Diesen Prozentsätzen entsprechen Verzögerungen im Schlupf von etwa einer Woche bei warmem und anderthalb bis zwei Wochen bei kühlem Sommerwetter. Der Anteil simulierter Entwicklung zwischen den Mahdterminen (15.-28. Juni) betrug in der gemähten Wiese-UD 20,5%, in der ungemähten Wiese-D 0%. Folglich verursachte die verspätete Mahd 10,5% der gesamten Schlupfverzögerung in der Wiese-D, und eine frühere Mahd hätte die Schlupfverzögerung verringert.

Die in die Simulationen einbezogenen kühlen Witterungsumstände entsprechen auch der Sommersaison. So war der simulierte tägliche Entwicklungsfortschritt in der Wiese-UD vom 15.-28. Juni (unmittelbar nach der Mahd) mit 1,6% niedriger als der in den Simulationen angewandte niedrigste Prozentsatz von 1,8% für diese Fläche und für die kurz vorher gemähte Wiese-D.

Die Wiese-UD könnte infolge der Böschung am Nordrande ein etwas wärmeres Mesoklima als die D-Grasflächen aufweisen, und die Temperaturunterschiede könnten somit eine Folge dieses Mesoklimas wie auch der pflanzlichen Biomasse sein (Tab.4 und 5). Allerdings betrug der Entwicklungsfortschritt vom 3.-9. Juli (während beide Wiesen eine ähnlich kurze Vegetation aufwiesen) in der Wiese-UD 30% und in der Wiese-D 31% (siehe Tab.6, PoDE-Tag am 9. Juli). Demzufolge waren die mesoklimatischen Unterschiede auf unbewachsenem Boden wahrscheinlich derart gering, so daß die Temperaturdifferenzen zwischen den Grasflächen wohl allein durch die verschiedene pflanzliche Biomasse zu erklären sind.

Um Aussagen darüber machen zu können, inwieweit bei *C.biguttulus* die Verzögerungen im simulierten Schlupf in den D-Grasflächen die Vollendung des Lebenszyklus beeinflussen, sind weiterhin Schätzungen der nymphalen Entwicklungsdauer und der Präovipositionsperiode notwendig. Da für das Fortbestehen von Populationen von Arten mit langfristiger Entwicklung die sich am schnellsten entwickelnden Individuen am wichtigsten sind, verwendeten wir den wärmsten der fünf Meßpunkte für die simulierten Schlupfdaten (Tab.6) sowie aus der Literatur die kürzeste nymphale Entwicklungsdauer im Freiland (54 Tage, LENSINK 1963).

Mangels Freilandwerten nahmen wir aus Laborzuchten eine Präovipositionsperiode von 14 Tagen. Damit setzten wir die Nymphen- und Imagnalentwicklung in den drei verschiedenen Grasflächen als gleich voraus. Dies ist insofern realistisch, als diese vor allem von der Sonnenstrahlung abhängen (BEGON 1983), welche in allen drei Grasflächen gleich war. Auf

diese Weise müßten in der Wiese-UD die ersten Ootheken in der zweiten Septemberwoche abgelegt worden sein (Tab.6). In den D-Grasflächen würde die erste Ablage 5-9 Tage (Weide-D) bzw. 6-15 Tage später (Wiese-D), d.h. in der dritten und vierten Septemberwoche, einsetzen.

Zu dieser Jahreszeit kann aber eine ein- bis zweiwöchige Verzögerung entscheidend für das Fortbestehen der Population sein. Da ihr die ein oder zwei wärmsten Wochen des Spätsommers fehlen, kann auch die Eiablage verhindert werden, welche an relativ hohe Temperaturen gebunden ist (REMMERT 1985, BRUCKHAUS 1992). Werden jedoch Eier abgelegt, bleibt ihre Prädiapause-Entwicklung, die mit 54% der Gesamtentwicklung etwas länger als die PoDE ist (Tab.2), vor dem Winter unvollständig. Überdies ist die PräDE wahrscheinlich in ähnlicher Weise temperaturabhängig wie die PoDE (MORIARTY 1969, CHERRILL & BEGON 1989, BRUCKHAUS 1992). Eine unvollständige PräDE wiederum hat eine Verlängerung der PoDE zur Folge (Tab.5), was bereits für *C. brunneus* (MORIARTY 1969, CHERRILL & BEGON 1992) und einige Tettigoniiden (INGRISCH 1986) nachgewiesen wurde, und bei *C. parallelus* vermutet wird (BRUCKHAUS 1990). Offensichtlich läuft die fehlende PräDE in Kühle nicht (langsam) ab. Außerdem zeigen die Befunde, daß Kühle vor der Blastokinese bereits diapauseterminierend wirken kann.

Im ungünstigsten Fall können 60% der PräDE für einen großen Teil der Eier ohne Vitalitätsverlust der Nymphen wieder ausgeglichen werden, sofern die Witterungsbedingungen im Folgejahr günstig sind. Andernfalls verringert sich die Chance auf Vollendung des nächsten Jahreszyklus. Sinkt die PräDE unter 40%, verringert sich auch der Anteil geschlüpfter Nymphen (Tab.2). Wurden jedoch die Eier gleich zu Beginn des Experiments (also unmittelbar nach der Ablage) gekühlt, waren für den erfolgreichen Schlupf zwei Kühleperioden notwendig, wobei die PoDE-Dauer etwas länger als diejenige nach nur einer Überwinterung war (16,4 gegenüber 14,6 Tagen - Tab.2 bzw. 13,8 Tage - VAN WINGERDEN et al. 1991a). Dies stimmt mit Ergebnissen von BRUCKHAUS (1992) überein, der nach zweimaliger Überwinterung eine längere (etwa 45%) PoDE fand. Diese Eier wurden im Spätherbst abgelegt und bei relativ niedrigen Temperaturen gehalten. Dennoch ist die PoDE-Dauer nach zweimaliger Kühlung noch kürzer als jene in den Gruppen, welche von uns 7 bzw. 14 Tage inkubiert wurden, und die dann nach nur einer Winterkühlung schlüpften (24,3 bzw. 18,0 Tage gegenüber 16,4 Tagen; Tab.6), was die Chancen zur Vollendung des Lebenszyklus erhöht. Andererseits sind zweimalig überwinternde Eier sicherlich einer höheren Mortalität infolge Austrocknung, Prädation und Parasitierung ausgesetzt, was der niedrige Schlupfanteil von 36,7% bereits vermuten läßt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß eine durch Stickstoffdüngung und -niederschlag bewirkte Zunahme der pflanzlichen Biomasse zu niedrigeren Temperaturen in der oberen Bodenschicht und folglich zur Verzögerung des Nymphenschlupfes bei Heuschrecken führt (VAN WINGERDEN et al. 1992a). Bei der sich relativ langsam entwickelnden Art *C. biguttulus* kann diese Verzögerung, besonders in kühlen Sommern, zum Unterbleiben der Eiablage bzw. zur Unvollständigkeit der PräDE führen, wobei letzteres durch Verlängerung der PoDE wieder ausgeglichen werden

kann. Dadurch verringert sich jedoch die Chance auf Vollendung des Lebenszyklus im nächsten Jahr. Ein Schlupfaufschub auf das übernächste Jahr führt zumindest unter Laborbedingungen zu hoher Eimortalität, welche vermutlich im Freiland noch höher sein wird. Daraus schließen wir, daß bei *C. biguttulus* der verzögerte Nymphenschlupf Ursache für das Fehlen dieser Art in unseren LD-Grasflächen ist. Wir halten es nicht für wahrscheinlich, daß mangels unbewachsener Stellen (INGRISCH u. BOEKHOLT 1983) die Weibchen ihre Ootheken nicht in den D-Grasflächen ablegen könnten. Solche Stellen gibt es infolge der Aktivität der Maulwürfe und Rinder im Sommer und Herbst auf der Weide-D überall. Im Frühjahr werden diese aber wieder überwachsen, so daß für die postdiapausäre Entwicklung der Wärmevorteil verloren geht.

Danksagung

Herrn Dr. G. Köhler (Institut für Ökologie, Universität Jena) danken wir für seine Unterstützung bei der Übersetzung und - zusammen mit Herr PD Dr. A. Bruckhaus (Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde, Universität Bonn) - für die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Den Herren P. Bouwman und R. Nederstigt danken wir für ihre Unterstützung bei der Feldarbeit. Herr Dr. J.C.H. van der Hage (Instituut voor Meteorologie en Oceanografie, Rijksuniversiteit Utrecht), Dr. E. Weijers und Prof. Dr. Hans Vugts (Instituut voor Aardwetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam) danken wir für ihre Mitarbeit im meteorologischen Teil der Untersuchungen. F. Maaskamp und J. Burgers (DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem) halfen den Laborversuchen. Herr Ing. L.A. Mol (Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandkunde, Landbouwniversiteit Wageningen) ermöglichte uns den Zugang zu die Bovenbuurtse und Achterbergse Grasflächen. Und A. Griffioen danken wir für die Bearbeitung der Abbildungen.

Verfasser

Walter K.R.E. van Wingerden

Jack C.M. Musters

DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO)

Postbus 9201, 6800 HB ARNHEM

Willem Bongers

Vakgroep Natuurbeheer, Landbouwniversiteit Wageningen

Postbus 8080, 6700 DD WAGENINGEN

Fred Cannemeijer

Instituut voor Aardwetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam

De Boelelaan 1085, 1081 HV AMSTERDAM

Literatur

- BEGON, M. (1983): Grasshopper populations and weather: the effects of insolation on *Chortippus brunneus* - Ecol. Entomol. 8: 361-370.
- BRUCKHAUS, A. (1990): Bedeutung der Temperatur für die Biotopbindung einiger einheimischer Feldheuschreckenarten - Articulata 5: 43-57.
- BRUCKHAUS, A. (1992): Ergebnisse zur Embryonalentwicklung bei Feldheuschrecken und ihre Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz. Articulata Beiheft 2: 1-..
- CHAPMAN, R.F. & WHITHAM, F. (1968): The external morphogenesis of grasshopper embryos - Proc. R. Entomol. Soc. Lond. (A). 43: 161-169.
- CHERRILL, A.L. & BEGON, M. (1989): Timing of life cycles in a seasonal environment: the temperature-dependence of embryogenesis and diapause in a grasshopper (*Chorthippus brunneus* Thunberg) - Oecologia 78: 237-241.
- CHERRILL, A.L. & BEGON, M. (1992): Oviposition date and pattern of embryogenesis in the grasshopper *Chorthippus brunneus* (Orthoptera, Acrididae) - Holarctic. Ecol. (im Druck).
- FRANZ, H. (1933): Auswirkungen des Mikroklimas auf die Verbreitung mitteleuropäischer xerophiler Orthopteren - Zoogeographica 1: 511-565.
- HAGE, J.C.H. van der (1984): A small optical line sensor for radiation measurement in vegetation - J. exp. Bot. 35: 762-766.
- INGRISCH, S. (1983): Zum Einfluss der Feuchte auf die Schlupfrate und Entwicklungsdauer der Eier mitteleuropäischer Feldheuschrecken (Orthoptera: Acrididae) - Dtsch. Entomol. Z. 30: 1-15.
- INGRISCH, S. (1986): The plurennial life ccles of the European Tettigonidae (Insecta: Orthoptera). 1. The effect of temperature on embryonic development and hatching - Oecologia 70: 606-616.
- INGRISCH, S. & BOEKHOLT, I. (1982): Zur Wahl des Eiablageplatzes durch mitteleuropäische Saltatoria - Zool. Beitr. N.F. 28: 33-46.
- JACOVLEV, V. (1959): Mikroklimatische Untersuchungen in einigen Acrididenbiotopen - Z. Morph. Ökol. Tiere 48: 89-101.
- LENSINK, B.M. (1963): Distribution ecology of some Acrididae (Orthoptera) in the dunes of Voorne, Netherlands - Tijdschr. Entomol. 106: 357-443.
- MORIARTY, F. (1969): The laboratory breeding and embryonic development of *Chortippus brunneus* (Thunberg) (Orthoptera: Acrididae) - Proc. R. Entomol. Soc. London (A) 44: 25-34.
- REMMERT, H. (1985): Crickets in sunshine - Oecologia 68: 29-33.
- RICHARDS, O.W. & WALOFF, P.D. (1954): Studies on biology and population dynamics of British grasshoppers - Anti-Locust Bull. 17: 1-182.
- UVAROV, B.P. (1966): Grasshoppers and Locusts 1. Cambridge (Cambridge University Press), 481 S.
- WINGERDEN, W.K.R.E. van, MUSTERS, J.C.M. & MAASKAMP, F.I.M. 1991a): The influence of temperature on the duration of egg development in West European grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) - Oecologia 87: 417-423.
- WINGERDEN, W.K.R.E. van, MUSTERS, J.C.M., KLEUKERS, R.M.J.C., BONGERS, W. & BIEZEN, J.B. van (1991): The influence of cattle grazing intensity on grasshopper abundance (Orthoptera: Acrididae) - Proc. Exper. & Appl. Entomol., N.E.V. Amsterdam 2: 28-34.
- WINGERDEN, W.K.R.E. van, MUSTERS, J.C.M., CANNEMEIJER, F. & BONGERS, W. (1992a): Simulation of hatching dates in three *Chorthippus* species (Orthoptera: Acrididae) in unfertilized and lightly fertilized grasslands - Proc. Exper. & Appl. Entomol., N.E.v. Amsterdam 3: 86-93.
- WINGERDEN, W.K.R.E. van, KREVELD, A.R. van & BONGERS, W. (1992b): Analysis of species composition and abundance of grasshoppers (Orth., Acrididae) in natural and fertilized grasslands - J. Appl. Ent. 113: 138-152.

Berichtigung

zu: WALLASCHECK, M. (1992): Stand der faunistischen Erfassung der Geradflügler (Orthoptera s.l.) in Sachsen-Anhalt. *Articulata* 7: 5-18.

Bei der Drucklegung zu oben genannten Beitrag haben sich auf Seite 12 leider zwei Fehler eingeschlichen, die wir hier berichtigen möchten (fett gedruckt):

Tab. 1: Gesamtartenzahlen und Besonderheiten

Artenzahl	Gesamt	Unsichere	Wanderarten	Eingeschleppte	Synanthrope
Ensifera	23	1			2
Caelifera	32		1	1	
Dermaptera	5				
Blattoptera	8	1		1	4
Orthoptera	68	2	1	2	6

Stark gefährdet:

Psophus stridulus	Gryllotalpa gryllotalpa
Sphingonotus caeruleans	Myrmecophilus acervorum
Oedipoda germanica	Mecostethus grossus
Chrysochraon dispar	Chrysochraon brachyptera
Stenobothrus nigromaculatus	Stenobothrus stigmaticus
Chorthippus vagans	Chorthippus montanus
Lapidura riparia	

AUFRUF

zur Mitarbeit an der
Erforschung von Ausbreitungsmechanismen

Liebe an Heuschrecken Interessierte,

Auf der DGfO-Tagung 1992 in Bonn tagte eine Arbeitsgruppe, die sich mit Ausbreitungsmechanismen beschäftigte. Neben einigen wissenschaftlichen Arbeiten zu diesem Thema, in denen vor allem mit Markierungen gearbeitet wurde, konnten viele Anwesende einen Beitrag durch eigene Beobachtungen leisten. So wurde von abfliegenden Chorthippus-Arten berichtet, von plötzlich auftretenden Ansammlungen von Chrysocraon dispar an bisher unbekannten Orten sowie von vielen macropteren Metrioptera roeseli - Männchen im norddeutschen Raum. All diese Informationen sind mit Sicherheit nur Bruchstücke eines schlummernden Wissens in der Mitgliedschaft der DGfO!

Bereits seit vielen Jahren wird die Ausbreitung von Vogelarten in Deutschland registriert. So breiteten sich beispielsweise Türkentaube, Tafelente und Wacholderdrossel vom Osten her aus. Über die Ausbreitung von Heuschrecken liegen einige Vermutungen vor, wie z.B. für Phaneroptera falcata, welche sich langsam nach Norden hin ausbreitet, oder Chrysocraon dispar, welche in Norddeutschland ihr Areal in Richtung Westen auszudehnen scheint. Um diesen Vermutungen eine bessere Grundlage zu geben und neue Daten zu sammeln, möchte ich Sie alle zur Mitarbeit an der Erfassung von Ausbreitungsstrategien und -bewegungen aufrufen.

Hierfür habe ich einen Meldebogen entworfen, der von jedem/r Bearbeiter/in vervielfältigt werden kann (und soll). Natürlich müssen nur die Felder ausgefüllt werden, die bekannt sind. Auch Daten der letzten Jahre - und seien sie auch noch so ungenau - können weiterhelfen.

Über Verbesserungsvorschläge und sonstige Kritik bin ich natürlich dankbar und hoffe, daß schon bald die ersten ausgefüllten Meldebögen bei mir ankommen.

Axel Hochkirch

**Meldebogen zur Erfassung von
Ausbreitungsmechanismen bei Heuschrecken (Saltatoria)**
zurück an Axel Hochkirch, Drakenburger Str. 46, 2800 Bremen 1

Name, Anschrift und Tel.Nr.:

Art / Anzahl

/

Fundort (MTB):

Datum:

Geschlecht: weibl.: männl.:

Flügel: lang: kurz:

Stadium: Imago: Larven:

Verhalten: stridulierend:
 kopulierend:
 nahrungssuchend:
 sonstiges:

Ursache d. Fundes: Stridulation:
 Zufall:
 Isolationsquadrat:
 Käscher:
 Sonstiges:

Entfernung zum nächsten Vorkommen (km):

Richtung dieses Vorkommens:

Wetter der vorherigen Tage (Flugtage):
(windig, windstill)

vermutete Ausbreitungsstrategie:

ARTICULATA 1993 8(1)

MITTEILUNGEN

Bitte um Mitarbeit

Für eine Publikation über die Arealerweiterung von *Conocephalus discolor* in Deutschland bitte ich um Mitteilung von Funden außerhalb des bekannten Verbreitungsgebiets, das im wesentlichen von DETZEL (1991), GREIN (1990; kein Nachweis in Niedersachsen), INGRISCH (1979) und KÖHLER (1988) dokumentiert wurde.

Erforderlich sind folgende Angaben:

- Anzahl und Geschlecht, Larven?
- Ort und Kreis; möglichst Nummer der topographischen Karte,
- Datum,
- Beobachter (Adresse, evtl. Telefon).

Erwünscht sind ferner

- Angaben zum Habitat (v.a. ob feucht - frisch - trocken),
- zur Anwesenheit von *Conocephalus dorsalis* (f. *burri*) am Fundort, -
- zur Länge der Hinterflügel,
- sowie zu den Merkmalen, anhand deren die Artbestimmung erfolgte.

Meldungen bitte an:

Barbara Thomas
Therstappen-Str. 92
41334 Nettetal
(PLZ bis 30.6.1993: 4054)

Literatur

- DETZEL, P. (1991): Ökofaunistische Analyse der Heuschreckenfauna Baden-Württembergs (Orthoptera). Diss. Tübingen. 365 S.
- GREIN, G. (1990): Zur Verbreitung der Heuschrecken (Saltatoria) in Niedersachsen und Bremen. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 6: 133 - 196. Hannover
- INGRISCH, S. (1979): Die Orthopteren, Dermapteren und Blattopteren (Insecta: Orthoptera, Dermaptera, Blattoptera) von Hessen. In: MÜLLER, P. (Hrsg.): Erfassung der westpaläarktischen Tiergruppen. Fundortkataster der Bundesrepublik - Regionalkataster des Landes Hessen. Teil 13. Saarbrücken, Heidelberg. 99 S.
- KÖHLER, G. (1988): Zur Heuschreckenfauna der DDR - Artenspektrum, Arealgrenzen, Faunenveränderung (Insecta, Orthoptera: Saltatoria). Faun. Abh. Staatl. Mus. Tierkunde Dresden 16 (1): 1 - 21

MARTI, Th. (1989): Heuschrecken und Landschaft.

Verlag Paul Haupt; Bern und Stuttgart. 46 DM, 208 Seiten, 35
Abbildungen, 2 Farbtafeln

Mit dem Untertitel "Ein exemplarischer Einblick in Theorie und Praxis goetheanistischer Naturwissenschaft" deutet Thomas Marti, Biologe und Waldorflehrer aus Bern, bereits darauf hin, daß er ungewöhnliche Wege beschreitet. Ein Buch über Heuschrecken, ja aber noch weitaus mehr: ein Buch, das Grundfragen des Wissenschaftlerdaseins berührt und Bewußtsein schaffen will für die Notwendigkeit, das Verhältnis des Menschen zur Natur zu überdenken.

Die Distanz des denkenden Menschen zu den Dingen der Natur soll einem "Denken in den Dingen" weichen. Die Erkenntnisse vom Wesen der Schrecken werden durch Beobachtungen an den Lebenserscheinungen phänomenologisch begründet. Die unverbildete Erlebnisfähigkeit wird zur Voraussetzung für wissenschaftliches Arbeiten, und wo sie nicht (mehr) vorhanden ist, muß sie neu erübt werden.

Marti wählt vier ihm charakteristisch erscheinende Heuschreckenarten für seine Untersuchung aus und beschreibt die Lautäußerungen, die Fortbewegungsarten, den Bezug zur Vegetation und die Körperfarbe im Verhältnis zur Umwelt.

Im Schlußteil des Buches analysiert er seinen Erkenntnisweg schrittweise und möchte ein Bewußtsein von der Begriffs- und Ideenwelt vermitteln, mit deren Hilfe eine Arbeit an einem wirklichkeitsgemäßen Weltverständnis möglich wird.

Manches wird unverstanden bleiben. Nur mit viel Geduld, eigener Naturbeobachtung und bewußter Denkanstrengung nähert man sich dem Goetheanismus als Forschungsweg. Eine Herausforderung für jeden Menschen, der im Naturerleben das Fundament für eine erstrebenswerte ganzheitliche Weltbetrachtung sieht.

Konstantin Meßmer

ANWEISUNGEN FÜR AUTOREN

Es werden nur Arbeiten über Orthopteren veröffentlicht

Der geographische Raum, aus dem berichtet wird, beschränkt sich auf Europa und den mediterranen Bereich

Arbeiten sollten so kurz wie möglich gehalten werden

Ein Seitenlimit gibt es nicht; trotzdem sollten ca. 20 Seiten für die Mehrzahl der Arbeiten ausreichen

Texte sollten auf Diskette und als Ausdruck der Schriftleitung eingereicht werden

Textverarbeitungssystem ist WORD 5.0 oder Word für Windows oder ASCI - Format

Diskettenformat 3,5" oder 5 1/4"; HD oder DD

Zeichnungen in Schwarz/Weiß mit Tusche; bitte druckfähige Originale einsenden

Die Schriftleitung behält sich stilistische Änderungen vor

Inhaltliche Änderungen erfolgen nur nach Rücksprache mit dem Autor

Bei mehrseitigen Arbeiten muß eine Zusammenfassung in deutsch und englisch vom Autor erstellt werden

Der Autor erhält kostenfrei 30 Sonderdrucke