

Auf die Größe kommt es an – Auswirkungen von Habitatfragmentierung auf Pflanzen und Heuschrecken in Heiden

CHRISTINE DIECKHOFF, HELEN KELLINGHAUS,
SVEN OSTERHAGE, PETRA SCHMITT,
THERESA WALDMANN & ANNE WEBER

Summary: Does size matter: Impacts of fragmentation on plants and grasshoppers in dry heathland. – Dry heathlands dominated by *Calluna vulgaris* are among the most fragmented and endangered habitat types in Central Europe. In this study that formed part of a students project at the University Bremen, we examined whether the species numbers of vascular plants and grasshoppers were related to the size of the heathland fragments. For both species groups, we hypothesized that (1) species number increases with patch size, and (2) the proportion of typical heathland species increases with patch size. We recorded the species composition in ten heathland sites in the vicinity of Bremen, both in the whole patches and in small plots. In addition, we measured important abiotic soil variables and biotic factors such as the height of *C. vulgaris* and the cover degrees of field and bottom layers.

In accordance with our first hypothesis, the total number of species as well as the number of typical heathland species increased with the size of the patches. The share of heathland plants on the total number of species, however, decreased with increasing patch size, while the proportion of heathland grasshoppers was uncorrelated to patch size. The species richness of grasshoppers was enhanced by high spatial heterogeneity of the site, whereas plant species richness was found to be affected by the cover degree of the field layer as well as the cover and height of *C. vulgaris*. Also the values of some soil variables (pH, moisture) were correlated with plant species richness.

In conclusion, heathland size, heterogeneity and successional state are important factors for the conservation of heathland species. The proceeding fragmentation of this habitat type has to be prevented.

Zusammenfassung: Bei anthropo-zoogen entstandenen Zwergstrauchheiden handelt es sich um einen Lebensraum, der in Mitteleuropa durch Flächenverlust und die damit einhergehende Fragmentierung stark rückgängig ist. Ziel der Untersuchung im Rahmen eines Projektstudiums an der Universität Bremen war es, zu prüfen, ob die Artenzahlen von Pflanzen und Heuschrecken in Heidefragmenten mit der Fläche der Fragmente zunehmen und ob dies auch für den Anteil und die Anzahl typischer Heidearten gilt. Dazu wurden zehn Heidegebiete unterschiedlicher Größe im Bremer Umland ausgewählt.

Es konnte gezeigt werden, dass bezüglich beider Organismengruppen jeweils die Gesamtartenzahlen und die Anzahlen an Heidearten mit der Heidegröße ansteigen. Der Anteil heidetypischer Pflanzen an den Gesamtarten nahm mit zunehmender Heidegröße ab, während der Anteil heidetypischer Heuschrecken keine Beziehung zur Heidegröße aufwies. Für den Artenreichtum der Heuschrecken stellten sich die Heterogenität der Gebiete, für den der Pflanzen das Sukzessionsstadium der Heide (v. a. in Hinsicht auf Alter und Größe von *Calluna vulgaris*) sowie verschiedene abiotische Faktoren als wichtige Einflussfaktoren heraus. Um einen weiteren Rückgang dieses Lebensraums zu verhindern, sind ein geeignetes Management sowie die Vermeidung weiterer Fragmentierung essentiell.

1 EINLEITUNG

Von Natur aus waldfreie Zwergstrauchheiden gibt es in Mitteleuropa nur stellenweise im nordwestlichen Moor- und Küstengebiet sowie oberhalb der Waldgrenze im Hochgebirge (ELLENBERG 1996). Binnenheiden sind dagegen weitgehend anthropogenen Ursprungs (HEIL & AERTS 1993). Die Heideflächen, die das Landschaftsbild der Geest bestimmten, entstanden im Zuge der Waldzerstörung durch den Menschen (LANG 1994) durch extensive Weide- und Holzwirtschaft sowie Streunutzung (Plaggenwirtschaft) (ELLENBERG 1996). Auf den Heideflächen entwickelte sich eine besondere Form der Bewirtschaftung, die sogenannte Heidebauernwirtschaft, mit den drei Hauptnutzern Schäfer, Imker und Bauer (HANSTEIN & al. 1997). Durch Beweidung, Mahd und Plaggen wurden den Heideflächen immer wieder Nährstoffe entzogen.

Mit dem Ende dieser traditionellen Landwirtschaftspraktiken im 19. Jahrhundert und dem Ausbleiben der Maßnahmen der Heidebauernwirtschaft kam es zu einem starken Rückgang anthropozoogener Heiden. Bleibt eine Beweidung der Heide aus, siedeln sich Bäume an und die Heide „verkuselt“ (ELLENBERG 1996).

Neben dieser Verschlechterung der Habitatqualität erfolgte jedoch auch ein starker Rückgang des Heideareals: Ein großer Teil ehemaliger Heideflächen wurde unter Zuhilfenahme von Mineraldüngern in intensiv bewirtschaftete Äcker umgewandelt (LÜTKEPOHL & HANSTEIN 1997).

Infolge des Nutzungswandels von verheideten Weidelandschaften zu intensiv genutzten Kulturlandschaften (SEEDORF & MEYER 1992) blieben somit von ehemals sehr großflächigen Heidehabitaten nur noch wenige, stark fragmentierte und isolierte Reliktf Flächen zurück (GIMINGHAM 1981, PIESSENS & al. 2004).

Die Auswirkungen der Fragmentierung sind umso gravierender, je kleiner das Resthabitat ist, denn mit abnehmender Größe und zunehmender Isolation sollte sich nach MACARTHUR & WILSON (1967) die Artenzahl aufgrund einer geringeren Immigrationsrate und einer höheren Aussterbewahrscheinlichkeit verringern. Eine solche Arten-Areal-Beziehung wiesen PIESSENS & al. (2004, 2005) für Pflanzen in Heidefragmenten im Nordwesten Belgiens nach, ebenso HJERMANN & IMS (1996) in ihren Untersuchungen an *Decticus verrucivorus* (Warzenbeißer).

Zahlreiche Studien konnten nachweisen, dass sich abnehmende Fragmentgröße auch in einer geringeren Populationsdichte und Artenvielfalt widerspiegelt (vgl. z. B. GRASHOF-BOKDAM 1997, BERGLUND & JONSSON 2003). Häufig ändert sich auch die Artenzusammensetzung, so dass spezialisierte Arten verdrängt und durch Generalisten ersetzt wer-

den. Ein Beispiel hierfür ist die Artenzahl an Heidelaufkäfern, die mit steigender Heidegröße zunimmt, wohingegen diese Beziehung für die Gesamtzahl der Laufkäfer nicht festgestellt werden konnte (DE VRIES & al. 1996).

Andere Studien betonten eher die Bedeutung der Habitatdiversität für den Artenreichtum. Allerdings weisen größere Gebiete im Allgemeinen auch eine stärkere Strukturierung auf, weshalb sich diese beiden Theorien ergänzen können (BEGON & al. 1998).

Jedoch sind nicht nur die Größe und Struktur des Fragments von Bedeutung, sondern auch die Qualität und die Pflege des Habitats (HONNAY & al. 1999). Bei pflegeintensiven, anthropogenen Ökosystemen wie Heiden bedeutet ein Rückgang der Habitatgröße durch die negativen Folgen der Fragmentierung oft auch eine Verschlechterung der Habitatqualität, so dass die Existenz kleiner Heidefragmente langfristig besonders bedroht ist.

Ziel der vorliegenden Arbeit, die aus einer Projekt-Arbeit an der Universität Bremen entstand, ist es, die Auswirkungen der Fragmentierung auf Pflanzen und Heuschrecken in Relikt-Heideflächen in der Umgebung von Bremen zu untersuchen.

Im Rahmen dieser Fragestellung wurden für beide Organismengruppen folgende Hypothesen aufgestellt und überprüft:

- 1) Mit zunehmender Größe des Gebietes steigt die Artenvielfalt.
- 2) Je größer die Heidefläche, umso höher ist der Anteil typischer Heidearten.

2 METHODEN

2.1 Auswahl und Lage der Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungsgebiete befinden sich im Südosten und Nordwesten von Bremen (Abb. 1). Eine detaillierte Erläuterung zu den einzelnen Gebieten findet sich in Tab. 1. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass einzig das Gebiet Nr. 10 in der Nähe von Wildeshausen links der Weser liegt.

Die Auswahl der Gebiete beschränkte sich auf Zwergstrauchheiden, die durch einen dominierenden *Calluna vulgaris*-Bewuchs und einen trockenen, sandigen und nährstoffarmen Untergrund geprägt sind.

Drei der zehn Untersuchungsgebiete weisen besondere Merkmale im Vergleich zu den restlichen sieben Gebieten auf. Bei dem NSG Pestrupe Gräberfeld handelt es sich um ein sehr homogenes Gebiet. Das NSG Hühnermoor hat zwar eine Gebietsgröße von 145 ha, es befinden sich in dem Gebiet aber nur drei kleine, offensichtlich geplagte, *Calluna vulgaris*-Flächen. Die Untersuchungen bezüg-

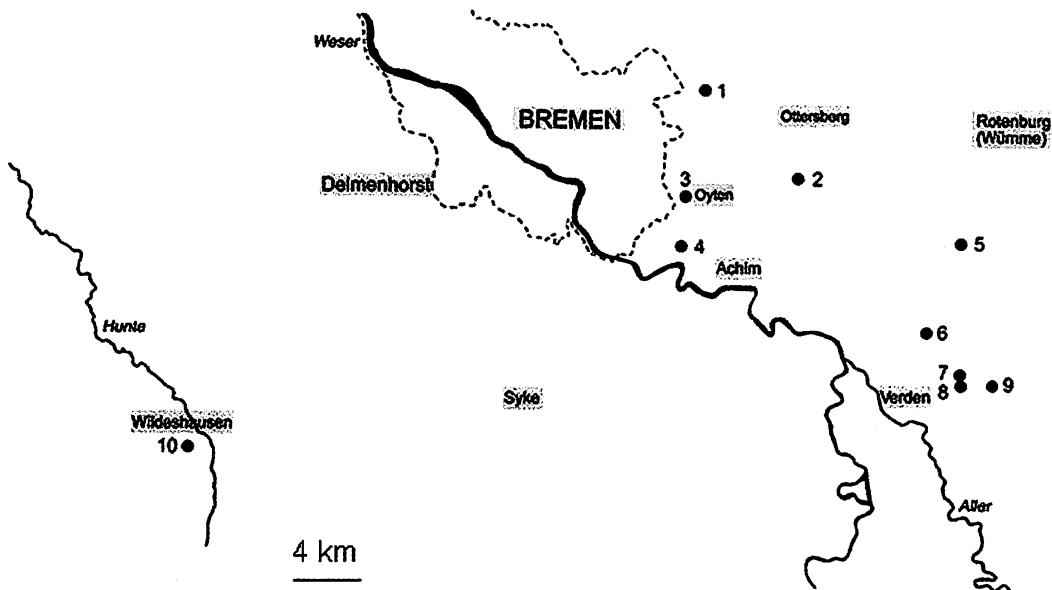


Abb. 1: Übersicht über die Lage der Untersuchungsgebiete in der Region Bremen. Zur näheren Erläuterung der Gebiete s. Tab. 1

lich der Pflanzen beschränkten sich auf diese insgesamt 0,03 ha großen Flächen. Dagegen wurde bei den Heuschrecken die umgebende Matrix mit einbezogen und somit eine Gesamtfläche von 1,32 ha untersucht. Eine weitere Sonderstellung nimmt das Gebiet Brillensee bei Oyten ein, da es recht feucht ist.

2.2 Flächenauswahl

Pro Gebiet wurden, soweit möglich, für jede Organismengruppe drei Untersuchungsflächen à 10 m

x 10 m ausgewählt. Die Kriterien der Auswahl wurden den unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen angepasst (Tab. 2). Während bei den Flächen mit rein floristischem Schwerpunkt lediglich ein Auswahlschema zur Anwendung kam, wurden bei der Auswahl der Untersuchungsflächen für die Heuschrecken-Untersuchungen die besonderen Ansprüche der Heuschrecken an die Heterogenität der Fläche berücksichtigt. Flächen mit Störungen durch Randeffekte und hohe Bäume wurden weitestgehend ausgeschlossen.

Tab. 1: Kurzbeschreibung der in der Karte (Abb. 1) dargestellten Gebiete mit Angabe der im weiteren Text verwendeten Abkürzungen, der Heidegrößen [ha] sowie der Anzahl aller Untersuchungsflächen

Nummer	Bezeichnung	Abkürzung	Größe (ha)	Anzahl der Flächen
1	Bohnenberg bei Rautendorf	BoBerg	0,12	2
2	Tüchter Heide	Tuecht	0,45	3
3	Brillensee bei Oyten	BriSee	0,1	3
4	NSG Sandtrockenrasen	AchBin	10	5
5	NSG Wolfsgrund	WolGru	10	5
6	Hügelgräberheide Scharnhorst	FluPla	0,42	5
7	NSG Hügelgräberheide bei Kirchlinteln	KirLin	9	5
8	Randstreifen südlich Kirchlinteln	RanStr	0,1875	2
9	NSG Hühnermoor	HuehMo	0,03	6
10	NSG Pestrupe Gräberfeld	PestGr	29,2	6

Tab. 2: Kriterien für die Auswahl der Untersuchungsflächen

Untersuchungsflächen der Flora-Untersuchungen		Untersuchungsflächen der Heuschrecken Untersuchungen		
		Fläche	Fläche	Fläche
Deckung <i>Calluna vulgaris</i> [%]	> 50	> 50	< 30	< 50
Deckung Gräser [%]	< 5	< 5	> 40	< 5–10
Anteil offene Flächen [%]	< 10	< 10	< 10	> 30

2.3 Aufnahmen in Gebieten und Flächen

Die Freilanduntersuchungen fanden 2004 im Zeitraum von Mitte Juli bis Mitte September statt. Dabei wurden in den Gebieten und den Untersuchungsflächen Gesamtartenlisten erstellt. In den Untersuchungsflächen wurden jeweils Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Die floristische Bestimmung erfolgte nach KLAPP & BOBERFELD (1990), JÄGER & WERNER (2000) sowie SENGHAS & SEYBOLD (2000). Die Schätzung der Deckungsgrade erfolgte nach einer abgewandelten Braun-Blanquet-Skala. Weiterhin wurden die maximale und durchschnittliche Vegetationshöhe, maximale und durchschnittliche Höhe von *Calluna vulgaris* sowie die Mächtigkeit der Humusschicht erfasst.

Die aufgenommenen Pflanzenarten wurden in folgende Gruppen unterteilt: Gesamtarten, Heidearten im weiteren und im engeren Sinne.

Die erste Gruppe beinhaltet alle gefundenen Arten. Zu den Heidearten im weiteren Sinne (s. l.) wurden nach dem BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2004) Arten mit Nebenvorkommen in Gesellschaften der Nardo-Callunetea (Borstrasen und Zwergstrauchheiden) und des Ericion tetralicis (Glockenheide-Feuchtheidegesellschaft) oder mit Hauptvorkommen in der Ordnung Corynephoretalia canescentis (Silbergras- und andere Sandrasen) zugeordnet. In diese Gruppe gehören auch die Heidearten im engeren Sinne (s. str.), die Kennarten der Nardo-Callunetea oder des Ericion tetralicis sind.

Die qualitative Erfassung der Heuschreckenarten geschah durch Hand- und Kescherfang in den Untersuchungsflächen und dem gesamten Gebiet. Für die Gesamtartenlisten wurde in kleinen Gebieten das gesamte Areal abgelaufen, in großen Gebieten (> 9 ha) wurde so lange gesucht, bis eine halbe Stunde lang keine neue Art gefunden wurde. Um der Größe der Gebiete Rechnung zu tragen, wurde in diesen Gebieten an einem weiteren Tag der Fang wiederholt. In den Flächen erfolgte der Kescherfang von außen nach innen. Bedingt durch die Fangmethode wurden nur tagaktive Tiere erfasst.

Die Bestimmung der Heuschrecken erfolgte im Feld oder im Labor nach GREIN & IHSEN (1986)

und BELLMANN (1993), die Tiere wurden anschließend wieder in den ursprünglichen Gebieten freigelassen. Die Heuschreckenarten wurden nach ihren ökologischen Ansprüchen in die drei Kategorien Leitarten, Charakterarten und Generalisten eingeteilt (SCHÄFER 2003).

Mittels der Ellenberg-Zeigerwerte (vgl. ELLENBERG 1996) der gefundenen Pflanzenarten wurden die Bodenfeuchtigkeit (Feuchtezahl) und die relative Beleuchtungsstärke (Lichtzahl) der Untersuchungsflächen eingeschätzt (Angaben nach BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 2004).

Unter Einbeziehung dieser Zeigerwerte sowie der Vegetationsaufnahmen wurde eine Skala (Tab. 3) erstellt, anhand derer die Heterogenität der einzelnen Gebiete eingestuft wurde.

Tab. 3: Skala der Heterogenitätsmaße

1	sehr stark heterogen
2	stark heterogen
3	mäßig heterogen
4	schwach heterogen
5	sehr schwach heterogen

2.4. Auswertung der Bodenproben

Für die Boden-Untersuchungen wurden pro Untersuchungsfläche Mischproben von drei Stechzylinderinhalten à 100 cm³ entnommen. Nach SCHLICHTING & al. (1995) wurden der pH-Wert, pflanzenverfügbares Phosphat und die pflanzverfügbaren Nährstoffe Kalium, Calcium und Magnesium bestimmt. Die Messung des Stickstoff- und Kohlenstoffgehalts fand mit einem CHNS-O Elementaranalysator (EuroVector) statt.

2.5. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit SPSS 11.5. für Windows und PC-ORD 4.17. (MCCUNE & MEFFORD 1999). Es wurden mit Hilfe von SPSS Korrelationen und Regressionen und mittels PC-ORD DCA-Ordinationen durchgeführt.

3 ERGEBNISSE

3.1 Artenzahlen

Im Zuge der Vegetationsaufnahmen wurden insgesamt 164 verschiedene Gefäßpflanzenarten in den zehn untersuchten Gebieten erfasst. 50 dieser Arten sind als Heidearten im weiteren Sinne (s. l.) und 34 als Heidearten im engeren Sinne (s. str.) zu bezeichnen. Bei den zoologischen Untersuchungen wurden insgesamt 30 Heuschreckenarten erfasst, davon werden fünf den Leitarten, acht den Charakterarten und 17 den Generalisten zugerechnet.

Der Vergleich der Gesamtartenzahlen von Pflanzen und Heuschrecken in den einzelnen Untersuchungsgebieten zeigt keinen unmittelbaren Zusammenhang im Vorkommen der beiden Organismengruppen. Es werden jedoch einige Tendenzen deutlich (Abb. 2 und 3).

So finden sich im Gebiet BriSee sowohl die wenigsten Pflanzenarten (9) als auch die zweitgeringste Anzahl an Heuschreckenarten (7). Parallel dazu beherbergt das HuehMo die wenigsten Heuschreckenarten (6), und es ist mit 19 Pflanzenarten im Vergleich auch floristisch artenarm. Die Gebiete AchBin und KirLin sind mit 93 bzw. 94 Arten die an Pflanzenarten reichsten Gebiete. Für die Heuschrecken sind AchBin mit 14 Arten und KirLin mit 16 Arten die zweit- bzw. drittartenreichsten Gebiete. Das Gebiet WolGru fällt unter dem Aspekt der beschriebenen Parallelen im Auftreten von Pflanzen- und Heuschreckenarten heraus, es wurden dort zwar mit 23 Arten die meisten Heuschreckenarten gefunden, bezüglich des Pflanzenartenreichtums weist das Gebiet jedoch nur eine mittlere Artenzahl (41) auf.

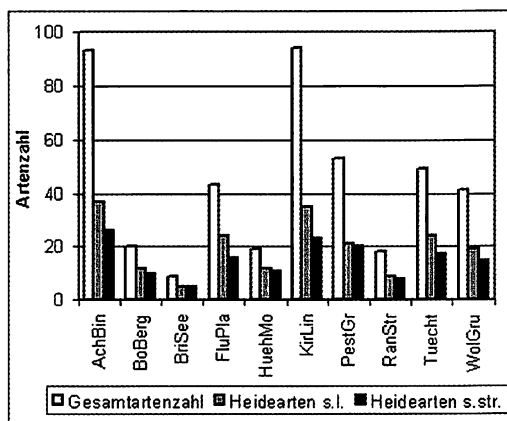


Abb. 2: Artenzahlen (Gesamtartenzahlen, Heidearten s. l. und s. str.) der Pflanzen für die zehn untersuchten Gebiete.

3.2 Heidearten – Pflanzen

In der graphischen Darstellung der untersuchten Gebiete, in denen die einzelnen Heidearten s. l. und s. str. auftreten (Abb. 4), wird deutlich, dass viele typische Heidearten in fast allen Gebieten wachsen. Die Anwesenheit von *Calluna vulgaris* war Kriterium für die Auswahl der Gebiete, daher ist diese Art in allen Gebieten vorhanden. In neun von zehn Gebieten sind die Gräser *Deschampsia flexuosa* und *Molinia caerulea* zu finden. Insgesamt fällt auf, dass Grasartige die am häufigsten vertretenen Arten stellen. Weitere häufige Arten sind *Hieracium pilosella*, *Rumex acetosella* (Vorkommen in acht Gebieten), aber auch *Galium hircynicum* und *Hypochaeris radicata* (Vorkommen in sieben Gebieten). Alle Heidearten, die in sieben oder mehr Gebieten zu finden waren, sind Heidearten im engeren Sinne.

3.3 Artenliste Heuschrecken

Tab. 4 zeigt das Vorkommen der gefundenen Heuschreckenarten in den einzelnen Untersuchungsgebieten sowie die Einteilung der Arten in Generalisten, Charakter- und Leitarten und den Gefährdungsstatus anhand der Roten Liste für Niedersachsen und Bremen (GREIN 1995).

Das artenreichste Gebiet WolGru weist neben der höchsten Gesamtartenzahl auch die höchsten Anzahlen an Leitarten (4), Charakterarten (8) und Generalisten (11) auf.

In den meisten Gebieten erreichen die Generalisten im Vergleich zu den Leit- und Charakterarten die höchsten Werte, einzig am FluPla überwiegen die Charakterarten. Im RanStr und im HuehMo

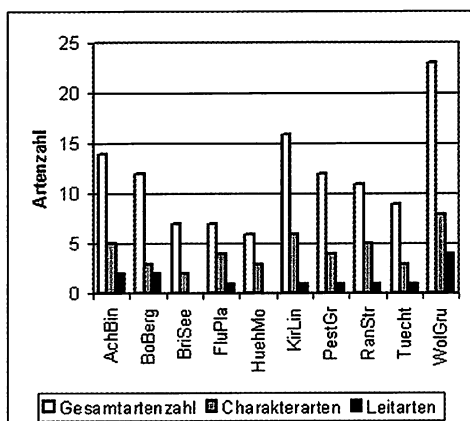


Abb. 3: Artenzahlen (Gesamtartenzahlen, Charakterarten und Leitarten) der Heuschrecken für die zehn untersuchten Gebiete.

halten sich Charakterarten und Generalisten die Waage. Leitarten waren in den Gebieten, abgesehen vom WolGru, nur mit ein bis zwei Arten vertreten und fehlten gänzlich im BriSee und im HuehMo.

Es wurde keine Art in allen zehn Untersuchungsgebieten erfasst, aber drei Arten (*Chorthippus brunneus*, *C. parallelus* und *Myrmeleotettix maculatus*) konnten in neun der Gebiete nachgewiesen werden. Sechs der acht Charakterarten kommen in mindestens der Hälfte der Gebiete vor. Auch konnte eine Leitart (*Stenobothrus stigmaticus*) in einer Mehrzahl der Gebiete gefunden werden. Drei Leitarten (*Decticus verrucivorus*, *Gampsocleis glabra* und *Oedipoda caerulescens*) blieben auf je ein Gebiet beschränkt.

3.4 Rote Liste-Status der erfassten Heuschrecken

Zahlreiche der erfassten typischen Heideheuschrecken, aber auch Generalisten, sind selten oder im Rückgang begriffen, so dass sie in der Roten Liste der gefährdeten Tierarten aufgeführt sind. Laut der Roten Liste Niedersachsen und Bremen (GREIN

1995) fallen 47 % der in den Gebieten gefundenen Heuschreckenarten in die Gefährdungskategorie „wenig oder nicht gefährdet“. 43 % der gefundenen Arten sind einem Rote Liste-Status von „gefährdet“ bis „vom Aussterben bedroht“ zugeordnet. 7 % fallen in die Kategorie „bei anhaltender Lebensraumzerstörung gefährdet“. Im WolGru wurde darüber hinaus ein Individuum der Art *Bryodemla tuberculata* gefunden, die als „ausgestorben oder verschollen“ gilt (GREIN 1995). Diese Kategorie ist demnach mit 3 % vertreten. Da aber dieser einmalige Fund bei wiederholter Begehung nicht bestätigt werden konnte, ist ohne weitere Referenzfunde eine gesicherte Aussage über ihr Vorkommen im Gebiet nicht möglich.

3.5 Artenzusammensetzung der Pflanzen in den Gebieten

Die Ähnlichkeit der Gebiete hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung wurde anhand von DCA-Ordinationen mit der Gesamtartenliste der Pflanzen untersucht.

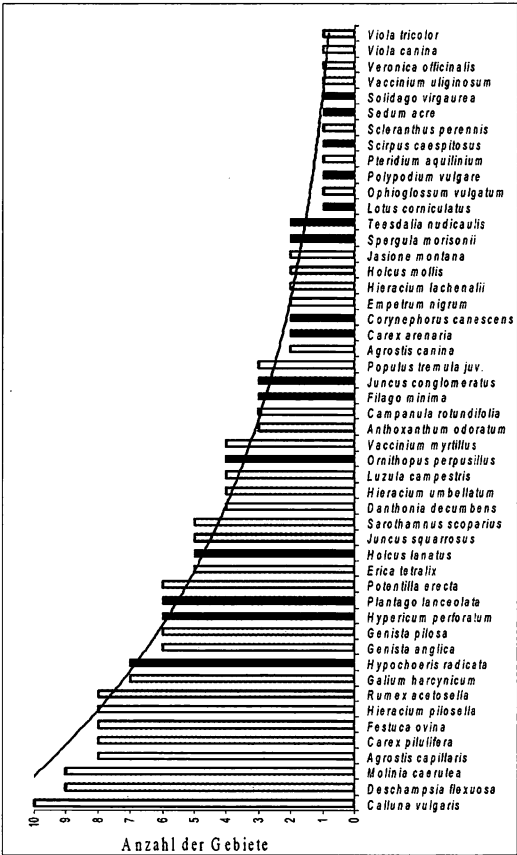


Abb. 4: Rang-Häufigkeitskurve, Anzahl der Gebiete, in denen die einzelnen Heidearten vorkommen. Heidearten s. l. sind dunkel, Heidearten s. str. weiß dargestellt.

Tab. 4: Artvorkommen der Heuschrecken in den zehn Gebieten mit Einteilung in Artengruppen und Gefährdungskategorien der Rote Liste Niedersachsen und Bremen. Artengruppen: C = Charakterart, G = Generalist, L = Leitart. Rote Liste: 0 = ausgestorben oder verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, 5 = bei anhaltender Lebensraumzerstörung gefährdet, * = wenig oder nicht gefährdet; () = zusätzliche Arten auf 1,32 ha im NSG Hühnermoor

Arten	Arten-Gruppe	Rote Liste	Ach Bin	Bo Burg	Bri See	Fhu Pla	Hüh Mo	Kir Lin	Pest Gr	Ran Str	Tuecht	Wol Gru
<i>Bryodemis tuberculata</i>	C	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	G	*	x	x	-	-	(x)	-	x	-	-	x
<i>Chorthippus apricarius</i>	G	5	x	x	-	x	(x)	x	-	x	-	x
<i>Chorthippus biguttatus</i>	G	*	x	-	-	-	x	x	x	x	-	x
<i>Chorthippus brunneus</i>	C	*	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chorthippus dorsalis</i>	G	3	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-
<i>Chorthippus mollis</i>	C	*	x	-	-	-	(x)	x	x	x	-	x
<i>Chorthippus montanus</i>	G	3	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
<i>Chorthippus parallelus</i>	G	*	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x
<i>Chorthippus vagans</i>	G	2	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Chrysocrameris dispar</i>	G	*	x	-	x	-	-	x	-	-	x	x
<i>Conocephalus dorsalis</i>	G	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
<i>Decticus venustus</i>	L	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
<i>Gampsocleis glabra</i>	L	1	-	-	-	-	(x)	-	-	-	-	x
<i>Gomphoceris rufus</i>	G	2	-	x	-	-	(x)	-	-	-	-	x
<i>Leptophyes punctatissima</i>	G	*	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
<i>Meconema thalassium</i>	G	*	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Metrioptera brachyptera</i>	C	5	-	-	x	-	-	x	x	x	-	x
<i>Metrioptera roeseli</i>	C	*	x	-	x	x	-	x	-	-	-	x
<i>Mymecotettix maculatus</i>	C	*	x	x	-	x	x	x	x	x	x	x
<i>Oedipoda caerulescens</i>	L	1	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i>	L	2	-	x	-	-	(x)	-	-	x	-	x
<i>Omocestus rufipes</i>	G	3	x	x	-	-	(x)	x	x	x	x	-
<i>Omocestus viridulus</i>	C	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
<i>Pholidoptera griseoptera</i>	G	*	-	-	x	-	-	x	x	-	x	x
<i>Sphingonotus caeruleus</i>	G	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
<i>Stenobothrus lineatus</i>	C	3	x	x	-	x	x	x	-	x	x	x
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	L	2	x	x	-	x	-	x	x	-	x	x
<i>Tetrix subulata</i>	G	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
<i>Tetrix undulata</i>	G	*	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x
Gesamtartenzahl			14	12	7	7	6(13)	16	12	11	9	23

Das Gebiet BriSee wird in der Ordination sehr weit rechts von den anderen Gebieten entfernt angeordnet. Dies kann hauptsächlich auf seine geringe Größe zurückgeführt werden, sowie auf die Tatsache, dass dieses Gebiet Teil eines früheren Hochmoores ist, wodurch es eine mächtigere Humusschicht aufweist im Gegensatz zu den übrigen Gebieten (Abb. 5).

Die meisten Gebiete werden in der DCA-Ordination relativ dicht in der Mitte des Diagramms angeordnet. Die Gebiete AchBin und KirLin hingegen

finden sich entlang der ersten Achse auf der linken Seite. Eine Korrelation der Achsenwerte der DCA mit verschiedenen Umweltparametern lässt Aussagen darüber zu, welche Umweltparameter Einfluss auf die Artenzusammensetzung der Gebiete und damit auf die Anordnung der Gebiete im Diagramm nehmen. Es zeigen sich positive Korrelationen der ersten Achse mit Bodenparametern wie C/N-Verhältnis ($r = 0,681$; $p = 0,030$; $n = 10$) und Kaliumgehalt ($r = 0,610$; $p = 0,061$). Das bedeutet, dass

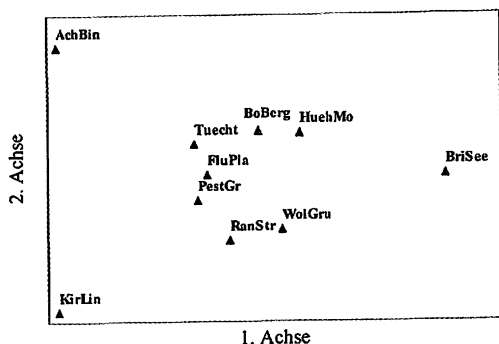


Abb. 5: DCA-Ordination Pflanzen der zehn Gebiete, Eigenwerte: 1. Achse = 0,410; 2. Achse = 0,358. Gradientenlänge: 1. Achse = 2,302; 2. Achse = 2,157.

der Boden in Gebieten am linken Rand des Diagramms eher niedrige, in Gebieten am rechten Rand eher hohe Kaliummengen aufweist. Bei den übrigen aufgenommenen Nährstoffen deuten sich Zusammenhänge mit den Achsenwerten an. Zudem liegen Gebiete, in denen relativ viele feuchtezeigende Arten wachsen, im Ordinations-Diagramm eher rechts ($r = 0,854$; $p = 0,002$). Die Gesamtartenzahl ($r = -0,899$; $p < 0,001$) sowie die Anzahl der Heidearten (Heidearten s. l.: $r = -0,904$; $p < 0,001$; Heidearten s. str.: $r = -0,888$; $p = 0,001$) der einzelnen Gebiete sind ebenfalls mit der ersten Achse korreliert. Die Werte der 2. Achse korrelieren dagegen mit keinem der aufgenommenen Parameter.

3.6 Heidegröße und Artenzahlen

Wie aus Abb. 6 ersichtlich, sind sowohl die Gesamtartenzahlen der Heuschrecken als auch die der Pflanzen positiv mit der Heidegröße der untersuchten Gebiete korreliert ($r = 0,710$; $p = 0,022$ bzw. $r = 0,771$; $p = 0,009$; $n = 10$). Demnach nehmen die Gesamtartenzahlen mit steigender Heidegröße zu.

Es besteht ebenfalls ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl an Heuschrecken-Heidearten (Charakter- und Leitarten) sowie der Heidearten s. l. der Pflanzen und der Heidegröße ($r = 0,645$; $p = 0,044$ bzw. $r = 0,706$; $p = 0,023$) (Abb. 7). Sowohl bei den Gesamtartenzahlen wie auch bei der Anzahl der Heidearten ist die Beziehung zur Heidegröße für Pflanzen deutlicher als für Heuschrecken.

Für den Zusammenhang zwischen den prozentualen Anteilen der Heidearten an den Gesamtartenzahlen und der Heidegröße werden unterschiedliche Ergebnisse für Heuschrecken und Pflanzen festgestellt (Abb. 8). Während der Anteil an Heide-

arten s. l. der Pflanzen mit ansteigender Heidegröße signifikant abnimmt ($r = -0,917$; $p < 0,001$), zeigt sich zwischen Heidegröße und dem Anteil der Heuschrecken-Heidearten keine Beziehung ($r = 0,025$; $p = 0,946$).

3.7 Korrelationen zwischen abiotischen Faktoren und Pflanzenartenzahlen

Anhand von Korrelationen mit den aufgenommenen abiotischen Parametern auf Flächenebene sollen Einflussfaktoren auf die Artenzahlen der Pflanzen festgestellt werden (Tab. 5).

Es zeigt sich ein negativer Zusammenhang zwischen Artenzahlen und Nährstoffen, besonders deutlich für den Phosphat-Gehalt. Steigende Nährstoffverfügbarkeit führt demnach zu einer Abnahme der Artenzahlen. Ebenso wirken sich hohe Deckungsgrade in den Flächen negativ sowohl auf die Gesamtarten- als auch die Heideartenzahl aus. Der pH-Wert des Bodens hat hingegen auf die Anzahl der Arten einen signifikant positiven Einfluss. Die Dicke der Humusschicht ist nicht signifikant mit den Artenzahlen der Gruppen korreliert, es wird jedoch ein Trend zu niedrigeren Artenzahlen bei mächtigerer Humusschicht ersichtlich.

Zudem zeigen sich Beziehungen innerhalb der abiotischen Faktoren Nährstoffverfügbarkeit, Deckungsgrad, pH-Wert und Dicke der Humusschicht (Tab. 6).

Positive Zusammenhänge ergeben sich zwischen Nährstoffverfügbarkeit, Deckungsgraden (Gesamtdeckung, Deckung der Krautschicht und Kryptogamen) und Dicke der Humusschicht. So steht z.B. ein

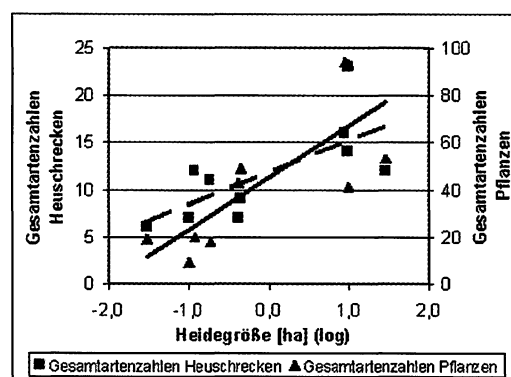


Abb. 6: Zusammenhang zwischen Gesamtartenzahlen (Heuschrecken und Pflanzen) und Heidegröße. $n = 10$. --- Regressionsgerade Gesamtartenzahlen Heuschrecken, — Regressionsgerade Gesamtartenzahlen Pflanzen.

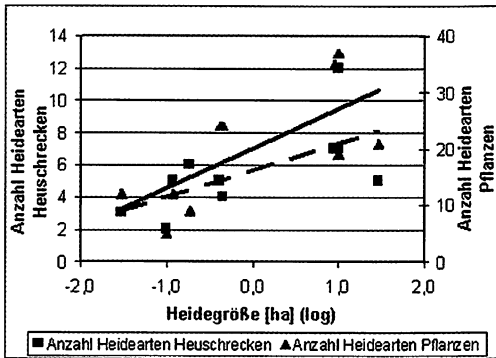


Abb. 7: Zusammenhang zwischen Anzahl der Heidearten (Pflanzen und Heuschrecken) und Heidegröße. $n = 10$. --- Regressionsgerade Gesamtartenzahlen Heuschrecken, — Regressionsgerade Gesamtartenzahlen Pflanzen.

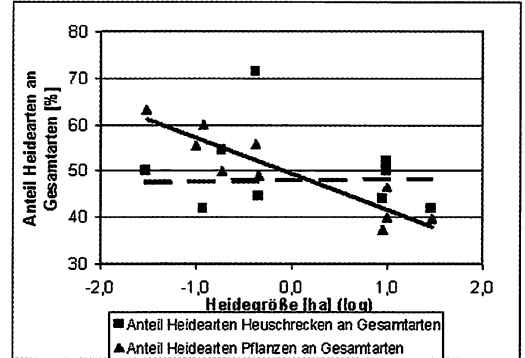


Abb. 8: Zusammenhang zwischen den prozentualen Anteilen der Heidearten (Pflanzen und Heuschrecken) an den Gesamtartenzahlen und der Heidegröße, $n = 10$. --- Regressionsgerade Gesamtartenzahlen Heuschrecken, — Regressionsgerade Gesamtartenzahlen Pflanzen

hoher Nährstoffgehalt in den Flächen im Zusammenhang mit hohen Deckungsgraden und einer relativ mächtigen Humusschicht. Der pH-Wert ist dagegen mit allen anderen abiotischen Faktoren signifikant negativ korreliert. Außerdem zeigt sich eine positive Beziehung zwischen den Deckungsgraden und der durchschnittlichen Wuchshöhe von *Calluna vulgaris*. Eine hohe Deckung der Flächen weist somit auch einen relativ hohen *C. vulgaris*-Bestand auf.

3.8 Korrelationen zwischen Heuschreckenartenzahlen und biotischen Faktoren

Auf Gebietsebene wurden mit den Heuschrecken-daten Korrelationen nach Pearson durchgeführt. Zusätzlich wurden partielle Korrelationen getestet, um Einflüsse verschiedener Kontrollvariablen zu

prüfen. Dabei zeigt sich, dass für die Beziehung zwischen Artenzahlen und Heidegröße die Heterogenität der Gebiete eine Rolle spielt (Tab. 7). Für alle Artengruppen verstärkt sich der Zusammenhang zwischen den Artenzahlen und der Heidegröße unter Berücksichtigung der Heterogenität.

Die Gesamtartenzahl der Heuschrecken ($r = 0,507$; $p = 0,006$; $n = 28$) wie auch die Anzahl der Heidearten ($r = 0,411$; $p = 0,030$) steigen mit der Anzahl der Pflanzenarten in den Flächen (Abb. 9).

4 DISKUSSION

Der Vergleich der Gesamtartenzahlen von Pflanzen und Heuschrecken macht deutlich, dass es keine unmittelbaren Zusammenhänge im Auftreten der beiden Organismengruppen gibt, wohl aber Tendenzen.

Tab. 5: Koeffizienten r der Korrelationen (nach Pearson) der Pflanzenartengruppen in den Flächen mit Nährstoffverfügbarkeit, Deckungsgraden, pH-Wert und Humusschichtdicke. $n = 28$. ** = $p < 0,01$; * = $p < 0,05$

Parameter	Gesamtarten Fläche	Heidearten s. str.	Heidearten s. l.
Phosphat	-0,623**	-0,485**	-0,556**
Kalium	-0,468*	-0,332	-0,434*
Calcium	-0,316	-0,314	-0,383*
Magnesium	-0,427*	-0,295	-0,406*
Gesamtdeckung	-0,646**	-0,489**	-0,539**
Deckung Krautschicht	-0,483**	-0,249	-0,330
Deckung Kryptogamen	-0,660**	-0,587**	-0,602**
pH-Wert	0,684**	0,532**	0,615**
Humusschicht	-0,352	-0,325	-0,327

Tab. 6: Koeffizienten r der Korrelationen (nach Pearson) von Nährstoffverfügbarkeit, Deckungsgraden, pH-Wert, Humusschichtdicke und Wuchshöhe von *Calluna vulgaris* untereinander. n = 28. ** = p < 0,01; * = p < 0,05

	Gesamtdeckung	Deckung Krautschicht	Deckung Kryptogamen	Humus- schicht	pH-Wert
Phosphat	0,663**	0,593**	0,609**	0,822**	-0,916**
Kalium	0,497**	0,537**	0,377*	0,661**	-0,664**
Calcium	0,262	0,371	0,199	0,554**	-0,514**
Magnesium	0,378*	0,500**	0,249	0,637**	-0,730**
pH-Wert	-0,637**	-0,553**	-0,576**	-0,744**	
Humusschicht	0,587**	0,374*	0,497**		
durchschnittliche Wuchshöhe <i>Calluna vulgaris</i>	0,447*	0,371	0,577**		

So zeigt sich, dass Gebiete mit kleiner Heidefläche wie HuehMo (0,03 ha) und BriSee (0,1 ha) bezogen auf beide Organismengruppen eher geringe Artenzahlen aufweisen. Gebiete mit großer Heidefläche wie AchBin (10 ha) und KirLin (9 ha) beherbergen dagegen relativ viele Pflanzen- und Heuschreckenarten, wobei WolGru (10 ha) mit der höchsten Heuschrecken-, jedoch nur durchschnittlicher Pflanzenartenzahl eine Sonderstellung einnimmt. Diese Ergebnisse sowie die Ergebnisse der Korrelationen legen nahe, dass die Heidegröße den entscheidenden Faktor bezüglich des Artenreichtums sowohl von Pflanzen als auch von Heuschrecken darstellt.

Auch das Vorkommen spezialisierter und z. T. geschützter Arten betreffend lässt sich eine Parallele zwischen beiden Organismengruppen feststellen. In Bezug auf die Pflanzen zeigt sich, dass alle Heidearten, die in sieben oder mehr Gebieten zu finden waren, Heidearten im engeren Sinne sind. Das Vorkommen dieser auf der Roten Liste Niedersachsen und Bremen (GARVE 2004) als „gefährdet“ (RL 3) eingestuften Arten umfasst v. a. große, aber auch z. T. kleine Heidegebiete.

Mit insgesamt 30 Heuschreckenarten konnten in den zehn Heidegebieten über die Hälfte der in Nordwestdeutschland heimischen Arten nachge-

wiesen werden. Von den 30 gefundenen Heuschreckenarten fallen 46 % gemäß ihres Rote Liste-Status in Niedersachsen und Bremen in die Kategorien „gefährdet“ bis „ausgestorben oder verschollen“. Gefährdete Arten befanden sich in kleinen sowie in großen Gebieten. Dieser relativ hohe Anteil an gefährdeten Arten macht die Schutzwürdigkeit der noch vorhandenen Heidefragmente deutlich [siehe in diesem Zusammenhang auch THEUERKAUF & al. (2001) sowie HOCHKIRCH & KLUGKIST (1998)].

Im Folgenden soll zunächst der Einfluss der Heidegröße auf die Artenzahlen und Artenzusammensetzung sowohl der Pflanzen als auch der Heuschrecken genauer diskutiert werden.

Mit zunehmender Heidegröße steigen die Gesamtartenzahlen der Heuschrecken und der Pflanzen. Damit bestätigt sich die aufgestellte Hypothese, dass größere Gebiete eine höhere Artenzahl aufweisen. Eine mögliche Erklärung liegt in der schon in zahlreichen anderen Habitattypen untersuchten Theorie der Inselbiogeographie von MacArthur und Wilson (PRIMACK 1998) begründet. So sind die kleineren Heidefragmente in der Untersuchungsregion durch eine geringere Artenzahl gekennzeichnet, während in den größeren Fragmenten ein höherer Artenreichtum vorherrscht. Die höhere Habitatheterogenität größerer Gebiet könnte

Tab. 7: Korrelationskoeffizienten r für die Beziehung zwischen der Gesamtartenzahl der Heuschrecken, die Anzahl der Charakterarten, Heidearten und Generalisten und der Größe der Heidegebiete, sowie partielle Korrelationen unter Berücksichtigung der Heterogenität
n = 7. * = p < 0,05

Parameter	Geamtartenzahl	Anzahl Charakterarten	Anzahl Heidearten	Anzahl Generalisten
Heidegröße	0,710*	0,663*	0,645*	0,691*
Heidegröße mit Kontroll- variable Heterogenität	0,753*	0,706*	0,701*	0,713*

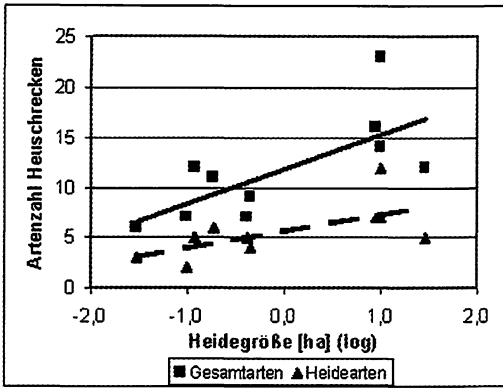


Abb. 9: Zusammenhang zwischen Anzahl der Pflanzenarten und Gesamtarten- und Heideartenzahl der Heuschrecken. --- Regressionsgerade Gesamtartenzahl; — Regressionsgerade Heidearten.

ebenfalls als Erklärungsansatz dienen (BEGON & al. 1998).

Die zweite zu untersuchende Hypothese befasste sich mit dem Zusammenhang zwischen den Anteilen der Heidearten an den Gesamtartenzahlen und der Heidegröße.

Es ergab sich hierbei für die beiden Organismengruppen ein unterschiedliches Bild. Der Anteil der auf den Biotoptyp Heide spezialisierten Pflanzenarten nimmt mit steigender Größe ab. Der Grund hierfür ist vermutlich die begrenzte Anzahl von Pflanzenarten, die in diesem außerordentlich nährstoffarmen und bodensauren Habitat existieren können. Nur wenige Arten sind in ihren Standortansprüchen entsprechend angepasst, so dass selbst mit zunehmender Größe des Heidegebiets und steigenden Gesamtartenzahlen keine weitere Zunahme der Heidearten erfolgen kann. Auf Heuschrecken trifft dies offensichtlich nicht zu, da hier kein Zusammenhang zwischen Heidegröße und Anteilen der Heidearten besteht. Der Anstieg der Gesamtartenzahlen und der Anzahlen der Heidearten verläuft mit wachsender Fragmentgröße annähernd parallel. Sowohl in kleineren als auch in größeren Gebieten stellen die typischen Heide-Heuschreckenarten ungefähr die Hälfte der aufgenommenen Arten.

Wie bereits erwähnt scheinen auch andere Faktoren neben der Heidegröße Einfluss auf die Artenzusammensetzung zu nehmen. Bei den Pflanzen sind es Nährstoffverfügbarkeit, pH-Wert, C/N-Verhältnis, Dicke der Humusschicht und Deckungsgrade, welche die Artenzahlen beeinflussen. Heuschrecken scheinen nicht direkt von diesen Faktoren beeinflusst zu werden, sondern höchstens indirekt durch die Heterogenität einer Fläche. Die Nährstoffver-

fügbarkeit ist negativ mit den Artenzahlen der Pflanzen korreliert, wobei sich die aussagekräftigsten Korrelationen für Phosphat und Kalium ergeben. Abnehmende Anzahlen von Heidearten mit steigender Nährstoffverfügbarkeit lassen sich durch Anpassungen der Heidearten an heidetypische, d. h. nährstoffarme, Standortbedingungen erklären. Ebenso sinkt die Zahl der Gesamtarten pro Fläche mit höherer Verfügbarkeit von Nährstoffen. Dies könnte mit der positiven Beziehung zwischen Nährstoffverfügbarkeit und den Deckungsgraden (Gesamt-, Kraut- und Kryptogamendeckung) in den Flächen in Zusammenhang stehen: Je mehr pflanzenverfügbare Nährstoffe vorhanden sind, desto höher sind die Deckungsgrade, welche wiederum geringere Artenzahlen zur Folge haben. Dies liegt an der Dominanz von *Calluna vulgaris* in den Untersuchungsflächen. Weisen die Flächen eine hohe Gesamt- und Krautschichtdeckung auf, so sind sie in den meisten Fällen sehr homogen und dicht mit *C. vulgaris* bewachsen und daher relativ artenarm.

Die Deckung der Kryptogamen ist negativ mit den Artenzahlen der Pflanzen korreliert. Eine hohe Kryptogamendeckung deutet auf ein reifes Sukzessionsstadium der Flächen hin, das geprägt ist durch eine weitgehend geschlossene *C. vulgaris*-Decke, unter der sich dichte Polster von schattenliebenden Moosen entwickeln können. Diese verhindern das Aufkommen weiterer Arten (EQUIHUA & USHER 1993). Die Kryptogamendeckung ist außerdem positiv mit der Wuchshöhe von *C. vulgaris* korreliert, d. h. eine hohe Kryptogamendeckung ist verknüpft mit einem höheren und damit meist älteren *C. vulgaris*-Bestand.

Ein Faktor, der die Artenzahlen der Pflanzen positiv beeinflusst, ist der pH-Wert. Die aufgenommenen pH-Werte in den Flächen bewegen sich zwischen 2,6 und 4,4, wobei ein Großteil der Werte unter pH 3 liegt. Im Vergleich zu den Literaturwerten, die trockenen Sandheiden einen pH-Wert von 3,8 bis 4,8 (HEIL & AERTS 1993) zuordnen, sind die pH-Werte in den Untersuchungsflächen extrem niedrig. Dies zeigt, dass Heidepflanzen an saure Standorte angepasst sind. Die in dieser Arbeit bestimmten Werte sind jedoch so niedrig, dass sich wahrscheinlich mit steigendem pH-Wert die Wachstumsbedingungen auch für spezialisierte Heidearten verbessern. Dadurch werden höhere Artenzahlen bei leicht erhöhtem pH-Wert plausibel. Für viele Nicht-Heidearten sind höhere pH-Werte in der Regel günstiger. Es bestehen negative Zusammenhänge zwischen dem pH-Wert und den Deckungsgraden: Je niedriger der pH-Wert ist, desto höher ist die Pflanzendeckung einer Fläche. Da eine hohe Pflanzendeckung meist mit einer hohen *C. vulgaris*-Dichte verbunden ist, deutet sich hier eine Präferenz von *C. vulgaris* für saure Standorte an. Auf die

Acidophilie von *C. vulgaris* mit einem Reaktions-
Zeigerwert von 1 wird in der Literatur an zahlrei-
chen Stellen hingewiesen, wie z. B. bei ELLENBERG
(1996) oder GORISSEN (2004).

Das C/N-Verhältnis ist auf Gebietsebene negativ
mit den Artenzahlen korreliert. Ein hohes C/N-Ver-
hältnis bedeutet eine niedrigere Remineralisie-
rungsrate und somit ungünstigere Keimungs- und
Wachstumsbedingungen für Pflanzen. Dies kann
sich negativ auf die Artenzahlen auswirken.

All das so eben Genannte stützt die Vermutung,
dass eine dicke Humusschicht, hohe Nährstoffver-
fügbarkeit und eine hohe Vegetationsdeckung auf
reife *C. vulgaris*-Stadien mit geringen Artenzahlen
von Pflanzen hinweisen, wie bereits durch McFER-
RAN & al. (1995) festgestellt. Diese Zusammenhänge
sind zur Veranschaulichung in Abb. 10 dargestellt.

GIMINGHAM (1978) beobachtete in der Pionier-
phase von *C. vulgaris* höhere Deckungsgrade von
Gefäßpflanzen als in der Aufbau- und Reifephase.
Laut WILMANNS (1998) gibt es nur in der Pionier-
phase der *C. vulgaris*-Heiden geringen Konkurrenz-
druck innerhalb der Pflanzengemeinschaft. In die-
sem frühen Sukzessionsstadium sind nicht nur die
Deckungsgrade, sondern auch die Anzahlen der Be-
gleitarten hoch. In der Aufbauphase schließen sich
die Bestände und es bildet sich ein geschlossenes
C. vulgaris-Dach, welches nur wenig Licht auf den
Boden dringen lässt. In reiferen *C. vulgaris*-Stadien
wird somit die Ansiedlung weiterer Arten erschwert.

Ein hohes Maß an Heterogenität ist laut IN-
GRISCH & KÖHLER 1998 für Heuschrecken wichtig.
Die Untersuchungen dieser Arbeit konnten keinen
direkten Zusammenhang zwischen den Gesamtart-
tenzahlen der Heuschrecken in den Gebieten mit der
Variable Heterogenität feststellen. Die Heterogenität
selbst hat jedoch als Kontrollvariable einen Einfluss
auf den Zusammenhang zwischen der Heidegröße
und den Artenzahlen. Dies lässt darauf schließen,
dass die Variable Heterogenität im Gegensatz zur
Heidegröße lediglich eine untergeordnete Rolle spielt.
Heterogenität lässt sich als Zusammenspiel verschie-
dener Einflussfaktoren auffassen. Es gilt, dass eine
Zunahme der Pflanzenartenzahl mit einer Erhöhung
der Biotop-Heterogenität einhergeht (DEMARMELS
1990). Auch die Wuchshöhe der Vegetation spielt als
Kontrollvariable in mehreren Korrelationen eine
wichtige Rolle. Da die genannten Faktoren als Teilas-
pekte der Heterogenität angesehen werden können,
lässt sich über sie auf einen Einfluss der Heteroge-
nität auf die Artenvielfalt rückschließen.

Es konnte in der vorliegenden Arbeit gezeigt
werden, dass die Größe von Heidefragmenten eine
wichtige Rolle für den Artenreichtum und die Ar-
tenzusammensetzung von Pflanzen und Heuschre-
cken spielt. Aber auch Standortbedingungen wie die
Heterogenität der Gebiete und das Sukzessionssta-
dium der Heiden sind wichtige Einflussfaktoren.
Aus dem positiven Zusammenhang zwischen Hei-
degröße und Artenzahlen lässt sich die Bedeutung

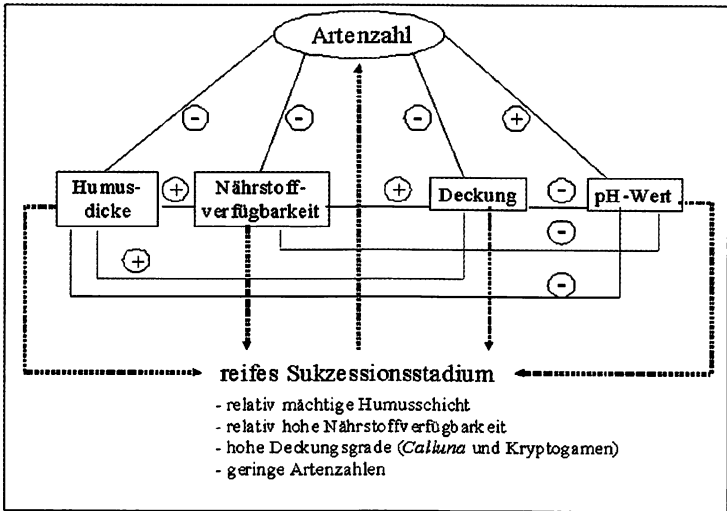


Abb. 10: Zusammenhänge zwischen abiotischen Faktoren (Humusdicke, Nährstoffverfügbarkeit, Deckung und pH-Wert) und Artenzahlen sowie deren Beziehung zum Sukzessionsstadium der *Calluna vulgaris*-Heide.
+ = positiver Zusammenhang, - = negativer Zusammenhang.

größerer Fragmente für Pflanzen und Heuschrecken ableiten. Eine weitere Reduzierung der Größe noch vorhandener Heiden sollte daher auf jeden Fall vermieden werden.

Ferner hat sich gezeigt, dass auch kleine Fragmente ökologisch wertvoll sind. Diese zeichnen sich ebenfalls durch das Vorkommen einiger seltener und schützenswerter Pflanzenarten und einer nennenswerten Zahl gefährdeter Heuschreckenarten aus. Kleinere Gebiete erhalten zudem durch den höheren bzw. gleich bleibenden Anteil der typischen Heidearten an den Gesamtartenzahlen eine Bedeutung. Aus diesem Grund sollten auch kleinere Heidefragmente durch geeignete Pflegemaßnahmen erhalten werden. Zur Erhaltung der verbleibenden Heidefragmente hat sich im Rahmen anderer Untersuchungen (z. B. GIMINGHAM 1981) gezeigt, dass eine Kombination verschiedener Maßnahmen, wie Plaggen, Entkusseln, Mahd, Schafbeweidung und Brand am effektivsten ist. Auf diese Weise wird die Ausbildung heterogener Heideflächen mit verschiedenen Sukzessionsstadien von *C. vulgaris* gefördert. Dies wirkt sich positiv auf die Artengemeinschaften von Pflanzen und Heuschrecken aus. Jüngere Heidestadien mit offenen Bereichen und mäßigem *C. vulgaris*-Bewuchs erweisen sich als artenreicher im Gegensatz zu reifen Stadien mit überalterten *C. vulgaris*-Beständen und hohen Humusauflagen.

5 DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchten wir allen danken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Unser größtmöglicher Dank gilt Prof. Dr. Martin Diekmann, der mit seinem Engagement und seiner Geduld das Fundament für diese Arbeit gelegt hat.

Wir wollen der gesamten AG Vegetationsökologie der Universität Bremen für die vielfältige Unterstützung danken. Besonderer Dank gilt: Marion Ahlbrecht, Dr. Burghard Wittig, Dr. Annette Kolb, Dr. Maike Isermann, Dr. Joseph Müller und Jenny-Elisa Waldmann. Ebenso möchten wir Dr. Hans-Konrad Nettmann (AG Populations- und Evolutionsökologie) an dieser Stelle danken.

Wir danken weiterhin: Siegfried Eisend vom BUND Bremen, Herrn Arkenau und Herrn Saalfeld vom Landkreis Verden, dem Flugverein Verden, Rainer Rahlfs vom Landkreis Rotenburg (Wümme), Herrn Stölting von der Bezirksregierung Weser-Ems und dem für Kirchlinteln zuständigen Herrn Rothfuchs – VIELEN DANK.

Eine solche Danksagung kann leider nie vollständig sein, deshalb sei auch jenen gedankt, die hier namentlich nicht erwähnt werden.

6 LITERATUR

- BEGON, M. E., J. L. HARPER & C. R. TOWNSEND (1998): Ökologie. – Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg & Berlin. 750 S.
- BELLMANN, H. (1993): Heuschrecken: beobachten – bestimmen. 2. Aufl. – Naturbuch-Verlag, Augsburg. 350 S.
- BERGLUND, H. & G.-G. JONSSON (2003): Nested plant and fungal communities; the importance of area and habitat quality in maximizing species capture in boreal old-growth forests. – *Biological Conservation* **112**: 319–328.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2004): Datenbank Gefäßpflanzen der Zentralstelle für Phytodiversität. – <http://www.floraweb.de> [21.04.2004].
- DEMARMELS, J. (1990): Trockenstandorte als Habitatinsel für Schmetterlinge und Heuschrecken. – Flück Wirth, Teufen. 57 S.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl. – E. Ulmer, Stuttgart. 1095 S.
- EQUIHUA, M. & M. B. USHER (1993): Impact of carpets of the invasive moss *Campylopus introflexus* on *Calluna vulgaris* regeneration – *Journal of Ecology* **81**: 359–365.
- GARVE, E. (2004): Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen Niedersachsen und Bremen. – Informationsdienst Naturschutz in Niedersachsen **24**: 1–76.
- GIMINGHAM, C. H. (1978): *Calluna* and its associated species: some aspects of co-existence in communities. – *Vegetatio* **36**: 179–186.
- GIMINGHAM, C. H. (1981): Conservation: European heathlands. – In: R. L. SPECHT (Hrsg.): Heathland and related shrublands, analytical studies: 249–258. Elsevier, Amsterdam.
- GORISSEN, I. (2004): Die Zwergstrauchheiden Europas: Vom Atlantik bis zu Kaukasus und Ural (Dwarf shrubland of Europe: from Atlantic to Caucasus and Ural). – Ingmar Gorissen, Siegburg. 182 S.
- GRASHOF-BOKDAM, C. (1997): Forest species in an agricultural landscape in the Netherlands: effects of habitat fragmentation. – *Journal of Vegetation Science* **8**: 21–28.
- GREIN, G. (1995): Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Heuschrecken. 2. Fassung, Stand 1.1.1995. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen **15**(2): 17–44.
- GREIN, G. & G. IHSEN (1986): Bestimmungsschlüssel für die Heuschrecken der Bundesrepublik Deutschland und angrenzender Gebiete. 7. Aufl. – DJN, Hamburg. 55 S.
- HANSTEIN, U., T. KAISER & A. KOOPMANN (1997): Historische Nutzungen. – In: H. CORDES, T. KAISER, H. VON DER LANCKEN, M. LÜTKEPOHL & J. PRÜTER (1997): Naturschutzgebiet Lüneburger Heide. Ge-

- schichte – Ökologie – Naturschutz: 63–72. H. M. Hauschild, Bremen.
- HEIL, G. W. & R. AERTS (1993): General introduction. – In: R. AERTS & G. W. HEIL (Hrsg.): *Heathlands: patterns and processes in a changing environment*: 1–24. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- HJERMANN, D.-Ø. & R. A. IMS (1996): Landscape ecology of the wart-biter *Decticus verrucivorus* in a patchy landscape. – *Journal of Animal Ecology* **65**: 768–780.
- HOCHKIRCH, A. & H. KLUGKIST (1998): Die Heuschrecken des Landes Bremen – ihre Verbreitung, Habitate und ihr Schutz (Orthoptera: Saltatoria). – Abhandlungen herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen **44**: 3–73.
- HONNAY, O., M. HERMY & P. COPPIN (1999): Effects of area, age and diversity of forest patches in Belgium on plant species richness, and implications for conservation and reforestation. – *Biological Conservation* **87**: 73–84.
- INGRISCH, S. & G. KÖHLER (1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas. – Westarp-Wissenschaften, Magdeburg. 460 S.
- JÄGER, E. J. & K. H. WERNER (2000): Rothmalen: Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 3: Gefäßpflanzen: Atlasband. 10. Aufl. – Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg & Berlin. 753 S.
- KLAPP, E. & W. O. BOBERFELD (1990): Taschenbuch der Gräser. Erkennung und Bestimmung, Standort und Vergesellschaftung, Bewertung und Verwendung. 12. Aufl. – Parey, Berlin. 282 S.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas: Methoden und Ergebnisse. – G. Fischer, Jena [u. a.]. 462 S.
- LÜTKEPOHL, M. & U. HANSTEIN (1997): Spuren der Geschichte. – In: H. CORDES, T. KAISER, H. VON DER LANCKEN, M. LÜTKEPOHL & J. PRÜTER (1997): *Naturschutzgebiet Lüneburger Heide. Geschichte – Ökologie – Naturschutz*: 49–62. H. M. Hauschild, Bremen.
- MACARTHUR, R. H. & E. O. WILSON (1967): *The theory of island biogeography*. – Princeton University Press, Princeton. 203 S.
- MCCUNE, B. & M. J. MEFFORD (1999): *PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, Version 4*. – MjM Software design, Gleneden Beach.
- McFERRAN, D., J. H. MCADAM & W. J. MONTGOMERY (1995): The impact of burning and grazing on heathland plants and invertebrates in County Antrim. – *Biology and Environment* **95B**: 1–17.
- PIESSENS, K., O. HONNAY, K. NACKAERTS & M. HERMY (2004): Plant species richness and composition of heathland relics in north-western Belgium: evidence for a rescue-effect? – *Journal of Biogeography* **31**: 1683–1692.
- PIESSENS, K., O. HONNAY & M. HERMY (2005): The role of fragment area and isolation in the conservation of heathland species. – *Biological Conservation* **122**: 61–69.
- PRIMACK, R. B. (1998): *Essentials of Conservation Biology*. Ed. 2. – Sinauer Associates, Sunderland. 660 S.
- SCHAEFER, M. (2003): *Wörterbuch der Ökologie*. 4. Aufl. – Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg & Berlin. 452 S.
- SCHLICHTING, E., H.-P. BLUM & K. STAHR (1995): *Bodenkundliches Praktikum – eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte und für Geowissenschaftler*. 2. Aufl. – Blackwell, Berlin. 295 S.
- SEEDORF, H. H. & H.-H. MEYER (1992): *Landeskunde Niedersachsen. Bd. 1: Historische Grundlagen und naturräumliche Ausstattung*. – K. Wachholtz, Neumünster. 517 S.
- SENGHAS, K. & S. H. SEYBOLD (2000): *Schmeil – Fitch. Flora von Deutschland und angrenzender Länder*. 91. Aufl. – Quelle & Meyer, Wiebelsheim. 864 S.
- THEUERKAUF, J., K. SCHRÖDER & T. SCHIKORE (2001): Heuschrecken im Landkreis Osterholz (Niedersachsen) mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung auf dem Gebiet der Stadt Osterholz-Scharmbeck. – *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen* **45**: 143–162.
- VRIES, H. H. DE, P. J. DEN BOER & T. S. VAN DIJK (1996): Ground beetle species in heathland fragments in relation to survival, dispersal and habitat preference. – *Oecologia* **107**: 332–342.
- WILMANN, O. (1998): *Ökologische Pflanzensoziologie*. 6. Aufl. – Quelle & Meyer, Heidelberg. 405 S.

Anschrift der Verfasser:

Christine Dieckhoff
 Institut für Ökologie und Evolutionsbiologie, FB 2
 Universität Bremen
 Leobener Straße
 D – 28359 Bremen
 E-Mail: chdieckhoff@web.de

Eingereicht: 15.12.2005
 Angenommen: 30.5.2006

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [46](#)

Autor(en)/Author(s): Dieckhoff Christine, Kellinghaus Helen, Osterhage Sven, Schmitt Petra, Waldmann Theresa, Weber Anne

Artikel/Article: [Auf die Größe kommt es an - Auswirkungen von Habitatfragmentierung auf Pflanzen und Heuschrecken in Heiden 87-100](#)