

## **Einfluss unterschiedlicher Renaturierungsverfahren auf Vegetationsstruktur und Heuschreckenfauna neu angelegter Kalkmagerrasen nördlich von München**

Christian Wagner & Kathrin Kiehl

### **Abstract**

In 2002, the impact of soil removal and hay transfer on vegetation structure and spatial distribution of grasshoppers was studied in newly created calcareous grasslands on former arable fields, which were located adjacent to the nature reserve Garching Heide.

On fields with top-soil removal, the cover of bare soil was significantly higher and standing crop was significantly lower than on fields without top-soil removal. Hay transfer lead to an increasing phanerogam cover and standing crop. Top-soil removal had a negative effect on the total density of grasshopper individuals, and on the densities of *Chorthippus parallelus*, *Decticus verrucivorus* and *Metrioptera bicolor*. *Oedipoda caerulea*, in contrast, occurred only on top-soil removal fields. On fields without soil removal the density of *Decticus verrucivorus* and *Metrioptera bicolor* was higher and the density of *Chorthippus biguttulus* was lower on hay-transfer plots than on plots without hay.

On fields without soil removal, results of a grid mapping indicated a preference of *Metrioptera bicolor* for fields with hay transfer. In addition, the density of this species was positively correlated with the density of flowering *Buphthalmum salicifolium* and *Linum perenne* plants. The reason for this is not a direct dependence of *Metrioptera bicolor* on the respective plant species, but the more diverse vegetation structure on fields with hay transfer compared to those without hay.

In summary, the results showed, that the choice of restoration measures can have a lasting effect on the composition of grasshopper communities.

### **Zusammenfassung**

Im Jahr 2002 wurden die Auswirkungen von Bodenabtrag und Mähgutübertragung auf Vegetationsstruktur und Verteilung von Heuschrecken in 1993 neu angelegten Kalkmagerrasen auf ehemaligen Ackerflächen in der Umgebung des Naturschutzgebiets Garching Heide untersucht.

Auf den Bodenabtragsflächen war die Vegetation deutlich lückiger und die oberirdische Phytomasse geringer als auf Flächen ohne Bodenabtrag. Mähgutauftrag führte zu einer Zunahme der Phanerogamendeckung und der oberirdischen Phytomasse. Der Bodenabtrag hatte einen negativen Einfluss auf die Gesamtindividuumdichte der Heuschrecken und die Individuumdichte von *Chorthippus parallelus*, *Decticus verrucivorus* und *Metrioptera bicolor* sowie einen positiven Effekt auf das Vorkommen von *Oedipoda caerulea*. Auf Flächen ohne Boden-

abtrag waren die Individuendichten von *Decticus verrucivorus* und *Metrioptera bicolor* auf Mähgutflächen höher, die von *Chorthippus biguttulus* dagegen niedriger als auf Flächen ohne Mähgut.

Mit Hilfe einer Rasterkartierung auf den Flächen ohne Bodenabtrag konnte bei *Metrioptera bicolor* eine Präferenz für Flächen mit Mähgutauftrag nachgewiesen werden. Außerdem korrelierte die Individuendichte der Art positiv mit der Anzahl blühender Individuen von *Bupthalmum salicifolium* und *Linum perenne*. Grund dafür ist nicht eine direkte Beziehung zwischen *Metrioptera bicolor* und den Pflanzenarten. Vielmehr führt der höhere Anteil an Magerrasenarten in der Vegetation zu einer größeren Strukturvielfalt auf Flächen mit Mähgut gegenüber Flächen ohne Mähgutauftrag. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die Wahl des Renaturierungsverfahrens bei der Neuanlage von Kalkmagerrasen weitreichende und nachhaltige Konsequenzen für die Zusammensetzung der Heuschreckenzone hat.

## Einleitung

Kalkmagerrasen mit ihrer spezialisierten Flora und Fauna gehören heute zu den am meisten gefährdeten Lebensräumen Mitteleuropas (QUINGER et al. 1994, WILLEMS 2001, WALLISDEVRIES et al. 2002). Seit mehr als 10 Jahren werden deshalb verstärkt Verfahren zur Entwicklung beziehungsweise Neuanlage von Kalkmagerrasen auf ehemals ackerbaulich genutzten Flächen erprobt. Vor allem Bodenabtrag und Mähgutübertragung haben sich dabei bewährt (PFADENHAUER & KIEHL 2003).

Bodenabtrag ist ein sofort wirksamer, drastischer initialer Eingriff und ersetzt die deutlich langsamere Aushagerung durch Mahd (MARRS 1985, KIEHL et al. 2003). Aufgrund der starken Reduktion der Bodennährstoffgehalte und der Entfernung der Samenbank ist die Vegetation von Bodenabtragsflächen besonders lückig und weist ein hohen Anteil an magerrasentypischer Zielarten der Renaturierung auf (BÖHMER & RAHMANN 1997, KIEHL et al. 2002, WAGNER & FISCHER 2003).

Da in fragmentierten Landschaften eine erfolgreiche Wiederherstellung von Magerrasen häufig durch die mangelnde Ausbreitungsfähigkeit von Arten limitiert wird, stellt der aktive Transfer von Zielarten eine erfolgreiche Renaturierungsmethode dar (PATZELT 1998, PFADENHAUER & KIEHL 2003). Als besonders förderlich hat sich dabei das Ausbringen diasporenhaltigen Mähguts von artenreichen Spenderflächen auf Renaturierungsflächen erwiesen (PATZELT 1998, PFADENHAUER & MILLER 2000). Mit dieser Methode werden je nach Mahdzeitpunkt und Qualität der Empfängerfläche zwischen 50 und 70% der Pflanzenarten der Spenderfläche auf die Empfängerfläche übertragen (KIEHL et al. 2002). Neuere Untersuchungen an *Metrioptera bicolor* zeigen, dass mit dem Mähgut auch Heuschrecken in relevanten Zahlen übertragen werden (WAGNER 2004). Die Wahl des Renaturierungsverfahrens hat deswegen, neben der Beeinflussung der Vegetationszusammensetzung und damit der Habitatqualität, auch direkte Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Heuschreckenfauna.

Bei der Erfassung und Bewertung der Auswirkungen von Renaturierungsverfahren werden noch immer vor allem Vegetationsparameter verwendet, obwohl sich

auch Heuschrecken gut als Indikatoren eignen (MORTIMER et al. 1998, WALLISDEVRIES et al. 2002). Auch der Einfluss unterschiedlicher Renaturierungsverfahren auf die Beziehung zwischen Vegetationsstruktur und dem Vorkommen von Heuschreckenarten wurden bisher kaum untersucht. In der vorliegenden Untersuchung sollen deswegen folgende Fragen geklärt werden:

- Welchen Einfluss haben Bodenabtrag und Mähgutauftrag auf Vegetationsstruktur und Heuschreckenfauna neun Jahre nach Beginn der Renaturierung?
- Welchen Zusammenhang gibt es zwischen dem Vorkommen von *Metrioptera bicolor*, der Vegetationsstruktur und der Verteilung ausgewählter magerrasentypischer Pflanzenarten?

## Untersuchungsgebiet und Probeflächen

Zu Beginn des Zwanzigsten Jahrhunderts wurden die ausgedehnten Kalkmagerrasen der Nördlichen Münchener Schotterebene mit Ausnahme einiger kleiner isolierter Bereiche in intensiv genutztes Ackerland umgewandelt (PFADENHAUER 2001). Um vorhandene Magerrasenreste besser zu schützen und einen Biotopverbund zu schaffen, wurde 1993 das Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben (E+E-Vorhaben) "Sicherung und Entwicklung der Heiden im Norden von München" begonnen (PFADENHAUER & KIEHL 2003). Ziel des Projektes war die Wiederherstellung artenreicher Kalkmagerrasen mit einem hohen Anteil magerrasentypischer Arten auf ehemaligen Ackerflächen, die im Umgriff des Naturschutzgebietes "Garchinger Heide" aufgekauft wurden. Das Naturschutzgebiet (48°18' N, 11°39' E, 469 Meter über NN) beherbergt auf 27 Hektar unter anderem 20 Heuschrecken- (Orthopteroidea) und 218 höhere Pflanzenarten (KIEHL et al. 2002, FISCHER 2003).

Unsere Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlicher Renaturierungsverfahren auf die Vegetationsstruktur und die Verteilung von Heuschrecken- und Pflanzenarten wurden auf drei zuvor intensiv ackerbaulich genutzten Renaturierungsflächen (RF) mit einer Fläche von 1,3 bis 3,2 Hektar durchgeführt. Auf RF 506A wurde 1993 der nährstoffreiche Oberboden in einer Mächtigkeit von 30 cm bis zum Kiesuntergrund entfernt. Auf den beiden nebeneinander liegenden Flächen RF 506 und RF 508 erfolgte kein Bodenabtrag. Diese werden im Folgenden als RF 506/508 zusammengefasst. Auf allen drei Renaturierungsflächen wurde 1993 in Teilbereichen frisch geerntetes Mähgut aus der Garchinger Heide aufgetragen, so dass insgesamt vier verschiedene Renaturierungsverfahren (Bodenabtrag ohne Mähgutauftrag, Bodenabtrag mit Mähgutauftrag, Nichtabtrag ohne Mähgutauftrag und Nichtabtrag mit Mähgutauftrag) unterschieden werden können. Die renaturierten Flächen wurden ab 1994 unterschiedlich gepflegt, die Pflege hatte aber im Vergleich zu Bodenabtrag und Mähgutauftrag bis 2002 kaum Auswirkungen auf Vegetation und Heuschrecken (THORMANN et al. 2003, WAGNER & FISCHER 2003). Sie wird in der vorliegenden Untersuchung deshalb nicht berücksichtigt.

## Material und Methode

### Heuschreckenerfassung

Von 1994 bis 2002 wurden alle Heuschreckenarten (Orthopteroidea) der Renaturierungsflächen auf Transekten halbquantitativ erfasst (WAGNER & FISCHER 2003). Im Jahr 2002 wurden acht Transekte mit und vier ohne Mähgutauftrag auf RF 506/508 aufgenommen. Auf der Bodenabtragsfläche RF 506A wurden die Heuschrecken entlang von zwei Transekten mit und zwei Transekten ohne Mähgutauftrag erfasst. Die Gesamtlänge aller Transekte pro Renaturierungsfläche und Renaturierungsverfahren lag zwischen 210 und 216 Meter auf Flächen ohne Bodenabtrag, und zwischen 81 und 109 Meter auf Abtragsflächen. Die Heuschrecken wurden zwischen Anfang Juli und Ende September vier mal jährlich verhört. Dabei wurden bei den alle fünf Meter erfolgenden Stopps in einem Korridor von 15 Metern alle akustisch aktiven Individuen kartiert (vgl. FISCHER et al. 1997, WAGNER & FISCHER 2003). Die Erfassungen fanden nur an wolkenlosen und windarmen Tagen zwischen 10.00 und 16.00 Uhr statt. *Oedipoda caerulescens* produziert keinen gut hörbaren Rivalengesang (DETZEL 1998), lebt aber im Untersuchungsgebiet nur in Bereichen mit Bodenabtrag und schütterer Vegetation, so dass es möglich war, die Art optisch zu erfassen. Sie wurde kartiert, indem die 15 Meter breiten Transekte in fünf Korridore zu drei Meter unterteilt und abgegangen wurden. Innerhalb dieser Korridore wurden alle auffliegenden Individuen gezählt. Für die Auswertung wurden für jedes Transekt und jede Art die Maxima aus den vier Begehungen verwendet. Maxima berücksichtigen Arten, die eine späte oder kurze Imaginalphase haben besser als Mittelwerte (WAGNER & FISCHER 2003). Die Individuendichte wird als Anzahl Individuen pro 100 Meter Transektlänge angegeben.

### Vegetationsstruktur

1993 wurden auf RF 506/508 insgesamt 80 Dauerflächen von 4 m<sup>2</sup> Größe eingerichtet (PFADENHAUER & KIEHL 2003). Weitere 20 Dauerflächen wurden auf der Bodenabtragsfläche RF 506A eingerichtet. Auf jeder der Renaturierungsflächen lagen 50% der Dauerflächen in Bereichen mit Mähgutauftrag und die anderen 50% in Bereichen ohne Mähgutauftrag.

Im Jahr 2002 wurden auf allen 100 Dauerflächen jeweils zwischen Mitte Juni und Mitte Juli Vegetationsaufnahmen durchgeführt (vgl. THORMANN et al. 2003). Dabei wurde für jede Dauerfläche die Deckung der Phanerogamen und der Anteil offener Bodenstellen geschätzt und die mittlere Vegetationshöhe bestimmt. Zur Zeit des maximalen Aufwuchses (Mitte Juli – Anfang August) wurde die oberirdische Phytomasse geerntet (KIEHL et al. 2003). Dabei wurde auf 0,25 m<sup>2</sup> großen Flächen das gesamte Pflanzenmaterial etwa 4 cm über der Bodenoberfläche abgeschnitten und anschließend bei 60 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen.

### Vorkommen von *Metrioptera bicolor*, *Linum perenne* und *Bupththalmum salicifolium* auf den Renaturierungsflächen 506 und 508 im Jahr 2002

Im Jahr 2002 wurde auf RF 506/508 (ohne Bodenabtrag) im Bereich mit jährlicher Sommermahd mit Hilfe einer Rasterkartierung die räumliche Verteilung von *Metrioptera bicolor* sowie der blühenden Individuen der Pflanzenarten *Linum perenne* und *Bupththalmum salicifolium* auf Flächen mit und ohne Mähgut erfasst. Ziel der Untersuchung war, den Einfluss des Mähguts auf die Verteilung dieser drei exemplarisch ausgewählten Zielarten der Renaturierung zu erfassen. Für die Erfassung der Pflanzenarten wurde auf der Fläche mit Markierstäben ein 10 x 10 Meter Raster ausgesteckt (vgl. THORMANN et al. 2003). In jedem Rasterquadrat wurde die Anzahl blühender Pflanzen von *Linum perenne* und *Bupththalmum salicifolium* gezählt.

Für die Erfassung von *Metrioptera bicolor* wurde jede Rasterfläche in vier 25 m<sup>2</sup> große Teilflächen unterteilt. Die Individuen wurden auf 68 zufällig ausgewählten Teilflächen gekeschert, indem die Flächen einmal längs und einmal quer in schmalen Linien abgegangen wurde. Individuen, die dem Kescher entkamen wurden ohne Angabe des Geschlechtes gezählt. Mit dieser Methode ist es möglich, 95% der tatsächlich anwesenden Individuen von *Metrioptera bicolor* zu erfassen (WAGNER 2004). Um die Dichte von *Metrioptera bicolor* und die der Pflanzenarten zu vergleichen, wurden die Heuschreckendaten auf die 100 m<sup>2</sup> großen Rasterflächen hochgerechnet. Der Zusammenhang zwischen der Verteilung der Heuschrecken und Pflanzen konnte so für sechs Rasterflächen ohne und 19 Rasterflächen mit Mähgutauftrag analysiert werden (n = 25).

### Datenauswertung

Der Einfluss der Renaturierungsverfahren auf Vegetationsstruktur und Artenzusammensetzung der Heuschrecken wurde mit einer Kruskal-Wallis ANOVA und anschließend nichtparametrischen Mann-Whitney U-Test geprüft. Der Zusammenhang zwischen der Individuenzahl von *Metrioptera bicolor* und der Anzahl blühender Individuen von *Bupththalmum salicifolium* und *Linum perenne* wurde mit der Spearman Rangkorrelation analysiert.

## Ergebnisse

### Vegetationsstruktur

Auf den Bodenabtragsflächen waren die oberirdische Phytomasse, die Phanerogamendeckung und die Vegetationshöhe im Jahr 2002 signifikant niedriger als auf Flächen ohne Bodenabtrag. Die Deckung offener Bodenstellen war dagegen signifikant erhöht (Tabelle 1). Die Mähgutübertragung hatte sowohl auf Flächen mit als auch auf Flächen ohne Bodenabtrag einen signifikant positiven Effekt auf die Phanerogamendeckung und damit auf die oberirdische Phytomasse. Auch neun Jahre nach Beginn der Renaturierungsmaßnahmen lag die Phanerogamendeckung auf den Bodenabtragsflächen ohne Mähgut unter 20%.

Tab. 1: Auswirkungen von Bodenabtrag und Mähgutübertragung auf die oberirdische Phytomasse und die Vegetationsstruktur im Jahr 2002. Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Verfahren ( $p < 0,05$ , Mann-Whitney U-Test). Gleiche Buchstaben bedeuten, dass die Unterschiede nicht signifikant waren (spaltenweise lesen).

Renaturierungs- fläche	Boden- abtrag	Mähgut- auftrag	Oberirdische Phytomasse [g m <sup>2</sup> ]	Deckung Phaneroga- men [%]	Deckung offener Boden [%]	Vegetations- höhe [cm]
RF 506/508	ohne	ja	270,6 a	82,7 a	0,7 a	37,7 a
RF 506/508	ohne	nein	188,1 b	64,4 b	2,6 b	39,3 a
RF 506A	mit	ja	48,3 c	37,5 c	38,5 c	12,4 b
RF 506A	mit	nein	24,0 d	18,0 d	81,0 d	10,3 b

### Verteilung der Heuschreckenarten

Die Wahl des Renaturierungsverfahren wirkte sich signifikant auf die räumliche Verteilung der einzelnen Heuschreckenarten aus. Arten, die vor allem auf Nicht-abtragsflächen gefunden wurden, waren *Chorthippus biguttulus*, *Chorthippus parallelus*, *Decticus verrucivorus* und *Metrioptera bicolor*. Auf Renaturierungsflächen ohne Bodenabtrag war die Individuenzahl von *C. biguttulus* auf Mähgutflächen signifikant niedriger und die Individuenzahl von *D. verrucivorus* signifikant höher als auf Flächen ohne Mähgut. *Oedipoda caerulea* kam ausschließlich auf Flächen mit Bodenabtrag vor. Die Gesamtindividuen-dichte war auf den Abtragsflächen deutlich niedriger als auf Nichtabtragsflächen (Tabelle 2).

Tab. 2: Auswirkungen von Bodenabtrag und Mähgutübertragung auf die Individuendichte verschiedener Heuschreckenarten im Jahr 2002. Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Verfahren ( $p < 0,05$ , Mann-Whitney U-Test). Gleiche Buchstaben bedeuten, dass die Unterschiede nicht signifikant waren (zeilenweise lesen).

Arten [Ind./100 m]	ohne Bodenabtrag (RF 506/508)		mit Bodenabtrag (RF 506A)	
	Mähgutauftrag mit	ohne	mit	ohne
<i>Chorthippus biguttulus</i>	40,6 a	55,8 b	28,1 ab	15,8 b
<i>Chorthippus brunneus</i>	0,2 a	0,0 a	1,0 a	0,0 a
<i>Chorthippus parallelus</i>	28,2 a	23,1 ab	6,2 b	0,8 b
<i>Oedipoda caerulea</i>	0,0 a	0,0 a	9,5 b	8,9 b
<i>Stenobothrus lineatus</i>	9,5 a	3,9 a	5,2 a	2,8 a
<i>Decticus verrucivorus</i>	9,2 a	3,3 b	2,0 b	1,8 b
<i>Metrioptera bicolor</i>	32,6 a	27,6 ab	4,2 b	2,7 b
<i>Metrioptera roeselii</i>	2,8 a	2,4 a	0,0 a	0,0 a
<i>Tettigonia viridissima</i>	5,4 a	2,8 a	0,0 a	0,0 a
Summe Individuen [Ind./100 m]	129,6 a	118,9 ab	56,3 b	32,9 b

### Korrelation zwischen *Metrioptera bicolor* und ausgewählten Pflanzenarten

Die Individuendichte von *Metrioptera bicolor* war auf Flächen mit Mähgutauftrag signifikant höher als auf Flächen ohne Mähgutauftrag ( $p < 0,01$ ) (Abbildung 1). Auch die Anzahl blühender Individuen von *Buphthalmum salicifolium* und *Linum perenne* war auf den Flächen mit Mähgut gegenüber den Flächen ohne Mähgutauftrag signifikant erhöht (beide  $p < 0,001$ , Abbildung 2).

Die Individuendichte von *Metrioptera bicolor* war signifikant positiv mit der Anzahl blühender Individuen von *Buphthalmum salicifolium* ( $r = 0,50$ ,  $p < 0,05$ ) und *Linum perenne* ( $r = 0,59$ ,  $p < 0,01$ ) korreliert (Abbildung 2).

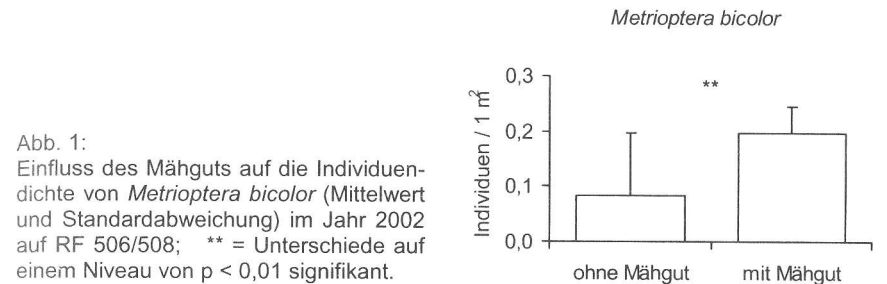


Abb. 1: Einfluss des Mähguts auf die Individuendichte von *Metrioptera bicolor* (Mittelwert und Standardabweichung) im Jahr 2002 auf RF 506/508; \*\* = Unterschiede auf einem Niveau von  $p < 0,01$  signifikant.

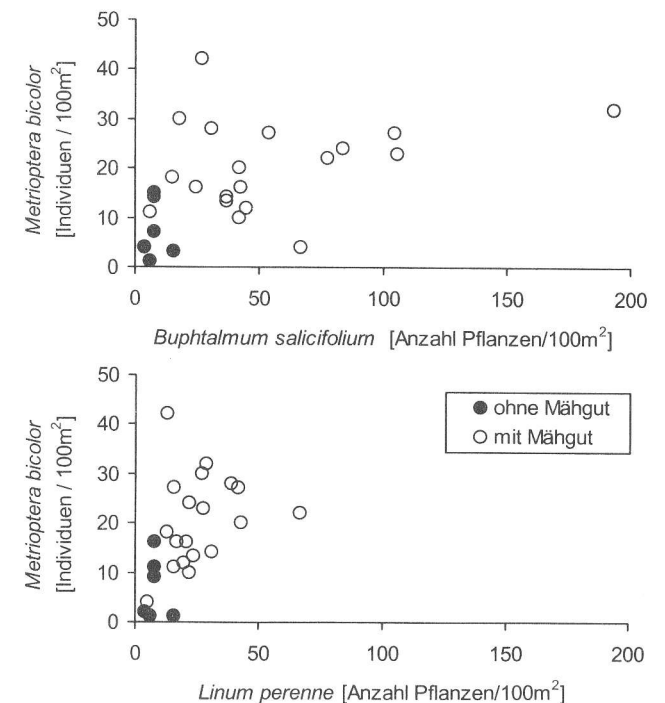


Abb. 2: Beziehung zwischen der Individuendichte von *Metrioptera bicolor* und der Anzahl blühender Pflanzen von *Buphthalmum salicifolium* (oben) und *Linum perenne* (unten) auf Flächen mit und ohne Mähgut von RF 506/508 (ohne Bodenabtrag).

## Diskussion

Neun Jahre nach der Beginn der Renaturierungsmaßnahmen zeigen sich in Abhängigkeit von Bodenabtrag und Mähgutaufbringung deutliche Unterschiede in der Heuschreckenverteilung. *Oedipoda caerulea* bevorzugt Bodenabtragsflächen, die mit ihrer lückigen Vegetation und geringen Phytomasseproduktion ein gut geeignetes Habitat für diese Pionierart darstellen (DETZEL 1998, SCHLUMPRECHT & WAEBER 2003). Die Zunahme der oberirdischen Phytomasse und der Phanerogamendeckung von den Bodenabtragsflächen ohne Mähgut bis hin zu Nichtabtragsflächen mit Mähgut führen aufgrund des größeren Nahrungsangebots, verbesserter mikroklimatischer Bedingungen und stärker strukturierter Vegetation zu einer Zunahme der Gesamtarten- und Individuendichte bei den Heuschrecken. Auch die Abundanzen von *Chorthippus biguttulus*, *Chorthippus parallelus*, *Decticus verrucivorus* und *Metrioptera bicolor* liegen aus diesem Grund auf den Nichtabtragsflächen über denen der Abtragsflächen (DETZEL 1998, SCHLUMPRECHT & WAEBER 2003). Ähnliche Beziehungen zwischen Vegetationsstruktur und Heuschrecken konnten in süddeutschen Steinbrüchen (BÖHMER & RAHMANN 1997), auf Sandmagerrasen in der Rheinebene (ZEHM 1997) und auf Kalkschutthalden der Nördlichen Frankenalb festgestellt werden (HEMP & HEMP 2000).

Auf die Aufbringung von Mähgut auf Flächen ohne Bodenabtrag reagieren *Decticus verrucivorus* und *Metrioptera bicolor* mit einer Dichtezunahme und *Chorthippus biguttulus* mit einer verringerten Individuendichte. Bei *Metrioptera bicolor* wird der positive Einfluss des Mähguts durch die Ergebnisse der detaillierten Rasterkartierung bestätigt. Dabei korrelieren die Individuendichten von *Metrioptera bicolor* signifikant positiv mit der Anzahl der magerrasentypischen Pflanzenarten *Buphthalmum salicifolium* und *Linum perenne*. Da die mitteleuropäischen Heuschreckenarten polyphag sind (DETZEL 1998, INGRISCH & KÖHLER 1998), gibt es im Normalfall keine eindeutigen Korrelationen zwischen Heuschrecken- und Pflanzenarten. Auch *Metrioptera bicolor* ernährt sich von Blättern und Blüten verschiedener Grasarten, sowie von Blüten krautiger Pflanzen und in geringerem Maße karnivor (DETZEL 1998, INGRISCH & KÖHLER 1998, MAAS et al. 2002). Auf den Renaturierungsflächen bestand die Hauptnahrungsquelle der in der Nacht kartierten Individuen dieser Heuschreckenart im August 2002 sogar zu mehr als 90% aus Grasblüten und -samen (WAGNER, unveröff.). Eine direkte Abhängigkeit der Art von *Buphthalmum salicifolium* oder *Linum perenne* kann deswegen ausgeschlossen werden.

Alle Renaturierungsflächen grenzen räumlich aneinander und es besteht ein breiter direkter Zugang zur Garchinger Heide. Da Heuschrecken – im Gegensatz zu Pflanzenarten – zu individueller aktiver Ortsveränderung in der Lage sind, kann die unterschiedliche Heuschreckenbesiedlung der Flächen mit und ohne Mähgutauftrag nicht auf räumliche Isolation der Flächen zurückgeführt werden, deren Einfluss für andere Renaturierungsflächen in größerer Entfernung von der Garchinger Heide durchaus von Bedeutung ist (WAGNER & FISCHER 2003). Die Vegetationsentwicklung und das Vorkommen magerrasentypischer Pflanzenarten auf den Renaturierungsflächen ist dagegen auch neun Jahre nach Beginn der

Renaturierung noch stark durch die Mähgutübertragung geprägt (THORMANN et al. 2003). Die langsame natürliche Ausbreitung der meisten Magerrasenpflanzen (vgl. HUTCHINGS & BOOTH 1996) führt dazu, dass Flächen ohne Mähgut noch im Jahr 2002 von Pflanzenarten des Wirtschaftsgrünlandes und Ruderalarten dominiert, und in deutlich geringerem Maße durch typische Magerrasenpflanzen besiedelt werden, als die Mähgutflächen (THORMANN et al. 2003). Auf den Mähgutflächen kommen neben *Buphthalmum salicifolium* und *Linum perenne* zahlreiche andere hochwüchsige und krautige Magerrasenarten mit markhaltigen Stängeln vor (THORMANN et al. 2003). Die höhere Artenvielfalt der Vegetation der Mähgutflächen führt, aufgrund der größeren Variabilität der Wuchshöhen und des größeren Anteils horstig wachsender Arten, zu einer größeren Vielfalt der Vegetationsstruktur und des Mikroklimas. *Metrioptera bicolor* bevorzugt im Allgemeinen reichhaltig vertikal strukturierte Vegetationsbestände mit hoher Deckung (SÄNGER 1977, FRÖHLICH 1994, SAMIETZ 1994, FARTMANN 1997, MAAS et al. 2002). ZEHM (2003) stellte zum Beispiel fest, dass die Individuendichte von *Metrioptera bicolor* in Sandrasen der Oberrheinebene positiv mit der Vegetationshöhe und dem Vorkommen hochwüchsiger, krautiger Pflanzenarten korrelierte. Über das Eiablagesubstrat von *Metrioptera bicolor* ist bislang nur wenig bekannt (INGRISCH & KÖHLER 1998). Die Eiablage erfolgt offenbar sowohl in die Stängel von Gräsern (DETZEL 1998) als auch in markhaltige oder trockene Pflanzenstängel (INGRISCH & KÖHLER 1998, MAAS et al. 2002). Der höhere Anteil von Pflanzenarten mit markhaltigen Stängeln auf Mähgutflächen könnte also ein weiterer Grund für die Habitatwahl von *Metrioptera bicolor* sein. Die geringen, wenn auch signifikanten Unterschiede im Anteil offener Bodenstellen zwischen Flächen mit und ohne Mähgut sind für *Metrioptera bicolor* dagegen vermutlich nicht relevant (FRÖHLICH 1994, SAMIETZ 1994, FARTMANN 1997, MAAS et al. 2002).

## Fazit

Sowohl Bodenabtrag als auch Mähgutauftrag haben einen nachhaltigen Einfluss auf die Vegetationsstruktur der Renaturierungsflächen. Deswegen bewirken die verschiedenen Renaturierungsverfahren auch neun Jahre nach Beginn der Renaturierungsmaßnahmen signifikante Unterschiede in der Zusammensetzung der Heuschreckenzone.

## Danksagung

Wir danken Willi Maile († 2003) und Annuschka Thormann für die Hilfe bei der Datenerhebung sowie Christine Joas vom Heidenflächenverein Münchener Norden e.V. für die Organisation der Renaturierungs- und Pflegemaßnahmen.

Verfasser:  
Christian Wagner  
Lehrstuhl für Zoologie  
Technische Universität München  
Lichtenbergstr. 4  
D-85747 Garching

Kathrin Kiehl  
Lehrstuhl für Vegetationsökologie  
Technische Universität München  
Am Hochanger 6  
D-85350 Freising

## Literatur

- BÖHMER, J. & RAHMANN, H. (1997): Faunistische Aspekte der Sukzession, der Rekultivierung und des Naturschutzes in Steinbrüchen Südwestdeutschlands. - In: POSCHLOD, P., TRÄNKLE, U., BÖHMER, J. & RAHMANN, H.: Steinbrüche und Naturschutz: Sukzession und Renaturierung. - Ecomed, Landsberg; 329-486.
- DETZEL, P. (1998): Die Heuschrecken Baden-Württembergs. - Ulmer, Stuttgart; 580 S.
- FARTMANN, T. (1997): Biozöologische Untersuchungen zur Heuschreckenfauna auf Magerrasen im Naturpark Märkische Schweiz (Ostbrandenburg). - Arbeiten aus dem Institut für Landschaftsökologie, Westfälische Wilhelms-Universität, Münster 3: 1-62.
- FISCHER, F.P. (2003): Langzeitmonitoring von Heuschreckenbeständen im NSG Garchinger Heide 1994 - 2001. - Angewandte Landschaftsökologie 55: 201-210.
- FISCHER, F.P., SCHULZ, U., SCHUBERT, H., KNAPP, P. & SCHMÖGER, M. (1997): Quantitative assessment of grassland quality: Acoustic determination of population sizes of orthopteran indicator species. - Ecological Applications 7: 909-920.
- FRÖHLICH, C. (1994): Analyse der Habitatpräferenzen von Heuschreckenarten (Orthoptera: Saltatoria) in einem Mittelgebirgsraum unter Berücksichtigung regionaler Differenzierungen. - Articulata, Beiheft 4: 176 S.
- HEMP, A. & HEMP, C. (2000): Die Heuschrecken-Zönosen auf Kalkschutthalden der Nördlichen Frankenalb und ihre Beziehung zur Vegetation. - Tuexenia 20: 259-281.
- HUTCHINGS, M.J. & BOOTH, K.D. (1996): Studies on the feasibility of re-creating chalk grassland vegetation on ex-arable land. - Journal of Applied Ecology 33: 1171-1181.
- INGRISCH, S. & KÖHLER, G. (1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas. - Westarp Wissenschaften, Magdeburg; 460 S.
- KIEHL, K., THORMANN, A. & PFADENHAUER, J. (2002): Neuschaffung von Kalkmagerrasen auf ehemaligen Ackerflächen. - Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 167: 23-31.
- KIEHL, K., THORMANN, A. & PFADENHAUER, J. (2003): Nährstoffdynamik und Phytomasseproduktion in neu angelegten Kalkmagerrasen auf ehemaligen Ackerflächen. - Angewandte Landschaftsökologie 55: 39-70.
- MAAS, S., DETZEL, P. & STAUDT, A. (2002): Gefährdungsanalyse der Heuschrecken Deutschlands - Verbreitungsatlas, Gefährdungseinstufung und Schutzkonzepte. - Bundesamt für Naturschutz, Bonn - Bad Godesberg; 401 S.
- MARRS, R.H. (1985): Techniques for reducing soil fertility for nature conservation purposes: a review in relation to research at Roper's Heath, Suffolk, England. - Biological Conservation 34: 307-332.
- MORTIMER, S.R., HOLLIER, J.A. & BROWN, V.K. (1998): Interactions between plant and insect diversity in the restoration of lowland calcareous grasslands in southern Britain. - Applied Vegetation Science 1: 101-114.
- PATZELT, A. (1998): Vegetationsökologische und populationsökologische Grundlagen für die Etablierung von Magerwiesen in Niedermooren. - Dissertationes Botanicae 297: 1-154.
- PFADENHAUER, J. (2001): Some remarks on the socio-cultural background of restoration ecology. - Restoration Ecology 9: 220-229.
- PFADENHAUER, J. & KIEHL, K. (2003): Renaturierung von Kalkmagerrasen - Ein Überblick. - Angewandte Landschaftsökologie 55: 25-38.
- PFADENHAUER, J. & MILLER, U. (2000): Verfahren zur Ansiedlung von Kalkmagerrasen auf Ackerflächen. - Angewandte Landschaftsökologie 32: 37-87.
- QUINGER, B., BRÄU, M. & KORNPROBST, M. (1994): Lebensraumtyp Kalkmagerrasen - 1. Teilband. - Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II.1. - Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) und Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL), München; 266 S.
- SAMIETZ, J. (1994): Verbreitung und Habitatbindung der Zweifarbigen Beißschrecke, *Metrioptera bicolor* (PHIL.), in Thüringen (Insecta: Saltatoria: Tettigoniidae). - Faunistische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde (Dresden) 19: 153-166.
- SÄNGER, K. (1977): Über die Beziehungen zwischen Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) und der Raumstruktur ihrer Habitate. - Zoologische Jahrbücher Abteilung Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere 104: 433-488.
- SCHLUMPRECHT, H. & WAEBER, G. (2003): Heuschrecken in Bayern. - Ulmer, Stuttgart; 515 S.
- THORMANN, A., KIEHL, K. & PFADENHAUER, J. (2003): Einfluss unterschiedlicher Renaturierungsmaßnahmen auf die langfristige Vegetationsentwicklung neu angelegter Kalkmagerrasen. - Angewandte Landschaftsökologie 55: 73-106.
- WAGNER, C. (2004): Passive dispersal of *Metrioptera bicolor* (Phillipi 1830) (Orthopteroidea: Ensifera: Tettigoniidae) by transfer of hay. - Journal of Insect Conservation, (in Druck).
- WAGNER, C. & FISCHER, F.P. (2003): Einfluss unterschiedlicher Renaturierungs- und Pflegemaßnahmen auf die Entwicklung der Heuschreckenfauna neu angelegter Kalkmagerrasen. - Angewandte Landschaftsökologie 55: 165-200.
- WALLISDEVRIES, M.F., POSCHLOD, P. & WILLEMS, J.H. (2002): Challenges for the conservation of calcareous grasslands in northwestern Europe: integrating the requirements of flora and fauna. - Biological Conservation 104: 265-273.
- WILLEMS, J.H. (2001): Problems, approaches and results in restoration of Dutch calcareous grassland during the last 30 years. - Restoration Ecology 9: 147-154.
- ZEHM, A. (1997): Zur Koinzidenz von Sandvegetation, ihrer Struktur und Heuschrecken-Zönosen (Orthoptera) in der hessischen Oberrheinebene. - Tuexenia 17: 193-222.
- ZEHM, A. (2003): Analyse der vertikalen Vegetationsstruktur: Methodenentwicklung und Beziehungen zu Pflanzengesellschaften, Mikroklima, Beweidung und Heuschrecken-Gemeinschaften. - Dissertation, Fachbereich Biologie der TU Darmstadt: 311 S.