

# Entomologische Bedeutung von neu geschaffenen Sandabgrabungen

## Beispiel einer Kompensationsfläche nahe Dettingen (Unterfranken, Bayern)

Entomological Relevance of Created Sandy Areas for Nature  
An Example of a Compensation Area near Dettingen (Unterfranken, Bavaria)

STEFAN SCHWARZWÄLDER

**Zusammenfassung:** Im Winter 1996/1997 wurde von der RWE Transportnetz Strom GmbH eine Sandabgrabung (1,6 ha) als Kompensationsfläche angelegt. Im Rahmen eines Monitoringprojektes von 1998-2002 wurde die Bedeutung der neu geschaffenen Kiesgrube für den Naturschutz analysiert, um darauf aufbauend Empfehlungen zur Pflege und zur ökologischen Wertigkeit zu treffen. Methodisch wird die Sandabgrabung floristisch und faunistisch mit den umliegenden Biotopen Wiese und Brache verglichen. Auf der Sandabgrabung siedelten sich 6 gefährdete Pflanzenarten in teils beachtlichen Populationsgrößen an. Die faunistischen Erhebungen ergaben 130 Wildbienen-, 62 Laufkäfer- und 17 Heuschreckenarten. Während die meisten gefährdeten Laufkäferindividuen auf der Brache konstatiert wurden, konzentrierte sich die Vielfalt der Wildbienenindividuen auf die Sandabgrabung. Dort wurden 41 gefährdete Wildbienenarten gefangen. In Bezug auf die Heuschrecken dominierte die Sandabgrabung mit 287 Individuen (69 %) von gefährdeten Arten. Besiedlungstendenzen der Gattungen werden aufgezeigt, die Eigenständigkeit der Sandabgrabung geprüft und Prognosen zur Entwicklung formuliert. Das Monitoring zeigt, dass die neu geschaffene Sandabgrabung schon nach zwei bis drei Jahren die natürliche Ausstattung des Naturraumes in Anlehnung an die historische Flussuferdynamik erheblich bereichert und gefährdete, häufig thermo- wie psammophile Arten begünstigt. Um die hohe faunistische Wertigkeit zu erhalten, werden Pflegemethoden wie Grubbern und Eggen erörtert.

**Schlüsselwörter:** Monitoringprojekt, Sandabgrabung, Wildbienen, Heuschrecken, Laufkäfer

**Summary:** In winter 1996/97 the RWE Transportnetz Strom GmbH digged up a sandy area of 1.6 ha near the river Main (near Dettingen, Aschaffenburg, Bavaria) to support nature diversity. Within a monitoring project from 1998 to 2002 the densities of species (Spermatophyta, Apidae, Carabidae, Saltatoria) were investigated. The flora and fauna of the open sandy area is compared with the surrounding biotopes meadow and fallow land. On the sand area there were found 6 plant species, which are listed in the Red Data Book of Bavaria. With the faunistic investigation, 130 species of wild bees, 62 species of carabid beetles and 17 species of grasshoppers could be found. The most endangered individuals of carabids (72 %) were found in the fallow land. In the sandy area there could be caught 41 endangered species of wild bees. From the grasshoppers 287 endangered individuals (69 %) could be caught on the sand area. The conclusion is that the ecological significance of the sandy area is based on the rareness of this type of biotope, because the banks of the rivers are build up and the rivers have no more possibility to create a meander. So the deposition of sand, gravel and stones is prevented. At last the practice of management is illustrated. The sand area will become ploughed and harrowed every three years to maintain the biological importance of the sandy area.

**Keywords:** monitoring project, sandy area, wild bees, grasshoppers, carabid beetles

## 1. Einleitung

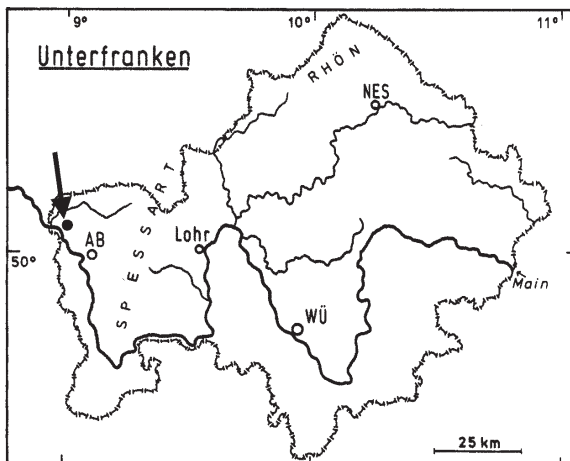
Erhebungen zum Entwicklungspotenzial und zur naturschutzfachlichen Bedeutung von Sand- und Kiesgruben stellen regelmäßig Gegenstände ökologischer Untersuchungen dar und häufig wird die ökologische Relevanz dieser Biotoptypen kontrovers diskutiert. Einerseits wird konstatiert, dass Terrassen- und Flugsandgruben als Ersatzlebensraum für die verloren gegangene Flussuferdynamik hochspezifische Biotopentwicklungsmöglichkeiten bieten. Eine besonders hohe Bedeutung sollen sie für gefährdete Insekten, Amphibien, Vögel und Säugetiere haben (PLACHTER 1991; ZINTZ et al. 1993; GEMEINHARDT 1999; KRUMMENACHER 1999). Andererseits ist bekannt, dass der Verlust an intakten Flussauen aufgrund der fehlenden Uferdynamik und der strengen Anpassung der Arten wenn überhaupt, nur partiell ersetzt werden kann (KOEPEL 1995).

Im gegebenen Fall wurde der Versuch gewagt, im Naturraum Untermain einen solchen Ersatzlebensraum als Kompensationsmaßnahme für den Umbau einer Umspannanlage neu zu schaffen (Abb. 1a). Ein bis zu 2 m tiefer Abtrag des nährstoffreichen Oberbodens wurde für potenzielle Sandpionierflächen (1,6 ha) realisiert und dieser neu geschaffene Primärbiotop mit einer Pufferzone aus Gehölz-

und Heckenpflanzungen (1,64 ha) sowie Streuobstwiesen (0,92 ha) eingekleidet (Abb. 1b, Abb. 1c). Die Pufferzone sollte zum einen verhindern, dass die Sandabgrabung zu oft betreten wird (Nutzung als Fußballplatz, Motorcrossbahn), zum anderen landschafts-ästhetische und allgemein ökologische Aspekte vertreten (Abb. 1d).

Qualitatives Ziel sollte es sein, auf der Abgrabungsfläche die nach ADE (1942) im Naturraum weit verbreiteten Sandpionierfluren mit Silbergras, Bauernsenf, Sandstrohlume und Filzkräutern wiederzubeleben. Somit wurde eine Orientierung an der Kulturlandschaft vor 100 bis 200 Jahren vorgenommen. Dieses Leitbild leistet einen Beitrag zur Förderung des Lebensraummosaikes der aus heutiger Sicht extensiv bewirtschafteten Kulturlandschaft.

Die Ausgleichsmaßnahmen, insbesondere die Bodenmodellierung, waren mit hohen Kosten verbunden. Um die Effektivität der Maßnahmen und die Entwicklung der Fauna und der Flora auf den Flächen besser beurteilen zu können, wurde im Zeitraum von 1998-2002 eine Begleituntersuchung (Monitoring) durchgeführt. Ziel des Monitorings war es, ausgehend von einer kontinuierlichen Erfassung der biotischen Entwicklung Aussagen über eine potenzielle ökologische Wertigkeit sowie die Erhaltung dieser zu treffen.



**Abb. 1a:** Lage des Untersuchungsgebietes im Naturraum Untermain.

**Fig. 1a:** The region of the study area near the river Main.

Somit sollte kontrolliert werden, ob die Naturschutzmaßnahme hinsichtlich Ausführungsart, Umfang und Zeitplan tatsächlich richtig durchgeführt wurde (vgl. PLACHTER 1991; HOZAK 1997). Die Forderung nach einem Monitoring ist in den letzten Jahren stark angestiegen, weil der Umfang der subventionierten Pflegeaktivitäten in Halbkulturbiotopen (Magerrasen, Feuchtwiesen) stark zugenommen hat und somit dem Monitoring eine elementare ökonomische und ökologische Relevanz zugemessen wird (DRÖSCHMEISTER & BOYE 2000; STICKROTH et al. 2003).

Die Beurteilung sollte in diesem Fall auf einer methodisch standardisierten, analytischen Erhebung des Arten-, Rote-Liste-Arten- und des Individuenreichtums der neu geschaffenen Abgrabung im Vergleich zu den als Referenzflächen gewählten anliegenden Wiesen und Brachen erfolgen. Eine wesentliche Frage war, welchen Beitrag die Sandabgrabung zur Diversität des Gesamtlebensraums leistet. Als hoher Beitrag wurde ein hoher individueller Reichtum an gefährdeten Arten wie Individuen angesehen. Diese Kennzeichen würden eine schnelle, biotoptypische und hochwertige Flächenschaffung und den Kostenaufwand rechtfertigen.

## 2. Untersuchungsgebiet

Naturräumlich liegt das Untersuchungsgebiet im Vorspessart auf der Niederterrasse des Mains. Diese zählt nach ADE (1942) zu den bedeutendsten Sandschollen Süddeutschlands. Klimatisch handelt es sich um den südwestdeutschen Klimatypus von atlantischer zur kontinentalen Ausprägung, der durch wintermildes und sommerwarmes Klima bei geringer Niederschlagsintensität gekennzeichnet ist (Jahresniederschlag 650 mm, wirkliche Jahrestemperatur 9 °C, Sonnenscheindauer im Juni 7,6 h). Im gesamten Bereich sind geologisch die quartären, fluviatilen Ablagerungen des Mains bestimmend. Vorrangig werden diese durch die Fraktionen der tonigen, schluffigen bis

sandigen Textur vertreten. Auf diese wurden in vielen Teilbereichen äolische, würemeiszeitliche Sedimente wie Löss und Lösslehm, jungpleistozän auch Kiese und Sande aufgetragen. Die Böden sind folglich aus Flussablagerungen, quartärem Flugsand, kiebigem Schotter, Dünen sand und Kies aufgebaut. Die Entkalkung und die damit verbundene Bodenversauerung ist auf den meisten Standorten schon weit vorangeschritten. Kennzeichnend für das ganze Areal sind anthropogen bedingte tiefgründige Störungen des Bodenprofils, die auf der in den vergangenen Jahrhunderten betriebenen Braunkohleförderung beruhen.

Die Wiesen des Untersuchungsgebietes – ebenso diejenigen, die als Referenzflächen für die Sandabgrabung ausgewiesen wurden – sind einschürige, extensiv bewirtschaftete magere Glatthaferwiesen, die entlang der Wegränder von Grasnelkenfluren (*Armeria elongata*) gesäumt werden. In den Brachen sind Verbuschungsstadien (Schlehe, Weißdorn, Robinie) sowie Vergrasungstendenzen (Land-Reitgras, Rasenschmiele) feststellbar. Die untersuchte Brache enthielt wegen der von der Umspannanlage ausgehenden Energieleitung, die über diese führt, weiterhin Störflächen (Rohböden, Pionierstadien, Sukzessionsstadien). Der Vergleich der Sandabgrabung mit den Referenzflächen Wiese und Brache war deshalb sinnvoll, weil die Sandabgrabung vor der Maßnahme vornehmlich mit Wiesen und Brachen bestanden war.

## 3. Methoden

Zur Durchführung des Monitorings wurde eine fünfjährig alljährlich identisch durchgeführte vergleichende Bewertung herangezogen. Dies bedeutet, dass die floristischen und faunistischen Erhebungen in gleichem Umfang und mit gleicher Intensität auf der Sandabgrabung und den Referenzflächen Brache sowie extensiv bewirtschaftete Streuobstwiese durchgeführt wurden (vgl. Abb. 3).

### 3.1. Floristische Erhebungen

Zur Erfassung der Vegetation der angelegten, potenziellen Sandmagerrasen und der Streuobstwiesen wurde das gesamte Inventar der höheren Samenpflanzen kartiert (Determinatio: ROTHMALER 1983; Nomenklatur: EHRENDORFER 1973; RL-Status: StMLU 1993). Zur Überprüfung der Sukzessionsdynamik wurden in Anlehnung an Empfehlungen von LONDO (1976) und PFADENHAUER & BUCHWALD (1987) Daueruntersuchungsflächen als Dauerquadrate angelegt (Größe: 4 m x 4 m = 16 m<sup>2</sup>, Lage: Sandabgrabung, Wiese und Brache, s. Abb. 3).

### 3.2. Faunistische Erhebungen

Als Bioindikatoren wurden Wildbienen, Laufkäfer und Heuschrecken ausgewählt. Diese Tiergruppen können deshalb sehr gut zur Lebensraumbewertung eingesetzt werden, da ihren helio- und thermophilen Arten das Substrat Sand und Kies einen wichtigen Teillebensraum bietet. Die faunistischen Erhebungen wurden entsprechend den bisherigen Erfahrungen und Kenntnissen (vgl. SCHWARZWÄLDER 2000; MANDERY 2001), den Empfehlungen der VHO (1996) und des VUBD (1994) durchgeführt.

**Laufkäfer:** Eingesetzt wurden je Untersuchungsstandort 7 mit Essig gefüllte Barberfallen (Ø 7 cm, Fallenabstand 5 m), die im zweiwöchigen Rhythmus von Anfang Mai bis Ende Oktober geleert wurden (Determinatio: FREUDE 1976; Nomenklatur: TRAUTNER & MÜLLER-MOTZFELD 1995; RL-Status: StMLU 1996).

**Wildbienen:** Die qualitative Standortbeurteilung mit Wildbienen wurde mit sechs Begehungen (Kescherfang mit gleichmäßigem Kescherschlag in Biotopmitte) von April bis September je 1 h pro Biotop durchgeführt (Determinatio; Nomenklatur; RL-Status: vgl. MANDERY 2001).

**Heuschrecken:** Zur Erhebung der Heuschrecken wurde alljährlich im Juli, August,

September sechsmal 1 h gekeschert und eine Auswertung der Fallenfänge vorgenommen (Determinatio; Nomenklatur; RL-Status: HORSTKOTTE et al. 1994).

**Auswertung:** Die Datenverwaltung erfolgte mit TABULA (2004). Statistische und algorithmische Indices wurden mit den Softwareprogrammen MVSP (1999) und TABULA (2004) berechnet. Zur Charakterisierung der Artengemeinschaft der Fauna wurden statistische Parameter herangezogen. Der Dominanz-Index beschreibt den Anteil der häufigsten Art an der Summe der Individuen einer Stichprobe. Die Analyse ermöglicht einen Rückschluss auf die Homogenität der Biozönose. Die Evenness lässt erkennen, ob die Stichprobe auf einer hohen Artenanzahl mit jeweils unterschiedlicher Individuenzahl beruht oder ob sie auf einer gleichmäßigen Verteilung der Individuen auf wenige Arten entstanden ist. Clusteranalysen unterschiedlicher Untersuchungsstandorte und Messpunkte ermöglichen die Erkennung homogener Gruppen. Bei den Clusteranalysen wurde als Fusionierungsalgorithmus das UPGMA-Verfahren verwendet. Es gehört zu den ungewichteten Methoden mit paarweiser Verknüpfung, das sich für weniger homogene Datensätze besonders gut eignet (average linkage technique, s. KCS 1999: 55-58; KREBS 1998: 397).

Die Berechnung des Diversitätsindex wurde auf der Basis des etablierten Distanzmaßes „Morisita-Index“ durchgeführt. Der Morisita-Index stellt einen Zweikomponenten-Index aus der Artenidentität nach Sørensen und der Dominantenidentität nach Renkonen dar. Für faunistische Untersuchungen, speziell für Fallenfänge, eignet sich der Morisita-Index sehr gut (KREBS 1998).

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Flora

• **Dauerquadrate** (Abb. 2): Innerhalb und außerhalb der Dauerquadrate der Sandabgra-



**Abb. 1b-d:** (b) Umsetzung der Maßnahme im Winter 1996/1997 (Foto: RWE). (c) Die modellierte Sandabgrabung im Frühjahr 1997. (d) Sandabgrabung (2002) nach der Pflegeform „Grubbern und Eggen im Dreijahres-Turnus“.

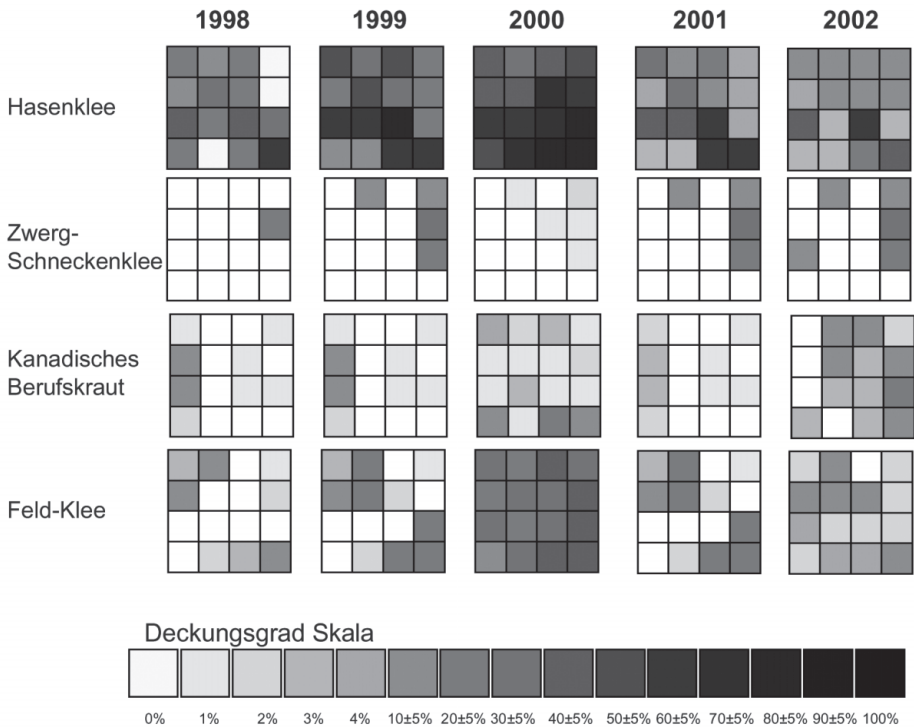
**Fig. 1b-d:** (b) Realisation of the measure in winter 1996/97 (Foto: RWE). (c) The sandy area in springtime 1997. (d) The sandy area (2002) after ploughing and harrowing.

bung hat sich – interessanterweise schon ab dem ersten Jahr – die Klassenkennart der Koelerio-Corynephoretea, der Hasenkle ( *Trifolium arvense* ) als die dominante Art erwiesen. Sie zeigt sehr stickstoffarme Standorte an. Die zweite sehr häufige Klassenkennart der Koelerio-Corynephoretea, der Feld-Klee (*Trifolium campestre*), hat sich ebenso gleichmäßig und großflächig ausgedehnt. Eine weitere bedeutende Entwicklung war, dass sich der seltene und in mehreren Bundesländern gefährdete Zwerg-Schneckenklee (*Medicago minima*) im Laufe der Beobachtungsphase von einem auf fünf Teilquadrate ausgedehnt und nach fünf Jahren einen Deckungsgrad von 1-2% des Gesamtareals erreicht hat.

Neben diesen erwünschten Tendenzen ist aber auch zu beachten, dass sich Neophyten wie *Coryza canadensis* ebenfalls im Laufe der fünf Jahre zu den häufig auftretenden Arten entwickelt haben.

Darüber hinaus haben sich viele schonungsbedürftige und tendenziell rückläufige Arten des Umlandes auf der Dauerquadratfläche ausgebreitet. Zumeist sind es Einwanderer aus früheren Zeiten (Archäophyten). Die floristische Entwicklung verläuft in Richtung einer ruderalisierten, trockenheitsertragenden Pionierflur.

• **RL-Arten** (Abb. 3): Auf der Sandabgrabung traten schon im ersten Jahr wenige Exemplare des Blauen Gauchheil (*Anagal-*



**Abb. 2:** Die Entwicklung des Deckungsgrades von Arten im Dauerquadrat von 1998-2002. Besonders auffällig ist die Dominanz der Klassenkennarten der Sandtrockenrasen (Koelerio-Corynephoretea, Hasenkle, Feld-Klee) im gesamten Abgrabungsareal.

**Fig. 2:** The development of the cover of plant species from 1998 to 2002. The species of the Koelerio-Corynephoretea, especially *Trifolium arvense* and *Trifolium campestre*, were dominant in the area.

*lis foemina*), des Spießblättrigen Tännel-Leinkrautes (*Kickxia elatine*) und des Zwerg-Schneckenklee (*Medicago minima*) auf. Ab dem zweiten Jahr kam das Silbergras (*Corynephorus canescens*) geringfügig vor, ab dem dritten Jahr das stark gefährdete Bunte Veilchen (*Myosotis discolor*) partiell in hohen Dichten. Die gefährdeten Arten der Referenzflächen treten auch nach fünf Jahren auf der Sandabgrabung nahezu nicht in Erscheinung.

• **Referenzflächen** (Abb. 3): Auf den Streuobstwiesen wird der Dolden-Milchstern (*Ornithogalum umbellatum*) zerstreut aufgefunden. Die Sand-Grasnelke (*Armeria elongata*), das Echte Tausendguldenkraut (*Centaurea minus*) und der Feld-Mannstreu (*Eryngium campestre*) sind entlang der Wegränder nahe der Wiesen in hohem Umfang vertreten. Auf der Brache treten neben dem Feld-Mannstreu Einzel-exemplare der Stängellosen Distel (*Cirsium acaule*) auf.

Erwähnenswert ist auch der Bereich der regelmäßig gemähten Übergangszone zwischen der Umspannanlage und der Brache (vgl. Abb. 3), denn dort haben sich der Österreiche Lein (*Linum austriacum*), das Niedrige Fingerkraut (*Potentilla supina*), die Kornblume (*Centaurea cyanus*) und die Heide-Nelke (*Dianthus deltoides*) in kleinen Populationen angesiedelt.

## 4.2. Fauna

### 4.2.1. Statistischer Vergleich

• **Laufkäfer** (Tab. 1a,b; Abb. 4, links): Von den Laufkäfern besiedelten schon im ersten Jahr viele Individuen einzelner teils flugfähiger (macropterer) oder ubiquitärer Arten die Sandabgrabung als Rohbodenfläche (u.a. *Bembidion tetracolum*, *Harpalus distinguendus*, *Harpalus pumilus*, *Pseudoophonus rufipes*). Dies führte erstaunlicherweise schon zu einem frühen Zeitpunkt zu hohen RL-Individuenanzahlen und niedrigen Diversitätswerten (Evenness, Dominanz). Während sich die Arten der Erstbesiede-

lung nicht behaupten konnten und in den folgenden zwei Jahren wieder nahezu völlig verschwanden (z.B. *Bembidion tetracolum*, *Poecilus versicolor*) baute sich in den nächsten vier Jahren kontinuierlich bei relativ konstanter Artenanzahl eine zunehmende Anzahl der Individuen thermophiler gefährdeter, stenotoper Arten (*Poecilus lepidus*, *Harpalus smaragdinus*) auf.

Die Brache beherbergte jedoch zu allen Zeitpunkten der Untersuchung höhere Arten-, RL-Arten-, Individuen- und RL-Individuendichten als die Sandabgrabung. Das ist deshalb nicht erstaunlich, da in dieser Übergangszone seit vielen Jahren wegen der darüber führenden Energieleitung maschinelle Pflegeeingriffe zur Reduktion der Vegetation stattfinden. Die hohe Bedeutung solcher Standorte, die sich aus ruderalen Flächen (hoher Offenbodenanteil, intensive maschinelle Belastung) und im Mosaik mit diesen stehende, im langfristigen Turnus entbuschte Bereiche stehen, werden in SCHWARZWÄLDER (2000) erläutert.

• **Heuschrecken** (Abb. 4, Mitte): Die Artenanzahl der Heuschrecken nahm auf der Sandabgrabung in allen Untersuchungsjahren kontinuierlich zu. Eine invasionsartige Besiedelung, die durch hohe Individuenzahlen seltener Arten (*Gryllus campestris*, *Oedipoda caerulea*) gekennzeichnet ist, erfolgte im 2. Jahr. Ab dem 3. Jahr traten weitere gefährdete Arten (*Phaneroptera falcata*, *Oecanthus pellucens*) in geringerem Umfang hinzu. Im 5. Jahr pendelte sich die Besiedelung – im Vergleich zu den Umfeldbiotopen – auf höherem Niveau ein.

Die primäre Rohbodenphase wurde von Heuschrecken im Gegensatz zu den Carabiden nicht besiedelt. Der Ausbildungsgrad der Diversität (Dominanz-Index) war im Sandbiotop anfangs eher ungünstig, da die Artenanzahl sehr gering war, nach 2-3 Jahren relativierte sich die Situation und der Anteil mittelhäufiger, subdominanter Arten (Arten mit 10-12 % der Individuen), die zum charakteristischen Inventar eines Biototypes

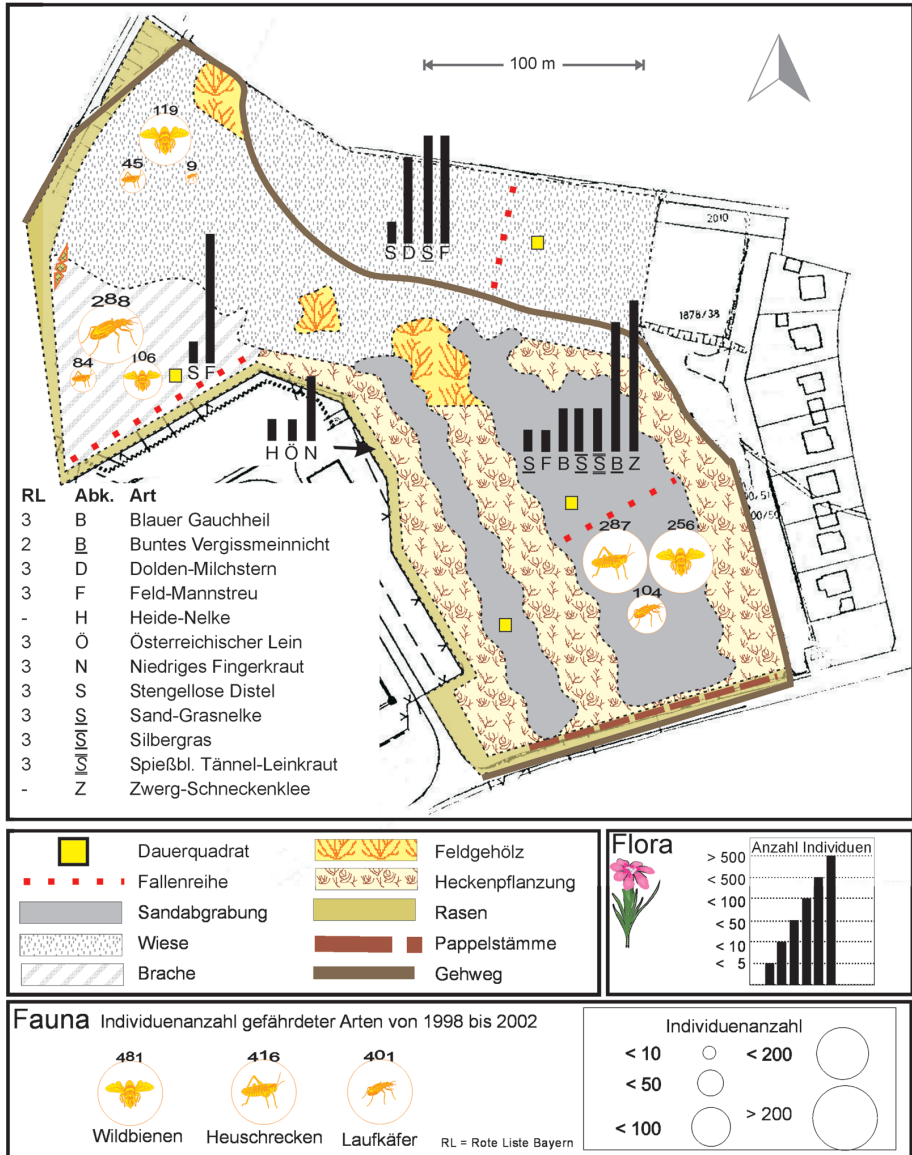


Abb. 3: Methoden der Erfassung seltener Tiere und Pflanzen im Untersuchungsareal.

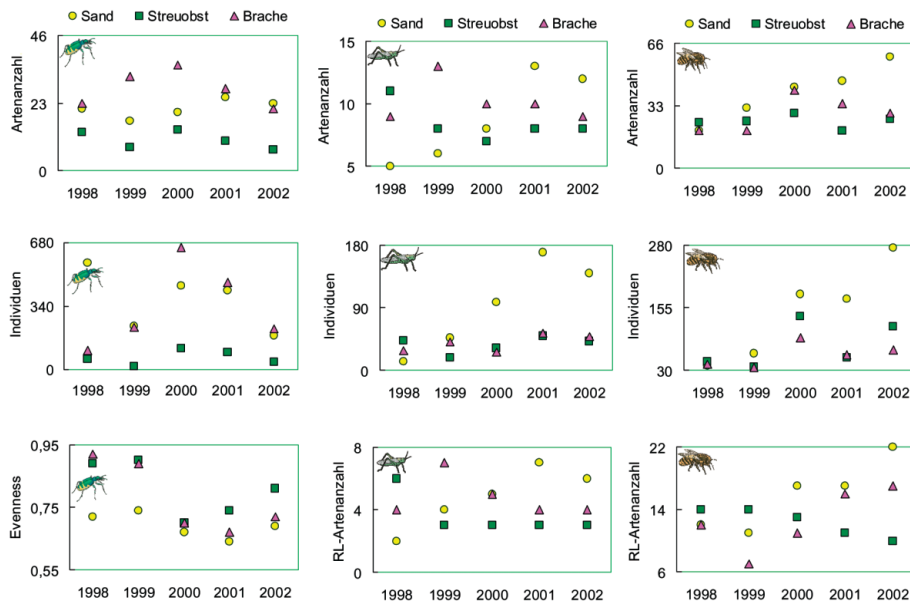
Fig. 3: Methods of recording rare animal and plant taxa in the study area.

„Sand“ zählen, bestimmten das Artenspektrum.

Auf Wiese und Brache traten 8-12 Arten mit hoher Konstanz und mäßiger Individuendichte auf. Der Anteil gefährdeter Arten blieb mit zunehmender Untersuchungsdauer weit hinter dem der Sandabgrabung zurück.

• **Wildbienen** (Abb. 4, rechts): Die Arten-, Individuen-, RL-Arten und RL-Individuenanzahl der Wildbienen nahm jeweils auf der Sandabgrabung kontinuierlich stark zu. Dies beruht auf dem mit der fortschreitenden Sukzession einhergehenden höheren Anteil an Blüten- und Strukturvielfalt. Vermutlich





**Abb. 4:** Entwicklung der Biotopwertigkeit der Sandabgrabung im Vergleich zu den Referenzflächen. Links: Laufkäfer; Mitte: Heuschrecken; rechts: Wildbienen.

**Fig. 4:** Development of the validity of the area, in which the sand is digged away, compared to the reference areas. On the left: carabid beetles; in the middle: grasshoppers; on the right: wild bees.

hatte auch die Besiedlung durch epigäisch nistende Arten zu einer Erhöhung beigetragen. Die stetig zunehmende Anzahl der Arten wurde im Jahr 2002 mit über 60 Arten konstatiert. Hieraus ließ sich schließen, dass das Maximum noch nicht erreicht war. Einige gefährdete Arten (*Sphecodes cristatus*, *Sphecodes albilabris*, *Hylaenus variegatus*, *Halictus leucabeneus*) konnten ihre Populationsgrößen im Untersuchungszeitraum auf der Sandabgrabung deutlich erweitern.

Auf Brache und Streuobstwiese waren rund 25 Wildbienenarten zwischen 1998-2002 aufgetreten. Hierbei ist aber zu bedenken, dass ohne Hinzunahme der Wegrandpositionen im Bereich der Streuobstwiese mit ungünstigeren Ergebnissen zu rechnen gewesen wäre. Ein erhöhter Anteil der reich blühenden und damit Nektar bietenden Arten (z.B. Frühlings-Fingerkraut, Feldmannstreu) befand sich in diesen Wegrandpositionen.

Die statistische Untersuchung zeigt neben dem ökologischen Stellenwert der Sandabgrabung, dass bei der Beurteilung von neu geschaffenen Primärbiotopen die hochmobilen Gruppen (Bienen, Wespen) als Indikatoren eine herausragende Rolle übernahmen, da sie in der weitgehend ausgeräumten heutigen Landschaft im Gegensatz zu den weniger mobilen Arten (Laufkäfer) am ehesten Besiedelungsbarrieren überwinden können.

#### 4.2.2. Clusteranalyse

Eine Clusteranalyse ist vor dem Hintergrund zielführend, dass die potenzielle Eigenständigkeit der Sandabgrabung dezidiert herausgestellt werden kann und gleichzeitig ein Abgleich mit dem Bioindikatorwert der untersuchten Tiergruppe getroffen werden kann. Im Optimalfall kann somit das in der vorherigen Analyse erzielte Ergebnis der Artenvielfalt auf der Sandabgrabung untermauert werden (Abb. 5).

• **Laufkäfer:** Bei den Laufkäfern fällt – wesentlich deutlicher als bei den Wildbienen oder Heuschrecken – auf, dass sich im Verlauf der Untersuchung die Artenzusammensetzung der drei untersuchten Biotope angeglichen hat. Das Verschmelzungsniveau liegt in den letzten Untersuchungsjahren oft über dem Wert 0,8. Durch die fortschreitende Sukzession auf der Sandabgrabung hat somit auch die Ähnlichkeit der Sandabgrabung zu den umliegenden Biotopen zugenommen. Andererseits ist die Biotopeigenständigkeit der Biotope – im Diagramm an den Subclustern erkennbar – bei den Laufkäfern ausgesprochen hoch. Viele gefährdete Arten, die z.B. auf der Brache sehr häufig und stetig vertreten sind (*Amara equestris*, *Carabus ulrichii*, *Panagaeus cruxmajor*, *Ophonus puncticeps*), konnten auf der Sandabgrabung nicht gefunden werden. Die Ähnlichkeit der Brache zur Sandabgrabung ist geringer als die der Wiese zur Sandabgrabung.

• **Heuschrecken:** Das Verschmelzungsniveau liegt bei den Heuschreckengemeinschaften oft über 0,8. Dies spricht für eine hohe Ähnlichkeit des Artenspektrums. Die drei Biotoptypen sind bei der Clusteranalyse nicht gemischt. Das erlaubt die Deutung, dass die Sandabgrabung ihre Eigenständigkeit im gesamten Untersuchungszeitraum im vollen Umfang bewahrt hat und keine Überschneidung des Artenspektrums mit den anderen Biotopen zu erwarten ist. In allen Untersuchungsjahren waren sich Sandabgrabung und Brache ähnlicher als Sandabgrabung und Wiese.

• **Wildbienen:** Das Verschmelzungsniveau weist bei den Wildbienengemeinschaften deutlich geringere Ähnlichkeiten als bei Laufkäfern oder Heuschrecken auf. Das ist auf die im Vergleich zu den anderen Tiergruppen verbesserte Flugfähigkeit und die geringere Biotopbindung zurückzuführen. Eventuell liegt es aber auch zumindest zum Teil an der hohen Artenanzahl. Das Verschmelzungsniveau liegt oft unter 0,7 und hat im Laufe der Untersuchungsperiode 1998–2002 nur geringfügig zugenommen. Das Biotop Streuobst-

wiese beherbergt ein relativ eigenständiges Artenspektrum. Die Sandabgrabung und die Brache weisen höhere Verschmelzungswerte und damit ähnlichere Artenspektren auf.

Die Clusteranalyse zeigt, dass bei der Bewertung mit Hilfe mehrerer Tiergruppen verschiedene Aspekte der Entwicklung des Artenspektrums auf der Sandabgrabung auffallen. Die Biotopeigenständigkeit der Sandabgrabung wird insbesondere durch die Heuschrecken und die Wildbienen bestätigt. Die Carabidengemeinschaften weisen einerseits auf die zunehmende Ähnlichkeit des Artenspektrums im Verlauf der Untersuchungsperiode hin, andererseits wird wegen ihrer engen Biotopbindung und einer zu geringen naturräumlichen Biotopvernetzung der Wert der neu geschaffenen Sandabgrabung nicht genügend repräsentiert. Wenngleich die Sandabgrabung zur Zunahme an gefährdeten Wildbienenarten beigetragen hat, wird dennoch das anhand der Clusteranalyse erzielte Ergebnis in Bezug auf deren Bioindikatoreigenschaft relativiert.

## 5. Diskussion

• Die Erfassung der Flora mit Dauerquadraten und Gesamtaufnahmen zeigt, dass zwar Klassenkennarten der Sandfluren großflächig vertreten sind, die gewünschten Ziel- und Assoziationscharakterarten der Sandrasen (Silbergras, Bauernsenf, Sandstrohblume, Filzkräuter, Vogelfuß, Fetthenne) bislang, wenn überhaupt, dann nur in sehr geringem Umfang eingewandert sind. Auf der Sandabgrabung kann somit von einer Sandpionierflur mit einem erhöhten Anteil an gefährdeten Sand-, Pionier- und Magerrasenarten gesprochen werden.

• In den drei Biotopen konnten zehn in Bayern gefährdete Arten kartiert werden. Hiervon kommen fünf gefährdete Arten nur auf der Sandabgrabung vor. Die Bedeutung der Sandabgrabung für die gefährdeten Arten war schon in den ersten zwei Jahren nach der Entstehung erheblich. Die weitere Zunahme

der seltenen, gefährdeten Pflanzenarten war im 3. bis 5. Jahr eher gering

- In faunistischer Hinsicht konnten im Naturraum sehr viele seltene, darunter auch acht vom Aussterben bedrohte, und drei verschollene Tierarten festgestellt werden. Auf der neu geschaffenen Sandabgrabung wurde schon in den ersten drei Jahren eine starke Zunahme von thermophilen, seltenen und extrem seltenen Wildbienen- und Heuschreckenarten beobachtet, die sehr schnell über jener der benachbarten Biotope lag. Auf der Brache und der Streuobstwiese blieben die Verhältnisse des Auftretens gefährdeter Arten relativ konstant.

- Von den 62 festgestellten Laufkäferarten sind 11 gefährdet. Der Anteil seltener Laufkäfer ist auf der Sandabgrabung zum jetzigen Zeitpunkt (2003) eher gering. Eine geringfügig positive Tendenz der Zunahme ist aber erkennbar. Die Mobilität und damit die Besiedelungsgeschwindigkeit vieler stenöker Laufkäfer ist geringer als die von Heuschrecken oder Wildbienen. Folglich wird sich der Wert der Sandabgrabung für diese Artengruppe erst in den nächsten Jahren zeigen. Die 401 von mir vorgefundenen Laufkäferindividuen von gefährdeten Arten traten bislang mit einem beachtlich hohen Anteil (72 %, 288 Individuen) auf der Brache in der Übergangszone zur Umspananlage auf.

- Eine Nachuntersuchung nach weiteren 7-10 Jahren könnte klären, ob die Mobilität und damit die Besiedelungsgeschwindigkeit der stenöker Laufkäfer geringer als die von Heuschrecken oder Wildbienen ist.

- Nahezu expansiv hat sich auf der Sandabgrabung der Individuenreichtum einiger gefährdeter Heuschreckenarten entwickelt. Von den insgesamt vorgefundenen 416 Individuen von gefährdeten Arten sind 69 % der Individuen und sieben gefährdete Arten der Sandabgrabung zuzuordnen.

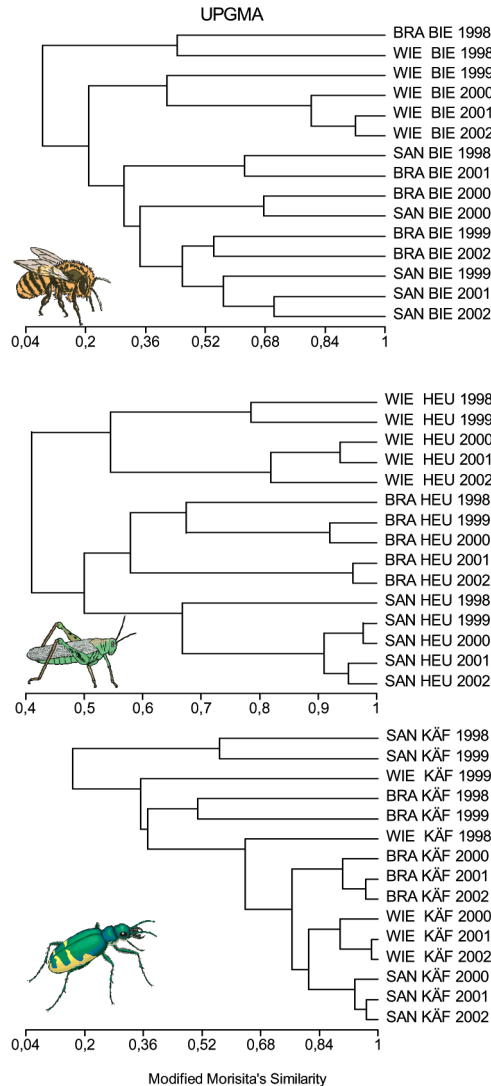
- Die Hymenopterenfauna ist im Untersuchungsgebiet mit 130 Wildbienenarten (64 RL-Arten) reichhaltig entwickelt. Auf der Sandabgrabung ist der hohe Individuenan-

teil (53 %) gefährdeter Arten und die hohe Artenanzahl (95 Arten, 41 RL-Arten) bedeutungsvoll. In dem Untersuchungszeitraum konnte eine kontinuierliche Artenzunahme auf der Sandabgrabung verzeichnet werden. Neben der Sandabgrabung sind die Wegrandgesellschaften wichtige Lebensräume für die Wildbienen.

- Der Vergleich der drei Tiergruppen zeigt eine unterschiedliche Besiedlungsstrategie. Letztendlich hat sich eine hohe faunistische Bedeutung der Sandabgrabung herausgestellt und diese übertrifft die floristische Relevanz.

- Insgesamt gesehen ist die Sandabgrabung ökologisch erheblich bedeutungsvoller als Wiesen oder Brachen, da im Naturraum derartig großflächige und gezielt periodisch gestörte Sandareale gar nicht mehr vertreten sind (Seltenheit des Biotoptyps). Bei den Wiesen oder Brachen beherbergen vorrangig die schmalen Übergangsbiosphären (Edge-Effekt, Wegsäume) zahlreiche Arten; sie stellen somit einen Ersatz für den verloren gegangenen Lebensraumtyp „Terrassenkiese und Sande“ dar. Ähnlich positive Ergebnisse bei Kiesgruben, die aber nicht auf einem methodisch-analytischen Vergleich schon zu Beginn der Primärsukzession beruhen, erzielten PLACHTER (1991), ZINTZ et al. (1993), RINGLER et al. (1995) und ZINTZ & RAHMANN (1997).

Für Laufkäfer stellen Kiesgruben nach GE-MEINHARDT (1999) und PLATT & HARTMANN (1996) relevante Lebensräume dar, innerhalb derer – wie auch in dieser Untersuchung – die Ruderalflächen die wertvollsten Standorte sind. Einen leicht erhöhten Anteil von Heuschreckenindividuen seltener Arten an Kiesgruben im Vergleich zum Umland finden WALLASCHEK (1999) und WANCURA (1996). Geradezu „Oasen“ sind Sandabgrabungen nach SCHWEITZER (2000) und RATHJEN (1996) für Wildbienen. Sie ermöglichen nach Ansicht der Autoren ein Überleben von ansonsten nicht mehr anzutreffenden Arten. DREWES (1998) entdeckt in Sandabgrabungen nahe



**Abb. 5:** Entwicklung der Ähnlichkeit der untersuchten Gruppen in den drei Biototypen (Clusteranalyse). BRA = Brache, WIE = Wiese, SAN = Sandabgrabung, BIE = Bienen, HEU = Heuschrecken, KÄF = Käfer.

**Fig. 5:** Development of the similarity of the animals considered in the three types of biotopes as revealed by cluster analysis. BRA = fallow land, WIE = meadow, SAN = sand area, BIE = wild bees, HEU = grasshoppers, KÄF = carabid beetles.

Hamburg 105 Wildbienenarten und möchte Sandabgrabungen deshalb mit dem Sonderstatus „Artenschutzgebiet“ oder „Naturlehrpfad“ versehen. Einige Autoren bemerken, dass die Wertigkeit des Areals dann steigt, wenn solche Abgrabungsstellen in enger Ver-

netzung mit weiteren Sandbiotopen stehen (Maximalabstand 3 km) und eine Mindestgröße von 1 ha besitzen (ZINTZ et al. 1993, RINGLER et al. 1995). PLACHTER (1991) betont, dass ein erheblicher Teil des Habitat-Spektrums in Sandgruben primären Lebensräu-

men an Fließgewässern gleicht. Bereits nach kurzer Entwicklungszeit beherbergen sie einen erheblichen Teil des spezifischen Floren- und Faunenbestandes von primären und älteren sekundären Sandmagerrasen.

### Planungsrelevante Hinweise

- **Pflege der Sandabgrabung:** Die faunistischen Ergebnisse des Monitoring sprechen für eine Erhaltung des erreichten Sukzessionsstadiums zur Erhaltung der Vegetation als Pionier-, Sand- und Ackerwildkrautflur. Ausgegangen wird hierbei davon, dass viele Besiedler von Pionier-, Ackerwildkraut- und Sandfluren als Arten von unregelmäßig genutzten Äckern angesprochen werden können. Die Existenz der Arten ist auf eine Umlagerungsdynamik angewiesen, bei der sie gelegentlich übersandet werden oder aber der Sand vom Wurzelwerk entfernt wird. Dies entspricht auch der historischen Lebensraumdynamik auf den Binnendünen und den temporären Sandbänken des Mains. Es nützt vielen Sandpflanzen, wenn sie gelockert werden (SCHWARZWÄLDER 1999, 2000). Voraussichtlich wird somit die festgesetzte Pflegeform „Grubbern und Eggen im 3-Jahres-Turnus“ mittelfristig eine Erhaltung der etablierten Flora gewährleisten, langfristig sogar durch Effekte wie Nährstoffauswaschung und Ansiedlung anemochorer Arten zu einer Optimierung der floristischen Konstellation beitragen (Abb. 1d).

Die landwirtschaftlich nutzbaren Wiesenflächen werden gemäht, die nicht nutzbaren und leicht verbuschten Wiesenflächen werden gemulcht. Das Mulchen erweist sich, soweit keine Pflege mit Schafen oder Ziegen möglich ist, oft als die gut durchzuführende Methode. Es entfällt die aufwendige Mähgutentsorgung. Die Wiesenstruktur sowie das standorttypische Artenspektrum bleiben weitgehend erhalten und es findet eine geringe aber kontinuierliche Aushagerung des Standortes statt. Somit ist das Mulchen zum Ziel der Erhaltung der Vegetationsstruktur bei

ökologisch weniger wertvollen Wiesenflächen vertretbar (Schwarzwälder 1999, 2000).

- Die Strukturierung und Modellierung eines neu geschaffenen, großen Sandareals ist vorwiegend landschaftsästhetischer Natur und bei siedlungsnahen Flächen zu empfehlen, da dies die Akzeptanz bei der Bevölkerung fördert. Aus ökologischen Gründen sind keine Bepflanzungsmaßnahmen nötig, da sich die Fläche im Laufe der Sukzession strukturiert.

- Je größer die Sandabgrabung (Optimum 1,5 ha) und je höher der regionale Reichtum thermophiler Arten ist (Besiedlungspotenzial, Diasporenvorrat), desto höher ist der Effekt der Maßnahme.

- Im übertragenen Sinne lassen sich die Ergebnisse der Untersuchung auch auf die Renaturierung (Ansaat, Begrünung) von Abbaugruben, Truppenübungsplätzen, Böschungen, Schüttungen (Autobahn-, ICE-Trassen) übertragen. Diese ist aus der Sicht des Naturschutzes zu unterbinden.

- Die Ergebnisse des Monitoringprojektes unterstreichen die Bedeutung von gezielten Naturschutzmaßnahmen zur Wahrung des regionalen Artenpools. Die Maßnahme war wichtig, da die Sandabgrabung einen stark reduzierten Lebensraumtyp ersetzt.

### Danksagung

Die hier vorgelegten Ergebnisse sind Teil eines Gutachtens für die RWE Transportnetz Strom GmbH. Der RWE sei an dieser Stelle gedankt. Für die kritische Durchsicht und konstruktive Anregungen zum Manuskript sowie für die Determination der Wildbienen bedanke ich mich bei Klaus MANDERY. Revisionen übernahmen Peter SCHÜLE (Laufkäfer), Manfred PERSOHN (Laufkäfer), Reinhold TREIBER (Heuschrecken) und Mitglieder der BVNH (Pflanzen). Für die kooperative Zusammenarbeit sei Herrn Dirk UTHNER (RWE Transportnetz Strom GmbH) und Herrn Uwe KLÖSSNER (Landratsamt Aschaffenburg) herzlich gedankt.

## Literatur

- ADE, A. (1942): Die Pflanzenwelt des Kahlgebietes und der Umgebung von Heigenbrücken. Beiträge zur Flora und Fauna Aschaffenburgs und seiner Umgebung 3: 1-57.
- BAUER, H.-J. (1987): Renaturierung oder Rekultivierung von Abgrabungsbereichen? Illusion und Wirklichkeit. S.10-21 in: LÖLF (Hrsg.): Seminarberichte Naturschutzzentrum NRW, Recklinghausen.
- DREWES, B. (1998): Zur Besiedlung einer Kiesgrube im Landkreis Stade durch Grabwespen, Wildbienen und weitere aculeate Hymenopteren (Hymenoptera: Aculeata). Naturkundliche Mitteilungen aus Nordwestdeutschland 1: 45-68.
- DROSCHMEISTER, R., & BOYE, P. (2000): Ziele und Arbeiten des Bundesamtes für Naturschutz im Tierartenschutz und Tierartenmonitoring. Die Vogelwelt 121: 229-232.
- EHRENDORFER, F. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas (2. Auflage). Gustav Fischer; Stuttgart.
- FREUDE, H. (1976): 1. Familie. Carabidae. S.1-302 In: FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas. Bd. 2. Goecke & Evers; Krefeld.
- GEMEINHARDT, M. (1999): Die Laufkäferfauna (Coleoptera, Carabidae) des Kiesabbaugebietes nördlich von Erfurt. Thüringer faunistische Abhandlungen 6: 127-144.
- HORSTKOTTE, J., LORENZ, W., & WENDLER A. (1994): Heuschrecken. Bestimmung, Verbreitung, Lebensräume und Gefährdung aller in Deutschland vorkommenden Arten. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung; Hamburg.
- HOZAK, R. (1997): Erfolgskontrolle und Biomonitoring im Naturschutz. Jahrbuch Naturschutz in Hessen 2: 57-62.
- KOEPPEL, C. (1995): Kiesgruben - ein Ersatz für Flussauen? Vergleich von Primär- und Sekundärbiotop und Forderungen an Kiesabbau. Naturschutz und Landschaftsplanung 27: 7-11.
- KOVACH COMPUTING SYSTEM (KCS) (1999): Users manual. Kovach Computing Services; Wales.
- KREBS, C.J. (1998): Ecological methodology. Menlo Park; Kalifornien.
- KRUMMENACHER, E. (1999): Von der Abbaustelle zum Biotop: Lebendige Vielfalt in Kiesgruben und Steinbrüchen. Ornis: Vögel, Natur, Umwelt 6: 4-8.
- LONDO, G. (1976): The decimal scale for relevés of permanent quadrats. Vegetatio 33: 61-64.
- MANDERY, K. (2001): Die Bienen und Wespen Frankens. Bund Naturschutz Forschung 5: 1-287.
- MVSP (1999): Multivariate Statistical Package. Version 3.1. Kovach Computing Services; Wales.
- PEADENHAUER, J., & BUCHWALD, R. (1987): Anlage und Aufnahme einer geobotanischen Dauerbeobachtungsfläche im Naturschutzgebiet Echninger Lohe, Landkreis Freising. Bayerische Akademie Naturschutz Landschaftspflege 11: 9-26.
- PLACHTER, H. (1991): Biologische Dauerbeobachtung in Naturschutz und Landschaftspflege. Laufener Seminarbeiträge 7: 7-29.
- PLATT, H., & HARTMANN, M. (1996): Die Laufkäfer des Werra-Ufers, der angrenzenden Kiesgruben und des ehemaligen Grenzstreifens von der Adolfsburg zum Töpferberg bei Treffurt (Wartburgkreis) (Coleoptera, Carabidae). Thüringer faunistische Abhandlungen 3: 152-156.
- RATHJEN, H. (1996): Beitrag zur Wildbienenfauna des Kreises Steinburg (Schleswig-Holstein): 1. Ergebnisse einer Untersuchung in einer stillgelegten Kiesgrube. Faunistische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland 3: 21-22.
- RINGLER, A., HUIS, G., & SCHWAB, U. (1995): Lebensraumtyp Kies-, Sand- und Tongruben. Landschaftspflegekonzept Bayern. Bayerische Akademie Naturschutz Landschaftspflege II 18: 1-202.
- ROTHMALER, W. (1983): Exkursionsflora, Bd. 1-4. Volkseigener Verlag; Berlin.
- SCHWARZWÄLDER, S. (1999): Ökosystemare Auswirkungen von Pflegemaßnahmen auf Freileitungstrassen; Möglichkeiten und Grenzen der Sukzessionslenkung. Karlsruher Berichte zur Geographie und Geoökologie 12: 1-123.
- SCHWARZWÄLDER, S. (2000): Ökologische Bedeutung von Pflegemaßnahmen auf Energieleitungstrassen – Wert und Entwicklungsmöglichkeiten trassengeprägter Biotope. Karlsruher Schriften zur Geographie und Geoökologie 12: 1-134.
- SCHWEITZER, L. (2000): Zur Kenntnis der Wildbienen (Apoidea) im Landkreis Peine: bemerkenswerte Funde in aufgelassenen Sand- und Kiesgruben. Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens 53: 74-78.

STICKROTH, H., SCHMITT, G., & ACHTZIGER, R. (2003): Konzept für ein naturschutzorientiertes Tierartenmonitoring - am Beispiel der Vogelfauna. *Angewandte Landschaftsökologie* 50: 1-397.

STMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (1993): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. Neubert; Bayreuth.

STMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (1996): Rote Liste gefährdeter Tiere in Bayern. Manz AG; München.

TABULA (2004): Version 5.0; www.tabula.de.

TRAUTNER, J., & MÜLLER-MOTZFELD, G. (1995): Faunistisch-ökologischer Bearbeitungsstand, Gefährdung und Checkliste der Laufkäfer. Eine Übersicht für die Bundesländer Deutschlands. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 27: 96-105.

VEREINIGUNG HESSISCHER ÖKOLOGEN (VHÖ) (1996): Leitfaden-Ökologische Leistungen - für Gutachten und umweltrelevante Planungen. Selbstverlag der VHÖ; Pohlheim.

VEREINIGUNG UMWELTWEISS. BERUFSVERBÄNDE DEUTSCHLANDS (VUBD) (1994): Handbuch landschaftsökologischer Leistungen. Selbstverlag der VUBD; Erlangen.

WALLASCHEK, M. (1999): Zur Geradflüglerfauna (Orthoptera) einiger Altkiesgruben und Trockenbiotope im Raum Kloetze, Altmark. *Entomologische Mitt. Sachsen-Anhalt* 7: 22-33.

WANCURA, R. (1996): Faunistisch ökologische Untersuchungen der Heuschrecken (Orthoptera) in mittelbadischen, rheinnahen Kiesgruben. Diplomarbeit FB Biologie; Universität Tübingen.

ZINTZ, K., & RAHMANN, H. (1997): Naturschutzgerechtes Handlungskonzept für kleinere Kiesgruben. *Abbau von Bodenschätzen und Wiederherstellung der Landschaft* 1: 133-151.

ZINTZ, K., ROTHMUND, D., & RAHMANN, H. (1983): Kiesgruben im Voralpenland - Schützenswerte Ersatzlebensräume? *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 22: 273-277.

Dr. Stefan Schwarzwälder  
 Steingrundweg 7  
 D-60528 Frankfurt am Main,  
 E-Mail: Schwarzwaelder@em.uni-frankfurt.de

**Tab. 1a und b:** (a) Anzahl und Status der in den verschiedenen Biotoptypen von 1998-2002 gefangenen Laufkäfer, Wildbienen und Heuschrecken. (Sa = Sandabgrabung, Br = Brache, St = Streuobstwiese, R = Rote Liste Status Bayern) und (b) statistische Auswertung.

**Table 1a and b:** (a) Number and degree of endangering of the carabids, wild bees and grasshoppers captured from 1998-2002 in the different types of biotopes. (Sa = sand area, Br = fallow land, St = meadow orchard, R = Red Data Book of Bavaria) and (b) statistical analysis.

Biototyp	R	Sa					Br					St					
		98	99	00	01	02	98	99	00	01	02	98	99	00	01	02	
<b>Laufkäfer</b>																	
<i>Abax ovalis</i> (Duftschmid, 1812)																1	
<i>Abax parallelepipedus</i> (Piller, 1783)			1						2	2	6	2	1	1	1		
<i>Agonum sexpunctatum</i> (Linnaeus, 1758)	1						1										
<i>Amara aenea</i> (Degener, 1774)				4	2		2	2	1	1					1		
<i>Amara apricaria</i> (Paykull, 1790)			1	4	9												
<i>Amara aulica</i> (Panzer, 1797)							1	2	3								
<i>Amara bifrons</i> (Gyllenhal, 1810)	4	3	10	9	1		1	6	1	1	3	3					
<i>Amara convexior</i> Stephens, 1828				1			4	6	1	1	1	4					
<i>Amara communis</i> (Panzer, 1797)				1	1		4	6	1	3	1	4					
<i>Amara equestris</i> (Duftschmid, 1812)	5								3		5						
<i>Amara eurynota</i> (Panzer, 1797)							2	4									
<i>Amara familiaris</i> (Duftschmid, 1812)					1					1							
<i>Amara lunicollis</i> Schiödt, 1837	3			12	8		5	28	36	84	36	4	8	11	7		
<i>Amara ovata</i> (Fabricius, 1792)							3										
<i>Amara plebeja</i> (Gyllenhal, 1810)	8						8							9	1	1	
<i>Amara tibialis</i> (Paykull, 1798)			2		4	1		2		2							
<i>Amara tricuspidata</i> Dejean, 1831	3						1										
<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787)								2									
<i>Badister bipustulatus</i> (Schränk, 1798)							6		25	2		1	9				
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	1			1	12		4	26	77	37	1						
<i>Bembidion tetracolum</i> Say, 1823	136	4					12	8	1								
<i>Calathus ambiguus</i> (Paykull, 1790)				6	2												
<i>Calathus erratus</i> (Sahlberg, 1827)				24	12	6			3	1							
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)				6	23	63	21		12	7	14	8	2		11	21	11
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)				4	12	12	2		4	11	16	9	2	1	4	8	4
<i>Carabus nemoralis</i> Müller, 1764							5	1					1	4	6	3	







Tab. 1a: Fortsetzung.  
Table 1a: continued.

Biotoptyp	R	Sa					Br					St				
		98	99	00	01	02	98	99	00	01	02	98	99	00	01	02
<i>Sphecodes ephippius</i> (Linnaeus, 1767)				15	14	8			2	1	2			1		1
<i>Sphecodes ferruginatus</i> von Hagens, 1882						1										
<i>Sphecodes geoffrellus</i> (Kirby, 1802)			1													
<i>Sphecodes gibbus</i> (Linnaeus, 1758)				1	1	1	1									
<i>Sphecodes longulus</i> von Hagens, 1882						1										
<i>Sphecodes marginatus</i> von Hagens, 1882			1	4	2											
<i>Sphecodes monilicornis</i> (Kirby, 1802)		1	3	5	1	1		1	1	1			1			
<i>Sphecodes reticulatus</i> Thomson, 1870	3					2										
<i>Xylocopa violacea</i> (Linnaeus, 1758)	1												1			
<b>Heuschrecken</b>																
<i>Chorthippus albomarginatus</i> (de Geer, 1773)	5												4	2		1
<i>Chorthippus brunneus</i> (Thunberg, 1815)	7	11	28	38	29		8	4	14	12			8	4	8	17
<i>Chorthippus parallelus</i> (Setter, 1821)			3	1	5	5	2	3	1	1			5	3	16	10
<i>Chorthippus vagans</i> (Eversman, 1848)	3		3	1		1	2						5			1
<i>Chorthippus dorsatus</i> (Zetterstedt, 1821)	5	2	3		2											
<i>Conocephalus discolor</i> Thunberg, 1815	5				1	4	1	6	4				2	1		
<i>Gryllus campestris</i> Linnaeus, 1758	3		12	23	34	22				2	1	2				
<i>Metrioptera brachyptera</i> (Linnaeus, 1768)					2	2				2	1	2			2	2
<i>Metrioptera roeseli</i> (Hagenbach, 1822)					2		3	1					8	4		
<i>Nemobius sylvestris</i> (Bosc, 1792)	1				3	4	1	3	2	1	1		2			
<i>Oecanthus pellucens</i> (Scopoli, 1763)	1				2	5		2	1		1					
<i>Oedipoda caerulescens</i> (Linnaeus, 1758)	2	2	14	31	42	40		2	1	5	3		3			1
<i>Phaneroptera falcata</i> (Poda, 1761)	5				32	12	3	4	3	23	17		1		3	12
<i>Platycleis albopunctata</i> (Goeze, 1778)	3												1			
<i>Tetrix tenuicornis</i> (Sahlberg, 1893)	3	7	7	11	12		11	7	7	5	9					
<i>Tettigonia cantans</i> (Fuessely, 1775)					2						2		5			1
<i>Tettigonia viridissima</i> Linnaeus, 1758										1			3	1	2	4

Tab. 1b: Statistische Auswertung.  
Table 1b: Statistical analysis.

Jahr	Sa					Br					St				
	1998	1999	2000	2001	2002	1998	1999	2000	2001	2002	1998	1999	2000	2001	2002
<b>Laufkäfer</b>															
RL Artenanzahl	5	2	2	3	4	4	4	7	6	6	3	0	0	0	0
RL Individuensumme	67	3	5	10	19	8	23	140	68	49	9	0	0	0	0
Simpson-Index	6,62	5,50	5,75	5,27	5,48	18,29	17,56	10,19	7,46	5,64	9,57	6,18	3,44	4,17	4,40
Brillouin-Evenness	0,70	0,72	0,74	0,68	0,69	0,93	0,88	0,76	0,74	0,72	0,90	0,88	0,67	0,75	0,81
Dominanz-Index	22,90	28	34,35	34,51	36,1	12,15	12,61	19,46	28,38	35,3	23,81	33,33	51,38	40,86	37,2
Artenanzahl	20	16	18	26	23	24	32	35	29	21	14	7	13	9	7
Individuensumme	428	214	230	255	183	107	222	442	296	221	63	15	109	93	43
<b>Wildbienen</b>															
RL Artenanzahl	11	10	16	16	22	11	6	10	15	17	13	13	12	10	10
RL Individuensumme	17	17	59	64	99	20	6	28	30	22	31	20	26	18	24
Simpson-Index	12,42	23,1	17,50	18,45	21,95	14,64	8,63	25,51	28,59	11,56	18,96	37	5,42	4,95	4,21
Brillouin-Evenness	0,89	0,91	0,87	0,86	0,86	0,91	0,85	0,91	0,93	0,84	0,93	0,98	0,68	0,74	0,68
Dominanz-Index	24,39	11,29	16,48	16,28	12,77	19,51	33,33	11,58	9,84	22,86	19,15	10,81	36,23	43,64	47,46
Artenanzahl	19	30	42	45	59	19	19	40	33	29	23	24	28	19	26
Individuensumme	41	62	182	172	274	41	36	95	61	70	47	37	138	55	118
<b>Heuschrecken</b>															
RL Artenanzahl	1	3	4	6	6	3	6	4	3	4	5	2	2	2	3
RL Individuensumme	2	28	60	112	85	5	18	9	29	23	14	4	4	13	10
Simpson-Index	3,12	4,42	4,22	5,29	6,1	4,23	10,38	8,13	3,78	4,64	9,21	8,50	3,24	3,78	4,1
Brillouin-Evenness	0,82	0,92	0,80	0,73	0,81	0,80	0,93	0,91	0,71	0,77	0,93	0,96	0,75	0,76	0,75
Dominanz-Index	53,85	30,43	31,63	24,85	28,8	44	19,51	26,92	43,40	35,4	18,60	22,22	50	42,86	40,5
Artenanzahl	4	5	7	12	12	7	12	9	9	9	10	7	6	7	8
Individuensumme	13	46	98	169	139	25	41	26	53	48	43	18	32	49	42

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologie heute](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Schwarzwälder Stefan

Artikel/Article: [Entomologische Bedeutung von neu geschaffenen Sandabgrabungen Beispiel einer Kompensationsfläche nahe Dettingen \(Unterfranken, Bayern\). Entomological Relevance of Created Sandy Areas for Nature An Example of a Compensation Area near Dettingen \(Unterfranken, Bavaria\) 217-234](#)