Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 72 (1999)

Heft: 1-2

Artikel: Auensukzession und Zonation im Rottensand (Pfynwald, Kt. VS) : I. Wiederbesiedlung einer Überschwemmungsfläche durch Grabwespen (Hymenoptera, Sphecidae)

Autor: Zehnder, Gabi / Zettel, Jürg

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-402747

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
72, 123 – 137, 1999

Auensukzession und Zonation im Rottensand (Pfynwald, Kt. VS). I. Wiederbesiedlung einer Überschwemmungsfläche durch Grabwespen (Hymenoptera, Sphecidae)

GABI ZEHNDER[1] & JÜRG ZETTEL[2]

[1] Tessenbergstr. 9, CH-2505 Biel/Bienne
[2] Zoologisches Institut der Universität Bern, Baltzerstr. 3, CH-3012 Bern

Succession and zonation in the flood plain area Rottensand (Pfynwald VS; Switzerland) I. Colonization of a flooded area by digger wasps (Hymenoptera, Sphecidae). – The colonization of steppe habitats in the Pfynwald (Valais) by digger wasps (Hymenoptera, Sphecidae) was investigated in the first two years after a severe flooding by the river Rhone in autumn 1993. In order to establish a species list, wipe net, Malaise traps and nesting boxes were used. In 1994 and 1995 a total of 56 species were recorded. *Ammophila terminata*, *Prionyx kirbii*, *Diodontus minutus*, *Bembecinus tridens* and *Tachysphex obscuripennis* were the most abundant species. Flooded areas were inhabited by more species and individuals than original steppe habitats. In 1995, flower visits by 14 digger wasp species were observed on 13 plant species, *Euphorbia seguieriana* being the best visited one. All nests were found within sparse vegetation, the soil characteristics (loose or compacted sand) depended on the species' preferences. A mosaic of different succession stages and zonation types turned out to be important for a high diversity of digger wasps. Early succession stages were mostly used as nesting sites, later ones provided food and prey.

Keywords: digger wasps, Hymenoptera, Aculeata, Sphecidae, flood plain, succession, zonation, recolonization

EINLEITUNG

In der Schweiz sind bisher rund 230 Grabwespenarten nachgewiesen (DE BEAUMONT, 1964). Bedingt durch die grossen Verluste natürlicher Lebensräume sind in den letzten Jahrzehnten für viele Hautflügler starke Rückgänge zu verzeichnen (DE BEAUMONT, 1964; WESTRICH, 1985; WESSERLING & TSCHARNTKE, 1995). Viele Arten sind bezüglich Anforderungen an Nahrungsgrundlagen und Nistplätze spezialisiert und deshalb wie auch die Wildbienen (Hymenoptera: Apidae) von Habitatveränderungen besonders betroffen. Sie gelten daher als ausgezeichnete Indikatoren für naturnahe Lebensräume (GESS & GESS, 1993). Grabwespen sind generell xero- und thermophil (OLBERG, 1959; SCHÖNE & TENGÖ, 1992). Wesentliche Kriterien für ein geeignetes Grabwespenhabitat sind günstiges Klima, Blüten- und Beuteangebot und das Vorhandensein von geeignetem Nistsubstrat (OLBERG, 1959; GAYUBO & TORRES, 1991). Diese Anforderungen müssen für das Vorkommen von Grabwespen kumulativ erfüllt sein.

Im Herbst 1993 veränderte ein Extremhochwasser grosse Teile der Trockensteppen und des Föhrenwaldes in der Ebene des Rottensandes. Ziel der vorliegenden Arbeit war, die durch das Hochwasser verursachten Habitatveränderungen und die Ausgangssituation für die anlaufende Wiederbesiedlung der Rohbodenflächen zu erfassen, ebenso die daraus resultierenden Veränderungen im Artengefüge.

Mit einem Mosaik von Sandflächen und von der Überschwemmung verschonten Steppenteilen bietet der Rottensand Lebensgrundlagen für zahlreiche Hautflügler. Sein Hymenopterenreichtum verleiht ihm übernationale Bedeutung (P. WESTRICH, pers. Mitt.). Er ist Teil des 1998 ausgeschiedenen BLN-Gebietes Pfynwald – Illgraben (Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung), eines Auengebiets von nationaler Bedeutung, sowie eines 1997 ausgeschiedenen Naturschutzgebietes.

Die Dokumentation der Auswirkungen des Hochwassers in den Hymenopteren-Biotopen wird eine der Grundlagen für ein späteres Habitat-Management im Rottensand bilden. Im gleichen Gebiet wurden neben den Grabwespen (JÄGER, 1995; ZEHNDER, 1996) bisher auch Wildbienen (vgl. LOEFFEL *et al.*, 1999), Ameisen (vgl. GROSSRIEDER & ZETTEL, 1999) und Heuschrecken (vgl. MÜLLER & ZETTEL, 1999) untersucht.

UNTERSUCHUNGSGEBIET

Lage und Zonation

Das Untersuchungsgebiet liegt im Pfynwald zwischen Sierre und Susten auf einer Höhe von 560 m. Durch einen Bergsturz zur Zeit des Rückzugs des Rhonegletschers wurde die Rhone aufgestaut und es entstand die Schwemmlandebene des Rottensandes (BURRI, 1992). Die offenen Flächen des mittleren und östlichen Teils sind Federgrassteppen.

Auf einer Distanz von 7 km weist die Rhone hier ein Gefälle von rund 80 m auf. Der wilde Fluss wurde zwischen 1938 und 1966 immer mehr eingedämmt, ist aber dennoch in der Lage, in dem bis über 200 m breiten Bett einen scheinbar natürlichen Lauf mit Kiesbänken zu entwickeln. Der Feststoffeintrag auf der Strecke des Pfynwaldes beträgt rund 500'000 m^3 pro Jahr, aber die Rhone kann nur noch etwa die Hälfte davon weiter verfrachten, weil ihre Schleppkraft durch die Wasserentnahmen für hydroelektrische Kraftwerke reduziert ist. Dadurch erhöhte sich das Rhonebett mit der Zeit derart, dass die Flusssohle heute streckenweise über dem angrenzenden Gelände liegt. Dies konnte auch durch die Aktivität der lokalen Kieswerke nicht verhindert werden.

Die Dämme wurden durch Extremhochwasser mehrfach beschädigt, zum letzten Mal während des Katastrophenhochwassers vom 24. September 1993. An diesem Tag brach der linksufrige Damm auf der Höhe des Rottensandes an 2 Stellen und die Rhone floss wegen dem Niveau-Unterschied mehrere Wochen durch den Rottensand, bis die Breschen geschlossen waren. Der reissende Fluss überschwemmte allein im mittleren Rottensand rund 13 ha; in Dammnähe wurde das Gelände vollständig verändert, ca. 5 ha lockerer Föhrenwald und Steppen verschwanden; sie wurden entweder weggerissen oder mit Schotter überdeckt (Abb. 1 und 2). Die Grenze dieser bis 1,5 m mächtigen Aufschotterung ist sehr scharf und verläuft ca. 200 m vom Damm entfernt. In grösserer Entfernung blieb die ursprüngliche Vegetation erhalten; je nach Strömungsgeschwindigkeit des Wassers wurde nur noch Feinsediment abgelagert (stellenweise bis 1 m hoch) oder die ursprünglich fast flächendeckende Moosschicht in der Steppe partiell weggerissen.

Am Rande der neuen Schotterfläche wurde viel Holz angeschwemmt. Die verwertbaren Föhrenstämme wurden zwar sofort entfernt, aber es verblieb noch ausreichend Totholz, um in Holz nistenden Wildbienen und Grabwespen in Zukunft neues Substrat anzubieten.

Abb. 1. Luftaufnahme des Untersuchungsgebietes. Die mit Schotter überdeckten Flächen sind deutlich erkennbar, der neu abgelagerte Sand ist jedoch grösstenteils bereits von der Vegetation durchwachsen (Aufnahme 28.9.1994, Dienststelle für Fluss- und Strassenbau des Kt. Wallis).

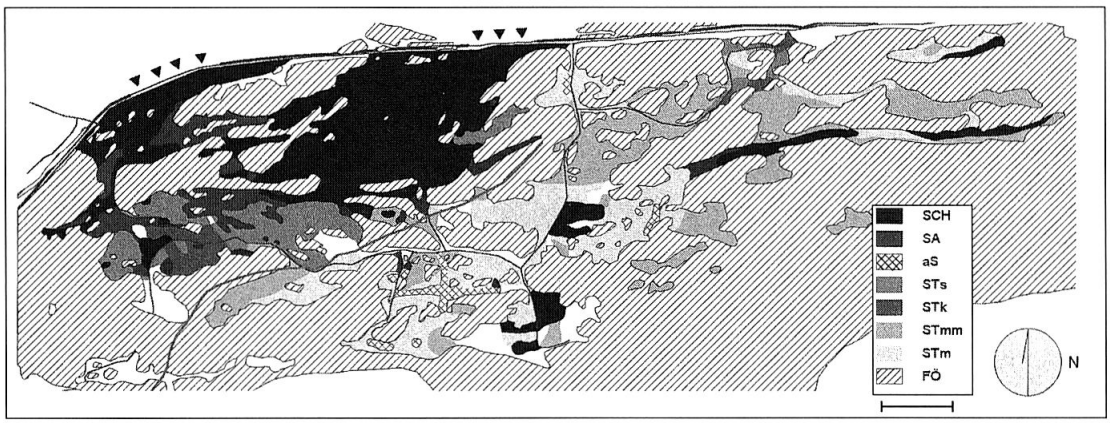

Abb. 2. Aufteilung des Untersuchungsgebietes in die unterschiedenen Zonationstypen. SCH: vollständige Veränderung, Schotterfläche; SA: stark verändert, Sandbedeckung > 60 %; aS: sanddominierter Rohboden, anthropogen bedingt; STs: Steppe mit Hochwassereinfluss, Sandbedeckung 20–60 %, Moosschicht mindestens partiell weggerissen; STk: beeinflusste Steppe, v.a. Kiesboden, Sandbedeckung < 10 %, Moosschicht mindestens partiell weggerissen; STmm: unbeeinflusste Steppe, vorhandene Moosschicht zu > 50 % dicker als 5 mm; STm: unbeeinflusste Steppe; vorhandene Moosschicht zu > 50 % dünner als 5 mm; FÖ: Föhrenwald. Die Grenze der Überschwemmung ist mit einer grauen Linie gekennzeichnet, die Breschen im Rhonedamm mit ▲▲. Der Vergleichsmassstab bezeichnet 100 m.

Durch die Hochwassereinwirkung entstanden nebeneinander eine Reihe von Zonationstypen, welche auch als Sukzessionsstadien einer Auendynamik in zeitlicher Abfolge auftreten würden. Folgende Typen wurden unterschieden:

FÖ	Föhrenwald
STm	unbeeinflusste, alte Steppe; vorhandene Moosschicht zu > 50 % dünner als 5 mm
STmm	unbeeinflusste, alte Steppe; vorhandene Moosschicht zu > 50 % dicker als 5 mm
STk	durch das Hochwasser beeinflusste Steppe, Moos mindestens partiell weggerissen; v.a. Kiesboden, Sandaufschüttung auf < 10 % der Fläche

STs	durch das Hochwasser beeinflusste Steppe; Moos mindestens partiell weggerissen, Sandaufschüttung auf 20–60 % der Fläche
SA	stark veränderte Oberfläche; Rohboden, Sandaufschüttung auf > 60 % der Fläche
aS	stark veränderte Oberfläche; sanddominierter Rohboden, anthropogen bedingt (militärische Nutzung) (nicht in allen Arbeiten untersucht)
SCH	von Schotter dominierte Alluvialfläche

Zur Optimierung der Beobachtungen musste die Auswahl der Untersuchungsflächen (Lokalisation, Grösse) in Abhängigkeit von der Verbuschung jeweils auf die Biologie der untersuchten Taxa abgestimmt werden. In allen Arbeiten wurden mindestens je 2 Flächen pro Zonationstyp (vgl. Abb. 2) ausgeschieden bzw. 2 Transekte festgelegt, welche diese durchquerten.

Klima

Abgeschirmt durch die angrenzenden Hochalpenketten weist der Talboden des Zentralwallis ein sehr geschütztes, kontinentales Klima auf: Er ist die niederschlagsärmste Region der Schweiz (mittlerer Jahresniederschlag in Sierre 575 mm) und weist mit rund 190 Sonnentagen doppelt so viel Sonnenschein auf wie das Mittelland (WERNER, 1985). Im Winter schirmt der 2000 m hohe Gorwetschgrat die Sonne derart ab, dass die südlichen Bereiche des Rottensandes über mehrere Wochen im Schatten liegen. Die Sommer sind geprägt durch grosse tägliche Temperaturschwankungen; trotz der an schönen Tagen mässigen Talwinde erhitzt sich die Oberfläche in Bereiche, welche selbst für die xerothermophilen Insekten unerträglich werden (Abb. 3).

Für das Mikroklima wurden die Temperaturen mit GRANT Squirrel-1201 Thermologgern in stündlichen Intervallen registriert, für Luft, Bodenoberfläche, 5 und 20 cm Bodentiefe.

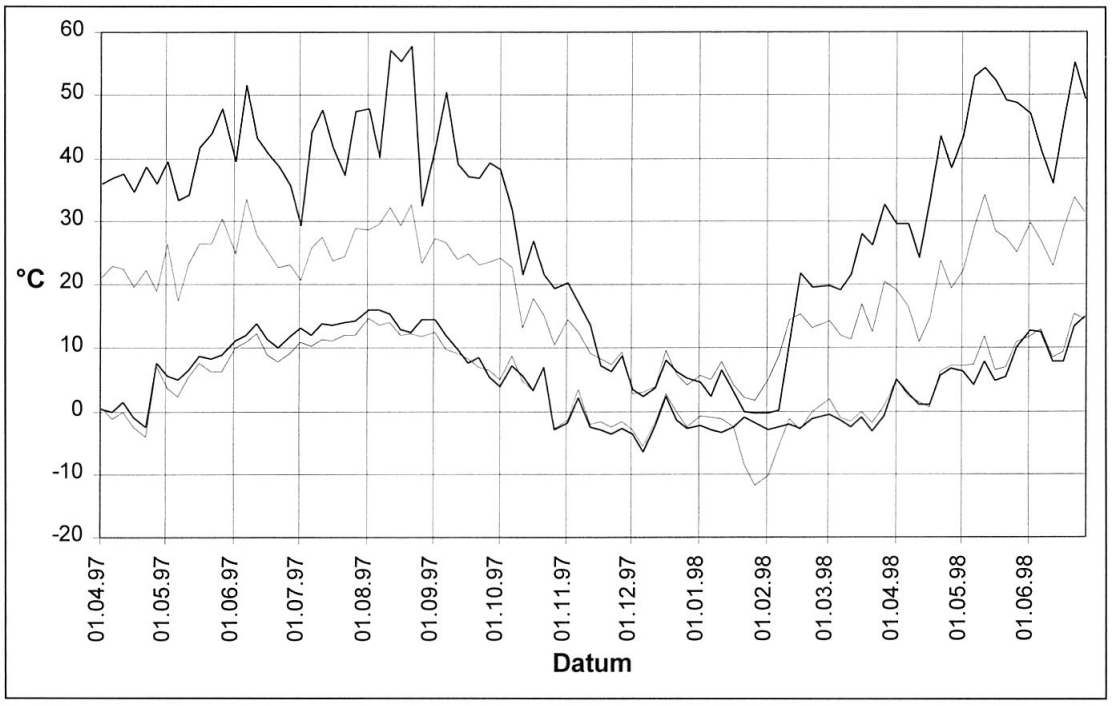

Abb. 3. Jahresverlauf der Temperaturen in der Steppe des Rottensandes. Zur Veranschaulichung der grossen täglichen Amplituden sind die Mittelwerte über jeweils 5 Tage von Maxima und Minima für Luft (—) und Oberfläche (—) dargestellt.

Das Mikroklima ist auf der Schotterfläche etwas ausgeglichener als auf den Steppenböden: Die Oberfläche der Steppen erhitzt sich stärker als die offene Schotterfläche, weil die Vegetation die oberflächennahen Luftbewegungen bremst und sich der dunkle Moosbewuchs stärker aufwärmt als Sand; Werte über 50 °C werden in den Sommermonaten an rund 50 % der Tage registriert und Spitzen über 60 °C treten alljährlich auf. Auf der offenen Schotterfläche dagegen werden die Winde oberflächennah weniger abgebremst und die Steine leiten die aufgenommene Wärme schneller in den Untergrund ab. Im Mittel liegen deshalb die Tagesmaxima auf Steppenboden 4–5 °C höher als auf der Schotterfläche, die Minima 2–3 °C tiefer. Nachts kühlen sich die Oberflächen stark ab, auch an heissen Tagen regelmässig bis unter 15 °C. Dadurch betragen die täglichen Amplituden für die Lufttemperatur ca. 20 °C, an der Bodenoberfläche in der Steppe bis über 50 °C, auf der Schotterfläche 40 °C. Ebenso extrem wie die Amplituden der Temperaturen sind diejenigen der Luftfeuchtigkeit. In heissen Trockenperioden sinkt sie, selbst in der Vegetation, auf 10–15 % rH, erreicht aber nachts fast immer den Sättigungspunkt.

Bodenoberfläche

Weil die Hochwasserdämme eine Überschwemmung des Rottensandes seit Jahrzehnten verhindert haben, konnte sich auf den weitgehend mineralischen Böden eine Moosschicht entwickeln. Bei trockenem Boden erhärtet diese derart, dass die Grabwespen von einer Besiedlung dieser Flächen weitgehend ausgeschlossen sind. Durch das Hochwasser wurde deshalb das Nistplatzangebot im Rottensand stark verändert, indem Sandflächen freigelegt oder neu geschaffen wurden. Auf der neuen Schotterfläche (SCH) ist das günstige Angebot für Bodenbrüter allerdings sehr beschränkt, weil die Sanddepositionen nur gering sind. Allgemein sind dort die oberflächlich vorhandenen, sandigen Horizonte selten mächtiger als 5–10 cm.

Die Oberflächenstruktur des offenen Geländes wurde in den Jahren 1994–96 in einem Raster von 20 m x 20 m kartiert. Allgemein zeigte sich die Oberfläche als Mosaik mit vielfach fleckiger Vegetationsentwicklung. Je nach Zielsetzung wurden die Beobachtungsflächen verschieden angelegt; deshalb streut der Anteil der einzelnen Strukturelemente sehr stark. Grobsediment (Korngrösse > 2 mm) dominierte auf SCH (77 %), auf den Steppenflächen mit mässigem Hochwassereinfluss deckte es rund 22 % ab, auf den unbeeinflussten Steppen 5–15 %. Feinsediment (Korngrösse < 2 mm) war auf SA dominant (66 %), in den mosaikartig strukturierten Steppenhabitaten ist die Streuung sehr gross (10–37 %), auf SCH deckten Sande 22 % der Fläche. Die Moosbedeckung variierte zwischen 42 und 26 % auf den unbeeinflussten Steppen (STm, STmm), auf den beeinflussten zwischen 3 und 39 % (Werte aus JÄGER, 1995; STREICH, 1995; LOEFFEL, 1996; ZEHNDER, 1996 und MÜLLER, 1998).

Vegetation

Die Vegetation des ganzen Pfynwaldes ist durch WERNER (1985) detailliert beschrieben worden. Hier werden nur die für unsere zoologischen Untersuchungen relevanten Aspekte aufgeführt.

In der ursprünglichen, dynamischen Aue hat sich die Vegetation durch die Errichtung der Dämme verändert und in eine Trockenaue verwandelt, wie sie z.B. auch aus der oberrheinischen Tiefebene bekannt sind (BRECHTEL *et al.*, 1995). Nach WERNER (1985) sind die Steppen des Rottensandes artenärmer (61 Arten) als die Felsensteppen an den Talhängen (95 Arten). Wegen den sehr durchlässigen und grob

strukturierten Alluvialböden konnte sich das Gebiet des Rottensandes nur sehr langsam bewalden, jedoch nahmen die Föhren seit der Eindämmung ständig zu (1946 bis 1982: Von 30 auf 70% der Fläche; WERNER, 1985). Die noch offenen Teile sind mit lockerer Federgrassteppe (Stipo-Poion carniolicae, mit 25–45% Deckungsgrad) bedeckt.

Von den Untersuchungsflächen waren diejenigen auf den neuen Pionierflächen bereits 3 Jahre nach der Überschwemmung am artenreichsten (Deckung jedoch < 5 %): Sie wiesen 16–21 Pflanzenarten auf, gegenüber 9–12 Arten in den unbeeinflussten Steppenteilen. Die durch das Hochwasser «regenerierten» Flächen mit reduziertem Moosbewuchs lagen mit 10–16 Arten in der Mitte (MÜLLER, 1998). Das Vegetationsbild der Steppe wird durch Gräser dominiert, v.a. durch *Stipa pennata* und *S. capillata* (bis 30% Anteil an der Vegetation; WERNER, pers. Mitt.). Auf den Untersuchungsflächen (Flächen ST) waren folgende Pflanzen relativ häufig vertreten: *Astragalus onobrychis*, *Euphorbia seguieriana*, *Odontites luteus*, *Helianthemum nummularium*, *Gypsophila repens*, *Artemisia campestris*; v.a. auf sandigen Flächen (Flächen ST, SA) wuchsen *Odontites luteus*, *Artemisia absinthium*, *A. campestris*, *A. vulgaris*, *Thymus praecox*, *Centaurea vallesiaca*, *Teucrium montanum*, *Reseda lutea*, *Hieracium staticifolium* und *Saponaria officinalis*. Auf den mit Feinsediment überdeckten Steppenflächen wuchsen die mehrjährigen Pflanzen innert Jahresfrist durch und die Sandflächen begünstigten Pionierarten. Auf der neuen Schotterfläche (SCH) waren anfänglich einzelne Alpenschwemmlinge (z.B. *Linaria alpina*, *Oxyria digyna*, *Rumex scutatus*) vorhanden; in Abhängigkeit von der jeweiligen Bodenstruktur keimten bereits im ersten Besiedlungsjahr Gehölzpioniere (*Populus* spp, *Salix* spp, einzelne *Pinus sylvestris*) und Kräuter (z.B. *Epilobium dodonaei*, *E. fleischeri*, *Artemisia campestris*, *Astragalus onobrychis*, *Euphorbia seguieriana*). Nach drei Jahren war die Schotterfläche grösstenteils immer noch derart spärlich bewachsen (Deckung < 5 %), dass sich die Insektenfauna praktisch nur aus Blattläusen auf *Populus* spp und *Salix* spp, Ameisen (siehe GROSSRIEDER & ZETTEL, 1999), der Feldheuschrecke *Sphingonotus caerulans* (siehe MÜLLER & ZETTEL,1999) sowie einigen wenigen Wildbienen (siehe LOEFFEL *et al.*, 1999) und Grabwespen (siehe ZEHNDER, 1996) zusammensetzte. Daneben waren aber die jungen Laubholzbestände stellenweise bereits so dicht und hoch, dass *Sphingonotus caerulans* bereits wieder ausgeschlossen wurde.

Die Abundanzen der für Grabwespen und Wildbienen wichtigsten Pflanzen sind in Abb. 4 wiedergegeben, ihre Blühphänologie in Abb. 5. Letztere kann durch die Niederschlagsverhältnisse beeinflusst werden, indem sie bei anhaltender Sommertrockenheit abgekürzt wird.

MATERIAL UND METHODEN

In den in Abb. 2 dargestellten Zonationstypen wurden je zwei 7 m x 7 m grosse Untersuchungsflächen ausgeschieden. Ausgenommen wurden die durch anthropogenen Einfluss (Militär) sandreichen und stark gestörten Flächen (aS), sowie die schotterdominierte Fläche (SCH), weil (noch zu ungünstig) für die vorliegende Arbeit zuwenig Daten angefallen wären; für zusätzliche Beobachtungen wurden aber auch sie berücksichtigt. Da für Grabwespen die Beschaffenheit des Sandes für den Nestbau von Bedeutung ist, wurde auf den ausgewählten Flächen die Bodenbeschaffenheit bestimmt.

Die Flächenbeobachtungen dauerten von Mitte Juni (Sommer 1994, JÄGER, 1995) bzw. von Mitte Mai (Sommer 1995; ZEHNDER, 1996) bis Anfang September.

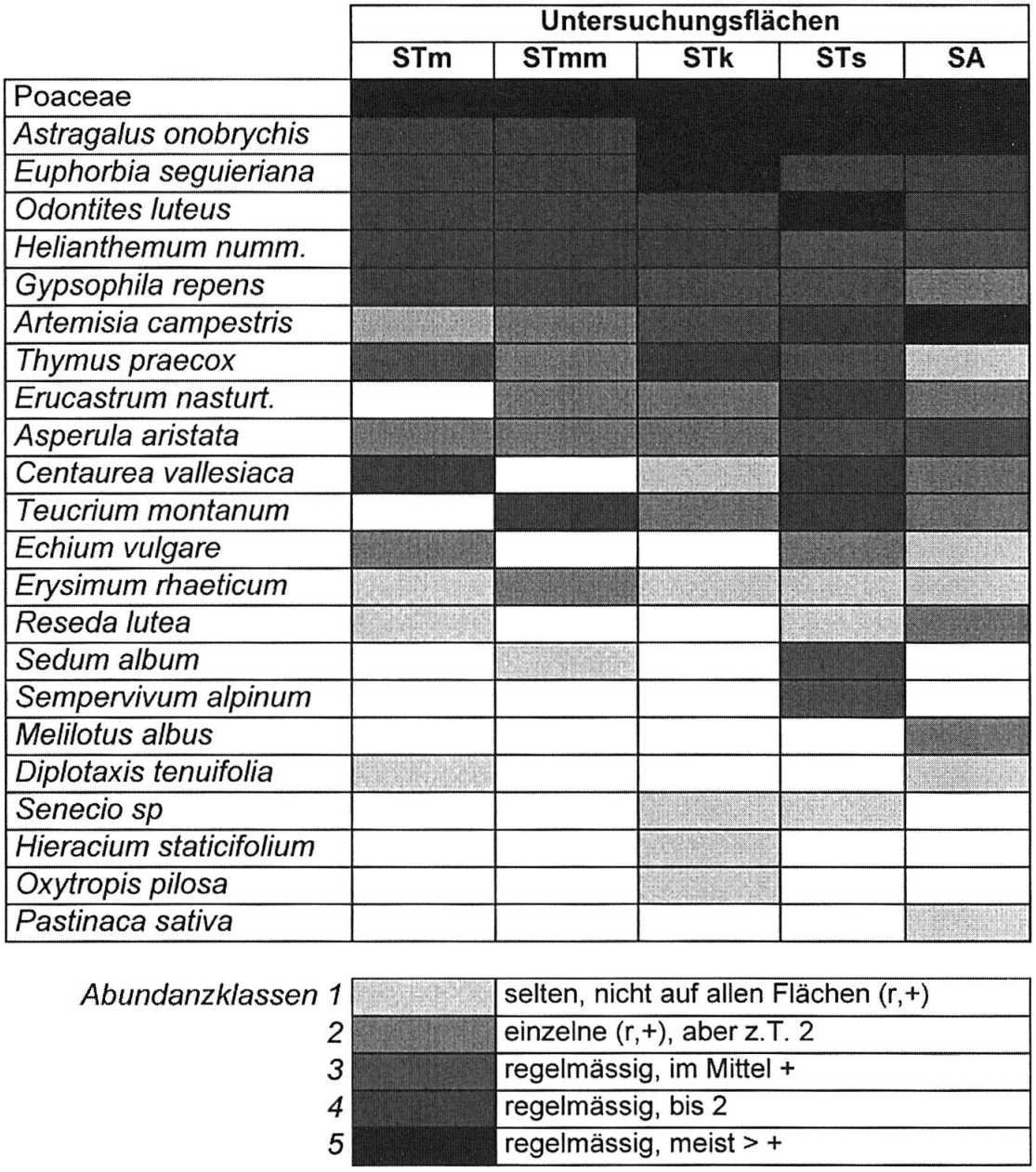

Abb. 4. Vegetationsaufnahmen auf den nach Zonationstypen aufgetrennten Beobachtungsflächen. Zusammenzug aus den einzelnen Arbeiten, geordnet nach Abundanzen. Nur die für Hymenopteren wichtigsten Arten sind berücksichtigt. Die Angaben in der Legende (r, +, 2) beziehen sich auf Deckungsklassen nach BRAUN-BLANQUET.

Sie fanden zu verschiedenen Tageszeiten statt. Nicht im Feld ansprechbare Arten wurden gesammelt und nachträglich bestimmt.

Zusätzlich wurde eine durch alle Steppenteile führende Transektstrecke alle zwei Wochen abgeschritten und sämtliche Beobachtungen innerhalb eines 2 m breiten Streifens protokolliert. In beiden Jahren wurden während 3–10 aufeinanderfolgenden Tagen Malaisefallen auf verschiedenen Strukturtypen aufgestellt. Im Sommer 1995 kamen zusätzlich Nistkästen zum Einsatz, die bezüglich Neubesiedlungen und Schlafplätzen kontrolliert wurden.

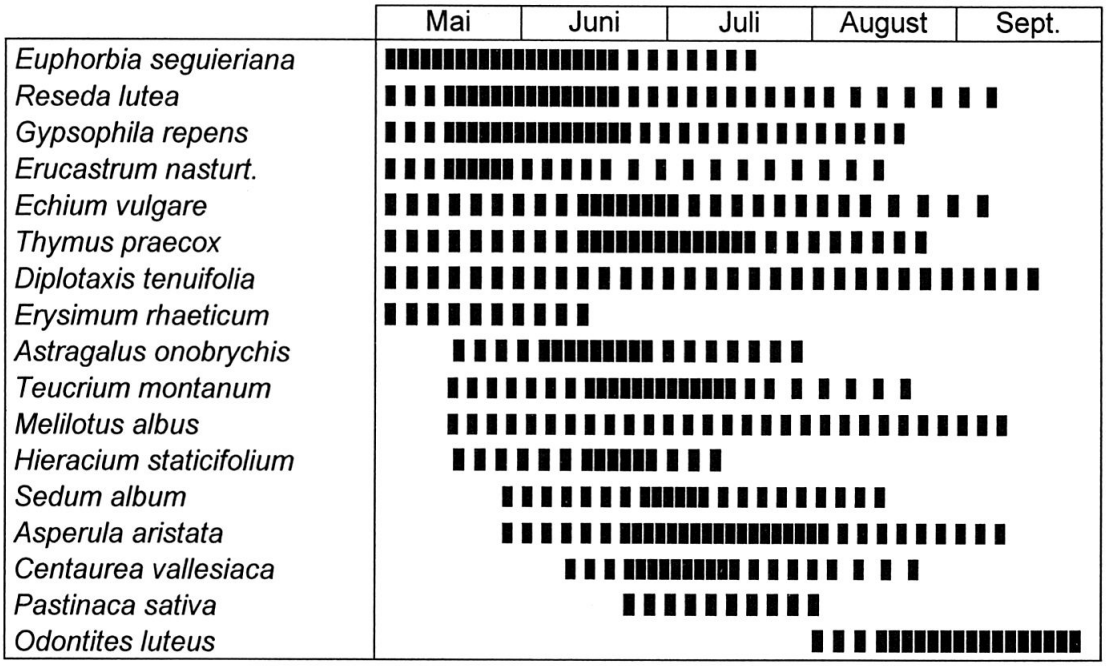

Abb. 5. Blühphänologie der für Grabwespen und Wildbienen wichtigsten Pflanzen im Rottensand.

Als Bestimmungsliteratur diente DE BEAUMONT (1964), für die Nomenklatur wurde DOLLFUSS (1991) verwendet. Als Bestimmungshilfe und Dokumentation wurde eine möglichst vollständige Vergleichssammlung angelegt, welche im Zoologischen Institut der Universität Bern deponiert ist. Zur Darstellung der Flächenbeobachtungen wurden die Dominanzwerte der verschiedenen Grabwespenarten nach MÜHLENBERG (1993) berechnet: $d_i = (N_i \times 100) / N_{tot}$. Die Reihenfolge der Flächen richtet sich bei Darstellungen und Aufzählungen im Text jeweils nach dem Ausmass der Veränderungen durch die Überschwemmung.

RESULTATE

Artenliste

1994 und 1995 wurden insgesamt 56 Arten gefunden (Tab. 1), wovon 15 Arten Holz-oder Stengelbrüter, der grösste Teil aber Bodenbrüter waren (41 Arten). Die meisten Arten wurden mit dem Kescher und den Malaisefallen erfasst (31 bzw. 38 Arten). In den Nistkästen wurden 1995 nur zwei zusätzliche Arten (*Astata kashmirensis* und *Ectemnius sexcinctus*) gefunden. *Astata rufipes* konnte 1994 im Pfynwald erstmals seit 25 Jahren wieder nachgewiesen werden (F. AMIET, pers. Mitt.).

Flächenbeobachtungen

1995 wurden pro Fläche 7–12 Arten gefunden. Am meisten konnten, trotz der geringen Beobachtungszahlen, auf STs_1 nachgewiesen werden. Mit Ausnahme von STm_2 waren auf den Flächen mit einem mehr (SA) oder weniger (STs) grossen Lockersandanteil mehr Arten aktiv als auf den Flächen, die wenig neue Sandflächen aufwiesen (STk) bzw. nicht vom Hochwasser beeinflusst waren (STm, STmm).

Die Anzahl registrierter Individuen auf den verschiedenen Flächen reichte 1995 von mindestens 26 (STs_1) bis höchstens 80 (STm_2) (Tab. 2). Die hohe Zahl an Beobachtungen auf der Fläche STm_2 war vor allem durch das zahlreiche Auftreten von

Tab. 1. Artenliste der 1994 und 1995 im Rottensand gefundenen Grabwespen. Angegeben sind die Fangmethode und soweit bekannt die Nistweise der verschiedenen Arten (ergänzt nach RADOVIC & KRUNIC, 1976). k = Kescherfang (Flächenbeobachtungen, Transekt, sonstige Beobachtungen), m = Malaisefang, N = in Nistkasten brütend, Sp (links) = am Schlafplatz im Nistkasten, Sp (rechts) = an anderem Schlafplatz; Ni = Nistweise: Bk = Boden kompakt, Bl = Boden locker, B = Boden unbekannt, H = Holz oder Stengel.

	k	m	N	Sp	Sp	Ni	199	199
Ammophila sabulosa LINNAEUS, 1758	+					Bk	x	x
Ammophila terminata F.SMITH, 1856	+	+			+	Bk	x	x
Ammophila pubescens CURTIS, 1829	+	+				Bk	x	x
Podalonia hirsuta (SCOPOLI, 1763)	+	+				Bl	x	
Podalonia affinis (KIRBY, 1798)	+	+			+	Bl	x	x
Sphex rufocinctus BRULLE, 1832	+					Bk		x
Prionyx kirbii (VANDER LINDEN, 1827)	+	+			+	Bk	x	x
Philanthus triangulum (FABRICIUS, 1775)	+	+				Bl	x	x
Cerceris rybyensis (LINNAEUS, 1771)	+	+				B	x	x
Cerceris arenaria (LINNAEUS, 1758)	+			+		B	x	x
Cerceris quadrifasciata (PANZER, 1799)	+					B		x
Gorytes planifrons WESMAEL, 1852		+				B		x
Gorytes quinquecinctus (FABRICIUS, 1793)	+					B		x
Gorytes albidulus (LEPELETIER, 1832)	+	+				B	x	x
Harpactus formosus (JURINE, 1807)		+				B	x	
Harpactus laevis (LATREILLE, 1792)		+				B	x	
Bembecinus tridens (FABRICIUS, 1781)	+	+				Bl	x	x
Bembix tarsata (LATREILLE, 1809)	+					Bl	x	x
Bembix rostrata (LATREILLE, 1809)	+					Bl	x	x
Nysson maculosus (GMELIN, 1790)	+					B	x	
Astata boops (SCHRANK, 1781)	+			+		Bk	x	x
Astata minor KOHL, 1885		+				Bk	x	
Astata costae A.COSTA, 1867	+	+		+		B	x	x
Astata rufipes MOCSARY, 1883	+			+		B	x	x
Astata kashmirensis NURSE, 1909				+		B	x	x
Tachysphex obscuripennis (SCHENCK, 1857)	+	+				B	x	x
Tachysphex pompiliformis (PANZER, 1805)		+				B	x	
Tachysphex fulvitarsis (A.COSTA, 1867)		+				B	x	x
Tachysphex tarsinus (LEPELETIER, 1845)	+					B		x
Tachysphex helveticus KOHL, 1885	+	+				Bl		x
Tachytes panzeri DUFOUR, 1841		+				B	x	
Miscophus ater LEPELETIER, 1845		+				Bl	x	x
Nitela spinolae LATREILLE, 1809		+				H	x	x
Trypoxylon scutatum CHEVRIER, 1867		+				H	x	
Mimumesa atratina (F. MORAWITZ, 1891)		+				H	x	
Mimesa grandi MAIDL, 1933		+				H	x	
Psenulus fuscipennis (DAHLBOM, 1843)			+	+		H	x	x
Psenulus pallipes (PANZER, 1797)		+				H	x	
Pemphredon lugens DAHLBOM, 1842		+	+			H		x
Pemphredon lethifera SHUCKARD, 1837		+	+			H		x
Pemphredon montana DAHLBOM, 1845		+				H	x	
Passaloecus gracilis (CURTIS, 1834)		+				H	x	
Passaloecus eremita KOHL, 1893				+		H		x
Diodontus minutus (FABRICIUS, 1793)	+	+				Bk	x	x
Ectemnius sexcinctus (FABRICIUS, 1775)				+		H	x	x
Ectemnius lapidarius (PANZER, 1804)		+				H		x
Lestica clypeata (SCHREBER, 1759)	+	+				H		x
Crossocerus pusillus LEPELETIER & BRULLE, 1834		+				B		x
Lindenius pygmaeus armatus (VANDER LINDEN, 1829)		+				B	x	
Lindenius panzeri VANDER LINDEN, 1829	+	+				Bk	x	x
Rhopalum gracile WESMAEL, 1852		+				H		x
Oxybelus argentatus CURTIS, 1833	+	+				Bl		x
Oxybelus uniglumis (LINNAEUS, 1758)	+					B		x
Oxybelus bipunctatus OLIVIER, 1811	+	+				Bl	x	x
Oxybelus quatuordecimnotatus JURINE, 1807	+					B	x	x
Oxybelus victor LEPELETIER, 1845	+					B	x	x
Anzahl Arten	**31**	**38**	**3**	**8**	**3**		**41**	**42**
Gesamtartenzahl 1994, 1995							**56**	

Tab. 2. Liste der 1995 auf den Untersuchungsflächen gefundenen Grabwespen, geordnet nach Vorkommen auf den Flächen. Die Zahlen bei den einzelnen Arten geben die Anzahl gefundener Nester an. Gesamtbeobachtungszeit: 13.5 h, verteilt auf die Monate Juni bis August.

	Untersuchungsflächen									
	SA_1	SA_2	STs_1	STs_2	STk_1	STk_2	$STmm_1$	$STmm_2$	STm_1	STm_2
Oxybelus argentatus		4	-	-	-	-	-	-	-	-
Oxybelus bipunctatus		2	-	-	-	-	-	-	-	-
Diodontus minutus			1				3	-	-	9
Prionyx kirbii		1			2	1			2	1
Ammophila terminata			3	2	1			4		1
Bembecinus tridens		1	1	-	-	-	-	-	-	-
Ammophila pubescens			-	-	-	-	1	-	-	-
Philanthus triangulum		-						-	-	-
Tachysphex helveticus		-	1	1	-	-	-		-	-
Ammophila sabulosa		-	-	-		-	-		-	-
Oxyb. quatuordecimnotatus	-		-	-	-	-	-	-	-	-
Oxybelus uniglumis	-		-	-	-	-	-	-	-	-
Gorytes albidulus	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Astata boops	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Tachysphex obscuripennis	-	-								
Cerceris arenaria	-	-		1	-		-	-		
Astata costae	-	-			-	-	-	-	-	
Podalonia affinis	-	-	-		-	-	-	-		
Cerceris rybyensis	-	-		-	-	-		-	-	-
Lestica clypeata	-	-		-	-	-	-		-	-
Astata rufipes	-	-		-	-	-	-	-	-	
Tachysphex tarsinus	-	-	-	-		-	-	-	-	-
Sphex rufocinctus	-	-	-	-	-		-	-		-
Lindenius panzeri	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Oxybelus victor	-		-	-	-	-	-		1	
Gorytes quinquecinctus	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Bembix tarsata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Anzahl Arten	**10**	**10**	**12**	**10**	**7**	**7**	**8**	**7**	**8**	**11**
Gesamtzahl Individuen	**46**	**53**	**46**	**26**	**31**	**28**	**52**	**44**	**29**	**80**

eudominant (32 - 100 %) subdominant, rezedent (> 0 - 9.9 %)
dominant (10 - 31.9 %) - fehlend

Diodontus minutus bedingt, dessen Anteil 65 % der Beobachtungen ausmachte. *Ammophila terminata*, *Prionyx kirbii*, *Philanthus triangulum*, *D. minutus* und *Tachysphex obscuripennis* waren auf den meisten Flächen zu beobachten. *Oxybelus argentatus*, *O. uniglumis*, *O. bipunctatus*, *O. quatuordecimnotatus*, *Bembecinus tridens* sowie *Astata boops* wurden nur auf Flächen mit mehr oder weniger grossen Sandanteilen gefunden.

Nester von Lockersand-Arten konnten nur auf den Flächen SA und STs registriert werden, welche sich durch einen hohen Anteil von Mittel- und Grobsand auszeichneten. Ton- und schluffhaltiger Feinsand wurde von ihnen gemieden, aber z.B.

von *P. kirbii* (Fläche SA_2) besiedelt. In unmittelbarer Nestnähe war vor allem bei den Lockersand-Arten höchstens spärliche Vegetation vorhanden, aber auch bei den kompakten Boden bevorzugenden Arten war die Pflanzendeckung in einem Umkreis von 1 m sehr gering.

Malaisefallen

Auf den Flächen SA wurden 1995 mehr Arten und Individuen (19 bzw. 77) gefangen als auf den Flächen STmm (13 bzw. 49). An beiden Standorten dominierten die Arten mit Präferenzen für kompakten Sand (v.a. *D. minutus*). Zusätzlich wurde auf SA auch ein hoher Anteil an Lockersand-Arten (v.a. *B. tridens*) registriert.

Blütenbesuch

1995 wurden 14 Grabwespenarten an 13 Pflanzenarten bei Blütenbesuchen beobachtet (Tab. 3). Am meisten Arten wurden auf *Euphorbia seguieriana* registriert. *P. kirbii* war auf 9, *A. obscuripennis* auf 8 verschiedenen Blütenpflanzen anzutreffen. 1994 wurden zusätzlich Spheciden auf *Erucastrum nasturtiifolium* und *Teucrium montanum* beobachtet (JÄGER, 1995).

Tab. 3. Von Grabwespen besuchte Blütenpflanzen, geordnet nach LAUBER & WAGNER (1996). L = Lebensdauer der Pflanze: I = einjährig, II = zweijährig, M = mehrjährig, A = ausdauernd (nach HESS *et al.*, 1976). Beobachtungen Juni bis August 1995.

Pflanzenart	**Familie**	**L**	**Grabwespenart**
Sedum album	Crassulaceae	A	*Prionyx kirbii*
Melilotus albus	Fabaceae	I-II	*Ammophila terminata, Prionyx kirbii, Bembix rostrata*
Pastinaca sativa	Apiaceae	II	*Philanthus triangulum, Lestica clypeata*
Euphorbia seguieriana	Euphorbiaceae	A	*Ammophila terminata, Philanthus triangulum, Cerceris rybyensis, C. arenaria, Gorytes quinquecinctus, Bembecinus tridens, Oxybelus argentatus, O. bipunctatus*
Reseda lutea	Resedaceae	II-M	*Ammophila terminata, Prionyx kirbii*
Gypsophila repens	Caryophyllaceae	A	*Ammophila sabulosa, A. terminata, A. pubescens, Prionyx kirbii*
Asperula aristata	Rubiaceae	A	*Ammophila terminata, Prionyx kirbii*
Scabiosa triandra	Dipsacaceae	II-A	*Bembix tarsata*
Echium vulgare	Boraginaceae	M	*Ammophila terminata, Prionyx kirbii*
Odontites luteus	Scrophulariaceae	I	*Ammophila terminata, Prionyx kirbii*
Thymus praecox	Lamiaceae	A	*Ammophila terminata, Prionyx kirbii*
Centaurea vallesiaca	Asteraceae	II	*Bembix tarsata*
Allium sphaerocephalon	Liliaceae	M	*Prionyx kirbii, Bembix rostrata*

DISKUSSION

Artenspektrum

27 Arten konnten in beiden Jahren nachgewiesen werden. Weil die meisten Arten selten waren, konnten 13 nur 1994, 15 nur 1995 nachgewiesen werden. Da seltene oder sehr kleine Arten leicht übersehen werden können, ist anzunehmen, dass die Artenliste aus beiden Jahren mit rund 60 Arten unvollständig ist. Um ein möglichst grosses Artenspektrum zu erhalten, ist es wichtig, dass verschiedene Fangmethoden verwendet und verschiedenste Habitate und Strukturen berücksichtigt werden.

Substratpräferenzen der Grabwespen

Die Resultate der Flächenbeobachtungen, im speziellen die Dominanzwerte der Arten auf den verschiedenen Flächen (Tab. 2), lassen keine Schlüsse auf Präferenzen für bestimmte Substrate zu.

Das Beispiel der Fläche SA_1 zeigt, welche Bedeutung das Blütenangebot einnehmen kann: Der lockere und grobkörnige Sand war z.B. für die Arten *A. terminata*, *A. pubescens* und *P. kirbii* unattraktiv zum Nisten; geeignete Blüten waren zu Beginn der Saison auf der Fläche – trotz allgemein gutem Angebot – nur spärlich vorhanden und entsprechend selten wurden diese Grabwespen registriert. Ende Juli wurden sie viel häufiger festgestellt, wobei 76 % der Beobachtungen auf einer einzigen blühenden *Reseda lutea* gemacht wurden und 24 % die Fläche nur überflogen, um zu einem benachbarten *Melilotus albus* zu gelangen. Somit waren sämtliche Beobachtungen dieser drei Grabwespenarten auf SA_1 durch Blütenbesuche (auf oder neben der Fläche) bedingt. Mit der Zeit bewirkte das reduzierte Blütenangebot der Umgebung eine Konzentration der Blütenbesuche auf wenige noch vorhandene Nektarquellen.

Die meisten Arten schienen nach unserer Untersuchung bevorzugt in leicht verdichtetem bis lockerem Sand zu nisten, wobei die obersten Millimeter im Optimalfall leicht verhärtet sein können. Dies wirkt einem Einfallen des Nestloches entgegen und kann zudem den Vorteil haben, dass unter einer solchen Schicht günstigere mikroklimatische Verhältnisse herrschen: Nach HAGER & KURCZEWSKI (1986) wird dadurch auch bei starker Sonneneinstrahlung die Verdunstung verringert und der Boden weist für die Larve genügend Feuchtigkeit auf.

Grabwespen können in ihren Ansprüchen an einen Nistplatz durchaus flexibel sein (LÜPS, 1973, BROCKMANN, 1979, HAGER & KURCZEWSKI, 1986). Die Lockersand-Art *Bembecinus tridens* besiedelt als Pionierart frisch aufgeschüttete Flächen, kann aber auch in verhärtetem Boden nisten, z.B. auf kiesigen Fahrwegen.

Blütenbesuch

Grabwespen müssen sich bei der Nahrungssuche auf Blüten mit leicht zugänglichem Nektar beschränken, weil sie kurze Zungen haben (GAYUBO & TORRES, 1991). Entsprechend der Körpergrösse und Zungenlänge lassen sich deshalb Tendenzen zur Spezialisierung beim Blütenbesuch erkennen: Die grossen *Ammophila*, *Prionyx*, *Podalonia* und *Bembix* können dank ihren längeren Zungen ein breiteres Blütenspektrum nutzen als kleinere Gattungen. So wurde auf Blüten mit schwerer zugänglichem Nektar wie *Thymus praecox*, *Allium sphaerocephalon* und *Melilotus albus* nur die Gattungen *Ammophila*, *Prionyx* und *Bembix* beobachtet. Die meistgenutzte Pflanze auf den Steppenflächen war die perennierende *Euphorbia seguieriana*. Entsprechend ihrem Auftreten in der Sukzession erscheinen auf den Pionier-

flächen in den ersten Jahren Pflanzen, welche in den älteren Stadien wieder fehlen und somit vorübergehend intensiv genutzte Nektarquellen darstellen (z.B. *Reseda lutea* und *Pastinaca sativa*).

Auswirkungen der Bodenveränderungen durch die Überschwemmung

Hier muss unterschieden werden zwischen direkten und indirekten Auswirkungen. Die zum Überschwemmungszeitpunkt im Boden befindlichen Entwicklungsstadien (Larven bzw. Puppen) sind in luftgefüllten Kammern eingeschlossen und können kürzere Überschwemmungen überleben, solange der Oberboden nicht mitsamt den Nestern weggerissen wird. Ein Überdecken der Nistplätze mit Sediment verunmöglicht ein Schlüpfen der Imagines im nächsten Jahr. Als indirekte Folgen können die Habitatveränderungen betrachtet werden, welche zu einer veränderten Nutzung durch die nächsten Generationen führen. Durch das Anschwemmen von Totholz und das Entwurzeln von Bäumen wird das Nistplatzangebot für Holzbrüter erhöht. In alten Sukzessionsstadien stellen neue Ablagerungen von Feinmaterial zusätzliche Nistmöglichkeiten für die Lockersedimente benötigenden Arten dar. Weitere Nistmöglichkeiten entstehen, wenn harte Moosschichten durch das Hochwasser weggerissen werden und darunter liegendes Feinmaterial freigelegt wird. Die ältesten Sukzessionstadien im Rottensand (STm, STmm) bieten weniger Grabwespenarten günstige Nistplätze als die Zwischenstadien (STk, STs). Die jüngsten Flächen wiederum sind bei grösserer Ausdehnung (SCH) wegen dem noch geringen Nahrungs- und Beuteangebot unattraktiv. Durch die Existenz verschiedener Sukzessionsstadien, bzw. Zonationstypen im ganzen Überschwemmungsbereich wird die Artenvielfalt der Grabwespen gefördert. Ein möglichst kleinräumiges Mosaik wirkt sich dabei positiv aus, weil die Diversität geeigneter Nist- und Nahrungsplätze pro Flächeneinheit gesteigert wird.

Mittelfristig soll die Rhone im Rottensand revitalisiert und ihr mehr Dynamik zugestanden werden, indem die bestehenden Dämme reduziert werden. Bei vermehrten Überschwemmungen besteht aber die Gefahr, dass die letzten im Talboden des Rhonetals gelegenen Trockensteppen zerstört werden. Ökologisch und faunistisch können sie nicht mit den noch an den Südhängen vorhandenen Steppen verglichen werden. Sie stellen deshalb letzte Refugien dar, welche neben dem revitalisierten Fluss unbedingt erhalten werden sollten. Das Nebeneinander einer erhöhten Flussdynamik und der Erhaltung der einzigartigen Steppen kann so erreicht werden, dass im oberen Teil des Rottensandes der sich auf Kosten der Steppe ausweitende Föhrenwald soweit reduziert wird, dass heute bereits isolierte Steppenfragmente wieder miteinander verbunden werden und erneut als Lebensraum für biotische Elemente der offenen Steppenlandschaft dienen können. Die negative Wirkung dieser Verinselung spiegelt sich deutlich in der Verbreitung der gefährdeten Heuschrecke *Calliptamus italicus* (vgl. MÜLLER & ZETTEL, 1999). Durch eine geeignete Vernetzung der Steppenfragmente können innerhalb des Rottensandes neue Refugien geschaffen werden, so dass der Rhone im unteren Teil des Rottensandes mit der Zeit mehr Dynamik zugestanden werden kann. Mit einem breiteren Flussbett dürften sich die einzelnen Hochwasserereignisse nicht mehr derart flächenhaft destruktiv auswirken wie 1993, jedoch für eine laufende Neuschaffung von Pionierstandorten sorgen.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Pfynwald (Wallis) wurden die Grabwespenzönosen (Hymenoptera, Sphecidae) auf Steppenflächen untersucht, welche durch ein Hochwasser der Rhone im Herbst 1993 unterschiedlich umstrukturiert

wurden. Zur Erfassung des Artenspektrums dienten Kescherfang, Malaisefallen und Nisthilfen. In 2 Jahren wurden 56 Arten gefangen. Zu den häufigsten Arten gehörten *Ammophila terminata*, *Prionyx kirbii*, *Diodontus minutus*, *Bembecinus tridens* und *Tachysphex obscuripennis*. Durch die Überschwemmung veränderte Gebietsabschnitte wiesen mehr Arten und Individuen auf als Flächen mit unveränderter Steppenvegetation. 1995 konnten von 14 Grabwespenarten Blütenbesuche an 13 Pflanzenarten beobachtet werden, an *Euphorbia seguieriana* wurden am meisten Arten registriert. Alle gefundenen Bodennester befanden sich in spärlicher Vegetation, je nach Art bevorzugt in lockerem oder verdichtetem Sand. Ein Mosaik verschiedener Sukzessionsstadien und Zonationstypen erwies sich für die Grabwespen im Rottensand als wertvoll; jüngere Sukzessionsstadien wurden mehrheitlich als Nistplatz genutzt, in älteren wurde vor allem Nahrung und Beute gesucht. In einem zukünftigen Habitat-Management ist es deshalb von Bedeutung, dass der Rhone mehr Dynamik ermöglicht wird, ohne die ökologisch wertvollen Trockensteppen im Talboden zu gefährden.

DANK

Der Familie BIERI danken wir für das freundliche Gastrecht. M. GROSSRIEDER zeichnete die GIS-Karte. Bei der Bestimmung schwieriger Arten und der Verifizierung der Vergleichssammlung war F. AMIET, in botanischen Belangen P. WERNER behilflich. K. LOEFFEL, S. STREICH und M. GROSSRIEDER danken wir für die Durchsicht des Manuskriptes und wertvolle Kommentare.

LITERATUR

DE BEAUMONT, J. 1964. *Sphecidae (Hymenoptera)*. Insecta Helvetica, Fauna, vol. 3, Genève.

BRECHTEL, F., SCHMID-EGGER, C., NEUMANN, C. & BAUM, F. 1995: Die Trockenauen am südlichen Oberrhein. *Naturschutz und Landschaftsplanung 27*: 227–236.

BROCKMANN, J. 1979. Nest-site selection in the great golden digger wasp *Sphex ichneumoneus* L. (Sphecidae). *Ecol. Entomol. 4*: 211–224.

BURRI, M. 1992. *Die Gesteine. Erkenne die Natur im Wallis Nr. 1*. Pillet, Martigny.

DOLLFUSS, H. 1991. Bestimmungsschlüssel der Grabwespen Nord- und Zentraleuropas (Hymenoptera: Sphecidae). *Stapfia 24*:1-274.

GAYUBO, S.F. & TORRES, F. 1991. Efecto de la presion urbana sobre abejas y avispas (Hymenoptera, Aculeata) en Salamanca. IV. Sphecidae. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.) 87*: 73–92.

GESS, F.W. & GESS, S.K. 1993. Effects of increasing land utilization on species representation and diversity of aculeate wasps and bees in the semi-arid areas of Southern Africa. *In*: LASALLE, J. & GAULD, I.D. (eds), *Hymenoptera and biodiversity*, pp. 83–113. Nat. Hist. Mus., Cape Town.

GROSSRIEDER, M. & ZETTEL, J. 1999. Auensukzession und Zonation im Rottensand (Pfynwald, Kt. VS). III: Wiederbesiedlung einer Überschwemmungsfläche durch Ameisen (Hymenoptera, Formicidae). *Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 72*: 153–164.

HAGER, B.J. & KURCZEWSKI, F.E. 1986. Nesting behavior of *Ammophila harti* (FERNALD) (Hymenoptera: Sphecidae). *Am. Midl. Nat. 116*: 7–24.

HESS, H.E., LANDOLT, E. & HIRZEL, R. 1976. *Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete*. 2. Aufl., Birkhäuser, Basel.

JÄGER, K. 1995. *Wiederbesiedlung der Überschwemmungsflächen im Rottensand (VS) durch Grabwespen (Hymenoptera: Sphecidae)*. Diplomarbeit Zool. Inst. Univ. Bern.

LAUBER, K. & WAGNER, G. 1996. *Flora Helvetica*. Haupt, Bern.

LOEFFEL, K. 1996. *Auensukzession im Rottensand (VS): Wiederbesiedlung der Überschwemmungsflächen durch Wildbienen (Hymenoptera Apoidea)*. Diplomarbeit Zool. Inst. Univ. Bern.

LOEFFEL, K., STREICH, S., WESTRICH, P. & ZETTEL, J. 1999. Auensukzession und Zonation im Rottensand (Pfynwald, Kt. VS). II. Wiederbesiedlung einer Überschwemmungsfläche durch Wildbienen (Hymenoptera, Apidae). *Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 72*: 139–151.

LÜPS, P. 1973. Beobachtungen an *Bembecinus tridens* (FABRICIUS). *Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 46*: 131–139.

MÜHLENBERG, M. 1993. *Freilandökologie*. 3. überarbeitete Auflage. UTB 595, Quelle & Meier, Heidelberg.

MÜLLER, P. 1998. *Sukzession und Zonation im Rottensand (VS): Die Heuschreckenfauna (Saltatoria) im dritten Jahr nach der Überschwemmung*. Diplomarbeit Zool. Inst. Univ. Bern.

MÜLLER, P. & ZETTEL, J. 1999. Auensukzession und Zonation im Rottensand (Pfynwald, Kt. VS). IV. Wiederbesiedlung einer Überschwemmungsfläche durch Heuschrecken (Saltatoria). *Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 72*: 165–174.

OLBERG, G. 1959. *Das Verhalten der solitären Wespen Mitteleuropas*. Dt. Verlag Wiss., Berlin.

RADOVIC, I.T. & KRUNIC, M.D. 1976. Morfoloske karakteristike i adaptivne promenen u gradi prednjih ekstremiteta osa kopacica (Sphecidae, Hymenoptera). *Arh. biol. nauka 28*: 161–167.

SCHÖNE, H. & TENGÖ, J. 1992. Insolation, air temperature and behavioural activity in the digger wasp *Bembix rostrata* (Hymenoptera: Sphecidae). *Ent. Gener. 17*: 259–264.

STREICH, S. 1995. *Beobachtungen an Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea) im Rottensand/VS nach der Hochwasserkatastrophe 1993*. Diplomarbeit Zool. Inst. Univ. Bern.

WERNER, P. 1985. La végétation de finges et de son Rhône sauvage. *Bull. Murith. 103*: 39–84.

WERNER, P. 1994. *Die Flora. Erkenne die Natur im Wallis Nr. 2*. Pillet, Martigny.

WESSERLING, J. & TSCHARNTKE, T. 1995. Habitatwahl von bodennistenden Wildbienen und Grabwespen – Pflegemassnahmen im Experiment. *Mitt. Dt. Ges. allg. angew. Entomol. 10*: 323–326.

WESTRICH, P. 1985. Zur Bedeutung der Hochwasserdämme in der Oberrheinebene als Refugien für Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea). *Natur und Landschaft 3*: 92–97.

ZEHNDER, G. 1996. *Sukzession und Zonation im Rottensand (VS): Wiederbesiedlung einer Überschwemmungsfläche durch Grabwespen (Hymenoptera: Sphecidae)*. Diplomarbeit Zool. Inst. Univ. Bern.

(erhalten am 26. März 1999; angenommen am 12. April 1999)