Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung

UB Universitätsbibliothek Frankfurt am Main

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens

Hummelzönosen (Hymenoptera, Apiformes: Bombus) restituierter Borstgrasrasen (Violion) im Vennrandgebiet (Eifel) und ihre Funktion als Bestäuber von Lungen-Enzian (Gentiana pneumonanthe L., Gentianaceae)

Becker, Alexander

2008

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-205307

Visual Library

Decheniana (Bonn) 161, 67–73 (2008)

Hummelzönosen (Hymenoptera, Apiformes: *Bombus*) restituierter Borstgrasrasen (Violion) im Vennrandgebiet (Eifel) und ihre Funktion als Bestäuber von Lungen-Enzian (*Gentiana pneumonanthe* L., Gentianaceae)

Bumblebee coenoses (Hymenoptera, Apiformes: *Bombus*) of Mat-Grass Communities (Violion) in the Outskirts of the Venn (Eifel) and their Relevance as Pollinators of Marsh Gentian (*Gentiana pneumonanthe* L., Gentianaceae)

Alexander Becker, Matthias Schindler,
Wolfgang Schumacher & Dieter Wittmann

(Manuskripteingang: 23. Januar 2008)

Kurzfassung: Auf fünf restituierten Borstgrasrasen im Vennrandgebiet der Eifel und angrenzenden Wegsäumen wurden die Hummelzönosen erfasst. Darüber hinaus wurden die Blütenbesucher der seltenen Pflanze Lungenenzian (*Gentiana pneumonanthe*, L.) beobachtet und ihr Verhalten untersucht. In einem Bestäubungsexperiment wurde die Bedeutung spontaner Selbstbestäubung bei *G. pneumonathe* untersucht. Im Gebiet wurden neun Hummelarten nachgewiesen. Die relative Individuendichte der Hummeln war auf den Untersuchungsflächen deutlich geringer als auf den Wegsäumen. Die individuenarmen Hummelzönosen der Borstgrasrasen können auf die geringere Anzahl geeigneter Trachtpflanzen zurückgeführt werden. Die insgesamt geringe Anzahl an Hummelarten im Untersuchungsgebiet ist möglicherweise auf die ungünstigen klimatischen Bedingungen im Venngebiet zurückzuführen. Aufgrund der Häufigkeit der Blütenbesuche, des Verhaltens und der Morphologie haben Hummeln eine wichtige Bedeutung als Bestäuber des Lungenenzians. *Bombus pascuorum*, *B. hortorum* und *B. lucorum*-Gruppe wurden als Hauptbestäuber identifiziert. Selbstbestäubung spielt bei Lungenenzian eine untergeordnete Rolle.

Schlagworte: Hummelzönosen, *Bombus*, Borstgrasrasen, Violion, Bestäuber, Lungenenzian, Gentiana *pneumonanthe*, Venn, Eifel

Abstract: At five recovered mat-grass communities in the outskirts of the Venn (Eifel) and adjacent waysides (references) the bumblebee coenoses were studied. Flower-visiting insects on the rare Marsh Gentian (*Gentiana pneumonanthe* L.) were observed and their flower-visiting behaviour was studied. A pollination experiment was conducted to examine the relevance of spontaneous self-pollination for *G. pneumonanthe*. Nine species of bumblebees were observed in the study area. The low diversity of bumblebees can be explained by the overall inappropriate climate conditions in the Venn region. The relative number of individuals at the plots was lower than on the adjacent waysides. This can be explained by the lower number of flowering plants on the mat-grass communities. According to their frequency, their behaviour and their morphology, bumblebees have an important function as pollinators for Marsh Gentian. *Bombus pascuorum*, *B. hortorum* und *B. lucorum*-agg. were identified as the main pollinators of *G. pneumonanthe*. Self-pollination does not play a significant role for the Marsh Gentian.

Keywords: Bumblebees, *Bombus*, mat-grass communities, Violion, pollinator, Marsh Gentian, *Gentiana pneumonanthe* L., Venn, Eifel

1. Einleitung

Lungenenzian (*Gentiana pneumonanthe*) ist eine charakteristische Pflanzenart bodenfeuchter Borstgrasrasen (z. B. Juncetum squarrosi). Entstanden sind Borstgrasrasen durch extensive Grünlandnutzung, die sowohl in Form einer einschürigen Mahd als auch durch Beweidung mit Rindern oder Schafen durchgeführt wurde. Durch Nutzungsaufgabe oder durch eine Nutzungsintensivierung nach Meliorationsmaßnahmen sind diese Pflanzengesellschaften an vielen Standorten heute bedroht (Peppler-Lisbach 2001). Im Vennrandgebiet in der Eifel wurden viele Flächen mit Borstgrassrasen nach dem 2. Weltkrieg drainiert und mit Fichten aufgeforstet. Heute wird versucht durch Erstpflegemaßnahmen (z. B. Entfernung von Fichtenbeständen)

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

und langfristige Pflegeverträge mit Landwirten, die Bestände wiederherzustellen und zu fördern. Diese Maßnahmen haben auch positiven Einfluss auf die stark zurückgegangenen Bestände des Lungenenzians. Durch ein abgestimmtes Pflegemanagement können die Voraussetzungen hinsichtlich Nährstoffniveau und Nutzung von Grünlandbeständen geschaffen und damit *Gentiana pneumonanthe* gefördert werden (vgl. BRIEMLE et al. 1991, SCHUMACHER 2007).

Feuchte Borstgrasrasen bieten aufgrund der Bodenverhältnisse und dem vergleichsweise geringen Angebot an melittophilen Pflanzen relativ ungünstige Bedingungen für Hummeln (vgl. OOSTERMEJIER et al. 1998). Lungen-Enzian ist jedoch auf einen Pollentransfer durch Blütenbesucher angewiesen, um durch generative Vermehrung langfristig gesunde Bestände bilden zu können (PETANIDOU et al. 1995). OOSTERMEJIER et al. (1998) nennen als wichtigen Faktor für die Erhaltung des Lungenezians die Anlockung von Bestäubern durch Verbesserung der Trachtbedingungen. Eine schlechte Bestäubung wird von AQUILAR et al. (2006) als Grund für geringe Reproduktionsleistungen von Pflanzen angesehen, die auf Fremdbestäubung angewiesen sind. Insbesondere auf stark fragmentierten Borstgrasrasen mit relativ kleinen Reliktpopulationen von Lungenenzian könnte die Präsenz geeigenter Bestäuber für die Reproduktion des Lungenenzians von besonderer Bedeutung sein. In der vorliegenden Arbeit sollte das Vorkommen geeigneter Bestäuber von *G. pneumonanthe* auf restituierten Borstgrasrasen untersucht werden. Hierbei sollten insbesondere die Hummelzönosen besondere Beachtung finden. Außerdem sollte in einem Experiment geklärt werden, ob Selbstbestäubung bei Lungenenzian von Bedeutung ist.

2. Material und Methoden

2.1. Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt am Ostrand der Vennhochfläche, westlich von Simmerath (Kreis Aachen) in der Eifel (520 bis 540 m ü NN). Die fünf Untersuchungsflächen sind 0,4–2 ha groß. Vegetationskundlich lassen sich die Pflanzengesellschaften den bodenfeuchten Borstgrasrasen der planaren bis montanen Stufe (Violion) zuordnen. Die restituierten Borstgrasrasen sind zum Teil noch verbracht und durch die Dominanz von *Molinia caerulea* gekennzeichnet. Vorherrschender Bodentyp ist der Pseudogley, das Ausgangsgestein steht ab einer Tiefe von ca. 1,2 m an (Geol. Dienst NRW 2002).

2.2. Erfassung der Hummelzönosen

Auf fünf Borstgrasrasen und Kontrollflächen (Wegränder) wurden entlang von Transekten in der Vegetationsperiode 2003 die Hummelzönosen erfasst. An sechs Terminen wurden Sichtfänge mit einem Handkescher durchgeführt (15 Minuten / 100 m Transekt). Hierbei wurden sämtliche Hummelarbeiterinnen gefangen und in ein Tötungsgläschen überführt. Die Determination der Hummeln erfolgte nach MAUSS (1992) und AMIET (1996). Hierbei wurde eine Stereolupe bei zehn- bis 40-facher Vergrößerung verwendet. Die Arten *Bombus lucorum*, *B. terrestris* und *B. magnus* wurden zur *B. lucorum*-Gr. zusammengefasst. Die Nomenklatur folgt SCHWARZ et al. (1996).

2.3. Blütenökologische Untersuchungen an Lungenenzian

Zur Hauptblütezeit des Lungenenzian wurden an verschiedenen Referenzpflanzen sämtliche Blütenbesucher und ihr Verhalten dokumentiert (Beobachtungsintervall: 60 Minuten). Spezies, die nicht im Gelände determiniert werden konnten, wurden abgefangen und im Labor bestimmt. Hierbei wurde folgende Bestimmungsliteratur verwendet: Syrphidae [BOYE 1996, HAUPT & HAUPT 1998], Calliphoridae/ Muscidae [HAUPT & HAUPT 1998], Formicidae [STITZ 1939, SEIFERT 1996]. Von Arbeiterinnen der Ackerhummel (*Bombus pascuorum*) wurden Pollenladungen entnommen (n=5) und lichtmikroskopisch analysiert. Die Bedeutung der Selbstbestäubung bei *G. pneumonanthe* wurde überprüft, indem Blütenknospen mit Butterbrottüten umschlossen und damit Blütenbesucher ausgeschlossen wurden. Die entwickelten Samen in den reifen Kapseln wurden unter einer Stereolupe separiert und ausgezählt. Die Anzahl wurde mit der Zahl entwickelter Samen in zufällig auf der Fläche verteilt gesammelten Kapseln von *G. pneumonanthe* verglichen.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Hummelzönosen

Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt neun Hummelarten nachgewiesen. Auf den Borstgrasrasen und benachbarten Wegrändern wurden jeweils sieben Hummelarten erfasst (Abb. 1).

Die Arten der *B. lucorum*-Gruppe waren auf den Borstgrasrasen eudominant vertreten, *B. pascuorum* und *B. bohemicus* dominant. Auf den Wegrändern waren *B. pascuorum* eudominant,

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

B. lucorum-Gr. dominant (vgl. Abb. 1). Auf den untersuchten Kontrollflächen wurden im Vergleich zu den Borstgrasrasen größere Individuendichten beobachtet, da hier die Anzahl an melittophilen Pflanzen, wie Rote Taubnessel (*Lamium purpureum*) oder Rotklee (*Trifolium pratense*) deutlich größer war, als auf den Borstgrasrasen. Die Bedeutung der restituierten Borstgrasrasen als Nahrungshabitat für Hummeln war zum Untersuchungszeitpunkt gering. Die weitere floristische Entwicklung der Flächen kann jedoch zu einer höheren Pflanzenartenzahl führen, wenn die Dominanz des Pfeifengrases (*Molinea caerulea*) zurückgeht und sich weitere Blütenpflanzen etablieren können. Diese stehen dann als Nahrungsressource zur Verfügung. Da Pfeifengras schnittempfindlich ist, kann dies durch eine einschürige Mahd erreicht werden (DIERSCHKE & PEPPLER-LISBACH 1997).

Die Artenvielfalt an Hummeln ist im Untersuchungsgebiet vergleichsweise gering. Dies ist möglicherweise auf das insgesamt geringe Angebot an Blütenpflanzen auf den Untersuchungsflächen zurückzuführen. Auch der trockene, heiße Sommer 2003 könnte Einfluss auf die Aktivität von Hummeln auf den Flächen gehabt haben. Wassermangel schränkt die Nektarproduktion von Pflanzen ein. In dem Untersuchungsgebiet wurden Ende Juli/Anfang August durch Mahd bzw. Beweidung der Flächen und der Wegränder der Blühaspekt und damit das Nahrungsangebot erheblich reduziert. Dies hat vermutlich auch zu der geringeren Abundanz von Hummeln geführt, da Grundlage für große und artenreiche Hummelgesellschaften große Vorkommen melittophiler Pflanzen sind (STEFFNY et al. 1984). Allerdings werden auch von REINIG (1976) für die Region Simmerath nur vier Hummelarten genannt. Möglicherweise sind die relativ kühlen Temperaturen und die hohen Niederschläge (mehr als 1000 mm/Jahr) der Vennrandregion für die geringe Artenvielfalt der Hummeln verantwortlich. Bei systematischen Untersuchungen der Hummelfauna in der Sistig-Krekler Heide wurden bislang 15 Hummelarten nachgewiesen (s. Tabelle 1, SCHINDLER et al. unveröff.). Untersuchungen von SCHINDLER & DRESCHER (2001) und MAUSS & SCHINDLER (2002) belegen für Kalkmagerrasen in der nordöstlichen Eifel insgesamt 18 Hummelarten. Diese vergleichsweise hohen Artenzahlen sind wohl vor allem auf die höhere Vielfalt geeigneter Nist- und Nahrungshabitate in den Untersuchungsgebieten zurück zu führen. Auch die deutlich geringeren Niederschläge in der Osteifel (nach PFAFFEN (1974): 920 mm/Jahr) könnten sich positiv auf die Hummelfauna auswirken.

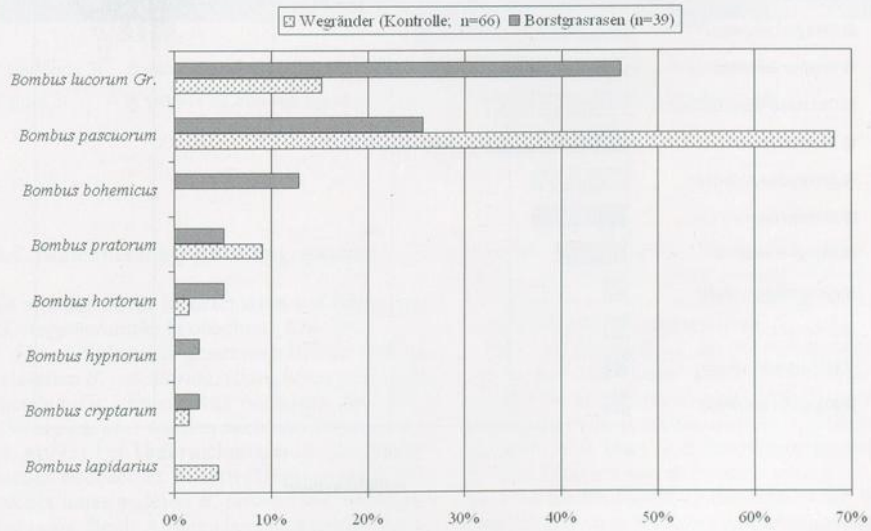

Abbildung 1. Dominanzstruktur der Hummeln auf den Borstgrasrasen und Wegrändern (Kontrollen)

Figure 1. Dominance of bumblebees of mat-grass communities and waysides (references)

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 1. Hummelzönosen von Borstgrasrasen bei Simmerath und in der Sistig Krekler Heide. Das Symbol [•] kennzeichnet Arten, die nicht auf den Borstgrasrasen, jedoch unmittelbar in der Nähe auf Wegrändern gefangen wurden. *Auftrennung von *B.terrestris* und *B. lucorum* über ♂

Table 1. Bumblebee coenoses of mat-grass communities near Simmerath and of the Sistig Krekler Heide. Species with the symbol [•] were not observed at mat-grass communities but were documented at waysides in the close vicinity. *Identification of *B.terrestris* and *B. lucorum* by ♂

Wissenschaftlicher Artname	Borstgrasrasen Simmerath	Borstgrasrasen Sistig-Krekler Heide
Bombus bohemicus	•	•
Bombus campestris		•
Bombus cryptarum	•	
Bombus hortorum	•	•
Bombus hypnorum	•	•
Bombus lapidarius	[•]	•
*Bombus lucorum**	•	•
Bombus norvegicus		•
Bombus pascuorum	•	•
Bombus pratorum	•	•
Bombus ruderarius		•
Bombus rupestris		•
Bombus soroeensis		•
Bombus sylvestris		•
*Bombus terrestris**	[•]	•
Bombus vestalis		•

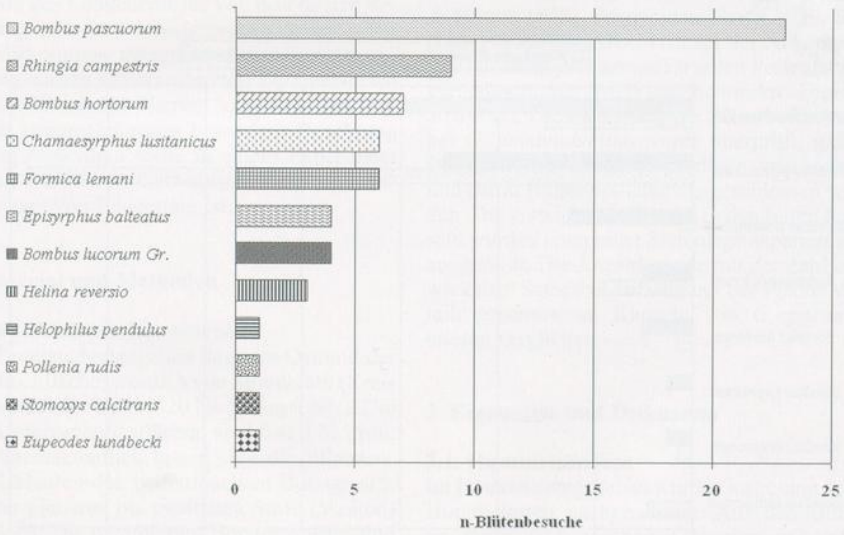

Abbildung 2. Häufigkeit der Blütenbesuche und Aufenthaltsdauer (Min/Max) von Blütenbesuchern auf *Gentiana pneumonanthe* (elf Beobachtungsinteravalle)

Figure 2. Frequency of visits and residence time (min/max) of visitors at *Gentiana pneumonanthe* (eleven observation intervals)

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Abbildung 3. *Bombus lapidarius*-Arbeiterin beim Blütenbesuch an *Gentiana pneumonanthe*
Figure 3. A worker of *Bombus lapidarius* visiting a blossom of *Gentiana pneumonanthe*

3.2. Blütenbesucher auf Lungenenzian

Es wurden zwölf Insektenarten auf Blüten von *G. pneumonanthe* beobachtet (Abb. 2).

Die auf den Lungenenzian-Blüten nachgewiesenen *B. pascuorum*, *Rhingia campestris*, *B. lucorum*-Gr., *Episyrphus balteatus* und *Helophilus pendulus* wurden auch von PETANIDOU et al. (1995) bei Untersuchungen in den Niederlanden beobachtet. KNUTH (1899) nennt als Besucher unter anderen *B. pascuorum* und *Pollenia rudis*. Beide Autoren beobachteten *B. terrestris* als Nektarräuber und die beobachteten Schwebfliegen und Echten Fliegen als Pollendiebe. In der vorliegenden Arbeit wurden erstmals Ameisen als Blütenbesucher an Lungenenzian nachgewiesen. Vermutlich wird der Nektar als Nahrungsquelle genutzt, was vor allem bei kleinen Ameisenarten häufig beobachtet werden kann (SEIFERT 1996).

Bei Untersuchungen im Naturschutzgebiet „Sistig-Krekeler-Heide" wurden *B. hortorum*, *B. pascuorum* und *B. lapidarius* (Abb. 3) als Blütenbesucher von *G. pneumonanthe* dokumentiert (BECKER 2004, BECKER & SCHINDLER unveröff.). Im Jahr 2006 trat hier *B. hortorum* mit 61 % der Besuche am häufigsten an den Blüten auf. 51 % aller Besuche wurden dabei von Drohnen durchgeführt. Außerdem wurden *B. pascuorum*, *Anthophora furcata*, *Apis mellifera* und verschiedene Syrphidae beim Blütenbesuch an Lungenenzian beobachtet.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

3.3. Bestäubung von Gentiana pneumonanthe

Die Untersuchung des Verhaltens von Blütenbesuchern an *G. pneumonanthe* zeigen, dass Hummeln eine wichtige Funktion als Bestäuber haben. Bei Arbeiterinnen von *B. pascuorum* wurden beobachtet, dass bei allen Besuchen sowohl die Antheren als auch die Narbe berührt wurden. Zehn von 17 Arbeiterinnen brachten bereits eine Pollenfracht mit, zwei Arbeiterinnen zeigten das für das Pollensammeln typische Höseln. In den Pollenladungen von *B. pascuorum* wurden drei verschiedene Pollensorten identifiziert, darunter intakte und kollabierte Lungenenzian-Pollen, sowie Pollen von *Calluna vulgaris* und *Erica tetralix*. Der Anteil an Pollen des Lungenenzian betrug dabei im Mittel 75,6 % (n=5; SD=17,01).

Auf den Flächen im Naturschutzgebiet „Sistig-Krekeler-Heide" war *B. hortorum* im Jahr 2006 der wichtigste Bestäuber. Es wurden überwiegend männliche Tiere bei der Aufnahme von Nektar beobachtet wurden. Von *Rhingia campestris* wurden bei 67% der Besuche in Simmerath sowohl die Narbe als auch die Antheren berührt. Oft wurde beobachtet, dass sich diese Schwebfliege auf der Innenseite der Blütenblätter niederließ und mit dem Rüssel Pollen von den Antheren aufnahm. Ein „Eintauchen" in den Blütenkelch, wie es regelmäßig bei den *Bombus*-Arten beobachtet werden konnte, wurde nur einmal festgestellt. Darüber hinaus fehlt *Rhingia campestris* die starke Behaarung, in der sich Pollenkörner in großer Menge festsetzen könnten. Im Gegensatz zu den Pollenräubern, beschädigt der Pollendieb *Rhingia campestris* die Pflanzen nicht.

Die Untersuchungen zeigen, dass *G. pneumonanthe* zur Ausbildung von Samen auf Fremdbestäubung angewiesen ist. Die Kapseln von *G. pneumonanthe* enthielten durchschnittlich 529 Samen (n=11, SD 241). In drei Früchten befanden sich ausschließlich verkümmerte Samen. Vermutlich wurden die Narben dieser Blüten nicht bestäubt. In vier von elf Kapseln, die von einem Blütenbesuch ausgeschlossen waren, entwickelten sich ausgebildete Samen. In zwei dieser Kapseln waren nur jeweils zwei Samen, in den beiden anderen Früchten 109 bzw. 242 Samen ausgebildet. Offensichtlich kann es in seltenen Fällen bei Lungenenzian auch zu Selbstbestäubung kommen (vgl. KNUTH 1899, HEGI 1966). Bislang wird allerdings angenommen, dass Selbstbestäubung eine eher geringe Rolle spielt (PETANIDOU et al. 1991).

Danksagung

Herzlichen Dank der Biologischen Station im Kreis Aachen, die im Rahmen des Interreg III Projektes „Heiden und Moore" die Arbeiten unterstützt hat.

Literatur

AGUILAR, R., ASHWORTH, L., GALETTO, L. & AIZEN, M. A. (2006): Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. – Ecology Letters **9**, 968–980

AMIET, F. (1996): Hymenoptera Apidae, 1. Teil – Allgemeiner Teil, Gattungsschlüssel, die Gattungen *Apis*, *Bombus* und *Psithyrus*. Insecta Helvetica Fauna 12. Schweizerische Entomologische Gesellschaft. – Neuchâtel. 98 S.

BECKER, A. (2004): Vorkommen, Populationsgrößen und Bestäubungsbiologie des Lungen-Enzians (*Gentiana pneumonanthe* L.) im Vennrandgebiet bei Simmerath/Eifel. Diplomarbeit an der Landwirtschaftlichen Fakultät, Universität Bonn. 83 S. + Anhang

BOYE, P. (1996): Schwebfliegen. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtungen. – DJN, Hamburg. 123 S.

BRIEMLE, G., EICKHOFF, D. & WOLF, R. (1991): Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landeskultureller Sicht. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. **60**, 1–160

DIERSCHKE, H. & PEPPLER-LISBACH, C. (1997): Erhaltung und Wiederherstellung artenreicher Bergwiesen im Harz. Ergebnisse botanischer Begleituntersuchungen zu Pflegemaßnahmen um St. Andreasberg. – Ber. Naturhist. Ges. Hannover **139**, 201–217

Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen 2002: Bodenkarte zur Standorterkundung, Erfassungsmaßstab 1:5.000, mit Erläuterungen. – Auszug aus dem digitalen Fachinformations-system Bodenkunde, Verfahren Kalltalsperre, Wassereinzugsgebiet. Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Krefeld

HAUPT, J. & HAUPT, H. (1998): Fliegen und Mücken. – Augsburg (Naturbuch Verlag), 351 S.

HEGI, G. (Begr.) 1966: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. – V. Band: Angiospermae: Dicotyledones, 3. Teil: Sympetalae. – München (Lehmanns Verlag), 544 S.

KNUTH, P. (1899): Handbuch der Blütenbiologie – II. Band: Die bisher in Europa und im arktischen Gebiet gemachten blütenbiologischen Beobachtungen, 2. Teil: Lobeliaceae bis Gnetaceae. – Leipzig (Wilhelm Engelmann Verlag), 705 S.

MAUSS, V. (1992): Bestimmungsschlüssel für Hummeln. 4. Auflage. DJN. – Hamburg. 50 S.

MAUSS, V. & SCHINDLER, M. (2002): Hummeln (Hymenoptera, Apidae, *Bombus*) auf Magerrasen (Mesobromion) der Kalkeifel: Diversität, Schutzwürdigkeit und Hinweise zur Biotoppflege. – Natur und Landschaft **12**, 485–492

OOSTERMEIJER, J. G. B., LUIJTEN, S. H., KŘENOVÁ, Z. V. & DEN NIJS, J. C. M. (1998): Relationships

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

between population and habitat characteristics and reproduction of the rare *Gentiana pneumonanthe* L.. – Conservation Biology **12** (5), 1042–1053

PETANIDOU, T., DEN NIJS, J. C. M & ELLIS-ADAM, A. C. (1991): Comparative pollination ecology of two rare Dutch *Gentiana* species in relation to population size. – Acta Horticulturae **288**, 306–312

PETANIDOU, T., DEN NIJS, J. C. M., OOSTERMEJIER, J. G. B. & ELLIS-ADAM, A. C. (1995): Pollination ecology and patch-dependent reproductive success of the rare perennial *Gentiana pneumonanthe* L. – New Phytologist **129**, 155–163

PEPPLER-LISBACH, C. (2001): Borstgrasrasen, in: KONOLD, W., BÖCKER, R. & HAMPICKE, U. (Hrsg.): Handbuch für Naturschutz und Landschaftspflege XIII–7.6. 5. Erg. Lfg. 6/01. Ecomed, Landsberg. 12 S.

Pfaffen, K. (1974): Landschaftsformen und Klima, in: SCHRAMM, J. (Hrsg.): Die Eifel. – Reihe Deutsche Landschaft **13**, 14–41

REINIG, W. (1976): Über die Hummeln und Schmarotzerhummeln von Nordrhein-Westfalen (Hymenoptera, Bombidae). – Bonner zoologische Beiträge **27**, 267–299

RENNWALD, E. (Hrsg.) (2000): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands – mit Datenservice auf CD-ROM – Schriftenreihe für Vegetationskunde Heft 35 Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg, 393–592

SCHINDLER, M. & DRESCHER, W. (2001): Die Bienen (Hymenoptera, Apidae) eines aufgelassenen Kalksteinbruchs in der nordöstlichen Eifel (Dahlem/Kreis Euskirchen). – Decheniana **154**, 157–166

SCHUMACHER, W. (2007): Bilanz – 20 Jahre Vertragsnaturschutz. Naturschutz-Mitteilungen **1**, 21–28

SCHWARZ, M., GUSENLEITNER, F., WESTRICH, P. & DATHE, H. H. (1996): Katalog der Bienen Österreichs, Deutschlands und der Schweiz. – Entomofauna Suppl. 8. Ansfelden. 398 S.

SEIFERT, B. (1996): Ameisen beobachten, bestimmen. – Augsburg (Naturbuch Verlag), 352 S.

STEFFNY, H., KRATOCHWIL, A. & WOLF, A. (1984): Zur Bedeutung verschiedener Rasengesellschaften für Schmetterlinge (Rhopalocera, Hesperiidae, Zygaenidae) und Hummeln (Apidae, *Bombus*) im Naturschutzgebiet Taubergießen (Oberrheinebene). – Natur und Landschaft **11**, 435–443

STITZ, H. (1939): Hymenoptera I: Formicidae, in: DAHL, F. (Begr.) Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise. 37. Teil. – Jena (Verlag Gustav Fischer), 428 S.

Anschrift der Autoren:
ALEXANDER BECKER, Stiftung Rheinische Kulturlandschaft, Rochusstr. 18, D-53123 Bonn, E-Mail: a.becker@rheinische-kulturlandschaft.de
Dr. MATTHIAS SCHINDLER, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Fachbereich Ökologie der Kulturlandschaft – Tierökologie, Universität Bonn, Melbweg 42, D-53127 Bonn; E-Mail: m.schindler@uni-bonn.de
Prof. Dr. WOLFGANG SCHUMACHER, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Fachbereich Ökologie der Kulturlandschaft – Geobotanik und Naturschutz, Universität Bonn, Karlrobert-Kreiten-Straße 13, D-53125 Bonn; E-Mail: geobotanik@uni-bonn.de
Prof. Dr. DIETER WITTMANN, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Fachbereich Ökologie der Kulturlandschaft – Tierökologie, Universität Bonn, Melbweg 42, D-53127 Bonn; E-Mail: wittmann@uni-bonn.de

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Decheniana

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: 161

Autor(en)/Author(s): Becker Alexander, Schindler Matthias, Schumacher Wolfgang, Wittmann Dieter

Artikel/Article: Hummelzönosen (Hymenoptera, Apiformes: Bombus) restituierter Borstgrasrasen (Violion) im Vennrandgebiet (Eifel) und ihre Funktion als Bestäuber von Lungen-Enzian (Gentiana pneumonanthe L., Gentianaceae) 67-73