

Otto LEINER

## 1. Einleitung

Wer kennt sie nicht, unsere Brummer im bunten Pelzrock? Sobald im Frühjahr sich die ersten Blüten zeigen, beginnt auch das emsige Treiben der Hummeln. In Millionen von Jahren haben sie sich in tundrenartigen Gebieten entwickelt, die meisten Hummelarten (Gattung *Bombus* LATREILLE 1802) kommen daher in den eher gemäßigten Zonen Asiens, Nordamerikas und Europas vor. In den Tropen sind Hummeln hingegen äußerst selten. Auf dem südamerikanischen Kontinent ist eine Art weit in den Süden Chiles vorgedrungen. Im tropischen und südlichen Afrika fehlen sie gänzlich. In Neuseeland wurden Hummeln, auf Anraten von DARWIN, als Rotkleebestäuber eingesetzt, sie kommen inzwischen auch auf Tasmanien vor. Anders als andere Bienenarten, brachten es die Hummeln auch zuwege, weit in den Norden, bis in arktische Gebiete, vorzudringen.

## 2. Allgemeiner Lebenszyklus

Nach monatelangem Schlaf, die Hummelköniginnen haben fast leblos im Boden überwintert, werden sie von wärmenden Sonnenstrahlen aus der Erde geholt. Alleingestellt, denn Arbeiterinnen, Drohnen und auch die alten Königinnen ihrer Völker überleben den Winter nicht, suchen sie nach geeigneten Nistplätzen zur Gründung einer Kolonie.

### 2.1 Nistplätze

Die verschiedenen Hummelarten besitzen unterschiedliche Ansprüche bezüglich der Standorte ihrer zukünftigen Völker. Die meisten nisten unter- oder oberirdisch in Mausnestern, manche Spezies, wie *B. humilis*, fertigen sich aus Moospflänzchen ihre Nester häufig selber. Andere Arten wiederum ziehen höhere Etagen vor, sie nisten in Vogel- oder Kleinsäugerhöhlen. Eine strenge Zuordnung ist aber nicht möglich. Arten, wie z.B. *B. pascuorum*, *B. pratorum* oder *B. hortorum*, kann man sowohl unter-, oberirdisch am Boden, als auch auf Bäumen vorfinden.

Hummeln nisten sich nicht nur in von den ursprünglichen Wirten verlassenen Nestern ein, wie in der Literatur (ALFORD 1975, LØKEN 1973, POUVREAU 1973) betont wird, sondern sie annectieren solche auch. In mehreren Experimenten (AICHHORN, unveröff. Mitt.) wurde gezeigt, daß die mei-

sten hierfür in Frage kommenden Kleinsäuger, wie Nager, Insektenfresser und auch die kleineren Carnivoren, das Gebrumm der Hummeln in der Regel fürchten und den Bau dem Hummelweibchen überlassen. Ebenso kann auch ein Vogel, meist zur Zeit der Eiablage, aus seiner Nisthöhle vertrieben werden (AICHHORN, unveröff. Mitt.; LÖHRL 1960).

### 2.2 Koloniegründung

Wurde ein geeigneter Nistplatz gefunden, beginnt das Weibchen sogleich in der Mitte des Genistes eine fest umwobene Höhlung zu bilden. Darin baut sie einen winzigen Napf aus Wachs, welches aus Hautdrüsen zwischen den Bauch- und Rückensegmenten des Hinterleibes ausgeschwitzt wird. In diesen kaut sie Pollen, legt acht bis zehn Eier hinein und verschließt ihn. Am Eingang der kleinen Höhlung fertigt sie anschließend einen etwa fingerhutgroßen Honigtopf, ebenfalls aus Wachs, an. Nach jedem Sammelflug wird Nektar aus dem Kropf in diesen erbrochen. Mit dem Pollen, der alle zur Entwicklung notwendigen Fette, Proteine, Mineralien und Vitamine enthält, werden die Larven gefüttert. Diese wachsen vorerst in einer gemeinsamen Wachszelle heran. Sind sie größer, bekommen sie eigene Wachszellen und werden durch eine Öffnung direkt gefüttert, die Hummel würgt ihren Kropfinhalt vor den Mund der Larve.

### 2.3 Temperaturhaushalt

Das Weibchen versorgt die heranwachsende Brut aber nicht nur mit Nahrung, sie bebrütet auch das Gelege. Ähnlich einem Vogel schmiegt sie sich dabei eng an die Brut, wobei sie mit ihrem Hinterleib die Wärme an diese weitergibt. Beim Brüten können Hummeln die Abdomentemperatur konstant bei 35°C halten, sie bleibt dabei ca. 2°C unter der Thoraxtemperatur (HEINRICH 1979). Ein kompliziertes Wärmeflußsystem ermöglicht der Hummel nicht nur ein Bebrüten der Brut, sondern auch Sammelflüge sowohl bei hohen als auch sehr niederen Temperaturen bis an die 0°C Grenze. Weniger schwere Brummer unter den Insekten werden während des Fluges passiv durch Konvektion gekühlt. Hummeln müssen ihre überschüssige Wärme über das Abdomen abgeben. Umgekehrt schützt bei niedriger Temperatur ein dichter Pelz und ein Luftsack vorne im Abdomen die Flugmuskulatur vor Auskühlung. Damit keine Wärme mit dem Blut durch den Petiolus

\* Ausarbeitung eines Vortrags auf der ANL-Fachtagung "Ökologie der Bienen und Wespen" vom 16.-18. Juni 1997 in Laufen (Leitung: Dr. Christine Miller)



**Abbildung 1**

*B. ruderarius*-Nest (schwarze Arbeiterin),  
welches von *B. veteranus* okkupiert wurde.



**Abbildung 2**

*B. veteranus*-Arbeiterin beim Füttern ei-  
ner Larve; sie würgt ihren Kropfinhalt  
vor den Mund der Larve.



**Abbildung 3**

Ähnlich einem Vogel schmiegt sich ein *B.*  
*mucidus*-Weibchen an die Brut.



**Abbildung 4**

*B. pascuorum* beim Anflug auf *Impatiens*  
*glandulifera* (Drüsiges Springkraut).

**Abbildung 5**

Nestbeginn. Noch offene Eibecher des ersten Geleges von *B. pratorum*.



**Abbildung 6**

Das erste Gelege mit Eiern oder bereits geschlüpften Larven und Honigbecher von *B. veteranus*.



**Abbildung 7**

Ein *B. veteranus*-Nest. In den hellen Kokons befinden sich die Puppen, in den dunkelbraunen Larven und Eier.



**Abbildung 8**

Ein *B. pascuorum*-Nest mit den ringförmig um das Nest angelegten Einzelrosetten.



an das Abdomen abgegeben wird, bedient sich die Hummel des Gegenstromprinzips. Die abfließende Wärme wird mit dem gleichzeitig nach vorne gepumpten kühlen Blut im Thorax zurückgehalten. Bei hohen Außentemperaturen oder während des Brütens läuft der Blutfluß von vorne nach hinten oder umgekehrt nicht mehr gleichzeitig, sondern hintereinander ab. Die Wärme gelangt jetzt mit dem Blut in das Abdomen. Ein Wechselspiel zwischen Herz und Diaphragma und auch unterschiedliche Frequenzen dieser bewirken diese beiden gegensätzlichen Mechanismen (HEINRICH 1979).

Gleichzeitig muß das Weibchen, welches zu Beginn allein für die Brutpflege verantwortlich ist, versuchen, möglichst wenig Brutwärme an die Umgebung zu verlieren. Ein kunstvoll verflochtenes Nistmaterial dient dazu als ausgezeichnete Isolierung. Messungen ergaben, daß die Nestinnentemperatur beim Brüten zwischen 5 und 6° C über der Umgebungstemperatur liegt. Sobald das Weibchen das Nest verläßt, sinkt die Temperatur trotz isolierendem Nistmaterials schnell. Da aber die Trachtflüge meist nicht länger als 25 min. dauern, bleibt die Nesttemperatur über der Umgebungstemperatur. Temperaturmessungen während dieser "Solitärphase" wurden an insgesamt 64 Tagen an verschiedenen Spezies von *B. veteranus*, *B. pascuorum* und *B. pratorum* gemacht, wobei sich aber hinsichtlich Nesttemperatur prinzipiell das gleiche Bild ergibt. Unterschiede bestehen aber bei den verschiedenen Arten hinsichtlich Beginn und Frequenz der Trachtflüge. Bei einer Volkgröße von 15 - 20 Tiere kann die Nesttemperatur bereits annähernd konstant bei 30° C gehalten werden (HEINRICH 1979, KÜPPER & SCHWAMMBERGER 1994, LEINER 1990). PAPE (1983) beschreibt ein *B. polaris*- und *B. hyperboreus*-Mischnest mit 36 Tieren in Grönland, welches bei beinahe 0° C Außentemperatur ebenso eine Nestinnentemperatur von ca. 30° C aufweisen konnte. Unterirdisch angelegte Nester sind, da der Boden einen guten Temperaturspeicher darstellt, wesentlich besser vor starken Temperaturschwankungen geschützt. Schwerer haben es die Hummeln bei hohen Außentemperaturen. Im Gegensatz zu den Honigbienen oder gewissen Faltenwespen tragen sie kein Wasser zur Kühlung des Nestes ein. Hummeln können wahrscheinlich die Nesttemperatur nur durch Ventilieren senken. Bei Laborbedingungen begann ein *B. mucidus*-Weibchen, sobald die Temperatur in der Bruthöhle 37° C überschritt, vor dem Nesteingang sitzend, kühlere Luft ins Nestinnere zu fächern. Bei einem größeren *B. veteranus*-Nest mit 51 Tieren begannen bei Erreichen der Innentemperatur von 35,5° C vier Tiere zu ventilieren und somit den Bau wieder auf Normaltemperatur abzukühlen (LEINER 1990).

#### 2.4 Entwicklung und Versorgung der Larven

Die ausgewachsenen Larven spinnen sich nach der letzten Häutung in ein Kokon aus feinsten Seide. Sie

verwandeln sich in Puppen und anschließend in fertige Hummeln. Das Weibchen hat inzwischen auf den Kokons weitere Eibecher angelegt. Wachreste werden von den Kokons abgenagt und wieder verwendet. Eier, Larven und Puppen bilden einen Brutballen, welcher anfangs vom Honigbecher getrennt bleibt. Die jungen Arbeiterinnen, die nun der Königin zur Verfügung stehen, übernehmen jetzt, neben der Arbeit im Bau, die Sammeltätigkeit. Das Weibchen kann sich auf das Eierlegen konzentrieren. Gewöhnlich werden die leeren Kokons gesäubert und wieder als Vorratstöcke für Honig oder Pollen verwendet. Die ersten Arbeiterinnen sind überwiegend ziemlich klein - sie sind im Feld dann oft leicht mit kleinen Solitärbienen zu verwechseln. Ihre Größe hängt davon ab, wieviel Nahrung sie als Larven erhalten haben. Nach dem Schlüpfen läßt der Chitinpanzer ein Wachstum nicht mehr zu.

Bei einigen Arten, "pocket-makers" genannt, werden seitlich an den Larvenballen pollengefüllte Wachstaschen gebaut. Die Larven fressen sich zu ihrem Futter durch. Diesem Typ werden z.B. *B. pascuorum*, *B. sylvarum*, *B. mucidus*, *B. humilis*, *B. veteranus*, *B. ruderarius* oder *B. hortorum* zugeordnet. Bei den "pollen-storers", zu denen überwiegend die kurzrüßeligen Arten gehören, wird der Pollen in alten Kokons eingelagert oder es werden eigene Pollentöpfe, sozusagen kleine Futtersilos, angelegt. Zu diesem Typ gehören z.B. *B. lapidarius*, *B. sicheli*, *B. hypnorum*, *B. pratorum*, *B. terrestris* oder *B. lucorum*.

#### 2.5 Nestbautypen

Verglichen mit einem Honigbienenstaat zeigen Hummelnester keine streng architektonisch anmutende Nestbaupläne. Die Nester scheinen vielmehr ein wahlloses Durcheinander der einzelnen Zellgruppen aufzuweisen, wie man es unter anderem bei *B. terrestris* und *B. lucorum* vorfindet. In *B. lapidarius*-Nester sind die Wabenregionen gleicher Entwicklungsstufe schichtförmig übereinander angeordnet (POSTNER 1952). Wesentlich regelmäßiger Bautypen trifft man bei den Ackerhummelverwandten an. Bei *B. ruderarius*, *B. humilis* und *B. mucidus* sind die einzelnen Wabenplatten länglich und kreuzförmig übereinander angeordnet. Bei *B. sylvarum* und *B. veteranus* sind die Zellen wie ein Vogelnest zu einer becherartigen Rosette zusammengefügt. Bei *B. pascuorum* sind kleine Einzelrosetten rings um das Nestzentrum angeordnet (LEINER 1990, POSTNER 1952). Der Bau von *B. mendax* fällt aus dem Schema dieser Zellanordnungen. Schon beim ersten Gelege wird ein Pollentopf angefertigt (AICHHORN 1976). Neben dem ersten Honigbecher, welcher immer am Eingang zur Höhle situiert ist, werden weitere Becher angelegt. Lückenlos aneinandergereiht entsteht eine Wabe, deren Zellen im Zentrum oft ein hexagonales Muster aufweisen, sie werden daher auch "honeycomb builder" genannt (HAAS 1976). Bei dieser Art werden üblicherweise die Pollentöpfe streng getrennt

von den Honigbechern angelegt, die Brut befindet sich in der Mitte. Eine weitere brutbiologische Besonderheit stellt das Abreißen der leeren Puppenkokons, welche nicht als Vorratsspeicher verwendet werden, dar.

## 2.6 Geschlechtstiere

Am Höhepunkt der Hummelkolonie werden Geschlechtstiere produziert. Bestimmte Hormone, sowie auch ausreichendes Nahrungsangebot dürfte der Grund sein, daß nun Weibchen anstatt Arbeiterinnen herangezogen werden. Aus den unbefruchteten Eiern entstehen Männchen. Die jungen Weibchen müssen sich in kürzester Zeit einen Vorrat anfressen, um nach der Begattung in den Winterschlaf, den manche Arten bereits im Sommer beginnen, gehen zu können.

Geht in einem Frühstadium die Königin verloren, so übernimmt in der Regel die stärkste Arbeiterin die Führung. Auch sie kann Eier legen, es entstehen aber nur Männchen. Auf diese Weise können im Frühsommer oft schon gewaltige Drohnennester entstehen, welche aufgrund von fehlenden Arbeiterinnen meist aber rasch zugrunde gehen.

## 3. Gegenspieler der Hummeln

Der Erfolg einer Kolonie hängt aber auch davon ab, wie sie sich gegen Parasiten und Hummelfeinde zu Wehr setzen kann. Eine der schlimmsten Schädlinge der Hummeln ist die Hummelwachsmotte *Aphomia sociella*. Im Gegensatz zur Honigbiene erkennt die Hummel diesen Feind nicht. Die in der Nacht fliegende Wachsmotte legt die Eier im Genist des Hummelnestes ab. Die vorerst winzigen Mottenlarven fressen sich von unten, in mit Seidenfäden ausgekleideten Gängen, durch die Brut. Manche Hummelarten schützen sich ein wenig vor diesem Schädling, indem sie das Nistmaterial um den Bau herum mit einer klebrigen Honigschicht versehen. Den größten Befall durch die Wachsmotte findet man bei Nestern in Bäumen und an Häusern vor.

Viele Arbeiterinnen werden, vorallem im Spätsommer, von der Dickkopffliege *Conops ruficeps* befallen. Sie legt den Hummeln ein Ei zwischen die Hinterleibsringe, die Larve höhlt den Hinterleib der Hummel aus und verpuppt sich darin. Eine große Anzahl von Arbeiterinnen können auf diese Weise verenden.

In den höheren Alpenregionen verbringt die Ameisenwepe *Mutilla europaea* ihre Jugendzeit schmarotzend in den Hummelnestern. Das ungeflügelte Weibchen dringt in das Nest ein und legt Eier jeweils einzeln in den Hummelkokons ab. Eine bereits eingesponnene Hummellarve dient der Mutillenlarve als Nahrung. Dank des starken Panzers und eines kräftigen Wehrstachels kann sich dieser Schmarotzer leicht gegenüber den Bissen und Stichen der Hummeln behaupten.

Manches Hummelnest wird von einem Weibchen der Schmarotzer- oder Kuckuckshummeln (*Psithy-*

*rus* LEPELETIER 1832) okkupiert. Diese Hummelgattung produziert keine Arbeiterinnen, den Weibchen fehlt auch der zum Pollentransport notwendige Sammelapparat, das Körbchen (Corbicula). Das Schmarotzerweibchen verkriecht sich zuerst im Genist des zu erobernden Nestes. Erst nachdem sie den Geruch angenommen hat, dringt sie zum Bau vor. Solange die Hummelkönigin und deren Arbeiterinnen den Bau nicht verteidigen, verhält sich die viel besser gepanzerte Kuckuckshummel friedlich. Verteidigen die Hummeln das Nest, so werden sie durch einen Stich getötet. Umgekehrt gelingt es den Hummeln nur selten, einen tödlichen Stich anzubringen.

Apropos Stich - dem Menschen gegenüber verhalten sich Hummeln bei Störungen im Nestbereich in der Regel ziemlich friedfertig. Öffnet man ein Nest, legen sich die Arbeiterinnen oder die Königin auf den Rücken und spreizen ihre Mandibel und drohen mit dem Stachel. Oft heben sie auch nur ein Mittelbein in Richtung des Störenfrieds. Arbeiterinnen von *B. hypnorum* hingegen zeigen ein ausgeprägtes Verteidigungsverhalten, sie fliegen gezielt das Gesicht oder andere offenliegende Körperstellen zum Stechen an.

## 4. Sozialparasitismus

Gelegentlich kommt es auch vor, daß eine Hummelkönigin das Nest einer anderen erobert. Zuweilen findet man sogar mehrere tote Weibchen, man nennt sie Reserveweibchen, in einem einzigen Nest. Dies kommt aber nicht nur innerhalb derselben Art vor, durchaus häufig geschieht dies bei unterschiedlichen, meist jedoch eng verwandten Arten. Gewöhnlich ist diejenige Art die verdrängende, welche später aus dem Winterschlaf erwacht. *B. hypnorum* nistet sich manchmal in Nestern von *B. pratorum* oder *B. jonellus* ein. Arbeiterinnen, welche noch von der Nestgründerin stammen und später schlüpfen, werden geduldet und übernehmen die üblichen Aufgaben. Sehr häufig, man könnte vielleicht schon von einem fakultativen Sozialparasitismus sprechen, okkupiert *B. veteranus* Nester von ihr eng verwandten Arten. Von 20 in Tirol gefundenen *veteranus*-Nestern wurden ursprünglich 1 Nest von *B. humilis*, 4 Nester von *B. ruderarius* und 2 von *B. pascuorum* begonnen. Bei den restlichen waren zwei Nester mit *B. veteranus*-Reserveweibchen (LEINER 1990).

## 5. Bestäubung

Der Pollen von zahlreichen Arten verschiedenster Pflanzenfamilien wird von den Hummeln genutzt, die Hummeln können daher als polylektische Bienen bezeichnet werden. Man kann davon ausgehen, daß es keine strenge Koevolution zwischen bestimmten Pflanzenarten und Hummeln gegeben hat (PAULUS 1988). Der größte Teil aller Blütenbesuche von Hummeln entfällt auf eher wenige Pflanzengruppen wie Lamiaceen und Fabaceen. Gerade von langrüsseligen Hummeln werden Blüten mit

langen Kronröhren bevorzugt. Kurzrüsselige Arten erreichen bei Pflanzen, deren Kronröhre zu lang ist, den Nektar nicht. Sie begehen, indem sie an der Basis der Kronröhre eine Öffnung machen, Nektarraub. Auf diese Weise angezapfte Blüten dienen anschließend auch den Honigbienen als Nektarquelle. Das Blütenbesuchverhalten der Hummeln stellt sich aber wesentlich komplexer dar, als bisher angenommen wurde.

Neuerdings werden Hummeln als Bestäubungshilfe bereits gezielt in der Landwirtschaft bzw. im Gartenbau eingesetzt. Tomatenkulturen in Glashäusern, welche bisher praktisch nur händisch bestäubt werden konnten, werden wesentlich effektiver von Hummeln befruchtet. Man greift jetzt auf Zuchthummelvölker zurück. Die Hummeln erzeugen mit ihrer Brustmuskulatur, die Flügel sind dabei ausgekoppelt, einen Vibrationston, dessen Schwingungen die Pollen aus den Staubgefäßen herausschießen läßt. Leider wird diese Art von Hummelhaltung von einer Erscheinung begleitet, welche wir schon von der Imkerei kennen. Zumal sich die Völker in den Glashäusern vermehren und auch entweichen, kommt es zu unnatürlichen Volksdichten, sodaß andere blütenbestäubende Insekten, vor allem aber Wildbienenarten, verdrängt werden können. Lange Zeit wurde die Honigbiene als Hauptbestäuber von Nutz- und Wildpflanzen angesehen. So wird auch aufgrund ihrer leichten Einsetzbarkeit zur Bestäubung von z.B. Obstmonokulturen auf die Honigbiene zurückgegriffen, da in derart intensiv genutzten Flächen die ursprünglich vorhandenen Wildbienen nur mehr spärlich oder gar nicht mehr vorhanden sind. Der Artenschutz muß nicht nur aus ethischen Gründen betrieben werden, sondern die Erhaltung einer natürlichen Artenzusammensetzung kann auch von wirtschaftlichem Interesse sein. Viele Beispiele zeigen, daß es kurzsichtig und unverantwortlich ist, eine vorhandene Artenvielfalt einer Nutzung zu opfern, welche auf die natürlich vorhandenen Ressourcen verzichtet. Krankheiten, Parasiten etc. können dann oft nur wieder mit einem sehr hohen finanziellen Aufwand bekämpft werden.

## 6. Bestandessituation

Die Bestandessituation der Hummeln ist relativ schwierig abzuschätzen, es fehlt sowohl historisches als auch aktuelles Datenmaterial. Mit wenigen Ausnahmen, wie *B. pascuorum* oder *B. pratorum* sind die meisten eher im Talbereich vorkommenden Arten gefährdet oder gar vom Aussterben bedroht. Damit Schutzmaßnahmen aber eine Wirkung zeigen können, müssen auch die Habitatsansprüche besser erforscht werden. Kaum untersucht ist bisher die teilweise Bevorzugung von feuchteren Gebieten, also der Einfluß der Luftfeuchtigkeit, auch bei wärmeliebenden Arten (REINIG 1970). Auffällig ist aber der Rückgang von *B. humilis* und *B. ruderarius*, welche gerne an Feldrainen, Böschungen und Grabenrändern nisten.

Zum Erhalt der Wildbienen können auch schon Kleinigkeiten beitragen. Ein bunter Blumengarten anstatt eines Zierrasens mit irgendwelchen Nadelgehölzbepflanzungen erfreut nicht nur unser Auge, er zieht auch unsere Bienen magisch an.

## 7. Literatur

- AICHHORN, A. (1976):  
Beitrag zur Hummelzucht und zur Biologie von *B. mendax* - Ber. Haus der Natur Salzburg 7: 13-29.
- ALFORD, D.V. (1975):  
Bumblebees. - 352 pp.; London (D. Poynter).
- HAAS, A. (1976):  
Paarungsverhalten und Nestbau der alpinen Hummelart *B. mendax* (Hymenoptera: Apidae). - Entomologia germ.; 3: 248-259.
- HEINRICH, B. (1979):  
Bumblebee Economics. - Harvard University Press, Cambridge/Mass., London, 245 pp.
- KÜPPER, G. & K.H. SCHWAMMBERGER (1994):  
Volksentwicklung und Sammelverhalten bei *Bombus pratorum* (L.). (Hymenoptera; Apidae) - Zool. Jb. Syst. 121 (1994), 202-219 Gustav Fischer Verlag Jena
- LEINER, O. (1990):  
Untersuchungen zu Bautypen und Mikroklimaverhältnissen von Nestern ausgewählter Hummelarten (Insecta: Hymenoptera, Apidae) - Diplomarbeit Studienrichtung Biologie, Zoologie, Univ. Innsbruck, 62pp.
- LÖHRL, H. (1960):  
Vogelschutz in Haus und Hof. - Kosmos, 1960: 460-461.
- LØKEN, A. (1973):  
Studies in Scandinavien bumble-bees (Hymenoptera, Apidae). - Norsk ent. Tidskr., 20: 1-218.
- PAPE, T. (1983):  
Observations on nests of *Bombus polaris* Curtis usurped by *B. hyperboreus* Schönherr in Greenland (Hymenoptera: Apidae). - Ent. Meddr., 53: 75-81.
- PAULUS, H.F. (1988):  
Co-Evolution und einseitige Anpassungen in Blüten-Bestäuber Systemen. Bestäuber als Schrittmacher in der Blütenevolution. Verh. Dtsch. Zool. Ges. 81, 25-46.
- POSTNER, M. (1952):  
Biologisch-ökologische Untersuchungen an Hummeln und ihren Nestern. - Veröff. Museum Bremen, 2: 45-86.
- POUVREAU, A. & R. MARILLEAU (1973):  
Nid de *Bombus terrestris* L. OPIE, Cahier Nr. 11, 17-29.B.P. 121-78003 Versailles, Cedex.
- REINIG, W.F. (1970):  
Ökologische Studien an mittel- und südosteuropäischen Hummeln (*Bombus* Latr., 1802; Hym., Apidae). - Mitt. Münch. Ent. Ges., 60 (1970): 1-56.
- Anschrift des Verfassers:**  
Mag. Otto Leiner  
Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Umweltschutz  
Eduard Wallnöfer Platz  
A-6020 Innsbruck

# Berichte der ANL 21 (1997)

Herausgeber:

Bayerische Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege (ANL)

Seethaler Str. 6

D-83410 Laufen

Telefon: 08682/8963-0

Telefax: 08682/8963-17 (Verwaltung)

08682/1560 (Fachbereiche)

E-Mail: [Naturschutzakademie@t-online.de](mailto:Naturschutzakademie@t-online.de)

Internet: <http://www.anl.de>

Die Bayerische Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege ist eine dem  
Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums  
für Landesentwicklung und Umweltfragen  
angehörnde Einrichtung.

Schriftleitung und Redaktion:

Dr. Notker Mallach, ANL

Dieser Bericht erscheint verspätet;  
Autorenkorrekturen erfolgten im Herbst 1998.

Für die Einzelbeiträge zeichnen die  
jeweiligen Autoren verantwortlich.

Die Herstellung von Vervielfältigungen -  
auch auszugsweise -  
aus den Veröffentlichungen der  
Bayerischen Akademie für Naturschutz  
und Landschaftspflege sowie die  
Benutzung zur Herstellung anderer  
Veröffentlichungen bedürfen der  
schriftlichen Genehmigung unseres Hauses.

Erscheinungsweise:

Einmal jährlich

Bezugsbedingungen:

Siehe Publikationsliste am Ende des Heftes

Satz: Christina Brüderl, ANL

Druck und Buchbinderei: Pustet Druck Service,  
84529 Tittmoning

Druck auf Recyclingpapier (aus 100% Altpapier)

ISSN 0344-6042

ISBN 3-931175-43-X