

Untersuchungen zu Heuschreckengemeinschaften auf urbanen Brachflächen innerhalb der Freien und Hansestadt Hamburg

Manfred Haacks

Abstract

Within the city of Hamburg communities of grasshoppers were recorded and analyzed on urban fallow grounds. Altogether, 18 dry fallow grounds of different age and structure were characterized by 48 samples. The 18 tested areas are arranged along a 26 km transect from Rissen in the west to Lohbrügge in the east of Hamburg. 16 species of grasshoppers could be detected, meaning some 53% of all species recently recorded in Hamburg. By applying multivariate analysis 4 different types of grasshoppers communities depending on vegetation and structure could be revealed. Besides, some species can be named for characterization and differentiation of certain phases during succession.

The recorded species correspond with investigations in other cities. Furthermore, the high abundance of *Chorthippus mollis* as well as the re-detection of *Platycleis albopunctata* underlines the speciality of fallow grounds within Hamburg.

The low number of species and individuals within the central testing areas compared to those further rural is known as urban gradient which can be proofed also for grasshoppers in this study.

Zusammenfassung

Auf städtischen Brachflächen innerhalb des Stadtgebietes Hamburgs wurden die Heuschreckengemeinschaften erfasst und analysiert. Dabei wurden 18 trockene Brachflächen verschiedenen Alters und Struktur mit insgesamt 48 Probepunkten untersucht. Die Probeflächen sind entlang eines Transektes von Rissen im Westen bis Lohbrügge im Osten Hamburgs angeordnet, um mögliche Ost-West-Gradienten in der Artenzusammensetzung zu belegen. Die Probepunkte spannen sich dabei über eine Länge von ca. 26 km in west-östlicher Richtung. Insgesamt konnten 16 Heuschreckenarten nachgewiesen werden, was etwa 53% der für Hamburg rezent nachgewiesenen 30 Heuschreckenarten entspricht. Damit ist das Hamburger Artenspektrum für trockene Standorte besiedelnde Heuschrecken abgedeckt.

Über Cluster- und Diskriminanzanalysen werden die Heuschreckengemeinschaften bewertet. Danach lassen sich 4 Strukturtypen hinsichtlich der Heuschrecken-zönosen ausscheiden. Zudem konnten Charakter- und Differenzialarten der einzelnen Brachestadien identifiziert werden.

Die nachgewiesenen Heuschreckenarten stehen in sehr hoher Übereinstimmung mit Untersuchungen zur Heuschreckenfauna aus anderen Städten wie z.B. Hannover (RASPER 1990), Oldenburg (HERRMANN 1992) oder Münster (TUMBRINCK &

PAßLICK 1997). Darüber hinaus lassen sich Besonderheiten der Stadt Hamburg, wie z.B. das häufige Auftreten von *Chorthippus mollis* oder das Wiederauftreten von *Platycleis albopunctata* feststellen.

Die geringen Arten- und Individuenzahlen der Probeflächen des städtischen Zentrums im Vergleich zu den randlichen Probeflächen ist als urbaner Gradient bekannt und wird auch in der vorliegenden Untersuchung für Heuschrecken bestätigt.

1. Einleitung und Fragestellung

Als Brachflächen werden Flächen bezeichnet, auf denen die Sukzession nicht oder nicht absichtlich beeinträchtigt wird. Die Brachflächen innerhalb Hamburgs sind eng mit der Industrialisierung und der Entwicklung des Welthandels des 19. Jahrhunderts verknüpft. Durch die beiden Weltkriege wurde das kontinuierliche Wachstum zwar unterbrochen, aber Mitte der 1960er nahm der Industrieumsatz Hamburgs die Spitze aller deutschen Städte ein. Die in den 1970er und 1980er Jahren erfolgten Einbrüche im Werftbau und in der Großindustrie führten zu einer Zunahme von Brachflächen, insbesondere im Hamburger Hafengebiet (REBELE & DETTMAR 1996). Auch aufgelassene militärische Liegenschaften oder Bahnflächen bilden zahlreiche Brachflächen im Hamburger Stadtgebiet. Städtische Brachflächen stehen seit Jahren im Fokus biologischer Untersuchungen und ihr Wert als Lebensraum für Tiere und Pflanzen steht außer Frage. So können u.a. Bahn- und Straßendämme sowie Brachflächen einer großen Zahl von Tier- und Pflanzenarten gute Lebensmöglichkeiten bieten. Untersuchungen zur Heuschreckenfauna städtischer Bereiche liegen exemplarisch für mehrere Städte vor (vgl. HAACKS 2005). All diesen Arbeiten gemein ist, dass jeweils verschiedene Habitattypen hinsichtlich der Heuschreckenfauna untersucht wurden. Eine Beschränkung auf Brachflächen liefern dagegen nur sehr wenige Arbeiten, wie z.B. die Untersuchung von Heuschrecken auf Ackerbrachen des Münsterlandes (KOHLMANN 1997).

Neben der Frage, welche Heuschreckenart wo und warum vorkommt, war zu untersuchen, ob es zeitliche Abfolgen der Gemeinschaften gibt und ob Charakterarten für bestimmte Brachestadien festzustellen sind. Damit steht die Arbeit im Kontext der von DETZEL (1998) aufgezeigten Forschungsbedarfe, die sich u.a. auf Heuschreckenzönosen beziehen.

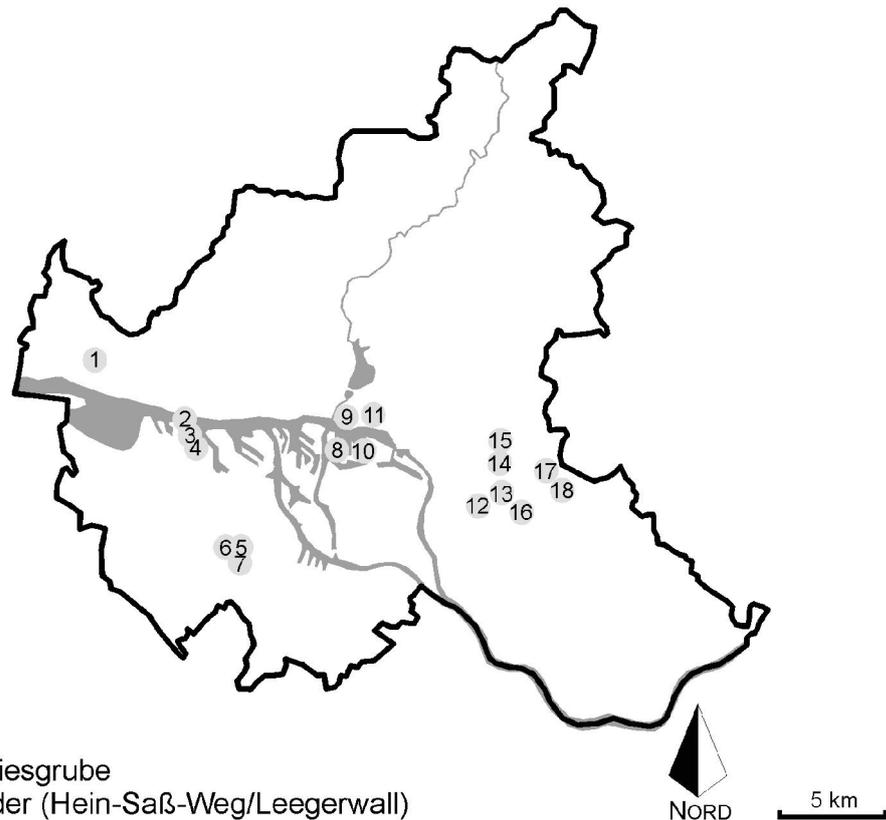
Der vorliegende Artikel stellt Teilaspekte einer breiter angelegten Untersuchung vor, die als Diplomarbeit am Fachbereich Biologie der Universität Hamburg vorgelegt wurde und als download unter www.desmoschoenus.de zur Verfügung steht.

2. Untersuchungsgebiet und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Innerhalb des Hamburger Stadtgebietes wurden insgesamt 18 Probeflächen entlang eines ca. 26 km west-ost verlaufenden Transektes mit 48 Probepunkten untersucht. Dabei wurde jede für Heuschrecken relevante Vegetationsstruktur auf den jeweiligen Probeflächen mit einem Probepunkt belegt. So waren beispielsweise Trockenrasenelemente, ehemalige Gleisanlagen, Ruderalfluren oder

Gebüsche sowie vegetationsfreie Bereiche auszugliedern und jeweils gesondert zu untersuchen. Die Probeflächen wurden von 1 bis 18 durchnummeriert und die auf den Probeflächen ausgewiesenen Probepunkte wurden nach der jeweiligen Probeflächenzahl mit einem Buchstaben versehen. Bei den untersuchten Flächen handelt es sich um sandige, abgetrocknete Spülflächen, zur Bebauung vorbereitete Gewerbeflächen, Bahnflächen, aus der Nutzung entlassene Trockenstandorte oder Kiesgruben. Nachfolgend ist die Lage der Probeflächen in Abb. 1 dargestellt.



- ① = Rissener Kiesgrube
- ② = Finkenwerder (Hein-Saß-Weg/Leegerwall)
- ③ = Finkenwerder (Hein-Saß-Weg)
- ④ = Finkenwerder (Hein-Saß-Stieg/Hein-Saß-Weg)
- ⑤ = Gewerbegebiet Moorburg (Heykenauweg ost)
- ⑥ = Gewerbegebiet Moorburg (Heykenausweg west)
- ⑦ = Gewerbegebiet Moorburg (Heykenauweg/Heykenaukamp)
- ⑧ = Windhukkai (Afrikastraße)
- ⑨ = Grasbrookhafen
- ⑩ = Windhukkai (Australiastraße)
- ⑪ = Versmannstraße
- ⑫ = Gewerbegebiet Allermöhe (südwest)
- ⑬ = Gewerbegebiet Allermöhe (nordost)
- ⑭ = Gewerbegebiet Rote Brücke (südlich Zinkhüttendeich)
- ⑮ = Gewerbegebiet Rote Brücke (nördlich Zinkhüttendeich)
- ⑯ = Gewerbegebiet Allermöhe (Werner-Schroeder-Straße)
- ⑰ = Ackerbrache B5
- ⑱ = Boberger Anger

Kartographie: M. Haacks, 2005

Abb. 1: Lage der Probeflächen im Hamburger Stadtgebiet

Die untersuchten Brachflächen lassen sich vier Gruppen zuordnen:

- Industriebrachen (inkl. Hafenbrachen): Probeflächen 2, 3, 4, 8, 9 und 10.
- Bahnbrachen: Probefläche 11.
- Gewerbegebiete (in Planung mit sukzessiver Bebauung): Probeflächen 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15 und 16.
- Sonstige (aufgelassene Grünländer, Ackerbrachen, ehem. Abbaugruben): Probeflächen 1, 17 und 18.

Das recherchierte Alter der Probeflächen, bzw. der Zeitpunkt des Brachfallens schwankt zwischen 2 bis 30 Jahren in Bezug auf das Untersuchungsjahr 2004.

2.2 Methoden

Ende Mai 2004 wurde die erste Erfassung der Heuschrecken auf den ausgewählten Flächen durchgeführt. Sie diente zum einen der Erfassung der Dornschröcken (Tetrigidae) und zum anderen der Überprüfung, ob in den jeweiligen Probepunkten Heuschreckenlarven nachweisbar waren. Dies war wichtig, um im Verlauf der Erfassungen im Sommer und Herbst abschätzen zu können, ob die adulten Heuschrecken von außen in die Probeflächen eingewandert sind oder ob es sich um autochthone Bestände handelt, die ihren gesamten Lebenszyklus innerhalb der Probepunkte durchlaufen.

Die Dornschröcken und Heuschrecken-Larven wurden über Sichtbeobachtung, Kescherfänge und über direkte Anlockung mit einem auf dem Boden ausgebreiteten weißen Laken erfasst.

Von Anfang August bis Mitte September 2004 wurde die Erfassung der Heuschreckenfauna auf den Probepunkten in drei Begehungen tagsüber durchgeführt. Eine zusätzliche Begehung erfolgte in den frühen Abendstunden, um die später aktiven Arten, wie z.B. *Pholidoptera griseoptera* ebenfalls repräsentativ zu erfassen. Somit wurden insgesamt fünf Begehungen an jedem Probepunkt durchgeführt. Die Erfassung erfolgte durch Sichtbeobachtung und Verhören der singenden Männchen mit Hilfe eines Ultraschalldetektors (Pettersson D100).

Jeder Probepunkt umfasst eine Kreisfläche mit einem Radius von ca. 15 m. Sehr laut stridulierende Arten, wie z.B. *Platycleis albopunctata* (Ultraschalldetektor) oder *Tettigonia viridissima* strahlen akustisch noch von weiter entfernt in den Aufnahmepunkt hinein und wurden mit aufgenommen.

Vom 21. bis 28.08.04 wurden zudem im Gelände von jedem der 48 Probepunkte nachfolgend aufgeführte Strukturparameter erhoben:

- Vegetationsbedeckung (geschätzt in %).
- die Vegetationshöhe in fünf Messungen der bestimmenden Vegetationseinheiten - mit Ausnahme der Gehölze - mittels eines Zollstocks.
- Bodenartbestimmung (Substrat) über die Fingerprobe sowie Skelettanteil.

Zur Abschätzung der Arealgrößen und der Isolation wurden die Flächen, in denen die Probepunkte liegen, im GIS (ArcView 3.2a, ESRI) digitalisiert, um die Flächengröße zu erhalten. Dabei wurden die Probeflächen größtmöglichst abge-

grenzt und sämtliche strukturell zusammenhängende Bereiche als eine Fläche angesehen. Um die digitalisierten Probeflächen wurde im GIS ein Puffer mit einem Radius der durchschnittlichen Arealdistanz der Heuschreckenarten generiert. Dieser Radius ist nicht artspezifisch, sondern wurde aufgrund von Durchschnittsangaben in der Literatur DETZEL (1998) und MAAS et al. (2002) auf 1.000 m angesetzt.

Innerhalb dieses Radius wurden Luftbilder nach Flächen gleichen Biotoptyps bzw. gleicher Struktur gesichtet. Diese wurden gezielt im Gelände in einer Begehung am 23. und 24.04.05 aufgesucht und hinsichtlich ihrer Eignung analysiert. Die mit den Probeflächen vergleichbaren Flächen wurden ebenfalls im GIS digitalisiert.

Die Ordnung der Heuschrecken-Bestände zu Gruppen mit der größten Ähnlichkeit erfolgte über eine hierarchisch-agglomerative Clusteranalyse. Zu weiteren Ausführungen hinsichtlich der Clusteranalyse wird auf HAACKS (2005) verwiesen. Zum Einsatz kam das Software-Paket MVSP.

Mittels einer Diskriminanzanalyse wurden die in Clusteranalysen ermittelten Gruppen überprüft. Das Ziel einer Diskriminanzanalyse besteht darin, eine optimale Trennung zweier oder mehrerer Gruppen z.B. anhand von Umweltfaktoren herauszustellen und die Gruppenzugehörigkeit einer Einheit unbekannter Herkunft möglichst genau vorherzusagen. Für die Diskriminanzanalysen kam das Software-Paket SPSS 10.0 zum Einsatz.

3. Ergebnisse

Insgesamt konnten 16 Heuschreckenarten nachgewiesen werden. Das entspricht etwa 53% der für Hamburg rezent nachgewiesenen 30 Heuschreckenarten (RÖBBELEN in Vorb.). Die Artenzahlen an den einzelnen Probepunkten schwanken zwischen einer und elf Arten, die durchschnittliche Artenzahl pro Probepunkt liegt im Mittel bei vier Heuschreckenarten. Die Individuenzahlen schwanken zwischen 1 und 31 pro Probepunkt. Ausgehend von der jeweiligen Maximalzahl der fünf durchgeführten Begehungen wurden durchschnittlich 12 Individuen pro Probepunkt festgestellt. Die Probepunkte 9A mit einer Art und einem Individuum und 18B mit elf Arten und 31 Individuen bilden die beiden Extreme.

In Tabelle 1 sind die erfassten Heuschreckenarten unter Angabe von Präsenz und Stetigkeit aufgeführt. In Abbildung 2 sind die Arten- und Individuenzahlen für die 18 Probeflächen dargestellt. Die Ergebnisse der einzelnen Probepunkte wurden nach Probeflächen zusammengefasst.

Tabelle 1 (nächste Seite):

Übersicht der insgesamt nachgewiesenen Heuschreckenarten mit Angabe ihrer Gefährdung für die Bundesrepublik (MAAS et al. 2002), Hamburg (RÖBBELEN in Vorb.), Schleswig-Holstein (WINKLER 2000) und Niedersachsen/Bremen (GREIN 2005). 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, + = ungefährdet, RL = Rote Liste. Präsenz = Anzahl der Vorkommen insgesamt bezogen auf 48 Fundorte, Stetigkeit = Prozentuale Präsenz der Vorkommen.

Artname (lat)	Artname (dt)	RL BRD 2002	RL HH	RL SH 2000	RL Nds 2005	Präsenz	Stetigkeit %
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	Weißrandiger Grashüpfer	+	+	+	+	25	52,08
<i>Chorthippus apricarius</i>	Feld-Grashüpfer	+	+	+	+	1	2,08
<i>Chorthippus biguttulus</i>	Nachtigall-Grashüpfer	+	V	+	+	14	29,17
<i>Chorthippus brunneus</i>	Brauner Grashüpfer	+	+	+	+	36	75,00
<i>Chorthippus mollis</i>	Verkannter Grashüpfer	V	3	2	V	35	72,92
<i>Chorthippus parallelus</i>	Gemeiner Grashüpfer	+	+	+	+	15	31,25
<i>Conocephalus dorsalis</i>	Kurzflügelige Schwertschrecke	V	+	+	+	6	12,50
<i>Leptophyes punctatissima</i>	Punktierte Zartschrecke	+	+	+	+	4	8,33
<i>Metrioptera roeselii</i>	Roesels Beißschrecke	+	+	+	+	19	39,58
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	Gefleckte Keulenschrecke	+	3	V	+	16	33,33
<i>Pholidoptera griseoaptera</i>	Gew. Strauchschrecke	+	+	+	+	6	12,50
<i>Platycleis albopunctata</i>	Westliche Beißschrecke	V	1	1	2	7	14,58
<i>Stethophyma grossum</i>	Sumpfschrecke	+	3	2	3	1	2,08
<i>Tetrix subulata</i>	Säbeldornschröcke	+	3	V	3	1	2,08
<i>Tettigonia cantans</i>	Zwitscherschrecke	+	+	+	+	2	4,17
<i>Tettigonia viridissima</i>	Grünes Heupferd	+	+	+	+	23	47,92

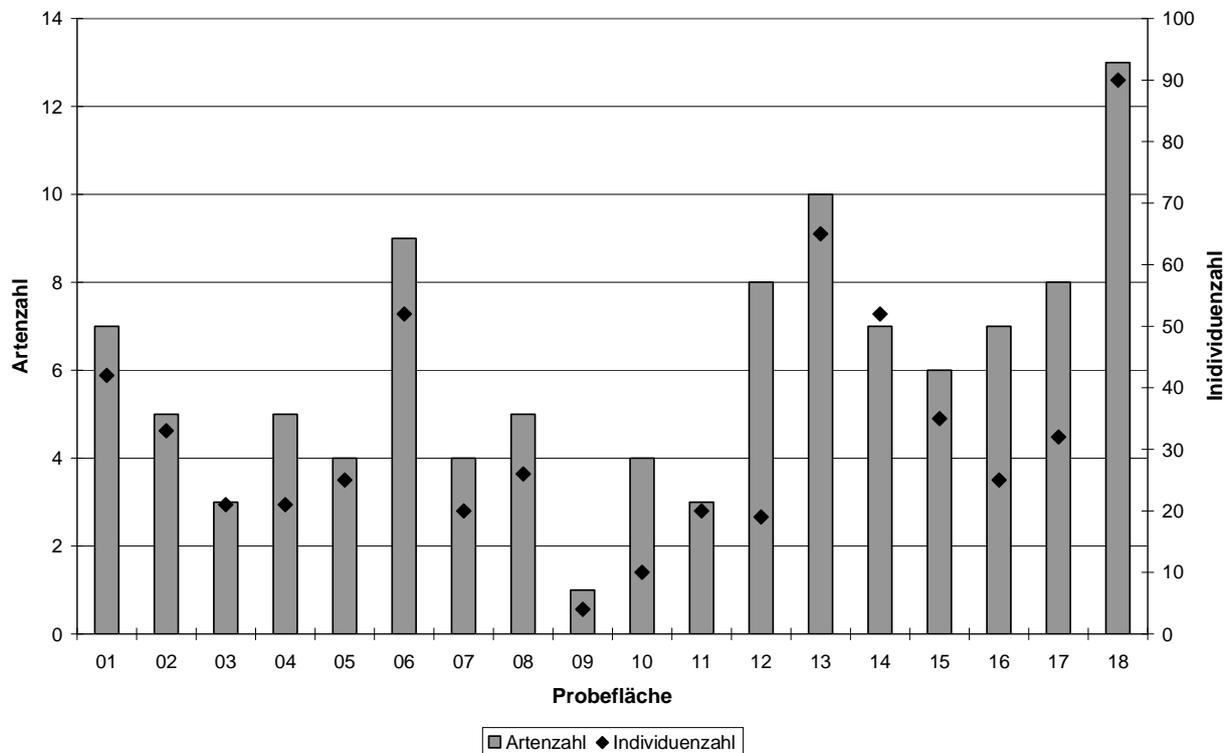


Abb. 2: Arten- und Individuenzahlen der Probeflächen

Aus der Clusteranalyse ergeben sich nach dem Arteninventar vier Gruppen von Heuschreckenzönosen (vgl. Abbildung 3).

Die erste Abspaltung (Knoten) trennt die Aufnahmen der Probeflächen 09 und 11 ab. Die Probepunkte dieser Flächen beinhalten entweder nur *Chorthippus brunneus* bzw. sind sehr artenarm und von dieser Heuschreckenart dominiert. Am zweiten Knoten werden die Aufnahmen der Probeflächen 01, die Probepunkte 12A, 13B und 13C, 17A sowie 18A und 18D von den übrigen Aufnahmen getrennt. Am dritten Knoten wird der Probepunkt 16C abgegliedert und am vierten Knoten erfolgt die Aufteilung der verbleibenden 34 Probepunkte in 2 Gruppen.

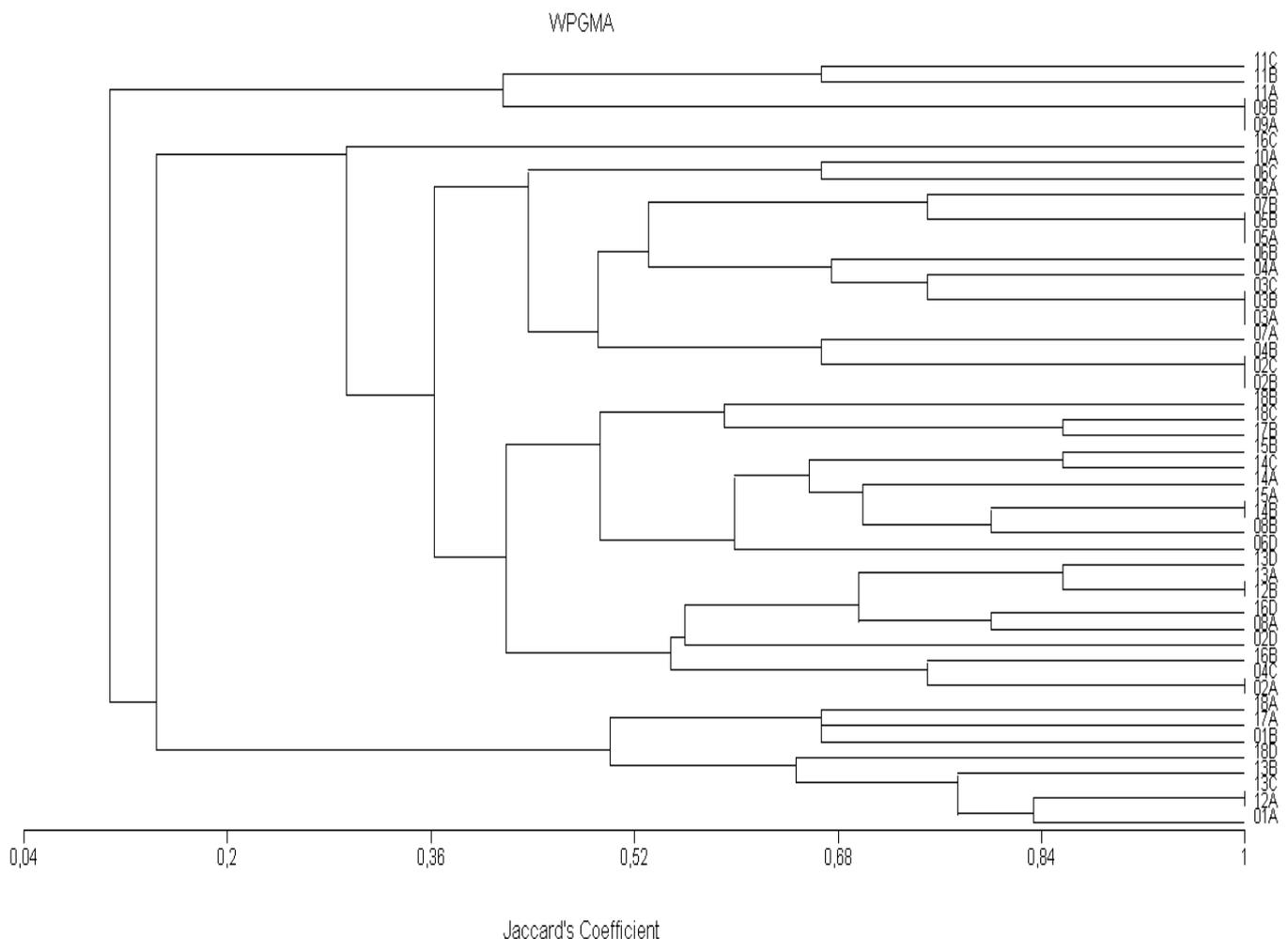


Abb. 3: Dendrogramm der Heuschreckenzönosen nach Probestellen

In einer zweiten Clusterberechnung wurde ein Dendrogramm über die Heuschreckenarten gebildet, um zu erkennen, welche Arten gehäuft zusammen auftreten. Einzelfunde, wie z.B. *Chorthippus apricarius* oder *Stethophyma grossum* blieben dabei unberücksichtigt, da sie für Aussagen zu gemeinsamen Vorkommen nicht repräsentativ sind.

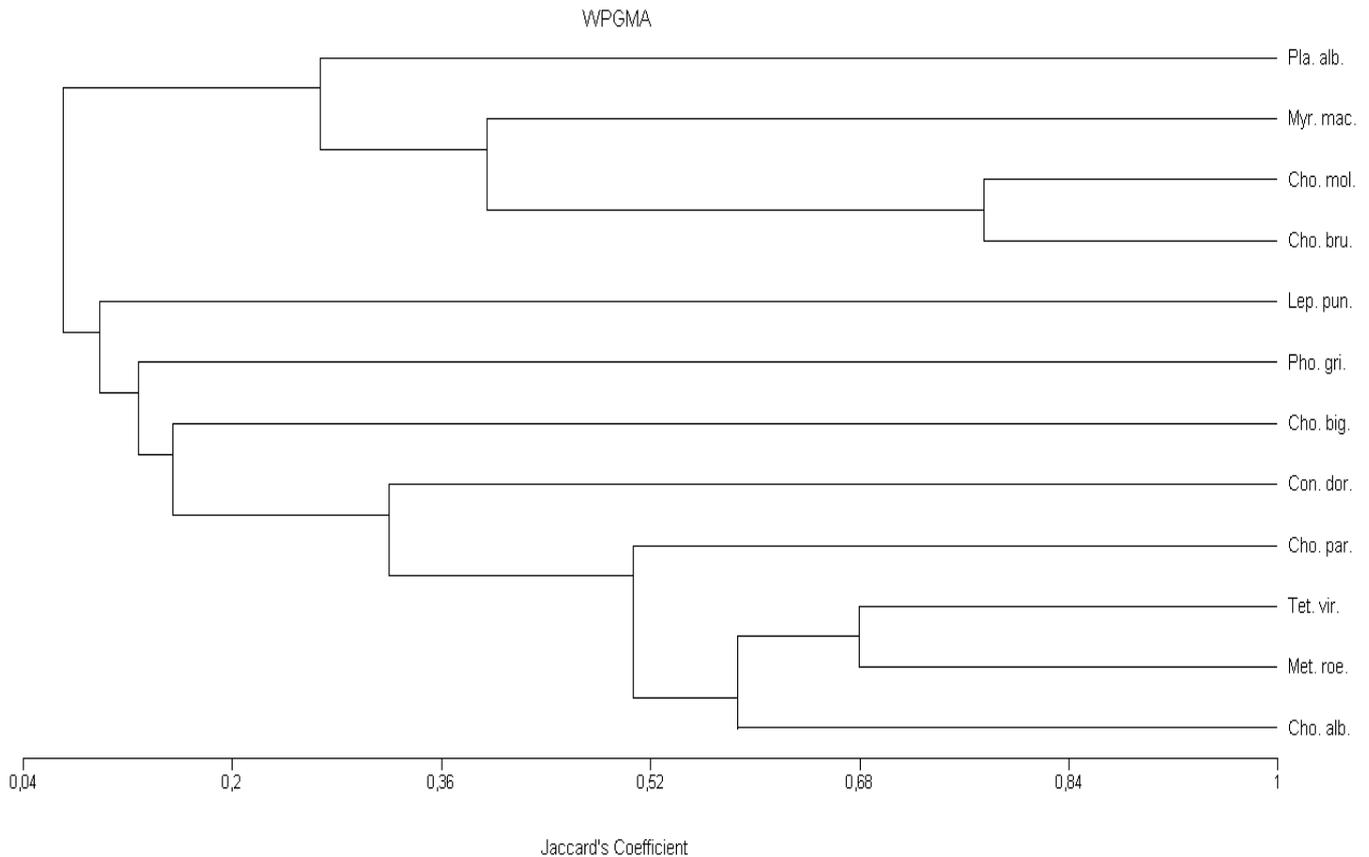


Abb. 4: Dendrogramm der Heuschreckenzönosen nach Arten

Das Dendrogramm spaltet sich zunächst in zwei Gruppen auf, in dem zum einen die Arten *Platycleis albopunctata*, *Myrmeleotettix maculatus* und zum anderen *Chorthippus mollis* und *Chorthippus brunneus* den restlichen Arten gegenübergestellt werden. Auf der anderen Seite werden *Chorthippus parallelus*, *Tettigonia viridissima*, *Metrioptera roeselii* und *Chorthippus albomarginatus* in einer Gruppe angeordnet. Als nächste Art wird *Conocephalus dorsalis* dieser Gruppe zugeordnet. Letztlich bilden die drei Arten *Leptophyes punctatissima*, *Pholidoptera griseoptera* und *Chorthippus biguttulus* eine dritte Gruppe, die jedoch wenige Ähnlichkeiten untereinander aufweisen und schon sehr früh im Dendrogramm ausgeschieden werden.

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die Erklärungswerte der einzelnen Diskriminanzfunktionen sowie die Bedeutung der einzelnen Umweltfaktoren an den Funktionen wiedergegeben.

Nach Durchführung eines Wilks-Lambda-Testes trennen die drei kanonischen Diskriminanzfunktionen die vier Gruppen hochsignifikant auf.

Das Streudiagramm (Abbildung 5) der Gruppenzentroide zeigt die Trennung der Bestände durch die Umweltvariablen optisch deutlich auf. Die vier postulierten Gruppen der Heuschreckengemeinschaften werden voneinander getrennt angeordnet.

Dabei ist eine Abfolge vom Initialstadium, über die kurz- und hochwüchsige Trockenbrache zum Altstadium zu erkennen.

Tab. 2: Diskriminanzfunktionen der Umweltparameter sowie der Eigenwerte und erklärter Varianz (fett dargestellt sind die größten absoluten Korrelationen zwischen jeder Variablen und einer Diskriminanzfunktion).

Variable	Funktion 1	Funktion 2	Funktion 3
Vegetationshöhe	0,614	0,093	-0,236
Alter	0,525	-0,181	0,269
Größe gleicher Flächen	0,323	0,105	-0,146
Anzahl gleicher Flächen	0,249	0,181	-0,024
Niederschlag	-0,038	0,605	-0,197
Probeflächengröße	-0,014	-0,202	0,078
GK-Rechtswert	0,174	0,323	-0,534
Vegetationsbedeckung	0,465	-0,078	-0,480
Substrat	0,266	-0,062	0,323
Eigenwert	3,627	1,710	0,652
erklärte Varianz in %	60,6	28,6	10,9
kumulative Varianz in %	60,6	89,1	100,0

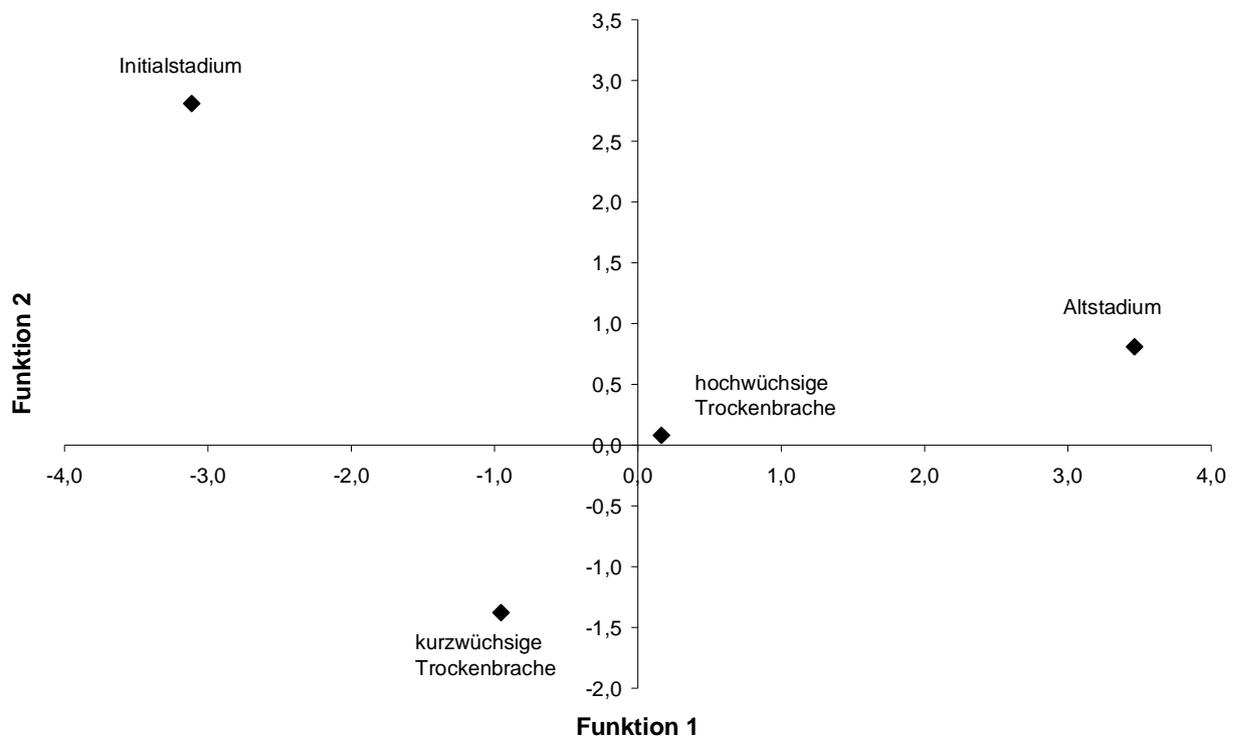


Abb. 5: Streudiagramm der Gruppenzentroide der Heuschreckengemeinschaften.

4. Diskussion

4.1 Heuschreckenarten der Städte

KLAUSNITZER (1993) hält Heuschrecken hinsichtlich ihres Vorkommens innerhalb von Städten wegen des Überbesatzes an Vögeln als Fressfeinde für nicht begünstigt. Dies erscheint jedoch in Anbetracht der vorliegenden Untersuchungen und des z.T. häufigen und individuenreichen Vorkommens von Heuschrecken wenig wahrscheinlich. Der Grund für geringe Arten- und Individuenzahlen in den Großstadtzentren dürfte vielmehr in den fehlenden, geeigneten Habitaten begründet sein. Als typische Heuschreckenarten der Städte werden von verschiedenen Autoren *Conocephalus dorsalis*, *Leptophyes* sp., *Metrioptera roeselii*, *Pholidoptera griseoptera*, *Platycleis albopunctata* und *Tettigonia viridissima* sowie *Chorthippus albomarginatus*, *Chorthippus apricarius*, *Chorthippus biguttulus*, *Chorthippus brunneus*, *Chorthippus parallelus*, *Myrmeleotettix maculatus*, *Omocestus viridulus* und *Tetrix undulata* angegeben (vgl. HAACKS 2005).

Da in der ersten Begehung auf jeder Probefläche Heuschreckenlarven festgestellt wurden, kann zumindest eine rein allochthone Besiedlung über Einwanderungen ausgeschlossen werden. Die nachgewiesenen Arten sind also in der Lage, auch sehr junge Habitate sehr schnell bodenständig zu besiedeln.

Mit der Ausnahme von *Omocestus viridulus*, der in Hamburg die nicht untersuchten Biotope Moorränder und nasses Grünland besiedelt (MARTENS & GILLANDT 1985), spiegeln diese Ergebnisse die Hamburger Verhältnisse wider.

Der nur einmalige Nachweis von *Chorthippus apricarius* ist im ersten Moment insofern erstaunlich, als dass er als häufig und typisch für städtische und trockene Ruderalflächen angesehen wird (RASPER 1990, FARTMANN 1997) und die Art in Hamburg als ungefährdet geführt wird (RÖBBELEN in Vorb.). Nach TUMBRINCK & PAßLICK (1997) fehlt die Art jedoch auf sehr trockenen Biotopen, die die Mehrzahl der untersuchten Probeflächen bilden.

Als Gemeinsamkeit der typischen städtischen Heuschrecken wird ein hohes Ausbreitungspotenzial genannt (u.a. RASPER 1990, TUMBRINCK & PAßLICK 1997).

Einen Sonderfall stellt *Platycleis albopunctata* dar. Diese Art breitet sich seit einigen Jahren wieder nach Westen aus. Während sie in Schleswig-Holstein und Hamburg seit vielen Jahrzehnten ausgestorben war, wurde sie im Sommer 1999 im Kreis Herzogtum Lauenburg wieder nachgewiesen (WINKLER 2000). Nach WINKLER (2000) ist davon auszugehen, dass die Art schon seit einigen Jahren in Schleswig-Holstein wieder heimisch geworden ist. Im Jahr 2004 wurden bei Tensfeld im Kreis Segeberg ebenfalls Individuen festgestellt (Leguan GmbH 2004). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnten im August 2004 im Gewerbegebiet Moorburg ca. 18 Männchen von *Platycleis albopunctata* nachgewiesen werden. Dies stellt einen Wiederfund der Art für Hamburg dar, der bereits Eingang in die - zurzeit bearbeitete - Rote Liste fand, in der sie von Kategorie 0 (ausgestorben oder verschollen) auf Kategorie 1 (vom Aussterben bedroht) heruntergesetzt wurde (RÖBBELEN in Vorb.). Ein weiterer Nachweis von *Platycleis albopunctata* konnte im September 2004 auf der Boberger Düne von Dipl. Biol. Axel Jahn erbracht werden (RÖBBELEN mdl. Mitt.). Der nächste bekannte rezente

Fundort der Art befindet sich etwa 30 km südöstlich Moorburgs im Stadtgebiet von Geesthacht (GARVE & LUTZ 2002). In einer 2005 durchgeführten Nachsuche auf den Probeflächen konnten zahlreiche Exemplare von *Platycleis albopunctata* nachgewiesen werden (RÖBBELEN in Vorb.), so dass von einer Bodenständigkeit ausgegangen werden kann.

4.2 Urbaner Gradient

Wie der Abbildung 3 zu entnehmen ist, ist die Arten- und Individuenzahl in den zentralen gegenüber den randlichen Probeflächen innerhalb des Stadtgebietes von Hamburg erniedrigt. Dieses als urbaner Gradient bekannte Phänomen (KLAUSNITZER 1993) wurde u.a. auch von HEß (2001) für die Heuschreckenfauna des Ballungsraums Rhein-Main nachgewiesen. Die Flächen im Zentrum der Stadt Hamburg sind in der Regel kleiner, jünger, bieten weniger räumliche ökologische Nischen und weniger Nahrung als die randlichen Probeflächen. Zudem können von den äußeren Stadtgebieten Arten viel leichter einwandern. Hervorstechend ist zudem ein West-Ost-Gradient hinsichtlich der Arten- und Individuenzahl. So sind diese in den östlichen Probeflächen höher als in den westlichen.

4.3 Cluster- und Diskriminanzanalyse und Ableitung von Strukturtypen

Einige Untersuchungen weisen Heuschreckenzönosen anhand einer Zuordnung zu Pflanzengesellschaften aus, in denen bestimmte Heuschreckenarten überwiegend gefunden werden. Es erfolgt also eine Typisierung auf Grundlage von Pflanzengesellschaften (HEMP & HEMP 1996, 2000). Die meisten Heuschreckenarten sind jedoch nicht an einzelne Pflanzenarten oder -gesellschaften gebunden (DETZEL 1998). Eine Abhängigkeit der Heuschrecken an bestimmte Pflanzenarten ist auch insofern nicht gegeben, weil gerade Feldheuschrecken polyphag sind (SZIJJ 1985). Heuschrecken sind vielmehr an Raumstruktur und Mikroklima gebunden (u.a. SÄNGER 1977, SZIJJ 1985, FARTMANN 1997). Des Weiteren entscheidet die Qualität der Eiablagesubstrate über die Habitategnung. Diese wird z.B. von der Widerständigkeit der Vegetation für die Eiablage oder von der Bodenfeuchte bestimmt (INGRISCH & KÖHLER 1998). Die Beziehungen zwischen Heuschrecken und Vegetation sind also nicht taxonomischer Natur, sondern eher als Reaktion auf das entsprechende Angebot an raumstruktureller Diversität und Nutzung in der Vegetation zu verstehen (DORDA 1995). Hinzu kommt, dass Zoozönosen im Vergleich zu Phytozönosen aufgrund unterschiedlicher Nutzungen der verschiedenen Raumebenen oder aufgrund unterschiedlicher Nutzungen zu verschiedenen Entwicklungsstadien besonders komplex sind. Aus diesen Gründen erfolgt die Zuordnung von Heuschreckengemeinschaften zu Strukturtypen was dem Vorgehen von DORDA (1995), FARTMANN (1997) und BEHRENS & FARTMANN (2004) entspricht.

Nach Auswertung der Cluster-Analyse lassen sich vier Strukturtypen hinsichtlich der Heuschreckenzönosen ausscheiden:

1. Initialstadium mit einer Vegetationsbedeckung von 20-85% mit *Chorthippus brunneus* als einzige Art bzw. mit sehr wenigen Arten, von denen *Ch. brunneus* dominiert. Zu diesem Stadium zählen fünf Probepunkte, also 10,4% der insgesamt untersuchten 48 Probepunkte.

2. Kurzrasige, lückige Trockenflächen ohne nennenswerte Vertikalstrukturen. In diese Gruppe fallen 16 Probepunkte, entsprechend 33,3%. Der Probepunkt 16C ist separiert angeordnet weil dieser einerseits von Arten der Gruppe 2 (kurzrasige Trockenfläche) geprägt ist, andererseits durch das Vorkommen von *Metrioptera roeselii* jedoch eine Tendenz zur Gruppe 3 (hochwüchsige Trockenfläche) gegeben ist.
3. Hochwüchsige Trockenfläche mit Vertikalstrukturen, wie z.B. *Calamagrostis epigeios* und jungen Gehölzen (insbesondere *Betula pendula* und *Salix* sp.). Hierzu zählen 19 Probepunkte bzw. 39,6% der untersuchten Fundorte.
4. Struktureiche und in der Regel sehr alte Brachflächen mit intensiver Gehölzsukzession und einer Vegetationsbedeckung von 100%. Hierunter fallen auch die feuchten Staudenfluren (Probepunkte 13B und 18D) mit den beiden Heuschreckenarten *Tetrix subulata* bzw. *Stethophyma grossum*, die nur jeweils dort nachgewiesen wurden. Trotz dieser Eigenständigkeit fügen sich die Probepunkte offensichtlich in den Strukturtyp 4 der Heuschreckenökosen ein. Zu dieser Gruppe gehören 8 Probepunkte (16,7%).

Zusammen mit den Dominanzberechnungen der einzelnen Probepunkte, können Charakter- und Differenzialarten - im Sinne von INGRISCH (1982) - der einzelnen Brachestadien identifiziert werden. So können *Chorthippus brunneus* und *Ch. mollis* als Charakterarten des Initialstadiums bezeichnet werden, die Habitate mit wenigen räumlichen ökologischen Nischen nahezu konkurrenzlos besiedeln können. Sowohl hinsichtlich der Arten als auch der Individuenzahl dominieren daher diese beiden Heuschreckenarten in sehr vielen untersuchten Probepunkten. Dabei ist jedoch eine Abfolge der beiden Arten zu erkennen, da *Ch. brunneus* immer vor *Ch. mollis* die Flächen besiedelt, was mit der hohen Mobilität der Art in Zusammenhang stehen dürfte. So wurden keine Probepunkte beobachtet, in denen nur *Ch. mollis* siedelt. Für *Ch. brunneus* trifft das jedoch zu, wie zum Beispiel in den Probeflächen 09 und 11 belegt wurde. Andererseits ist *Ch. mollis* - zusammen mit anderen Heuschreckenarten - zu finden, wenn *Ch. brunneus* schon nicht mehr die Flächen besiedelt, wie z.B. bei Probepunkt 17B (ruderalisierter Trockenrasen) festgestellt wurde. Der Pioniercharakter von *Ch. brunneus* wird auch von KOHLMANN (1997) für Ackerbrachen der Westfälischen Bucht festgestellt. Auch *Ch. albomarginatus* weist ein Potenzial zur Erstbesiedlung auf. So wurde die Art u.a. innerhalb der erfassten Fläche der Probepunkte 11B, 11C (schütter bewachsene Bahnbrache) nachgewiesen, weit überwiegend wurde *Ch. albomarginatus* jedoch ab einer hohen Vegetationsbedeckung festgestellt.

Als Differenzialart zwischen kurzrasiger und hochwüchsiger Trockenfläche kann *Chorthippus biguttulus* gelten, da das Auftreten von Vertikalstrukturen für diese Art maßgeblich ist. *Metrioptera roeselii* dagegen ist als Charakterart der hochwüchsigen Trockenfläche zu betrachten, in denen die Vertikalstrukturen sehr ausgeprägt sind. Im weiteren Verlauf der Sukzession, insbesondere mit aufkommenden Gehölzen und ruderalen Hochstauden, bildet sich *Tettigonia viridissima* als Charakterart der strukturreichen, in der Regel älteren Brachen heraus.

Zudem bildet *Myrmeleotettix maculatus* eine Charakterart auf Trockenrasen mit offenen und vegetationsfreien Bereichen. Bei Vorhandensein solcher Strukturen, wie z.B. in den Probepunkten 06B und 16B kann auch diese Art Eudominanz erreichen. So gibt auch FARTMANN (1997) die Art als Leitart für lückige Silbergrasrasen im subkontinentalen Ostbrandenburg an.

Diese Aussagen werden auch durch das Dendrogramm gestützt, das über die Heuschreckenarten berechnet wurde (Abb. 4). Es offenbart hinsichtlich der Biotopansprüche die größten Ähnlichkeiten zwischen *Chorthippus mollis* und *Ch. brunneus* (initiale und kurzrasige, lückige Trockenbrachen) sowie zwischen *Tettigonia viridissima* und *Metrioptera roeselii* (hochwüchsige Trockenflächen und strukturreiche Altbrachen). Die der ersten Gruppe zugeordneten Arten *Platycleis albopunctata* und *Myrmeleotettix maculatus* sind ebenfalls typisch für kurzrasige Trockenflächen also den Strukturtyp 2. Der zweiten Gruppe werden die Arten *Chorthippus parallelus* und *Ch. albomarginatus* zugeordnet. Sie weisen auf mittelhohe Vegetationsstrukturen hin, wobei *Ch. albomarginatus* auf den untersuchten Brachflächen anscheinend höhere Strukturen bevorzugt als *Ch. parallelus*, was auch durch die Diskriminanzanalyse gestützt wird. Die ebenfalls dieser Gruppe zugeordnete, aber recht isoliert stehende, *Conocephalus dorsalis* benötigt ebenfalls eine höhere Vegetationsstruktur, die aber nur in feuchten Bereichen zu finden ist, in denen die typischen Trockenbrache-Heuschreckenarten nicht vorkommen. Die isolierte Anordnung der beiden Arten *Leptophyes punctatissima* und *Pholidoptera griseoptera* erklärt sich aus den Habitatsprüchen, die nur relativ selten in den Brachen zu finden sind, wie Strauch- und Baumstrukturen.

Abschließend wird *Chorthippus biguttulus* vermittelnd zwischen den Arten der kurzrasigen und hochwüchsigen Trockenflächen angeordnet. Die Art weist ein weites ökologisches Spektrum auf und lässt sich keiner dieser Gruppen zuordnen, sondern steht intermediär.

Diese Ergebnisse stehen in grundsätzlicher Übereinstimmung mit den Untersuchungen von DORDA (1995) für Kalk-Magerrasen des saarländisch-lothringischen Schichtstufenlandschaft.

4.4 Artenzahl und Vegetationshöhen

Nach Untersuchungen von NIEDRINGHAUS & BRÖRING (1990, zit. in HERRMANN 1992) nimmt die Artenzahl mit zunehmender Vegetationshöhe ab. In der vorliegenden Untersuchung konnte dies jedoch nicht bestätigt werden. Der Korrelationskoeffizient zwischen der Artenzahl und der gemittelten Vegetationshöhe der einzelnen Probepunkte beträgt nach Durchführung einer Spearman-Rank-Korrelation $r_s = +0,640$ ($n = 48$). Die zweiseitige Signifikanz beträgt $p = 0,001^{***}$.

Somit steigt nach den Erhebungen der vorliegenden Untersuchung die Artenzahl mit zunehmender Vegetationshöhe an. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass diese Aussagen nur für Brachflächen bis zu einem bestimmten Stadium gelten. Mit fortdauernder und ungestörter Sukzession entwickeln sich die Brachflächen zu Waldstadien, die wiederum als Habitat für Heuschrecken unattraktiv sind. Daher wird ab einem gewissen Punkt der Sukzession die Artenzahl wieder abnehmen. Die zunehmende Diversifizierung der Habitate entlang der Zeitachse durch zunehmende Vertikal- (aber auch Horizontal-)Strukturen bedingen mehr Sied-

lungsmöglichkeiten auch für spezifischer angepasste Arten und beeinflussen damit den räumlichen Aspekt der Nische. Dies entspricht der von MACARTHUR & WILSON (1967) im Rahmen ihrer Inselbiogeographischen Theorie festgestellten Heterogenität der Lebensräume, die als Grund für eine Artendiversität gesehen wird. Dabei sind neben der Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen und Nist- bzw. Eiablageplätzen auch die Fragmentierung und Isolation von Lebensräumen, deren Alter und fortschreitende Sukzession entscheidend.

Zudem wurde die Hypothese der steigenden Artenzahl mit zunehmendem Flächenalter bestätigt. Zu vermuten ist, dass mit zunehmendem Alter sich unterschiedlich strukturierte Bereiche der Brachflächen herausbilden, die einer Vielzahl von Arten Lebensraum bieten. Somit ist ein positiv korrelierter Anstieg der Artenzahl mit dem Alter seit Brachfallen der Fläche zu vermuten. Dieses Phänomen ist mittlerweile als gültige Hypothese zu betrachten (BEGON et al. 1998), nach der ältere Flächen eine höhere Habitatdiversität und damit mehr Arten aufweisen. Der Korrelationskoeffizient zwischen der Artenzahl und dem Alter der einzelnen Probepunkte beträgt nach Durchführung einer Spearman-Rank-Korrelation $r_s = +0,490$ ($n = 48$). Die zweiseitige Signifikanz beträgt $p = 0,001^{***}$.

Festzustellen ist, dass sich das Alter jedoch nur indirekt auswirkt, indem ein hohes Alter seit Brachfallen der Fläche für die Ausbildung vertikaler Vegetationsstrukturen und die Ausbildung zahlreicher ökologischer Nischen steht. Zu beachten ist hierbei allerdings, dass eine pauschale Klassifikation - je älter die Fläche, desto struktur- und artenreicher ist sie - nicht in jedem Fall zutrifft, da dies beispielsweise von anderen Parametern, wie z.B. Nährstoffgehalt des Bodens oder Bodenverdichtung beeinflusst wird. So entwickeln sich auf jungen, nährstoffreichen Brachen relativ schnell Vertikalstrukturen mit *Calamagrostis epigeios*, für deren Entstehung auf nährstoffarmen Brachen mehr Zeit vergehen muss.

Die Heuschreckengemeinschaften verändern sich mit Alter, Struktur und Vegetation der Brachflächen. Es kommt zu Veränderungen des Arteninventars, indem es zu einer Abfolge bestimmter Heuschreckarten - analog der vegetationskundlichen Sukzession - kommt. Dies spiegelt die unterschiedlichen Ansprüche von Heuschreckenarten an ihre Umgebung wider. Somit bilden Brachflächen nur für bestimmte Zeit eine Habitateignung für die jeweiligen Heuschreckenarten auf. Wichtig ist, dass zu jedem Zeitpunkt Brachen eines unterschiedlichen Sukzessionsstadiums vorhanden sind. Brachflächen dienen als Elemente der Vernetzung, dabei verhindert ein dichtes Netz gleichartiger Lebensräume, dass die Entfernungen zwischen ähnlichen Habitaten zu groß und damit unüberwindbar werden (KLAUSNITZER 1993). Allerdings scheint eine Isolation der einzelnen Brachflächen für die in der Regel mobilen Heuschrecken nur von geringer Bedeutung zu sein.

Danksagung

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und die konstruktiven Hinweise bedanke ich mich ganz herzlich bei Herrn Dr. Frank Brozowski.

Verfasser:
Dr. Manfred Haacks
Humboldtstraße 130
22083 Hamburg
E-Mail: m.haacks@leguan.com

Literatur

- BEGON, M.E., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. (1998): Ökologie. - Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg; 750 S.
- BEHRENS, M. & FARTMANN, T. (2004): Die Heuschreckengemeinschaften isolierter Schieferkuppen der Medebacher Bucht (Südwestfalen/Nordhessen). - *Tuexenia* 24: 303-327.
- DETZEL, P. (1998): Die Heuschrecken Baden-Württembergs. - Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart; 580 S.
- DORDA, D. (1995): Heuschreckenzönosen als Bioindikatoren auf Sand- und submediterranen Kalk-Magerasen des saarländisch-lothringischen Schichtstufenlandes. Dissertation Universität des Saarlandes, 253 S.
- FARTMANN, T. (1997): Biozöologische Untersuchungen zur Heuschreckenfauna auf Magerasen im Naturpark Märkische Schweiz (Ostbrandenburg). - In: MATTES, H. [Hrsg.]: Ökologische Untersuchungen zur Heuschreckenfauna in Brandenburg und Westfalen. - Arbeiten aus dem Institut für Landschaftsökologie 3: 1-62.
- GARVE, V. & LUTZ, K. (2002): Neue Nachweise von *Oedipoda caerulescens* (Linnaeus 1758) und *Platycleis albopunctata* (Goeze 1778) in Schleswig-Holstein. - *Articulata* 17 (1): 85-88.
- GREIN, G. (2005): Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Heuschrecken mit Gesamtartenverzeichnis. 3. Fassung, Stand 1.5.2005. - Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 1/2005.
- HAACKS, M. (2005): Untersuchungen zu Heuschreckengemeinschaften auf urbanen Brachflächen innerhalb der Freien und Hansestadt Hamburg. - Diplomarbeit am Fachbereich Biologie der Universität Hamburg.
- HEMP, A., & HEMP, C. (1996): Die Heuschreckenfauna der Dolomittkuppenalb bei Neuhaus-Velden und ihre Beziehung zur Vegetation. - *Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Bayreuth* 23: 327-371.
- HEMP, A., & HEMP, C. (2000): Die Heuschrecken-Zönosen auf Kalkschutthalden der Nördlichen Frankenalb und ihre Beziehung zur Vegetation. - *Tuexenia* 20: 259-281.
- HERRMANN, M. (1992): Die Heuschreckenfauna (Saltatoria) der Stadt Oldenburg (in Oldenburg) im Vergleich zum angrenzenden Umland. - *Drosera* 92 (2): 155-170.
- HEß, C.H. (2001): Habitatwahl und Artenzusammensetzung von Arthropodenpopulationen im urbanen Bereich am Beispiel des Rhein-Main-Ballungsraumes unter besonderer Berücksichtigung der Saltatoria. - Dissertation Universität Mainz.
- INGRISCH, S. (1982): Orthopterengesellschaften in Hessen. - *Hessische Faunistische Briefe* 2: 38-46.
- INGRISCH, S. & KÖHLER, G. (1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas. - Die Neue Brehm-Bücherei, Band 629. Westarp Wissenschaften-Verlagsgesellschaft, Magdeburg; 460 S.
- KLAUSNITZER, B. (1993): Ökologie der Großstadtfäuna. - 2. bearb. u. erw. Auflage. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena.

- KOHLMANN, T. (1997): Zur Besiedlung von Ackerbrachen des Münsterlandes durch Heuschrecken. - In: MATTES, H. [Hrsg.]: Ökologische Untersuchungen zur Heuschreckenfauna in Brandenburg und Westfalen. - Arbeiten aus dem Institut für Landschaftsökologie 3: 165-171.
- Leguan GmbH (2004): Planfeststellungsverfahren zur geplanten Auskiesung durch die Kieswerke Fischer GmbH & Co. KG in der Gemeinde Tensfeld. - Biologisches Gutachten im Auftrag des Landschaftsarchitekten Richard Möller, Wedel.
- MAAS, S., DETZEL, P. & STAUDT, A. (2002): Gefährdungsanalyse der Heuschrecken Deutschlands. Verbreitungsatlas, Gefährdungseinstufung und Schutzkonzepte. Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben 89886015 des Bundesamtes für Naturschutz. - Bonn-Bad Godesberg; 401 S.
- MACARTHUR, R.H. & WILSON, E.O. (1967): The theory of island biogeography. - Princeton University Press, Princeton.
- MARTENS, J.M. & GILLANDT, L. (1985): Schutzprogramm für Heuschrecken in Hamburg. - Schriftenreihe der Umweltbehörde, Heft 10. Hamburg.
- RASPER, M. (1990): Zur Verbreitung von Heuschrecken im Stadtgebiet Hannover. - Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover 132: 189-206.
- REBELE, F. & DETTMAR, J. (1996): Industriebrachen. Ökologie und Management. - Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart; 188 S.
- RÖBBELEN, F. (in Vorb.): Rote Liste der in Hamburg gefährdeten Heuschrecken. [Hrsg.]: Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt - Naturschutzamt.
- SÄNGER, K. (1977): Über die Beziehungen zwischen Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) und der Raumstruktur Ihrer Habitate. - Zool. Jb. Syst. 104: 433-488.
- SZIJJ, J. (1985): Ökologische Einnischung der Saltatoria im Artland (Niedersachsen) und ihre Verwendung für naturschützerische Wertanalyse. - Deutsche Entomologische Zeitschrift N.F. 32, Heft 4-5: 265-273.
- TUMBRINCK, J. & PABLICK, M. (1997): Die Heuschrecken (Saltatoria) der Stadt Münster (Westfalen). In: MATTES, H. [Hrsg.]: Ökologische Untersuchungen zur Heuschreckenfauna in Brandenburg und Westfalen. - Arbeiten aus dem Institut für Landschaftsökologie 3: 147-159.
- WINKLER, C. (2000): Die Heuschrecken Schleswig-Holsteins - Rote Liste. - Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig Holstein [Hrsg.], Flintbek.