# ÖKOLOGISCHE STUDIEN ÜBER DIE ZIKADENFAUNA DER MAINZER SANDE\*).

# Aus dem Zoologischen Institut der Universität Mainz, Direktor: Professor W. von Buddenbrock.

#### Von LISELOTTE WONN.

# INHALTSVERZEICHNIS.

		Seite
Kapitel I.	Neuere Arbeiten über Zikaden	. 81
Kapitel II.	Das Untersuchungsgebiet	
•	1. Allgemeine und morphologische Charakterisierung	82
	Floristisch-faunistische Charakterisierung	. 83
Kapitel III.	Aufgabenstellung	. 86
Kapitel IV.	Arbeitsmethoden	. 87
Kapitel V.	Die Zikaden des Untersuchungsgebietes	
	Faunenlisten	. 88
	Verteilung der Zikaden im Steppenrelikt	91
	Verteilung der Zikaden im Kiefernwald	
	4. Monardsches Prinzip	
	5. Östliche und südliche Faunenelemente	
	6. Arten im Lückensystem der Moose und unter Steinen	
Kapitel VI.	Faktoren, die in den verschiedenen Biotopen artverteilend sind 1. Temperaturfaktor 2. Faktor der relativen Luftfeuchtigkeit 3. Nahrungsfaktor	, 105

<sup>\*)</sup> Gekürzte Dissertation der Naturwiss. Fakultät der Joh.-Gutenberg-Universität Mainz, 1953.

Kapitel VII.	vernalten der Arten gegenüber den artverteilenden Faktoren
-	1. Temperaturresistenzversuche
	a) Technisches
	b) Reaktionspunkte
	c) Auswertung
	d) Zusammenhang zwischen jahreszeitlichem Auftreten und
	Temperaturresistenz
	2. Trockenresistenzversuche
	a) Technisches
	b) Ergebnis und Auswertung
	3. Zikaden und ihre Futterpflanzen
	a) Steppenbiotop
	b) Wald- und Uferbiotop
	4. Zwei Zikadenarten als Flugsandtiere
Kapitel VIII.	Liste aller erwähnten Zikaden
Zusammenfas	sung
Anhang	
T itomotumezone	oichnig 191

#### KAPITEL I.

#### Neuere Arbeiten über Zikaden.

In der neueren ökologischen Literatur finden die Zikaden zunehmende Beachtung. Neben solchen biozönotischen Arbeiten, die mit allen Lebewesen eines Biotopes zusammen auch die Zikaden behandeln (wie TISCHLER, 1948 und 1952, RABELER, 1947, KROGERUS, 1932, KÜHNELT, 1944), gibt es andere, die sich nur mit den Zikaden eines bestimmten Biotopes beschäftigen (KUNTZE, 1937 und KONTKANEN, 1951).

Die genannten Autoren bearbeiteten meist größere Lebensräume, wie Triebsandgebiete und Dünen an der Ostseeküste, offenes Gelände in Nordkarelien, Wallhecken in Schleswig-Holstein, Ruderalstellen bei Kiel, Calluna-Heiden Norddeutschlands oder Vegetationsgürtel in den Alpen. Es ist mit eine Aufgabe der vorliegenden Arbeit zu zeigen, daß man eine Tiergruppe wie die Zikaden auch auf kleinerem Raum ökologisch untersuchen kann.

Die Zikaden des Mainzer Beckens waren schon mehrfach Gegenstand faunistischer Untersuchungen. Vor rund 90 Jahren erschien eine für die Gegend grundlegende Arbeit von Kirschbaum, 1868. Kirschbaum stellte eine umfangreiche Faunenliste auf und gab zugleich für jede von ihm erwähnte Art einen Bestimmungsschlüssel. Neben Fundort und -datum gibt Kirschbaum in dieser Arbeit auch ökologische Hinweise, die den Lebensraum und die Art des Auftretens beschreiben.

Die Arbeit Wagners, 1939, über die Zikaden des Mainzer Beckens stellt eine Fortsetzung der Arbeit Kirschbaums dar. Wagner erweiterte die Artenliste und revidierte zugleich die Kirschbaumschen Arten. Alle Angaben über die einzelnen Arten auch die ökologischen sind in dieser Arbeit vollständiger.

Während die beiden genannten Arbeiten über die Zikaden des Mainzer Beckens faunistisch-systematischer Natur sind, steht bei der hier vorliegenden Arbeit die Ökologie der Zikaden im Vordergrund. Dies vor allen Dingen aus folgenden Gründen: Einerseits sind bis jetzt nur wenig Biotope auf Zikaden untersucht, viele Arbeiten bringen nur spärliche oder überhaupt keine Angaben über die Zikaden des untersuchten Lebensraumes; andererseits bieten die Sandflächen bei Mainz ein einmaliges und interessantes Untersuchungsgebiet, dessen Biotope geradezu zum ökologischen Arbeiten einladen. Meines Wissens gibt es bisher keine ökologische Arbeit über die Zikaden der Mainzer Sande.

#### KAPITEL II.

# Das Untersuchungsgebiet.

1. Allgemeine und morphologische Charakterisierung.

Geographische, klimatische und edaphische Faktoren bewirkten die Erhaltung eines eigenartigen Gebietes, das als Untersuchungsgebiet hier vorliegt: Der Mainzer Sande.

Während und kurz nach Beendigung der Eiszeit entstanden, gehören diese zu den oberrheinischen Flugsanden, die sich von Rastatt über Mannheim und Darmstadt bis westlich Mainz erstrecken. Der nördliche Teil der Rheinsande ist vor allem durch seinen hohen Kalkgehalt und deshalb basischen Charakter gekennzeichnet (ph 7,5—7,9, nach Volk, 1930). Hinzu kommt eine relativ hohe Trockenheit, da dieses Gebiet zu den regenärmsten in Mitteleuropa gehört (Jahresmittel der Niederschläge für Mainz 490 mm, nach Polis aus Volk, 1930). Die nördlichen Rheinsande tragen in den nicht bewaldeten Teilen eine nach Koeleria glauca und Jurinea cyanoides benannte basiphile Pflanzenassoziation.

Die südlichen Teile der rheinischen Flugsande sind weitgehend ent-kalkt, was in einem höheren Wasserstoffionengehalt des Bodens zum Ausdruck kommt (рн 4,5—4,9, nach Volk, 1930). Diese Tatsache ist auf die größere dort niedergehende Regenmenge zurückzuführen (Jahresmittel der Niederschläge für Karlsruhe 742 mm, nach Polis, aus Volk, 1930). Die freien Sandflächen sind dort mit Vertretern der acidophilen Weingaertneria-canescens-Assoziation bestanden. Diese Verhältnisse herrschen im eigentlichen Untersuchungsgebiet auch dort, wo der Boden durch anfallenden Rohhumus angesäuert ist.

Die Mainzer Sande erstrecken sich von den Mainzer Vororten Mombach und Gonsenheim auf schmalem Streifen bis nach Ingelheim. Wo die Mainzer Sande nicht in Kultur genommen sind, tragen sie fast überall den charakteristischen Kiefernwald. Nur wenige und kleine Gebiete sind nie bewaldet gewesen. So kommt es, daß sich in diesen eingesprengten

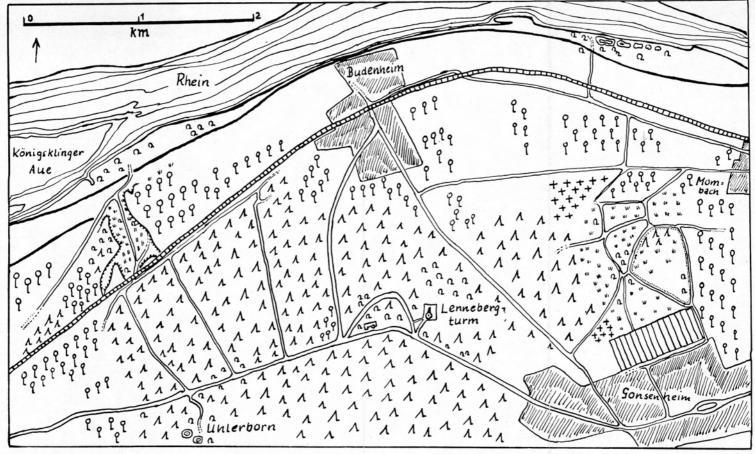


Abb. 1. Die Mainzer Sande zwischen Mombach, Gonsenheim und Uhlerborn.

# Zeichenerklärung zu Abbildung 1.

11.		2 2	Laubgehölz.
1	Rheinstrom.	w w w	Steppenartiges Gelände.
_	Rheindamm.		Feuchtes Gelände.
1	Eisenbahn.	+ + +	Friedhof.
7	Straßen und Wege.	777	
/	Böschung.	11111	Schießstände.
(7)	Naturschutzgebiet des Großen Sandes.	8	Aussichtsturm auf dem Lenneberg.
1 1	Kiefernwald.	am Hana	Ortschaften.

Teilgebieten eine nacheiszeitliche Steppenheide halten konnte. Das größte zusammenhängende Steppengebiet stellt der sogenannte "Große Sand" zwischen Mombach und Gonsenheim dar (Naturschutzgebiet).

Im folgenden wird der Steppenbiotop des Großen Sandes und der sich westlich anschließende Kiefernwaldbiotop bei Uhlerborn näher untersucht. Vergleichsweise wird auch das Rheinufer zwischen Mombach und Budenheim in die Untersuchung mit einbezogen. Hierzu Abbildung 1.

# 2. Floristisch-faunistische Charakterisierung.

# a) Steppenrelikt.

FIRBAS nennt das Mainzer Becken (und das gilt erst recht für den Großen Sand) eine "Steppenflanzendisjunktion", welche zu den letzten "xerothermen Relikten" einer einst weiter nach Westen reichenden innerasiatischen Steppe gehört (Lehrbuch der Botanik, 1944). Jedoch kommen hier mit südöstlichen Arealtypen auch südliche und westliche vor.

Onosma arenarium, die hier ihren einzigen Standort in Deutschland hat (Schmeil-Fitschen, Flora), Adonis vernalis, Scorzonera purpurea, Stipa capillata sowie Kochia arenaria, die in Deutschland nur am Oberrhein vorkommt (Meusel, 1943), stellen charakteristische Elemente südöstlicher Verbreitung dar. Zu den hier vorkommenden mediterranen Elementen gehört Phleum arenarium, zu den atlantischen Ilex aquifolium (nach Massart, aus Meusel, 1943).

Ferner ist das Steppenrelikt des Großen Sandes durch ein räumliches Nebeneinander von Sukzessionsstadien besonders eindrucksvoll (KÜMMEL, 1935). Im Südosten beginnt das Gebiet mit freien Sandflächen. Dann folgt etwa halbkreisförmig die Initialphase mit Salsola kali und Corispermum yssopifolium als typischen Flugsandarten. Schließlich geht die Initialphase in die Koeleria-glauca-Assoziation über mit Artemisia campestris, Ononis repens, Silene conica, Medicago minima und Agropyron glaucum.

Das folgende Stadium faßt Kümmel, 1935, als Alyssum-arenarium -Festuca-glauca-Subassoziation (des Xerobrometum rhenanum) auf. Hier kommen vor: Peucedanum oreoselinum, Thalictrum minus, Allium sphaerocephalum, Veronica spicata, Tragopogon orientalis, Anthericum ramosum und liliago, Euphorbia gerardiana, Anemone pulsatilla und Eryngium campestre. Diese Assoziation endet gegen Norden in einem lockeren Kiefernbestand.

Ähnliche Charakterzüge wie die Flora weist auch die Fauna des Gebietes auf. Von den Säugetieren, die den Großen Sand besiedeln, sind zuerst die Kaninchen zu nennen. Sie gehen natürlich auch in die Nachbargebiete hinüber, vor allem in den Kiefernwald, bevorzugen aber hier offenes Gelände. Ihre Fraßspuren hinterlassen sie auch an typischen Steppengräsern, wie Koeleria glauca und Stipa capillata.

83

Von den vorkommenden Vögeln ist vielleicht der Wiedehopf, *Upupa epops*, der interessanteste, von dem ein Paar regelmäßig im Großen Sand zu beobachten ist. Diese Art soll in drei Brutpaaren zwischen Mainz und Ingelheim vorkommen (Neubaur, Wiesbaden, mündlich).

Außerdem gibt die Heidelerche, Lullula arborea, dem offenen Gelände ein typisches Gepräge. Ihr Wohngebiet dehnt sie sogar bis in die anschließenden Obstfelder aus. Ebenso ist der Hänfling, Carduelis cannabina, im Gebiet verbreitet.

Unter den Kriechtieren sind die Zauneidechse, Lacerta agilis, und die Glattnatter, Coronella austriaca, als die charakteristischsten zu nennen.

Die Wechselkröte, Bufo viridis, dürfte wohl hier der kennzeichnendste Vertreter der Lurche sein.

Zu gewissen Zeiten ist die Insektenwelt des Großen Sandes sehr formenreich. So kommen hier Sphingonotus coerulans (Orth.) und Notostira erratica (Het.) vor, die als Flugsandtiere gelten, Tischler, 1949. Zu ihnen gesellen sich Bewohner mitteleuropäischer Steppenheiden, wie Oedipoda coerulescens (Orth.), Cicindela hybrida und Notoxus monocerus (Col.). Andere Insekten bekunden durch ihre Grabfähigkeit ihre Bindung an Sandbiotope: Maladera holoserica und Opatrum sabulosum (Col.), Brachypelta aterrima und Cydnus flavicornis (Het.) sowie gewisse Grabwespen. Wieder andere sind durch ihr Larvalleben und ihre Wärmeansprüche an dieses Gebiet gebunden, wie Anoxia villosa und der ihm verwandte große Walker (Polyphylla fullo, Col.). Als besonders häufiger und charakteristischer Käfer ist noch Coptocephala mufasciata zu erwähnen.

Unter den zahlreichen Spinnenarten fallen die Zebraspinne (Argiope) und einige Krabbenspinnen (Thomisidae) besonders auf.

Typisch ist auch das Vorkommen der Schnecke Zebrina detrita.

Nördlich geht das eigentliche Steppenrelikt in ein Gebiet über, das ehemals mit Obstbäumen und Beerensträuchern bepflanzt war, aber seit 1938 der Natur wieder überlassen ist. Der Boden ist hier mit Grasnarbe bedeckt. Bestände mit Calamagrostis epigeios, andere mit Erophila verna zeigen einen sinkenden Nährstoffgehalt des Bodens an. Dem eintönigen Florenbild entspricht die völlig verarmte Fauna. Oedipodinen gehören zu den mit einer gewissen Stetigkeit verbreiteten Insekten.

Westlich schließt sich, ehe der Kiefernhochwald beginnt, ein Geländestreifen an, der bis 1938 mit Kiefernwald bedeckt war. Eiche, Schlehe, Rose und Robinie bilden hier ein lockeres bis geschlossenes Buschstadium. An einigen Stellen der Krautschicht herrscht Thymus angustifolius vor. Besonders an der Grenze zum Kiefernhochwald finden sich ganze Bestände von Geranium sanguineum und Anemone silvatica.

Die Kleintierwelt ist hier wieder mannigfaltiger als in den ehemaligen Obstgärten. Phanoptera falcata, Tettigonia viridissima und Liogrillus campestris (Orth.) und Spilostethus equestris (Het.) findet man hier häufiger.

Wie diese kurze Zusammenstellung der Floren- und Faunenelemente zeigt, eignet dem Gebiet eine einzigartige Artenkombination, bei der typische Flugsand- und Steppenarten eine maßgebliche Rolle spielen.

## b) Kiefernwald.

Westlich des Großen Sandes erstreckt sich Kiefernwald bis über Uhlerborn hinaus. Das Waldgebiet zwischen Schloß Waldthausen und dem Bahnhof Uhlerborn, sowie Teile nördlich der Bahnlinie und das Grenzgebiet zum Großen Sand wurden näher untersucht.

Der Kiefernwald geht ohne eigentliche Randzone in das offene Dünengebiet des Großen Sandes über. Jedoch beherbergen die Kiefern, die ehemals im Innern des Waldes groß geworden waren und nur in der Gipfelregion Seitenäste tragen, einen Waldrandbewohner: Den Baumpieper, Anthus trivialis.

Wie schon erwähnt, zählen zu den Tieren, die den ganzen Kiefernwald bewohnen, die Kaninchen, ferner Dachs und Fuchs. Erwähnenswert ist außerdem der Schwarzspecht und die ihm in der Bruthöhle nachfolgende Hohltaube.

Bei genauerer Betrachtung der Kleintierwelt als auch der Flora des Kiefernwaldes muß man der verschiedenen Struktur des Kiefernwaldes Rechnung tragen.

So findet man z. B. kleinere steppenartige Gelände, deren Flora und Fauna denen des Großen Sandes bei Gonsenheim gleichen. An solchen Stellen siedelt eine Steppenvegetation mit Onosma arenarium, Salsola kali, Asperula cynanchica und Thymus serpyllum.

Diese Flora beherbergt die entsprechende Insektenfauna: Cicindela hybrida (Col.), Oedipoda coerulescens, Conocephalus fuscus und Stauroderus vagans (Orth.).

Waldwege sind bisweilen mit Einzelbüschen von Sambucus racemosa und Lonicera xylosteum bestanden; ein richtiger Heckensaum fehlt stets. Die Krautschicht setzt sich aus Gräsern, wie Calamagrostis epigeios, Brachypodium pinnatum und Festuca ovina zusammen. Pentatomiden (Carpocoris fuscispinus, Palomena prasina) und Coreiden (Syromastes rhombeus, Mesocerus marginatus, letztere an Knöterich), sind hier auffallend zahlreich.

Anders als an lichten Waldstellen und an Waldwegen liegen die Verhältnisse im Kiefernhochwald. Hier kommt an vielen Stellen, besonders wenn diese noch einigermaßen gute Lichtverhältnisse haben, eine kalkliebende Flora auf. Es seien nur einige genannt: Globularia willkommii, Anemone pulsatilla, Pimpinella saxifraga und Platanthera bifolia.

Nur wenige Stellen des Kiefernhochwaldes zeigen durch ihre acidophile Bodenflora ein entkalktes Milieu an. Hier findet man nämlich mit Calluna vulgaris auch Genista sagittalis, G. pilosa und Antennaria dioeca. Unter den Insekten des Kiefernhochwaldes sind Cerambyciden eine häufige Erscheinung. Stenopterus rufus und Leptura rubra trifft man oft auf Blüten. Von den Heteropteren fällt Rhinocorus iracundus besonders auf.

Wie beschrieben, bestimmen also zwei Komponenten den Kiefernwald, eine acidophile Gesellschaft als Kiefernwaldbegleiter und eine basiphile Gesellschaft, die bisweilen einer Steppengesellschaft gleicht. Dieser historisch bedingte Dualismus kennzeichnet den gesamten Kiefernwald der Mainzer Sande. Die ehemalige Steppenaera ist hier noch tiefer verwurzelt, als ein flüchtiger Anblick vermuten läßt.

Eine Entwicklung zum Klimaxstadium deutet sich in einigen Waldteilen nördlich der Bahnlinie an. Wo der Kiefernbestand licht ist, kommt dort auf natürliche Weise neben Pinus auch Quercus hoch. Viburnum lantana, Berberis vulgaris, Lonicera und Evonymus bilden bisweilen ein dichtes Gebüsch. An diesen Laubhölzern, besonders an Eiche, kommt Phyllopertha horticicola (Col.) im Vorsommer in großer Zahl vor. Elateriden, wie Lacon murinus und Agriotes lineatus (Nähe der Felder) sind hier sehr häufig.

Ein als "Schacht" bezeichnetes Gelände nördlich der Bahnlinie entstand 1903 durch Ausschachtung des Sandbodens bis zur Sohle des Rheintales (etwa 6—12 m). Durch diese Entstehung und die tiefe und deshalb feuchte Lage bedingt, beherbergt das Gebiet eine andere Lebewelt als die angrenzenden. Phragmites communis wechselt mit Equisetum hiemale, Carex flacca und C. panicea. Parnassia palustris, Lythraea salicaria und Blackstonia perfoliata sind eingestreut.

In trockeneren Zonen ist im Frühjahr Orchis militaris und im Herbst Carlina vulgaris und Erythraea centaureum bildbestimmend. Am trockenen Nordrand der Sande findet sich eine Ackerunkrautgesellschaft, da dort das Gelände während der Nachkriegszeit ein paar Jahre bebaut war. Mit einem lockeren Pappelbestand kommt der Pappelblattkäfer, Melosoma populi, in das Gebiet herein.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß im gesamten Untersuchungsgebiet verschiedenartige Biotope vorliegen: Steppenrelikt, Kiefernwald mit basiphilem und acidophilem Unterwuchs und aufkommender Eichenmischwald. Alle lassen sich in eine Sukzessionsfolge eingliedern, die mit der Besiedelung der Initialphase beginnt, über das Koeleria-glauca-Stadium und die Alyssum-arenarium-Subassoziation zum Kiefernwald und zum Eichenmischwald führt.

#### KAPITEL III.

## Aufgabenstellung.

Eine parallele Bearbeitung des Steppenreliktes und des Kiefernwaldes gestattet einen Überblick über die zönotischen Verhältnisse der Mainzer Sande. Im Hinblick auf die hier näher zu untersuchenden Zikaden können daher folgende Fragen beantwortet werden:

- 1. Welche Zikadengesellschaften entsprechen den einzelnen Sukzessionen?
- 2. In welchen Sukzessionsstadien treten die Zikaden am stärksten in Erscheinung?
- 3. Wie verläuft die Jahresrhytmik der einzelnen Zikadengesellschaften, bzw. welcher Aspekt begünstigt die Entwicklung der Zikaden am stärksten?
- 4. Ferner drängt sich die Frage nach den unterschiedlichen artverteilenden Faktoren der einzelnen Biotope dem Untersuchenden auf. Die Verhaltensweise der einzelnen Zikadenarten gegenüber den artverteilenden Faktoren ist dann ein weiteres Untersuchungsproblem. Die Frage nach einer evtl. Bindung von Zikadenarten an bestimmte Futterpflanzen nimmt eine besondere Stellung ein.
- 5. Schließlich sollen biologische und ökologische Einzelbeobachtungen gemacht werden.

#### KAPITEL IV.

#### Arbeitsmethoden.

Während der Jahre 1949—1952 unternahm ich etwa 140 Exkursionen in die Mainzer Sande. Diese entfallen zu ungefähr gleichen Teilen auf das Steppenrelikt des Großen Sandes und auf den Kiefernwald bei Uhlerborn. Weitere zehn Exkursionen hatten entweder Vergleichsgebiete, wie den Griesheimer Sand und den Kiefernwald bei Raunheim, oder Nachbarbiotope, wie das Rheinufer zwischen Mombach und Uhlerborn, den Rabengrund bei Wiesbaden und den Ober-Olmer Wald zum Ziel.

Die Zikaden wurden mit dem Kescher gestreift oder mit dem Fangglas von den Futterpflanzen abgelesen. Bei geeignetem Pflanzenbestand wurden quantitative Untersuchungen gemacht, bei denen 50 Kescherschläge als Einheit dienten.

Im Labor wurden die Tiere auf Wärme- und Trockenresistenz untersucht. Die entsprechenden Versuchsanordnungen sind in den dazugehörigen Kapiteln beschrieben.

Tabellen von HAUPT, WAGNER und RIBAUT wurden zur Bestimmung der Zikadenarten benützt.

An dieser Stelle möchte ich allen denjenigen danken, die durch ihre Unterstützung zum Gelingen dieser Arbeit beitrugen. Die Anregung zur Entstehung dieser Arbeit verdanke ich Herrn Prof. von Buddenbrock, Direktor des Zoologischen Institutes der Universität Mainz. Herr Prof. von Buddenbrock ist mir während der Zeit meiner wissenschaftlichen Arbeiten ein steter Berater und Helfer gewesen. Für seine Großzügigkeit, mit der er mir immer entgegentrat, möchte ich ihm hier nochmals herzlich danken.

Ferner möchte ich Herrn Privatdozenten Dr. Schaller, Mainz, danksagen, der mich im ökologischen Arbeiten anleitete. Durch seine Ratschläge, sowie durch die Überlassung seiner eigenen ökologischen Arbeiten, stellte er sich in den Dienst meiner Sache.

Herrn Prof. RIBAUT, Toulouse, danke ich für die Kontrollbestimmung der von mir bearbeiteten Zikadenarten und für die Überlassung vieler seiner systematischen Arbeiten.

Ebenso danke ich Herrn W. WAGNER, Hamburg, für die briefliche Mitteilung über die Verbreitung einiger Zikadenarten und für die Zusendung von zwei seiner neueren Arbeiten.

Dem Herausgeber, Herrn Oberstudiendirektor Dr. HEINECK, Wiesbaden, schulde ich Dank für seine Bemühungen um die Drucklegung.

#### KAPITEL V.

# Die Zikaden des Untersuchungsgebietes.

- 1. Faunenlisten.
- a) Steppenrelikt.

Die mit + versehenen Arten und Euscelis variegatus KB. wurden auch auf dem Griesheimer Sand bei Darmstadt gefunden (7. Juni 1950).

> Tachycixius pilosus OL. Stenocranus minutus F. Calligypona pellucida F.

> > sordidula STAL.

aubei PERR.

exigua Bon.

Dictyophora europaea L.

Agallia venosa FALL.

Empoasca dumosa RIB.

Typhlocyba rosae EDW.

Erythroneura flammigera GEOFFR.

rhamni FERR. sens RIBAUT.

Dicraneura aureola FALL. Aphrodes bicinctus SCHRK. +

fuscofasciatus Goeze. +

Eugcanthus interruptus L.

Eupelix cuspidata F.

Penthimia nigra var. haemorhoea SCHRK.

Doratura stylata Boh. +

homophyla Flor. +

exilis Horv.

Deltocephalus pulicaris FALL.

Jassargus obtusivalvis KB.

pseudocellaris FLOR.

Turrutus socialis Flor.

Arocephalus languidus FLOR.

Psammotettix cephalotes H. S. +

scutuliferus W. WGN.

Mocuellus collinus Boh. +

Graphocaerus ventralis FALL.

Euscelis plebejus FALL.

Laburrus impictifrons Boh.

Artianus interstitialis GERM.

Athysanus argentatus FALL.

Mocydia crocea H. S.
Mocydiopsis attenuata Rib.
Macrosteles laevis Rib. +
Balclutha punctata Thunb.
Philaenus spumarius L. +
Neophilaenus campestris FALL. +
Lepyronia coleoptrata L.
Cercopis vulnerata Illig.

## Diese 42 Arten verteilen sich auf folgende Familien:

Cixidae 1
Delphacidae 5
Dictyophoridae 1
Typhlocybidae 5
Jassidae 27
Cercopidae 4

#### b) Kiefernwaldgebiet.

Die mit + versehenen Arten und Issus coleoptratus Geoffr. wurden auch im Raunheimer Kiefernwald bei Darmstadt festgestellt (17. Juni 1950). Die mit \* und \*\* versehenen Arten sind neu für Deutschland. Deltocephalus schmidtgeni W. Wgn. wurde am 24. August 1951 in einem Pflanzgarten bei Uhlerborn erbeutet, 2 & Limotettix intractabilis Kontk. wurde am 7. Juni 1951 am Nordrande des Schachtes bei Uhlerborn erbeutet, 1 &.

Kelesia ribauti W. WGN. sens RIBAUT.

Stenocranus minutus F.

Eurysa lineata PERR. +

Metropis maura FIEB. sens RIBAUT.

Calligypona pellucida F.

elegantula Вон.

albicollis Мотясн.

ехідиа Вон.

Agallia venosa FALL.

Alebra wahlbergi BoH.

Empoasca dumosa RIB.

Eupterix atropunctata Goeze.

Erythroneura parvula Bon.

" flammigera Geoffr.

Dicraneura aureola FALL.

., variata HARDY.

" forcipata Flor.

mollicula Вон.

Aphrodes bicinctus SCHRK.
.. trifasciatus Fourc.

fuscofasciatus Goeze.

Euacanthus interruptus L.

Cicadella viridis L. +

Eupelix cuspidata F.

Grypotes puncticollis H. S.

Fieberiella flori STAL. Doratura stylata Boh.

homophyla Flor.

Deltocephalus schmidtgeni W. WGN. \* Limotettix intractabilis Kontk. \* \*

Jassargus obtusivalvis KB.

pseudocellaris Flor.

Errastunus ocellaris FALL.

Psammotettix cephalotes H. S.

Graphocaerus ventralis FALL. +

Streptanus marginatus KB. + Allygus mixtus F.

modestus Scop.

Thamnotettix confinis Zett. +

dilutior KB. +

Mocydia crocea H. S.

Mocydiopsis attenuata GERM.

Rhapolopyx vitripennis Flor.

Elymana sulphurella Zett.

Macrosteles laevis RIB.

Balclutha punctata THUNB. +

Philaenus spumarius L.

minor KB. +

Cercopis vulnerata ILLIG.

dorsata GERM. +

Diese 50 Arten verteilen sich auf folgende Familien:

Delphacidae 8

Typhlocybidae . 9

Jassidae 29 4

Cercopidae

#### c) Rheinufer.

Die mit + versehenen Arten kommen auch im Schacht vor.

Calligypona pellucida F.

sordidula STAL.

Dictyophora europaea L. +

Idiocerus stigmaticalis Lew.

ustulatus M. R. +

Aprodes bicinctus SCHRK. +

Cicadella viridis L. +

Doratura homophyla Flor.

Errastunus ocellaris FALL. +

Athysanus argentatus F.

Macrosteles laevis Rib. + Balclutha punctata THUNB. +

Sagatus punctifrons RIB.

Philaenus spumarius L. +

Aphrophora alni Fall. +

salicina Goeze. +

Diese 16 Arten verteilen sich auf folgende Familien:

Delphacidae 2
Dictyophoridae 1
Jassidae 10
Cercopidae 3

- 2. Verteilung der Zikaden im Steppenrelikt.
  - a) Zeitliche Gliederung.

Betrachtet man die Zikadenzönose des Großen Sandes im Laufe eines Jahres, so ist eine markante Aspektfolge festzustellen.

Kaum sind die ersten Küchenschellen und Adonisröschen erblüht, so erscheinen auch schon die ersten Zikaden. Dieser Vorfrühlingsaspekt beginnt Ende März mit *Mocydia crocea* und *Erythroneura flammigera*, die man unter einzelstehenden Kiefern erbeuten kann. Beide Arten überwintern als Imagines auf den Koniferen.

Larven und Imagines von Calligypona aubei sind zu dieser Zeit gleichmäßig über den Großen Sand verbreitet. Man kann sie auch an trüben und regnerischen Tagen in der kaum sprossenden Krautschicht erbeuten. In den windgeschützten Dünentälern kommt regelmäßig Euscelis plebejus als Nymphe und Imago vor. Alle genannten Arten bevorzugen gramineendurchsetzte Pflanzenbestände.

Der auf diesen Aspekt folgende Frühlingsaspekt von Mitte April bis Ende Mai ist durch das Massenauftreten vieler Arten gekennzeichnet. So bildet z. B. eine Art der Erythroneura-flammigera-Gruppe, Erythroneura rhamni Ferr., sens Ribaut, Schwärme an Crataegus monogyna und Symphoricarpus racemosus. In ihrer Verhaltensweise erinnern diese Tiere an die Rosenzikade, wie sie in Rosenkulturen auftritt. Sie saugen an der unter Saft stehenden Rinde ihrer im Laubausbruch begriffenen Wirtspflanzen.

Etwa zur gleichen Zeit treten Larven von Psammotettix cephalotes an Südhängen der Dünen in Massen auf. Gerade schütter bewachsene Stellen, wo der Sandboden die Sonneneinstrahlung noch zurückwirft, sind rechte Brutstätten dieser Art. Die Imagines breiten sich Mitte Mai über den ganzen Steppenrelikt aus. Zu dieser Zeit erscheinen auch die Larven von Aphrodes bicinctus. Gegen Ende Mai gesellen sich noch Macrosteles laevis und Mocuellus collinus hinzu. Diese beiden Arten leben gern an Stellen mit etwas ruderalem Charakter. Jassargus obtusivalvis ist weniger zahlreich aber stetig über den Großen Sand verbreitet.

Die Arten des Frühlingsaspektes sind alle Vertreter kleiner Formen; sie sind durch eine kurze Larval- und Imaginalperiode gekennzeichnet. Dieser Aspekt ist der individuenreichste des Jahres.

Der Vorsommeraspekt im Monat Juni bringt in der Zikadenfauna größere und robustere Formen, wie Philaenen und Aphrodinen. Diese besiedeln die jetzt schossende Staudenschicht. Ein verhältnismäßig langes Larval- und Imaginalleben eignet diesen Arten. So kommen Larven von Aphrodes bicinctus von Mitte Mai bis Ende Juni vor; die Imagines dieser Art trifft man von Mitte Juni bis Ende August. Ähnlich verhalten sich Philaenus spumarius und Neophilaenus campestris.

Im Hochsommeraspekt, in den Monaten Juli und August, treten Arten der Gattungen Doratura, Agallia, Athysanus und Artianus neu auf. Außerdem ist das 2. Auftreten einiger Arten für diesen Aspekt typisch. So kommen Calligypona aubei, Mocuellus collinus, Psammotettix cephalotes und Euscelis plebejus in zweiter Jahresgeneration auf dem Großen Sand vor. Die Individuenzahl der Sommergeneration ist im Vergleich zu der der Frühjahrsgeneration sehr gering. Calligypona aubei zeigt im Gegensatz zum ersten Auftreten eine inselhafte Verbreitung. Sie bevorzugt jetzt entschieden Thymuspolster (keine Rasen), wo sie mit Empoasca dumosa und Dicraneura aureola vergesellschaftet lebt. Laburrus impictifrons ist die letzte neu auftretende Art des Jahres. Die hauptsächlichsten Arten des Vorsommeraspektes bestimmen auch im Hochsommer noch mit das Bild der Zikadenfauna, wie Philaenus spumarius und Neophilaenus campestris. Der Hochsommeraspekt ist der artenreichste des Jahres. Hierzu Tabelle 1.

## b) Räumliche Gliederung.

Wie schon beschrieben, liegt auf dem Steppenrelikt des Großen Sandes eine Folge von Sukzessionen vor, die teils eine mosaikartige, teils eine zonenartige Anordnung haben.

Eine Beschreibung der Zikadenzönose in Anlehnung an die Sukzessionsstadien nach KÜMMEL, 1935, ist ganz zweckmäßig, da diese eine ähnliche Gliederung aufweist.

Schreitet man von der Initialphase mit fast 100% nacktem Sand über alle Sukzessionsstadien bis zur völlig geschlossenen Pflanzendecke fort, so folgt man einer kontinuierlichen Änderung gewisser Umweltsfaktoren. So nimmt der Faktor der relativen Luftfeuchtigkeit und die Reichhaltigkeit der Nahrung in dieser Richtung zu, während der Temperatur- und Windfaktor abnehmen.

Sicher ist, daß diese Umweltsfaktoren in der Initialphase extreme Werte aufweisen. Nach dem im folgenden eingehaltenen Einteilungsprinzip (nach der Dichte und Art des Pflanzenbestandes) entspricht die Initialphase nach Kümmel, 1935, den vier ersten hier beschriebenen Biochorien, deren Bewachungsgrad und Artenbestand aus Tabelle 2 zu ersehen sind.

Schon in Biochorion 1, an der Grenze des Pflanzenbestandes zum völlig unbewachsenen Sand hin, findet sich eine Zikadenart: *Philaenus spumarius*. Diese euryöke Art geht mit *Oenothera biennis* in den offenen Sand hinaus. Nur die im 2. Jahr stehende *Oenothera* wird besiedelt. Mit

Tabelle 1.

Aspektfolge der Zikaden im Steppenrelikt.

Nur Imaginalperiode berücksichtigt. # bedeutet Massenauftreten.

	Vor- frühl aspekt	 	ühlings- Ispekt	Vor- sommer- aspekt	Hochso aspek	ommer- t
Mocydia crocea	+					
Euscelis plebejus	++	++				++
Erythroneura flammigera	++		+			
Calligypona aubei	+	++	+++		++++	+
Erythroneura rhamni		#				
Mocydiopsis attenuata .			++			
Psammotettix cephalotes			+#+	+		+++
Stenocranus minutus			+++			
Macrosteles laevis			#+			
Mocuellus collinus			#	+	+	
Jassargus obtusivalvis			+	+++		++++
,, pseudocellaris			+	++		
Philaenus spumarius				++##	++++	++++
Neophilaenus campestris				+++#	#+++	+
Psammotettix scutuliferus				++		
Doratura exilis				++		
" homophyla				++		++
Aphrodes bicinctus				++	++	
Artianus interstitialis			i	+	+	
Athysanus argentatus					++++	+++
Empoasca dumosa					++++	++
Dicraneura aureola			ļ	ļ	++	
Fulgora europaea					+++	++
Laburrus impictifrons						++++
Agallia venosa						++++
	Apr	il	Mai	Juni	Juli	Aug.
					i I	

dem Aufschießen der Oenothera-Rosette fällt ein Massenauftreten von Philaenenlarven zusammen. Jede außerhalb der eigentlichen Bewachsungszone stehende Oenothera ist durch Philaenus spumarius besiedelt. Es ist klar, daß eine solche Pflanze, die reichlich Saft führt und sich durch ihren hohen Wuchs von dem warmen Boden abhebt, das Mikroklima in positivem Sinne verändert. Nur durch diesen Umstand ist es möglich, daß Zikaden in der fast vegetationslosen Zone des Steppenreliktes vorkommen. Die Salsola- und Corispermum-Bestände dieses Biochorions werden offenbar nicht durch Zikaden befallen.

In dem nun zu besprechenden Biochorion 2 sind unbewachsene Sandstellen immer noch vorherrschend. Der kümmerliche Pflanzenwuchs steht in hartem Kampf mit dem ihm feindlichen Triebsand. Kleine, freigelegte oder zugewehte Horste von Koeleria glauca wechseln mit Kümmerformen von Bromus tectorum. Hier treten zwei weitere Zikadenarten in inselhafter Verbreitung auf: Calligypona aubei und Psammotettix cephalotes. Diese Arten sind hier auffallend oft parasitiert. Die Delphacide wird mehr durch Dryiniden, die Jasside mehr durch Pipunculiden infiziert. Soweit Oenothera verbreitet ist, kommt auch Philaenus spumarius in diesem Biochorion vor.

Das nun folgende Biochorion 3 hat ausgedehnte Bestände von Medicago minima, dessen am Boden liegende Sprosse ein Netzwerk zwischen den Koeleria-Horsten bilden. Die inselartige Verbreitung von Psammotettix cephalotes nimmt hier merklich zu. Bisweilen schieben sich Bestände von Agropyron glaucum und Evodium cicutarium ein; Stauden von Euphorbia gerardiana sind eingestreut. Die zuletzt genannten Bestände werden von Zikaden oft gemieden. Eine fast stetige Verbreitung haben hier die beiden Schaumzikaden, Philaenus spumarius und Neophilaenus campestris; sie halten sich nur in der Staudenschicht auf. Eine Besiedlung von Euphorbia gerardiana ist selten und dann nur durch die gemeine Schaumzikade zu beobachten. Calligypona aubei und Psammotettix cephalotes gehen auch in die hier recht dichten Bestände von Corispermum yssopifolium, wo auch bisweilen Jassargus obtusivalvis erbeutet werden konnte.

Bei der geringen Artenzahl ist die Individuendichte hier recht hoch.

Im anschließenden Biochorion 4 schließt sich die Pflanzendecke schon merklich. Polster von Thymus serpyllum, auch Helichrysum arenarium oder Moos (Racomitrium canescens) füllen mehr oder weniger die Lücken zwischen Artemisia campestris, Ononis repens, Hippocrepis comosa, Koeleria glauca, Festuca ovina und Stipa capillata. Die Artenzahl der Zikaden vermehrt sich hier durch Empoasca dumosa und viridula, Laburrus impictifrons und Doratura homophyla. Viele Arten, besonders Calligypona aubei, Psammotettix cepahlotes, Jassargus obtusivalvis, Philaenus spumarius und Neophilaenus campestris, haben eine hohe Individuendichte.

Das Biochorion 4 ist das individuenreichste des Großen Sandes.

Vom Frühjahr bis zum Herbst ist das Biochorion 5 fast völlig geschlossen. Es enthält fast alle Vertreter der Koeleria-glauca-Assoziation. Außer Empoasca dumosa und viridula kommen alle Zikaden der bisher beschriebenen Biochorien hier vor. Hinzu kommen noch Macrosteles laevis, Doratura exilis, Mocuellus collinus, Jassargus pseudocellaris und Euscelis plebejus. Obwohl die grünen, braungepunkteten Larven von Aphrodes bicinctus auch in vorhergehenden Biochorien auftreten, so findet man die Imagines doch erst in diesem Biochorion. Hiermit im Einklang steht die Beobachtung, daß mit fortschreitendem Larvalstadium die Individuenzahl dieser Art stark abnimmt.

Der Artenreichtum ist dort am größten, wo auf Grund der Pflanzendecke der steppenartige Charakter etwas zurücktritt, wo vulgäre Pflanzenarten mit speziellen Sandpflanzen gemischte Bestände bilden. Beliebt sind z. B. wiesenartige Zonen mit Poa, Taraxacum und Medicago. Wo die Pflanzenbestände wenig abwechslungsreich sind, tritt die Artenzahl der Zikaden stark zurück. Ein Beispiel hierfür bieten die Flächen mit Centaurea rhenana, die nur während der Hauptwachstumsperiode dieser Pflanzenart und dann nur durch eine Art, Philaenus spumarius, befallen wird. Naturgemäß schwinden die Zikaden in derartigen Beständen vorzeitig.

Nicht selten begegnet man in diesem Biochorion, wie auch in den vorigen, artenfreien Stellen, ohne daß hierfür die Armut an Pflanzenarten verantwortlich gemacht werden könnte. Andere Bestände zeigen auf engem Raum eine erstaunlich hohe Individuen- und Artenzahl.

Im Vergleich mit dem vorher beschriebenen Biochorion 4 nimmt die Individuenzahl der Arten doch etwas ab. Der Artenreichtum jedoch ist in diesem Biochorion 5, der voll ausgebildeten Koeleria-glauca-Assoziation, am größten.

Das Biochorion 6, die Festuca-glauca-Alyssum-arenarium-Subassoziation, hat eine völlig geschlossene Pflanzendecke. Horst- und Schaftpflanzen, wie Gypsophila fastigiata, Stipa capillata, Peucedanum oreoselinum und Trinia glauca geben dieser Vegetationszone das charakteristische Gepräge. Überraschenderweise fehlen diesem prächtigen Pflanzenteppich die meisten der bisher gefundenen Zikadenarten. Die wenigen hier vorkommenden Arten, wie Calligypona aubei und sordidula, Doratura homophyla, Euscelis plebejus und Philaenus spumarius bewohnen die stark ausgebildete Staudenschicht. Die genannten Arten kommen stets als Einzeltiere vor; auch scheinen sich die Arten hier länger zu halten als in den übrigen Biotopen, was mit der hier bis in den Hochsommer anhaltenden Wachstumsperiode zusammenhängen dürfte.

Die bisher geschilderten Biochorien 1—6 stellen das eigentliche Steppenrelikt des Großen Sandes dar. Diese Biochorien folgen aufeinander

Tabelle 2.

Qualitative und quantitative Verteilung der Zikaden in den Sukzessionsstadien des Steppenreliktes.

Quantitative Angaben: +++ sehr häufig.

häufig. verbreitet.

						- selten.
Strata Biochorien	Einteilung nach KÜMMEL, 1935	Einteilung nach PENTH, 1951	Krautschicht, bis 30 cm hoch		Staudenschicht, 30—100 cm hoch. Oenothera, Centaurea, Artemisia, Ononis	Strauchschicht Populus, Rosa Crataegus, Quercus
1. Fast 100% nackter Sand Salsola kali Corispermum yssopifolium		Initialphase			Philaenus spumarius +++	
2. 90% nackter Sand Koeleria glauca Bromus tectorum	Initialphase	l H	Calligypona aubei + + Psammotettix cephal + +		Philaenus spumarius +++	Penthimia nigra — Idiocerus spec.
3. 75% nackter Sand Koeleria glauca Medicago minima Agropyron glaucum	Stadium I. Init	Districk	Calligypona aubei + + Psammotettix cephal. + + + + + + + + + + + + + + + + + + +	++	Philaenus spumarius ++ Neophilaenus campestr.+++	Empoasca spec. — Erythroneura rhamni —
4. 50% nackter Sand Polster und Horste Thymus, Hippocrepis, Festuca, Medicago falcata	Stad	Distrikt III. Ononis-Facies	Psammotettix cephal. +	++	Philaenus spumarius ++ Noephilaenus campestr. +++  Empoasca viridula + Laburrus impictifrons +	maiiiii Sa

96

Medicago falcata

Jb. Nass. Ver. Naturk. Band 92	5. 25% nackter Sand bis geschlossene Pflanzendecke. Vollständig ausge- bildete Koeleria- glauca-Assoziation, z. T. mit vulgären Pflanzenarten ge- mischt	Stadium II. Koeleria -glauca-Assoziation	Distriht III. Ononis-Facies	Calligypona aubei + Psammotettix cephal. + Philaenus spumarius ++ Neophilaenus campestr. +++ Aphrodes bicinctus ++ Macrosteles laevis ++ Doratura homophyla + ,, exilis + Jassargus obtusivalvis ++ ,, pseudocellaris + Euscelis plebejus +  Philaenus spumarius + Philaenus spumarius +  Neophilaenus campestris +  Aphrodes bicinctus +  Laburrus impictifrons +  Laburrus impictifrons +	Penthimia nigra — Idiocerus spec. — Empoasca spec. —
97	6. Geschlossene Pflanzendecke. Festuca glauca, Alyssum arenarium Anthericum liliago ,, ramos. Peucedanum oreoselinum	Stadium III. Festuca -glauca-Alyssum -arenarium -Subassoziation	Distrikt IV. Festuca-Facies	Calligypona aubei —— ,, sordidula —— Doratura homophyla —— Philaenus spumarius —— Euscelis plebejus +	Erythroneura rhamni —
7	7. Bodenflora des ehemaligen Kiefern- waldes. Thymus angustifolius Gramineen	Stadium IV. Prunus -spinosa-Gebüsch	Distrikt V. Robinien- gebüsch. Inclusiv D II. Thymus-Facies	Doratura homophyla —— Psammotettix spec. ——	Typhlocyba rosae — Cixius pilosus —

von Süden nach Norden. Westlich an diese schließt sich das Biochorion 7 an; es liegt außerhalb des Naturschutzgebietes und war bis 1938 bewaldet. Die Krautschicht ist eintönig, aus Gramineen und Thymus angustifolius bestehend. Zikadenvorkommen beschränken sich auf Doratura homophyla und eine Psammotettix-Art.

Die Strauchschicht, die sich aus Prunus spinosa, Quercus, Rosa, Robinia und Crataegus zusammensetzt, ist wieder etwas reicher an Zi-kadenarten aber sehr arm an Individuen. In diesem Stratum findet man Thyphlocyba rosae an Rose, Tachycixius pilosus an Eiche, Erythroneura rhamni an Weißdorn, eine Idiocerus- und eine Empoasca-Art, sowie Penthimia nigra an Pappeln. Robinien scheinen von den Zikaden gemieden zu werden.

Überblickend darf zusammengefaßt werden, daß alle Vegetationszonen des Steppenreliktes von Zikaden besiedelt sind. Ihre optimale Entfaltung liegt in dem Sukzessionsstadium, in dem sich der Bodenschluß durch die Koeleria-glauca-Assoziation vollzieht, Biochorion 5. Hierzu Tabelle 2.

## c) Zönotische Betrachtung.

Zu den bisher erwähnten Zikaden der Steppenzönose des Großen Sandes gehören neben typischen Sand- und Steppenarten auch euryöke Arten. Nach dem räumlichen und zeitlichen Auftreten der Arten, nach Beobachtungen in Nachbarbiotopen und nach Literaturangaben sollen deshalb die Zikadenarten nach ihrer Biotopbindung eingeteilt werden.

Arten, die nur in solchen Flugsand- und Steppenbiotopen vorkommen, sog. spezifische Arten sind:

Calligypona aubei, Empoasca dumosa, Doratura exilis, Psammotettix scutuliferus.

Präferenten, Arten, die solche mitteleuropäischen Steppengebiete stark bevorzugen, sind folgende:

Dicraneura aureola,
Psammotettix cephalotes,
Mocuellus collinus,
Macrosteles laevis,
Artianus interstitialis,
Athysanus argentatus,
Neophilaenus campestris,
Calligypona exigua,
Dictyophora europaea,
Agallia venosa,
Turrutus socialis,

Lepyronia coleoptrata, Cercopis vulnerata.

Von diesen beiden zönotischen Gruppen sind Calligypona aubei und Psammotettix cephalotes Charakterarten des Großen Sandes.

Zu den tychozönen Arten, die auch in andern Biotopen verbreitet sind, gehören:

Jassargus obtusivalvis,

,, pseudocellaris,

Aphrodes bicinctus,

,, fuscofasciatus,

Doratura homophyla,

.. stylata,

e ,, siyuu,

Euscelis plebejus.

Als Nachbarbiotop spielt der Kiefernwald eine Rolle in der Artenkombination. Von dort gelangen folgende xenozöne Arten in die Steppenzönose:

> Erythroneura flammigera, Mocydia crocea, Mocydiopsis attenuata.

Zu der mehr oder weniger azönen Fauna zählen folgende Arten:

Stenocranus minutus, Calligypona pellucida, Euacanthus interruptus, Balclutha punctata, Philaenus spumarius.

Mit Ausnahme von *Philaenus spumarius* treten alle anderen azönen Elemente völlig in den Hintergrund. Dies dürfte als eine Folge der hier herrschenden extremen Lebensbedingungen angesehen werden.

Vorboten der Laubwaldzonöse, die die Steppenzönose vielleicht einmal ablösen wird, wandern mit den Laubhölzern in den Großen Sand ein. Es sind:

Tachycixius pilosus, Erythroneura rhamni, Typhlocyba rosae, Penthimia nigra.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß das Steppenrelikt des Großen Sandes eine reiche Zikadenfauna beherbergt, deren Zönobionten und Charakterarten ihr ein individuelles Gepräge geben.

3. Verteilung der Zikaden im Kiefernwald.

a) Zeitliche Gliederung.

Zu Beginn des Vorsommeraspektes, Mitte Mai bis Mitte Juni, begegnet man im Kiefernwald vielen Einzeltieren. Bei Mocydiopsis attenuata, Streptanus marginatus und Dicraneura variata handelt es sich wahrscheinlich um überwinternde Imagines. Hierfür spricht, daß nur Weibchen erbeutet wurden. Bisweilen findet man Individuen dieser Arten auf Polstern von Hylocomium splendens und Dicranium scoparium.

Jassargus pseudocellaris, Thamnotettix dilutior und confinis kommen zu dieser Zeit als Nymphe und Imago vor. Durch die auffällige Tracht bedingt, gehört Cercopis dorsata zu den hervortretenden Insekten des Kiefernwaldes. Eurysa lineata gehört auch noch diesem Aspekt an.

Bei Artenreichtum ist die Individuendichte während des Vorsommeraspektes gering.

Im Hochsommeraspekt von Mitte Juni bis Ende Juli zeichnet sich Calligypona elegantula durch gleichmäßige Verbreitung aus. Ebenso findet man Philaenus minor an vielen Orten, jedoch meidet sie dunkle Waldstellen. Erythroneura parvula an Geranium sanguineum und Alebra wahlbergi an Carpinus sind nur inselhaft verbreitet.

Im ganzen gesehen, ist der Hochsommeraspekt eine individuen- und artenarme Zeit.

Dies ändert sich jedoch im Spätsommeraspekt, der bis Mitte September dauert. Viele Arten, wie Jassargus pseudocellaris, Mocydiopsis attenuata und Dicraneura variata, treten zum 2. Mal auf. Von diesen kommen Dicraneura variata und Mocydiopsis attenuata zur Massenvermehrung. Philaenus minor, die schon gegen Ende des vorhergehenden Aspektes auftritt, kommt bis zum Schluß des Aspektes vor. Rhystistylus proceps ist die letzte neu auftretende Art

In diesen Aspekt gehören auch die vielen Steppenarten, die an Kreuzungen von Waldwegen und sonstigen lichtreichen Stellen vorkommen. Sie sind im folgenden Abschnitt b) beschrieben.

Vergleicht man die Aspektfolge im Kiefernwald mit der des offenen Dünengebietes, so stellt man eine gröbere zeitliche Gliederung der Kiefernwaldzönose fest. Der Beginn des ersten Aspektes im Jahr liegt im Kiefernwald später als im Steppenrelikt. Er erreicht im Kiefernwald fast schlagartig seinen Höhepunkt, da mehrere Arten zu dieser Zeit ihre Winterquartiere verlassen. Auf dem offenen Dünengebiet dagegen läuft der erste Jahresaspekt langsam an. Umgekehrt verhalten sich alle andern Aspekte, sie entwickeln sich im Kiefernwald langsam und klingen allmählich ab; auf dem offenen Sand erreichen sie schnell ihren Höhepunkt, werden aber ebenso schnell durch die folgenden abgelöst. Hierzu Tabelle 3.

# b) Räumliche Gliederung.

Wie das Steppenrelikt, so gliedert sich auch das Kiefernwaldgebiet in eine Folge von Sukzessionen. Anfangsglieder sind hier steppenartige Teilgebiete, die teils ursprünglich zu sein scheinen, teils durch günstige Bedingungen wieder entstehen konnten. Das Folgestadium ist der Kiefern-

Tabelle 3.

Aspektfolge der Zikaden im Kiefernwald.

Nur Imaginalperiode berücksichtigt. # bedeutet Massenauftreten.

	Vorsomn aspek	1		chsommer- aspekt	Spätsommer aspekt	
Eurysa lineata	++	++	+			
Cercopis dorsata	+	++	+			
Thamnotettix dilutior	+	++	+	+		
,, confinis	+	+	+			
Streptanus marginatus	+	+	+			
Jassargus pseudocellaris	+	+	+	++	+	
Dicraneura variata	+				++	#+
Mocydiopsis attenuata	+				+	#+
Erythroneura parvula	+					
Calligypona pellucida		+	+	+ +	++++	
,, elegantula		+		+++	++++	+
Philaenus minor		+		++	++++	+
Alebra wahlbergi			++	+		
Rhystistylus proceps					++++	
	Mai	Ju	ni	Juli	Aug.	Sept.

hochwald. Er teilt sich noch einmal unter in Kiefernwald mit basiphilem Unterwuchs und solchen mit acidophilem Unterwuchs. Das Klimaxstadium, der Eichenmischwald, ist erst im Entstehen.

Steppenartige Gelände beherbergen die mannigfaltigste Zikadenfauna. Hier kommen neben anderen Elementen auch Steppenarten zur Entwicklung, wie Empoasca dumosa, Dicraneura aureola, Psammotettix cephalotes, Agallia venosa, Kelesia ribauti und Macrosteles laevis. Naturgemäß stellen auch die Kiefernwaldarten, wie Mocydiopsis attenuata und Dicraneura variata, einen Teil des Faunenbestandes. Bemerkenswerter Weise kommen auch Arten feuchter Gelände an solchen Orten vor, wie Cicadella viridis. Auch Kontkanen, 1950, stellte diese Art "ausnahmsweise an trockenen Orten" fest.

In diesen steppenartigen Teilgebieten sind die euzönen Steppenarten durch ihre hohe Individuendichte bildbestimmend. Sie entfalten sich hier allerdings erst im Spätsommer. Waldwege unterscheiden sich durch das Fehlen der Steppenarten von den vorher beschriebenen Orten. Dafür treten Kiefernwaldarten mehr in den Vordergrund, besonders *Philaenus minor*.

Der Kiefernhochwald ist im allgemeinen dünn besiedelt, was durch die Zurückdrängung des Sonnenlichtes verständlich wird. Stellen mit reicherem Bodenbewuchs sind zumindest während eines Aspektes von Zikaden besiedelt. Meist entfalten dort die Kiefernwaldarten einen größeren Individuenreichtum. Dies trifft vor allem für Dicraneura variata und Mocydiopsis attenuata zu. Hinzu gesellen sich dann noch Streptanus marginatus, Calligypona elegantula, Grypotes puncticollis und Rhystistylus proceps.

Beachtenswert ist, daß die Kiefernwaldarten die acidophilen Waldstellen offenbar meiden. Falls sie nicht gänzlich fehlen, so ist doch ihre Individuenzahl dort sehr gering. Ferner gehören sie hier meist dem Vorsommeraspekt an, während sie in den basiphilen Teilen im Spätsommeraspekt auftreten.

Als stete Art acidophiler Waldteile kann Calligypona pellucida genannt werden, die kurz vor der Blüte an Calluna vulgaris vorkommt.

Dort, wo der Laubwald aufkommt, ist das Gelände arten- und individuenarm. Die wenigen dort vorkommenden Arten, wie Aphrodes fuscofasciatus, Jassargus pseudocellaris, Dicraneura variata und Mocydiopsis attenuata sind wahrscheinlich noch als Vicini oder Hospites anzusehen. Es fehlen merkwürdiger Weise die Laubwaldarten. Hierzu Tabelle 4.

Im Rückblick auf die Zikadenfauna des Kiefernwaldes kann zusammengefaßt werden, daß die Faunenelemente im Wesentlichen der Kiefernwaldzönose, einige der Steppenzönose entstammen. Die spezifischen Kiefernwaldarten, wie Grypotes puncticollis, Streptanus marginatus, Dicraneura variata und Mocydiopsis attenuata stellen die typische Komponente der Zikadenfauna des Kiefernwaldgebietes bei Uhlerborn dar. Durch ihre Verbreitung zeichnen sich Dicraneura variata und Mocydiopsis attenuata als Leitformen des Unterwuchses aus. Philaenus minor ist hier die Leitform lichterer Waldstellen.

# 4. Monardsches Prinzip.

Während meiner Untersuchungen wurde ich immer wieder darauf aufmerksam, daß gleiche Gattungen in den einzelnen Biotopen in verschiedenen Arten vertreten sind. In der Art ihres Auftretens und in ihrer Stellung, die sie in den entsprechenden Zönosen einnehmen, lassen sich diese verschiedenen Arten recht gut in Parallele setzen.

So kommt z. B. Aphrodes bicinctus im Großen Sand häufig vor, während sie im Kiefernwald fehlt. An ihre Stelle tritt dort Aphrodes fuscofasciatus. Philaenus spumarius ist eine Art des Großen Sandes und des Rheinufers; ihr Fehlen wird im Kiefernwald durch Philaenus minor ersetzt. Cercopis

Tabelle 4.

Qualitative und quantitative Verteilung der Zikaden in der Krautschicht des Kiefernwaldes.

Quantitative Angaben: +++ sehr häufig ++ häufig + verbreitet

selten

Biozönotische		artige nde	ege	Kiefern- hochwald		nisch- 1
Einteilung	Arten	Steppenartige Gelände	Waldwege	a) kalk- haltig	b) ent- kalkt	Eichenmisch- wald im Entstehen
Euzöne Steppenarten	Empoasca dumosa Dicraneura aureola Psammotettix cephalotes . Agallia venosa Kelesia ribauti Macrosteles laevis					
Tychozöne Steppenarten	Aphrodes fuscofasciatus , trifasciatus		+ -	+ + + + + -		
Euzöne Kiefern- waldarten	Mocydiopsis attenuata Dicraneura variata Streptanus marginatus Calligypona elegantula Grypotes puncticollis Rhystistylus proceps	+ +	+ + +	+++ ++ ++ ++	+ + + -	
Tychozöne Kie- fernwaldarten	Philaenus minor		++	+	+ + +	
Azöne Arten	Balclutha punctata Eupterix atropunctata Philaenus spumarius	_	+	+		
Art feuchter Gelände	Cicadella viridis	_	_			

vulnerata bevorzugt sonnige Lagen; Cercopis dorsata kommt zur gleichen Zeit an schattenreichen Stellen des Kiefernwaldes vor. In ihrer homogenen Verbreitung lassen sich Calligypona aubei des Großen Sandes und Calligypona elegantula des Kiefernwaldes vergleichen.

Auch TISCHLER, 1948, stellt fest, daß das in vielen Fällen als unzutreffend bezeichnete 1. Prinzip von Monard "in den Knicks in vielen Fällen Geltung zu haben scheint."

## 5. Östliche und südliche Faunenelemente.

Der Anteil "südöstlicher und östlicher Elemente" ist unter den Zikaden der Mainzer Sande sehr hoch (W. WAGNER, 1938). So stammen aus dem Osten und Südosten Europas:

Empoasca viridula,
Dicraneura mollicula,
Turrutus socialis,
Artianus interstitialis,
Athysanus argentatus,
Mocydia crocea,
Neophilaenus campestris,
Lepyronia coleoptrata.

Wahrscheinlich sind folgende Arten gleicher Herkunft:

Calligypona sordidula, Empoasca dumosa, Fieberiella flori, Doratura exilis, Jassargus obtusivalvis, Mocuellus collinus.

Zu der südlichen Fauna zählen folgende Arten:

Eurysa lineata,
Calligypona albicollis,
Dictyophora eurpaea,
Erythroneura rhamni,
Penthimia nigra,
Cercopis vulnerata,
... dorsata.

Als Einfallstor dürfte den östlichen Arten das Maintal dienen. Wie aus einer Faunenliste Unterfrankens hervorgeht (W. WAGNER, 1951b), kommen alle östlichen und südöstlichen Arten auch dort vor.

Den südlichen Arten dienen die Burgundische Pforte mit dem Oberrheintal und der Weg westlich der Vogesen mit dem Nahetal als Wanderund Einfallswege. W. WAGNER, 1939, vermutet, daß Cercopis dorsata im Begriff ist, durch das Nahetal kommend, in das Mainzer Becken einzufallen. Meine Untersuchungen unterstützen diese Vermutung insofern, als

die von mir bis 1952 festgestellten Fundorte Uhlerborn und Raunheim östlich der Fundorte Donnersberg, Wöllstein, Rothenfels, Lemberg und Kirn liegen, die Wagner, 1939, angibt.

## 6. Arten im Lückensystem der Moose und unter Steinen.

Während einiger Untersuchungen im Ober-Olmer Wald (Laubwald) stellte ich dort im Lückensystem der Moose nicht nur die von TISCHLER, 1949, für solche Lebensräume angegebene Criomorphus albomarginatus Curt., sondern auch mit ihr vergesellschaftet Eupelix cupidata F. fest, (29. Mai und 31. Mai 1950). Diese Arten retteten sich nicht durch Wegspringen sondern krochen beim Durchsuchen der Moospolster flink in den lockeren Mulm. Der breite Rand des Kopfschildes bei Eupelix dient offenbar dabei als Grabschaufel. In Gefangenschaft in Gläsern mit Moos des Fundortes zeigten beide Arten dieses Verhalten nicht mehr.

Es sei noch erwähnt, daß ich ein Exemplar von Eupelix cuspidata im vorletzten Larvenstadium im Moos des Großen Sandes erbeutete (13. April 1950). Ich hielt dieses Tier 7 Wochen im Zuchtglas, wo zwei Häutungen ohne Schaden verliefen. Auch Kuntze, 1937, gibt an, daß sich diese Art vorzüglich zur Haltung eignet.

Ein ähnliches Verhalten, daß Zikaden am oder im Boden Schutz suchen, begegnete mir an Aphrodes bifasciatus L. im Ammergebirge (1300 m, 20.—29. Juli 1949). Diese Art fand ich an sonnigen Hängen häufig auf Steinen sitzend. Beim Versuch, sie aufzulesen, stellten sie sich tot und glitten augenblicklich zwischen dem Geröllschutt zu Boden. Morgens fand ich diese Art stets beim Umwenden der Steine unter diesen vor; ihren versteckten und geschützten Ort verließen sie freiwillig erst gegen Mittag.

Kuntze. 1937, berichtet gleiches von Aphrodes fuscofasciatus Goeze, die in Mecklenburg "an besonnten Hängen, im Kiefernwald, aber auch unter Steinen mit Lasius niger vergesellschaftet" vorkommt. Auch diese Tiere retten sich nicht durch "Wegspringen, sondern suchen unter den Wurzeln Schutz".

#### KAPITEL VI.

## Faktoren, die in den verschiedenen Biotopen artverteilend sind.

Von allen artverteilenden Faktoren sind hier nur die der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Nahrung besprochen. Wie bereits angedeutet, charakterisieren diese in hohem Maße die Lebensbedingungen der untersuchten Biotope.

# 1. Temperaturfaktor.

Der Sandboden erwärmt sich durch Sonneneinstrahlung sehr hoch, er gibt aber die Wärme nach Sonnenuntergang schnell wieder ab. Dadurch entstehen im Steppenrelikt die großen Temperaturschwankungen, die für

105 7a

solche Gebiete kennzeichnend sind. Die Amplituden der Temperaturschwankungen sind in den schütter bewachsenen Teilen am größten, (KROGERUS, 1932, SCHALLER, 1951 und PENTH, 1952).

Im Kiefernwald herrschen dagegen ausgeglichenere Temperaturverhältnisse. Der Uferbiotop, der noch vergleichsweise herangezogen wird, zeigt ebenfalls mäßigere Temperaturschwankungen.

# 2. Faktor der relativen Luftfeuchtigkeit.

Obwohl der Große Sand im allgemeinen recht trocken ist, so kommen auch dort Stellen mit höherer Luftfeuchtigkeit vor, wie Messungen von Penth, 1952, zeigen. Wie schon der Reichtum an xerophilen Pflanzenarten vermuten läßt, ist auch der Kiefernwald ziemlich trocken. Anders liegen die Verhältnisse am Rheinufer. Dort geben die hygrophilen Pflanzen und der Strom selbst ständig Wasserdampf an die umgebende Atmosphäre ab, so daß hier eine höhere Luftfeuchtigkeit herrschen dürfte.

# 3. Nahrungsfaktor.

Der Steppenbiotop bietet den Zikaden eine reichhaltige Nahrungsauswahl an Steppenpflanzen und an vulgären Pflanzen. Kiefern und basiphile bis acidophile Kräuter und Sträucher bilden die Nahrung im Kiefernwald. Der Uferbiotop unterscheidet sich durch seine Alneten und Phragmiteten in der zur Verfügung stehenden Nahrung stärker von den beiden vorigen.

Im ganzen betrachtet, herrschen in den einzelnen Biotopen gestufte mikroklimatische Faktoren und unterschiedliche Nahrungsverhältnisse.

#### KAPITEL VII.

# Verhalten der Arten gegenüber den artverteilenden Faktoren.

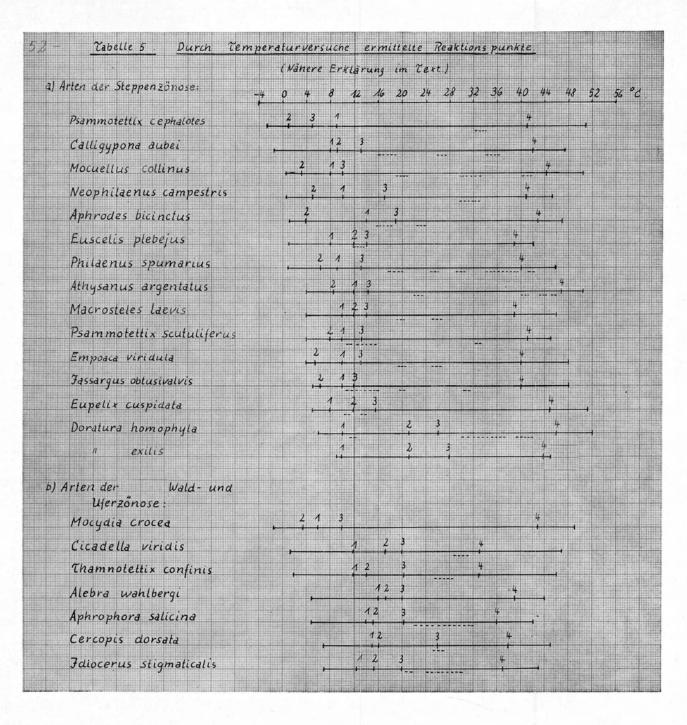
Im folgenden sollen die Lebensansprüche von Arten verschiedener Biotopzugehörigkeit untersucht und verglichen werden. Um ein Maß für die Wärme- und Feuchtigkeitsansprüche zu haben, wurden mehrere Arten unter gleichen Versuchsbedingungen untersucht. Das Verhalten den verschiedenen Futterpflanzen gegenüber wurde in der Natur beobachtet.

# 1. Temperaturresistenzversuche.

# a) Technisches.

Die Temperaturversuche führte ich in einem selbst konstruierten Thermostaten aus, dessen Einzelheiten aus der Abbildung 2 ersichtlich sind. Der in den Temperaturraum beigegebene Grashalm dient den Versuchstieren als Nahrung und reguliert die Feuchtigkeit bei steigender Temperatur.

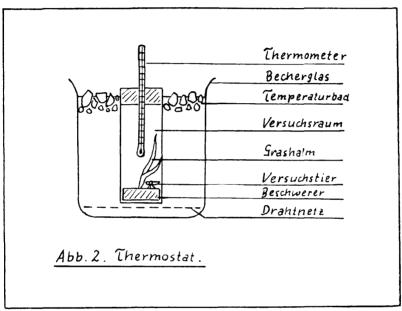
Beim Versuch wurde zuerst die Temperatur bis zur Kältestarre der Versuchstiere gesenkt und dann bis zur Wärmestarre gesteigert. Das Temperaturbad wurde durch Eiszugabe gekühlt, bzw. durch eine Sparflamme erwärmt. Die Temperaturänderung pro Minute betrug  $\frac{1}{2}$  Grad und kurz vor Eintritt der Wärme- und Kältestarre  $\frac{1}{4}$  Grad.



## b) Reaktionspunkte.

Reaktionspunkt 1: Merklicher Aktivitätsverlust durch Kälte. Die Tiere reagieren nicht mehr auf leises Beklopfen und Drehen des Versuchsglases.

Bei weiterer Temperatursenkung versuchen die Tiere durch krampfhafte Bewegungen der Glieder Wärme zu erzeugen. Tritt darauf wieder Ruhe ein, so fallen die Tiere bald in Kältestarre. Dieser Reaktionspunkt zeigt sich bei den meisten Arten durch Einziehen der Gliedmaßen an; einige, besonders die Cercopiden, erstarren in Sitzstellung.



Nach Eintritt der Kältestarre wird die Temperatur schon nach einer Minute gesteigert.

Reaktionspunkt 2: Tiere richten sich auf.

Reaktionspunkt 3: Tiere streben in die Höhe.

Reaktionspunkt 4: Erste Paralyseerscheinungen durch Wärme.

Die Aktivität der Versuchstiere endet schließlich in der irreversiblen Wärmestarre.

Die Ergebnisse sind aus Tabelle 5 zu ersehen. Das Saugen der Tiere während der Versuche ist durch punktierte Marken angegeben. Die Anzahl der untersuchten Individuen einer Art liegt zwischen zwei und sechs. Die Reaktionspunkte 1 bis 4 sind Mittelwerte. Die Punkte der Wärme- und Kältestarre sind Maximalwerte. Die Einzelwerte sind aus Tabelle 6 zu ersehen.

a) Arten der Steppenzönose	Anzahl der Versuchs- tiere	Merklicher Aktivitätsverlust durch Kälte. Reaktionspunkt 1	Kältestarre
Psammotettix cephal	6	10° (4) 8° (1) 7° (1)	$\begin{array}{c c} 1\frac{1}{2}^{\circ}(2) & \frac{1}{2}^{\circ}(1) \\ -2^{\circ}(2) & -2\frac{1}{2}(1) \end{array}$
Calligypona aubei	6	6° (2) 8° (2) 10° (2)	$8^{\circ}(1) \ 3^{\circ}(2) \ 1^{\circ}(1)$ $-1^{\circ}(1) \ -1 \ \frac{1}{2}^{\circ}(1)$
Mocuellus collinus	3	8° (2) 9° (1)	$\begin{array}{c} 2\frac{1}{2}^{\circ}(1) & 2^{\circ}(1) \\ \frac{1}{2}^{\circ}(1) & \end{array}$
Neophilaenus camp	4	10° (2) 11° (2)	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
Aphrodes bicinctus	3	10° (1) 14° (1) 16° (1)	4° (1) 3° (1) 1° (1)
Euscelius plebejus	1	8°	1°
Philaenus spumarius	3	9° (3)	3½°(1) 2½°(1) 1°(1)
Athysanus argent	2	12° (1) 13° (1)	5° (1) 4° (1)
Macrosteles laevis	1	10°	<b>4</b> °
Psammotettix scutulif	2	10° (2)	5° (1) 4°(1)
Empoasca viridula	2	10° (2)	10° (1) 4° (1)
Jassargus obtusiv	2	10° (2)	6° (1) 5° (1)
Eupelix cuspidata	2	8° (2)	6° (1) 5° (1)
Doratura homophyla	2	10° (1) 11° (1)	8½°1) 6°(1)
D. exilis	1	10°	9°
b) Arten der Kiefernwald- zönose und der Uferzönose			
Mocydia crocea	1	6°	—1½°
Cicadella viridis	2	12° (2)	$1\frac{1}{2}^{\circ}(1) 2^{\circ}(1)$
Thamnotettix conf	3	12° (3)	4° (1) 2½° (1) 2° (1)
Alebra wahlbergi	3	15° (2) 17° (1)	8° (1) 6° (1) 5° (1)
Aphrophora salicina	2	14° (1) 15° (1)	7° (1) 5° (1)
Cercopis dorsata	3	15° (1) 16° (1)	7° (3)
Idiocerus stigmat.	2	12° (1) 13° (1)	8° (1) 7° (1)

Reaktions- punkt 2	gen pei stei- ender 'emp.
Reaktions- punkt 2	ender
$ \begin{vmatrix} 0^{\circ}(3) \ 2^{\circ}(1) \   3\frac{1}{2}{2}^{\circ}(2) \ 5^{\circ}(3) \   40^{\circ}(3) \ 41^{\circ}(2) \   46\frac{1}{2}{2}^{\circ}(1) \ 48^{\circ}(1) \   33$ $ \begin{vmatrix} 3^{\circ}(2) \   40^{\circ}(1) \   40^{\circ}(2) \ 51^{\circ}(2) \   33$	;°
	° 35°
	°33°
$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	°—33°
	°—18°
$12^{\circ}$ $14^{\circ}$ $39^{\circ}$ $42^{\circ}$ $12^{\circ}$	
46°(1)	20°25° 34°— 42°
$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	41°44°
12°   14°   39°   46°   26° 20°	
8°(2) 13°(2) 41°(2) 45°(2) 15°—11° 31°	0
	$^{\circ}~26^{\circ}$
$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	<b>)</b>
$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	
$21^{\circ}(1) \ 22^{\circ}(1) \ 26^{\circ}(2)$ $45^{\circ}(1) \ 47^{\circ}(1) \ 51^{\circ}(1) \ 52^{\circ}(1)$ $12^{\circ}$ $30^{\circ}$	°—37° °—42°
21° 28° 44° 45°	
3°   10°   43°   49°	
$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	0
	°—28°
13°(1) 18°(1) 20°(3) 38°(2) 40°(1) 42°(1) 43°(1) 44°(1)	
9°(1) 16°(1) 20°(1) 21°(1) 35°(1) 36°(1) 41°(1) 42°(1) 22°	°—32°
$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	
15°(2) 20°(2) 36°(1) 38°(1) 42°(1) 43°(1) 21°(30°	24°—

#### c) Auswertung.

Vergleicht man die Verhaltensweisen der Steppenarten mit denen der Wald- und Uferarten, so fällt vor allem der weitere Aktivitätsbereich der Steppenarten auf. Außerdem erholen sich die meisten Steppenarten schneller aus der Kältestarre als die Wald- und Uferarten. So kommt es, daß der Reaktionspunkt 2 der Steppenarten durchweg bei tieferen Temperaturen liegt als der Reaktionspunkt 1. Bei den Wald- und Uferarten ist es umgekehrt. Sie richten sich erst (bei steigender Temperatur) bei Temperaturen auf, die höher liegen als die, bei denen sie durch Aktivitätsverlust (bei fallender Temperatur) reagieren.

Ich möchte die Zikaden der Steppenzönose zu den eurythermen Arten rechnen und die Arten der Wald- und Uferzönose zu den stenothermen für mittlere Temperaturbereiche.

Ausnahmen machen nur die wenigen thermophilen Arten der Steppenzönose, Jassargus, Eupelix, Doratura, außerdem Mocydia crocea der Kiefernwaldzönose, die besonders unempfindlich gegen tiefe Temperaturen ist.

Im Verhalten der Arten dem Temperaturfaktor gegenüber spiegeln sich die Temperaturverhältnisse der zugehörigen Biotope wieder.

Nicht nur die auchenorhynchen Homopteren des Steppenreliktes sind eurytherm. Vergleichsweise Untersuchungen mit Coptocephala mufasciata (Col.) ergaben bei gleicher Versuchsanordnung die äußersten Temperaturgrenzen 1 und 55 Grad. Notoxus monocerus (Col.) erträgt Temperaturen von 2 bis 47 Grad.

Nach Penth, 1952, erreichen bodenbewohnende Heteropteren des Sandgebietes hohe Temperaturen in aktivem Zustand. Entsprechende Kälteresistenzversuche wurden von der Verfasserin nicht gemacht.

Ebenso kommen nach Schaller, 1951, Collembolen mit besonderer Wärmeresistenz im Steppenrelikt vor.

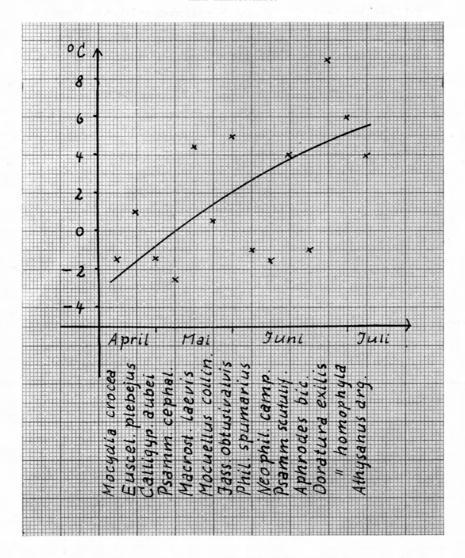
Unter den Zikaden des Steppenreliktes zeichnen sich die Leitformen und Präferenten durch besondere Wärme- und Kälteresistenz aus. An der Spitze stehen Psammotettix cephalotes, Calligypona aubei und Mocuellus collinus.

Diese Befunde stehen in gewissem Gegensatz zu den Ergebnissen von KROGERUS, 1932. Er fand bei ähnlichen Versuchen mit Triebsandarthropoden eine thermophile und eine thermophobe Gruppe. Wie meine vergleichsweisen Untersuchungen mit Arten anderer Biotope zeigen, kann eine solche Einteilung bei den hier bearbeiteten Zikaden nicht vorgenommen werden.

# d) Zusammenhang zwischen jahreszeitlichem Auftreten und Temperaturresistenz.

In Tabelle 7 sind Arten der Steppenzönose nach ihrem Auftreten geordnet und dazu die Temperaturen der Kältestarre eingetragen. Dabei

Tabelle 7. Zusammenhang zwischen jahreszeitlichem Auftreten und Kältestarre.

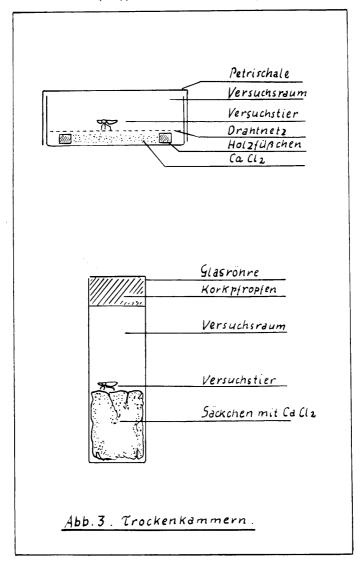


zeigt sich im Einklang mit den höheren Temperaturen der fortschreitenden Jahreszeit ein steigendes Wärmebedürfnis der Arten, bzw. eine Abnahme der Resistenz gegen tiefe Temperaturen.

#### 2. Trockenresistenzversuche.

# a) Technisches.

Bei diesen Versuchen bediente ich mich einiger Trocken- und Feuchtluftkammern. Diese stellte ich in Petrischalen über trockenem  $\operatorname{CaCl}_2(5\%)$  relative Luftfeuchtigkeit) bzw. über Wasser (100% relative Luftfeuchtigkeit) her. Hierzu Abbildung 3.



Ein Fangglas, in das ein Gazesäckehen mit CaCl<sub>2</sub> eingelassen war, erwies sich später in der Handhabung als praktischer, da die Versuche im Gelände angesetzt werden konnten.

Als Trockenstarre definiere ich den Zustand, in dem noch Fühler- und Beinbewegungen wahrnehmbar sind, aber auf vorgelegtes Futter keine Reaktion mehr erfolgt.

4 0 2 0 7 V 1 4 V V	% des Frischgewichtes
bei EinIritt der	Trockenstarre.
a) Steppen tiere :	
Psammotettix cephalotes	
Mocuellus collinus	
Philaenus spumarius	
Cercopis vulnerata	
Alhysanus argentatus	
Macrosteles laevis	
b) Wald- und Ufertiere:	
Mocydia Crocea Aphrophora salicina	
Idiocerus stigmaticalis	1
Alebra wahlbergi	
Centrotus cornutus	
Calligypona pellucida	

Nachdem aus dem Fangnetz eine Anzahl Tiere einer Art ausgesucht war, setzte ich diese zur Hälfte in die Trockenluftkammer ein. Die andere Hälfte wurde getötet und in gut verschlossene Gläser gefüllt. Im Institut stellte ich dann an Hand der getöteten Tiere auf der Analysenwaage das Frischgewicht fest. Bei eingetretener Trockenstarre wurde dann der Rest der Tiere gewogen.

Die Differenz der beiden Gewichte setzte ich (mit geringem Fehler) gleich dem Wasserverlust. Diese Menge des abgegebenen Wassers nehme ich als Maß für die Trockenresistenz der einzelnen Arten. In % des Frischgewichtes ausgedrückt erhält man vergleichbare Werte. Hierzu Tabelle 8 und 9.

#### Tabelle 9.

Vollständige Wertetabelle der Versuchsergebnisse über Trockenresistenz.

- a Frischgewicht in mg, Mittelwert.
- a<sub>1</sub> Anzahl der Tiere.
- β Gewicht bei Trockenstarre in mg, Mittelwert.
- $\beta_1$  Anzahl der Tiere.
- $\gamma$  Gewichtsverlust bei Trockenstarre in mg.  $\alpha \beta$ .
- $\gamma_1$  ,, in % des Frischgewichtes.  $\frac{\gamma \cdot 100}{a}$
- δ Zeit bis zum Eintritt der Trockenstarre in h.

	a	$a_1$	β	$\beta_1$	γ	1/1	δ
Psammotettix cephalotes	1,11	11	0,71	18	0,40	37	8
	1,07	17	0,65	15	0,42	38	7
Mocuellus colinus	1,5	14	0,96	4	0,54	36	7
Philaenus spumarius	9,2	5	6,1	4	3,1	33	12
Cercopis vulnerata	35,0	2	21,0	2	14,0	33	26
Athysanus argentatus	6,2	4	4,2	4	2,0	33	21
Macrosteles laevis	1,0	6	1,0	6	0	0	3
Mocydia crocea	5,4	3	3,6	2	1,8	33	10
Aphrophora salicina	24,5	6	17,5	3	9,0	28	5
Idiocerus stigmaticalis	8,1	2	6,0	2	2,1	25	17
Alebra wahlbergi	0,9	6	0,75	4	0,15	16	♂♂3 ♀♀ 7
Centrotus cornutus	33,0	2	28,4	2	5,4	14	20
Calligypona pellucida	3,5	4	3,0	2	0,5	14	5

#### b) Ergebnis und Auswertung.

Die Arten des Steppenbiotopes sind meist resistenter gegen Trockenheit als die Arten des Wald- und Uferbiotopes. Ich möchte die Arten der Steppenzönose xerophil und die Arten der Wald- und Uferzönose mesophil nennen.

Eine bemerkenswerte Ausnahme macht Macrosteles laevis, die ausgesprochen hygrophil ist. Die Art gehört in der kurzen Zeit ihres Auftretens zu den häufigsten Steppenzikaden. Am Rheinufer tritt sie in viel geringerer Individuenzahl aber während einer längeren Zeitspanne auf. In diesem Zusammenhang soll erwähnt werden, daß auch Schaller, 1951, auf dem Großen Sand hygrophile Collembolen feststellte.

Ein weiteres ausnahmsweises Verhalten zeigt Mocydia crocea, die als xerophil anzusehen ist. Dieser Befund, sowie die Resistenz gegen tiefe Temperaturen, läßt sich mit der Lebensweise gut in Einklang bringen; sie überwintert als Imago auf Koniferen und hat zu dieser Zeit wohl kaum Gelegenheit, Säfte zu saugen.

# 3. Zikaden und ihre Futterpflanzen.

# a) Steppenbiotop.

In diesem Gebiet lassen sich bisweilen feste Bindungen zwischen Zikaden und bestimmten Futterpflanzen feststellen. So leben 4 Arten hier monophag: Empoasca dumosa an Thymus serpyllum,

Dicraneura aureola an Thymus serpyllum, Laburrus impictifrons an Artemisia campestris, Psammotettix scutuliferus an Calamagrostis.

Andere Arten, besonders die azönen und tychozönen, bevorzugen vulgäre Pflanzen. So findet sich häufig Euscelis plebejus an Poa pratensis und Philaenus spumarius an Oenothera biennis. Gänzlich polyphag scheinen die übrigen euzönen Arten zu sein. Ich fand sie an fast allen Pflanzenarten, auch an typischen Steppenpflanzen, denen sie bis in die Initialphase folgen. Dies gilt in hohem Maße von Calligypona aubei und Psammotettix cephalotes.

Allgemein scheinen die Zikaden im Wachsen begriffene Pflanzenbestände als Nahrungsquelle aufzusuchen. So ist es zu verstehen, daß Pflanzen vor der Blütezeit befallen werden. Hierzu Tabelle 10.

#### Tabelle 10.

#### Zikaden an Steppenpflanzen.

Einteilung der Steppenpflanzen nach Volk, 1930, etwas verändert.

Arten mit + sind monophag.

T	(	1	h	•	*	a	Ŀ	ŧ	Δ.	9	ŀ.	6	n	

Koeleria glauca Calligypona aubei
Psammotettix cephalotes
Stipa capillata Jassargus obtusivalvis
Jurinea cyanoides Cercopidenlarven
Thymus serpyllum Calligypna aubei
Empoasca dumosa +
Dicraneura aureola +

#### II. Verbandscharakterarten:

Artemisia campestris..... Empoasca viridula
Laburrus impictifrons +
Psammotettix cephalotes

Festuca glauca ...... Philaenus spumarius
Calligypona aubei
Psammotettix cephalotes

#### III. Begleiter:

Holosteum umbellatum ...... Cercopidenlarven

Bromus tectorum...... Psammotettix cephalotes

Jassargus obtusivalvis ,, pseudocellaris

Macrosteles laevis

Oenothera biennis ..... Philaenus spumarius

Neophilaenus campestris

Neophilaenus campestris Athysanus argentatus Cercopis vulnerata

Eryngium campestre ...... Cercopis vulnerata
Philaenus spumarius

Calamagrostis epigeios ..... Psammotettix scutuliferus +

# b) Wald- und Uferbiotop.

In diesen beiden Biotopen kommen folgende Nahrungsspezialisten vor:

 $Aphrophora\ salicina\ an\ Salix.$ 

alni an Salix und Alnus.

Sagatus punctifrons an Salix.

Unter Pinus wurde Grypotes puncticollis und unter Populus Indiocerus ustulatus erbeutet. Calligypona elegantula und Philaenus minor leben an Waldgräsern. An Calluna vulgaris kommt Calligypona pellucida vor. (Außerhalb des Untersuchungsgebietes wurde diese Art auf Ödland und Ruderalstellen erbeutet.)

Wie aus diesen Angaben ersichtlich, sind es im Kiefernwald- und Uferbiotop die Charakterarten, die monophag oder oligophag sind.

# 4. Zwei Zikadenarten als Flugsandtiere.

Wie die Beobachtungen über die Verteilung der Zikaden und über das Verhalten gegenüber den artverteilenden Faktoren zeigen, sind es immer die beiden gleichen Zikadenarten, die sich besonders auszeichnen: Calligypona aubei und Psammotettix cephalotes. Diese sind dem Steppenrelikt des Großen Sandes potentiell angepaßt. Durch beschriebene Untersuchungen und auf Literaturangaben gestützt, dürften beide Arten als Flugsandtiere bezeichnet werden. Da Calligypona aubei nur brachypter vorzukommen scheint, ist sie auch morphologisch an Flugsandbiotope angepaßt.

#### KAPITEL VIII.

# Liste aller erwähnten Zikaden\*).

- 1. Tachycixius pilosus OL.
- 2. Kelesia ribauti W. WGN. +
- 3. Stenocranus minutus F.

- 4. Eurysa lineata PERR.
- 5. Criomorphus albomarginatus Curt.
- 6. Metropis maura FIEB.
- 7. Calligypona pellucida F.
- 8. Calligypona elegantula Boh.
- 9. Calligypona sordidula STAL.
- 10. Calligypona aubei PERR.
- 11. Calligypona exigua Boh.
- 12. Calligypona albicollis Motsch.
- 13. Dictyophora europaea L.
- 14. Issus coleoptratus Geoffr.
- 15. Agallia venosa FALL.
- 16. Idiocerus stigmaticalis LEW.
- 17. Idiocerus ustulatus M. R.
- 18. Alebra wahlbergi Boh.
- 19. Empoasca viridula FALL.
- 20. Empoasca dumosa RIB.
- 21. Eupterix atropunctata Gz.
- 22. Typhlocyba rosae EDW.
- 23. Erythoneura parvula Вон. +
- 24. Erythroneura rhamni FERR.
- 25. Erythroneura flammigera GFF.
- 26. Dicraneura mollicula Вон.
- 27. Dicraneura aureola FALL.
- 28. Dicraneura variata HARDY.
- 29. Dicraneura forcipata Flor.
- 30. Aphrodes bicinctus SCHRK.
- 31. Aphrodes bifasciatus L.
- 32. Aphrodes trifasciatus GFF.
- 33. Aphrodes fuscofasciatus Goeze.
- 34. Euacanthus interruptus L.
- 35. Cicadula viridis L.
- 36. Eupelix cuspidata F.
- 37. Penthimia nigra Goeze.
- 38. Grypotes puncticollis H. S.
- 39. Fieberiella flori STAL.
- 40. Doratura stylata Boh.
- 41. Doratura homophyla Flor.
- 42. Doratura exilis Horv.
- 43. Deltocephalus schmidtgeni W. Wgn. ++
- 44. Deltocephalus pulicaris FALL.
- 45. Limotettix intractabilis Kontk. ++
- 46. Rhystistylus proceps KB.
- 47. Jassargus obtusivalvis KB.
- 48. Jassargus pseudocellaris FLOR.
- 49. Turrutus socialis FLOR.
- 50. Errastunus ocellaris FALL.
- 51. Arocephalus languidus FLOR.
- 52. Psammotettix cephalotes H. S.

- 53. Psammotettix scutuliferus W. WGN. (= poecilus FLOR.)
- 54. Mocuellus collinus Boh.
- 55. Graphocaerus ventralis FALL.
- 56. Euscelis plebejus FALL.
- 57. Euscelis variegatus KB.
- 58. Laburrus impictifrons Boh.
- 59. Streptanus marginatus KB.
- 60. Artianus interstitialis GERM.
- 61. Athysanus argentatus F.
- 62. Allygus mixtus F.
- 63. Allygus modestus Scott.
- 64. Thamnotettix confinis ZETT.
- 65. Thamnotettix dilutior KB.
- 66. Mocydia crocea H. S.
- 67. Mocydiopsis attenuata GERM.
- 68. Rhapolopyx vitripennis FLOR.
- 69. Elymana sulphurella Zett.
- 70. Sagatus punctifrons FALL.
- 71. Macrosteles laevis Rib. +
- 72. Balclutha punctata THUNBG.
- 73. Centrotus cornutus L.
- 74. Philaenus spumarius L.
- 75. Philaenus minor KB.
- 76. Neophilaenus campestris FALL.
- 77. Lepyronia coleoptrata L.
- 78. Aphrophora alni FALL.
- 79. Aphrophora salicina HPT.
- 80. Cercopis vulnerata Illig.
- 81. Cercopis dorsata GERM.
- \*) Die systematische Reihenfolge ist der Arbeit WAGNERS, 1951a, über Phylogenie der Zikaden entnommen.

Arten mit + sind neu für das Mainzer Becken.

Arten mit ++ sind neu für Deutschland. Alle diese Arten befinden sich in meiner Sammlung. Eine fast vollständige Duplikatsammlung habe ich dem Zoologischen Institut der Universität Mainz übergeben.

#### Zusammenfassung.

- 1. Einleitend wird das Untersuchungsgebiet der Mainzer Sande floristisch und faunistisch charakterisiert.
- 2. Alsdann wird die Zikadenfauna der Mainzer Sande beschrieben. Dies geschieht in qualitativer und quantitativer Beziehung, sowie im Hinblick auf die räumliche und zeitliche Gliederung der Zikadenzönosen. Eine Steppenzönose wird dabei einer Kiefernwaldzönose gegenübergestellt.
- 3. Eigene Untersuchungsergebnisse im Vergleich mit Angaben anderer Autoren ermöglichen eine Betrachtung über Biotopzugehörigkeit und -bindung der Arten der Steppenzönose.

- 4. Bei eigenen Temperatur- und Trockenresistenzversuchen wurden die meisten Steppenarten als eurytherm und xerophil befunden. Waldund Uferarten dagegen sind stenotherm für mittlere Temperaturbereiche und mesophil.
- 5 Auf Grund von eigenen Untersuchungsergebnissen und Literaturangaben wurde der Vorschlag gemacht, Calligypona aubei und Psammotettix cephalotes als Flugsandtiere zu benennen.
- 6. Bei vergleichsweisen Untersuchungen im Laubwald wurde eine weitere Art im Lückensystem der Moose entdeckt: Eupelix cuspidata.
- 7. Im Untersuchungsgebiet wurden folgende Arten gefunden, die neu für Deutschland sind: Deltocephalus schmidtgeni W. Wgn. und Limotettix intractabilis Kontk.

Neu für das Mainzer Becken sind folgende Arten:

Kelesia ribauti W. Wgn., Erythroneura parvula Boh. und Macrosteles laevis Rib.

#### ANHANG.

# Die Steppenzönose des Großen Sandes unter menschlichem Einfluß.

Der Große Sand wurde von jeher als Truppenübungsplatz benutzt. Wenn seit 1951 wieder erhöhte Truppentätigkeit dort stattfindet, so ist dies von besonderer Bedeutung für die Lebewelt des Steppenreliktes. Die moderne Kriegsmaschinerie vermag die gesamte Zönose in kurzer Zeit viel stärker zu zerschlagen, als das je der "Soldatenstiefel" früherer Zeiten vermochte. So ist z. B. in den breiten "tanktrails" die Pflanzenund Tierwelt vollkommen vernichtet.

Durch diese besonderen Umstände bietet sich die Gelegenheit, die Widerstandsfähigkeit der Steppenzönose zu untersuchen. Im folgenden wird der Versuch gemacht, die Frage nach der Widerstandsfähigkeit zu beantworten. Dies soll vor allem nach folgenden beiden Richtungen geschehen:

- 1. Welche Elemente sind am widerstandsfähigsten gegen die Eingriffe?
- 2. In welchem Sinne reguliert sich das gestörte biozönotische Gleichgewicht wieder ein?

Durch die Truppentätigkeit gehen alle Laubgehölze, wie Pappeln, Robinien, Rosen, Schlehen und Eichen stark zurück. Ebenso leidet *Oeno*thera biennis sehr unter dem störenden Einfluß.

Viel widerstandsfähiger sind dagegen die eigentlichen Steppenelemente. Ebenso wie die Horste von Koeleria glauca mit dem gleitenden Sand in die Bombentrichter hineinwandern, so vermögen sie auch weiter zu wachsen, wenn sie durch die Ketten der Raupenfahrzeuge beiseite geschoben werden. Ferner werden Geophyten selten ganz aus dem Boden gerissen. Sie vermögen immer wieder ihre verlorenen Triebe zu ersetzen.

119

So halten Artemisia campestris und Ononis repens trotz schwerer Beschädigungen ihren alten Standort.

Noch besser als durch das Verhalten einzelner Arten kann die Widerstandskraft der Biozönose in den neu entstehenden Initialphasen beurteilt werden. Dort findet man nicht etwa Ruderalpflanzen der Nachbarbiotope sondern die Vertreter der natürlichen Initialphase dieser Steppe: Corispermum yssopifolium und Salsola kali. Überhaupt kommen Therophyten gegenüber früheren Jahren reicher zur Entfaltung, so Euphrasia lutea und Phleum arenarium. Offensichtlich reguliert sich das gestörte Gleichgewicht im Sinne der Erhaltung der Steppe wieder ein.

Es ist bemerkenswert, daß bei langfristigem Eingriff durch Obstanlagen oder Kiefernbewaldung der Steppencharakter anscheinend verlorengeht. In dem ehemaligen Kiefernwald und in den ehemaligen Obstgärten, in denen auch durch Truppentätigkeit freie Sandflächen entstehen, finden sich als häufigste Pionierpflanzen Chenopodium album, Diplotaxis tenuifolia, Agropyron repens, Panicum sanguinale, Setaria viridis und Polygonum aviculare. Dies sind Arten, die im Gefolge der Kultivierungsmaßnahmen des Menschen stehen.

Was die Tierwelt anbetrifft, so sind die Kaninchen stark zurückgegangen. Die typischen Vögel, an der Spitze der Wiedehopf, auch Heidelerchen und Hänflinge findet man nach wie vor im Gebiet.

Orthopteren sind in vielen Arten vertreten.

Von den im Hochsommer 1952 erbeuteten Heteropteren sei eine Auswahl der charakteristischsten gegeben:

Geocoris ater,	osteuropäische Reliktfauna.						
Gonionotus marginepunctatus, Graphosoma italicum,	, mediter	"	•				
Neottiglossa leporina, Brachypelta aterrima,	,, tymicah	fiir	,, . Sandbod	en			
Pionosomus varius,	ypisch	"	,,				
Raglius quadratus,	,,	,,	,,				
Coranus subapterus,	77	,,	,,				

Die Zikaden stehen z. Z. in Arten- und Individuenzahl hinter den Wanzen zurück. Es wurden im Hochsommer 1952 noch folgende Arten festgestellt:

Philaenus campestris,	osteuropäische Art.						
Athysanus argentatus,		,,	,, •				
Fulgora europaea,	medite						
Calligypona aubei	typisch	ı für l	Flugsar	ıdgebi	et.		
Psammotettix cephalotes,	,,	,,	,,	,	•		
Doratura homophyla,	typisch	ı für s	$\mathbf{onnige}$	Lage	n		
Deltocephalus pulicaris,	,,	,,	"	••	•		
Agallia venosa,	,,	55	,,	*;	•		

Euscelts impictifrons, Philaenus spumarius, Aphrodes bicinctus, an Artemisia campestris gebunden. eurytp.

,,

Wie schon aus diesen Listen über Heteropteren und Homopteren zu ersehen ist, fehlt es z. Z. noch nicht an typischen Arten unter der Rhynchotenfauna.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß durch Truppentätigkeit die Steppenzönose bis jetzt nur quantitativ nicht aber qualitativ verändert wurde.

#### LITERATURVERZEICHNIS.

- BURCK, O: Die Flora des Frankfurt-Mainzer Beckens. Abh. d. Senckenbergischen Naturforschenden Ges., 453, Frankfurt am Main 1941.
- JÄNNICKE, W.: Die Sandflora von Mainz, ein Relikt aus der Steppenzeit. Darmstadt 1892.
- HAUPT: Cicadinen. Brohmer, Ehrmann, Ulmer. Tierwelt Mitteleuropas.
- KIRSCHBAUM, C. L.: Die Cicadinen der Gegend von Wiesbaden und Frankfurt a. M. Jber. d. Nass. Vereins f. Naturkunde 21/22, Wiesbaden 1867/68.
- KONTKANEN: Quantitative and seasonal studies on the leafhopper fauna of the field stratum and open areas in the North Karelia. Vanamo, 1950.
- Krogerus, G.: Über die Ökologie und die Verbreitung der Arthropoden der Triebsandgebiete an der Küste Finnlands. Acta zool. fenn. 12, 1932.
- KÜHNELT, W.: Aufgaben und Arbeitsweise der Ökologie der Landtiere. Der Biologe 9, 1940.
- KÜHNELT, W.: Über Beziehungen zwischen Tier- und Pflanzengesellschaften. Biol. Gen. 17, 1944.
- KÜMMEL, K.: Pflanzensoziologische Untersuchungen im Mainzer Sand. Jber. d. Nass. Vereins f. Naturkunde 82, 1935.
- Kuntze: Die Zikaden Mecklenburgs, eine faunistisch-ökologische Untersuchung. Arch. Nat. Gesch., Leipzig 1937.
- MEUSEL: Vergleichende Arealkunde. Berlin 1943.
- Ossiannilsson: Insekt Drummers. Opuscula entomologica supplementum 10, 1949.
- Penth, M.: Zur Ökologie der Heteropteren des Mainzer Sandes. Zool. Jahrb. Syst., Jena 1952.
- RABELER, W.: Die Tiergesellschaften der trockenen Calluna-Heiden in Norddeutschland. Jber. d. Nat. hist. Ges. 94/98, Hannover 1947.
- RAWITSCHER, F.: Wohin stechen die Pflanzenläuse? Zeitschrift f. Botanik 26, 1933.
- RIBAUT, H.: Typhlocybidae. Faune de France 31, 1936.
- RIBAUT, H.: Viele Separate. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse.
- Schaller, F.: Zur Ökologie der Collembolen des Mainzer Sandes. Zool. Jber. Syst. 79, Jena 1951.
- STADLER, H.: Der Lauer in Franken. Der Naturforscher, 1927.

- Tischler, W.: Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Braunschweig 1949.
- Tischler, W.: Biozönotische Untersuchungen an Wallhecken. Zool. Jber. Syst. 77/5, 1948.
- Tischler, W.: Biozönotische Untersuchungen an Ruderalstellen. Zool. Jber. Syst., 1952.
- Volk, O. H.: Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der oberrheinischen Tiefebene. Zeitschrift f. Botanik 24, 1931.
- WAGNER, W.: Zikaden der Nordmark und Nordwestdeutschlands. Verhandl. d. Ver. f. naturw. Heimatforschung 24, Hamburg 1935.
- WAGNER, W.: Die Zikaden des Mainzer Beckens. Jber. d. Nass. Vereins f. Naturkunde 86, Wiesbaden 1939.
- WAGNER, W.: Beitrag zur Phylogenie und Systematik der Cicadellidae (Jassidae) Nord- und Mitteleuropas. — Societas Scientiarum Fennica. Commentationes Biologicae XII/2, Helsingfors 1951. (1951 a).
- WAGNER, W.: Verzeichnis der bisher in Unterfranken gefundenen Zikaden. Nachr. d. Naturw. Museums der Stadt Aschaffenburg 33, Achaffenburg 1951. (1951 b).
- Weber, Hermann: Homoptera, Pflanzensauger. Biologie der Tiere Deutschlands 31, 1935.
- WEBER, HEINRICH: Das Naturschutzgebiet "Mainzer Sand". Kosmos Jg. 1952/3, 1952.

# **ZOBODAT - www.zobodat.at**

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: <u>Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde</u>

Jahr/Year: 1955

Band/Volume: 92

Autor(en)/Author(s): Wonn Liselotte

Artikel/Article: ÖKOLOGISCHE STUDIEN ÜBER DIE ZIKADENFAUNA DER

MAINZER SANDE 80-122