©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

FACH BERICHTE

DES NÖ LANDSCHAFTSFONDS NR. 6/97

Heinz Wiesbauer & Karl Mazzucco
Mitarbeit: Luise Schratt-Ehrendorfer

DÜNEN IN NIEDERÖSTERREICH

Ökologie und Kulturgeschichte eines bemerkenswerten Landschaftselementes

NÖ Landesregierung
Abteilung Naturschutz

DER LANDSCHAFTSFONDS

Umweltbundesamt

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Impressum:

Fachbericht Nr. 6/97, ISBN 3-901542-10-8
Eigentümer und Herausgeber: Amt der NÖ Landesregierung, Naturschutzabteilung
Unterstützung: Umweltbundesamt
Alle Rechte vorbehalten, Copyright ©, St. Pölten 1997
Für den Inhalt verantwortlich: Dr. Erwin Neumeister
Gestaltung & Layout: DI Wolfgang Gerlich
Lektorat: Dr. E. Buchner
Druck: Gugler, 3390 Melk

Autoren:
DI Heinz Wiesbauer: Kapitel 1 bis 6.2, 8, 9 und sämtl. Fotos
Dr. Karl Mazzucco: Kapitel 7
Dr. Luise Schratt-Ehrendorfer: Kapitel 6.3, 6.4

Bezugsadressen:
Niederösterreichischer
Landschaftsfonds/Naturschutzabteilung,
Landhausplatz 1, Haus 16, 3109 St. Pölten
Tel.: 02742/200-5238
Umweltbundesamt/Bibliothek
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien
Tel.: 01/31 304-5550

Preis: ÖS 100.-

DER LANDSCHAFTSFONDS

NÖ Landesregierung
Abteilung Naturschutz

Umweltbundesamt

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Inhaltsverzeichnis

1	**Einleitung**	**4**
2	**Entstehung der Dünen- und Flugsandgebiete**	**5**
3	**Dünen- und Flugsandgebiete in Niederösterreich**	**7**
4	**Historische Betrachtung des Nutzungswandels**	**9**
4.1	Rodungen und ackerbauliche Nutzung	9
4.2	Stabilisierungsversuche unter Maria Theresia	9
4.3	Maßnahmen im 19. und 20. Jahrhundert	11
4.4	Bilanzierung des Rückganges offener Sandflächen im Marchfeld	13
5	**Charakteristik von Dünenstandorten**	**16**
5.1	Eigenschaften des Flugsandes	16
5.1.1	Physikalische Eigenschaften	16
5.1.2	Chemische Eigenschaften	18
5.2	Morphologie der Dünen	18
5.3	Klima im östlichen Weinviertel	21
6	**Vegetation der Sanddünen**	**23**
6.1	Anpassungen typischer Sandpflanzen	23
6.2	Sukzession	25
6.2.1	Charakteristische Pflanzengesellschaften pannonischer Sanddünen	26
6.2.2	Endstadium der Vegetationsentwicklung	30
6.3	Vegetation ausgewählter Sandgebiete	32
6.3.1	Dünen der Gänserndorfer Terrasse	32
6.3.2	Dünen der Praterterrasse	36
6.3.3	Dünen der Marchniederung	36
6.4	Gefährdungsgrad charakteristischer Sandarten	42
7.	**Tierwelt der Sanddünen**	**43**
7.1	Sanddünen als Lebensraum für Tiere	43
7.1.1	Mikroklima	43
7.1.2	Substrateigenschaften	44
7.1.3	Pflanzendeckung	44
7.2	Anpassungen tierischer Lebewesen an Sandlebensräume	45
7.2.1	Anpassung an Substrateigenschaften	45
7.2.2	Anpassung an das Mikroklima	48
7.3	Zusammensetzung und Herkunft der heimischen Sanddünenfauna	50
7.3.1	Zusammensetzung	50
7.3.2	Herkunft	52
7.4	Fauna der niederösterreichischen Sanddünen am Beispiel der Stechimmen	53
7.4.1	Drösing - „In den Sandbergen“	53
7.4.2	Weikendorf - Sandberge im Brunnfeld	62
7.4.3	Weiden a.d.M. - Naturschutzgebiet „Sandberge Oberweiden“	65
7.4.4	Lassee - „Erdpreßhöhe“	66
7.4.5	Vergleich zwischen den untersuchten Gebieten	67
7.4.6	Vergleich mit den Sanddünen von Fülöpháza/Ungarn	69
7.5	Bedrohung der Gebiete	70
8	**Aktuelle Gefährdung der Dünen**	**71**
8.1	Forstwirtschaftliche Nutzung	71
8.2	Landwirtschaftliche Nutzung	73
8.3	Erholungsnutzung	73
8.4	Sandabbau	74
8.5	Fehlende Dynamik	75
8.6	Isolation der Gebiete	75
9	**Wege zur Erhaltung**	**76**
10	**Danksagung**	**80**
11	**Zusammenfassung, Summary**	**81**
12	**Literatur**	**85**

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

1 Einleitung

Wenn wir das Wort Düne hören, so denken wir zunächst an die Küstenlandschaften der Nord- und Ostsee oder an die Wüsten Afrikas, an den gelben Sand und die karge Vegetation, an Beduinen, die mit ihren Kamelen durch unwirtliche Wüstengebiete ziehen. Daß es aber auch in unserer Kulturlandschaft Dünen gab bzw. in einigen Bereichen noch gibt, löst bei den meisten große Verwunderung aus.

Die Dünen Niederösterreichs wanderten nicht immer, sondern waren lange Zeit durch die natürliche Vegetationsdecke gebunden. Erst im Zuge großflächiger Rodungen und der anschließenden ackerbaulichen Nutzung wurden die späteiszeitlichen und nacheiszeitlichen Sandaufwehungen des Marchfeldes wieder mobil. Waren offene und vegetationsarme Sandstandorte Ende des 18. Jahrhunderts noch großflächig ausgebildet, so reduzierte sich ihre Fläche durch Aufforstungen und intensive Landnutzung auf wenige Hektar.

Da die Flugsande heute durch eine geschlossene Vegetationsdecke geschützt sind, können sie nicht mehr vom Wind umgelagert werden. Der menschlichen Nutzung ist es zu verdanken, daß kleinräumig noch einige offene Sandflächen erhalten geblieben sind, die die letzten Lebensräume sandliebender Tier- und Pflanzenarten bilden. Aufgrund der dramatischen Abnahme von Pionierstandorten auf Sand sind diese Arten in unserer Kulturlandschaft stark gefährdet.

Die Ziele dieser Studie sind breit angelegt: Zum einen soll der Rückgang von Sandlebensräumen in Niederösterreich vor dem Hintergrund der land- und forstwirtschaftlichen Entwicklung deutlich gemacht werden. Zum anderen wird die naturräumliche Bedeutung der Sanddünen anhand faunistischer und vegetationsökologischer Untersuchungen dargestellt. Auf dieser Basis und anhand historischer Vergleiche lassen sich Leitbilder für die Pflege der Dünen ableiten. Die rasche Umsetzung entsprechender Maßnahmen soll dazu beitragen, daß die charakteristische Tier- und Pflanzenwelt der Sanddünen Niederösterreichs langfristig erhalten werden kann.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

2 Entstehung der Dünen- und Flugsandgebiete

Die Dünen- und Flugsandbereiche Niederösterreichs sind - in geologischen Zeiträumen gemessen - vergleichsweise jung. Sie wurden erst während der letzten Eiszeit und zu Beginn des Postglazials aufgeweht. Das rauhe Klima, die geringe Vegetationsbedeckung und ausgedehnte Feinsedimentablagerungen im Bereich der Flüsse spielten bei diesem Prozeß eine entscheidende Rolle.

Am Höhepunkt der letzten Eiszeit vor rund 20.000 Jahren waren große Teile Mitteleuropas vergletschert oder eine weitgehend baumfreie Tundra. Da der Wasserrückhalt durch die Vegetation äußerst gering war, schwankte der Abfluß der Fließgewässer sehr stark (vgl. KÜSTLER 1995). Bei kalter und trockener Witterung wurden die Flüsse zu Rinnsalen, bei Tauwetter und Regen traten sie aus den Ufern und überfluteten die Täler. Schon geringe Niederschläge führten zu großflächigen Überschwemmungen.

Die Flüsse transportierten riesige Geröllmassen, die infolge der Umlagerungen allmählich zerrieben wurden. In Abhängigkeit von der Schleppkraft des Wassers lagerten sich in den tieferen Gerinneteilen vorwiegend größere Steine und Kies ab, in den höher gelegenen Bereichen auch Sand und Schluff. Bei fallender Wasserführung kamen ausgedehnte Kies- und Sandbänke zum Vorschein, deren Oberfläche nicht oder nur spärlich bewachsen war. Hier konnte der Wind große Feinsedimentmengen aufwirbeln und verblasen. Während Schluff und Feinsand oft über weitere Strecken transportiert wurden ehe sie sedimentierten und sich allmählich zu Löß mit hohem Karbonatgehalt

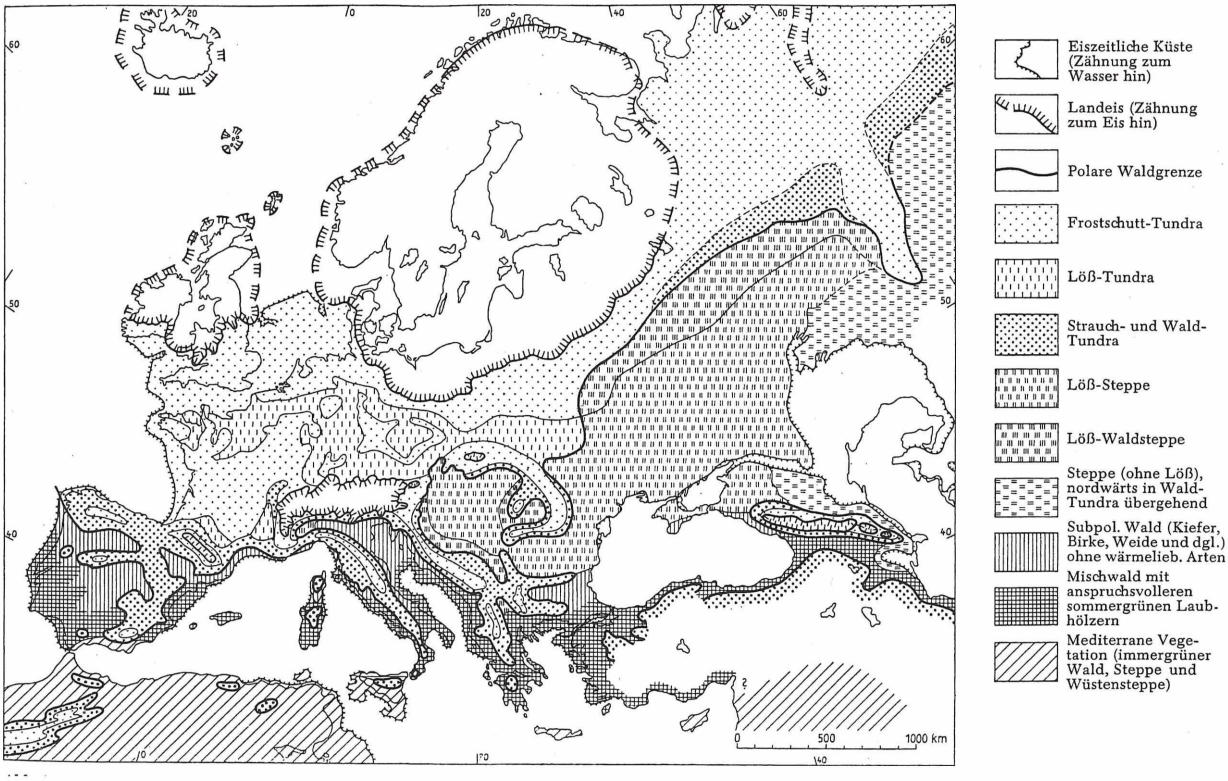


Abb. 2.1: Klimazonen Europas in der Würm-Eiszeit (WOLDSTEDT 1954)

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

entwickelt haben, lagerten sich die grobkörnigeren Sandfraktionen zumeist schon im näheren Flußumland ab. Da zunächst eine schützende Vegetation fehlte, wurden die Sande bei stärkerem Wind immer wieder umgelagert und zu Dünen akkumuliert. Erhebliche Mengen an Flugsanden wurden auch in der baumfreien Tundra mobil, insbesondere dort, wo frostempfindliches Gestein einer starken Verwitterung ausgesetzt war.

Vor etwa 10.000 Jahren änderte sich das Klima Mitteleuropas grundlegend. Sowohl die mittlere Temperatur als auch der Niederschlag erhöhten sich deutlich. Dies hatte zur Folge, daß die Vegetationsbedeckung zunahm und die Baumgrenze sich allmählich nach oben verlagerte.

In dem Maße, wie sich Pflanzen auf den offenen Sandflächen ausbreiten konnten, wurden die Dünen stabilisiert. Auf die Pionierarten folgten ausdauernde Pflanzen und schließlich Gehölze. Bei günstiger Wasserversorgung endete die Sukzession zumeist mit einem Waldbestand (z. B. Waldsteppe). Dieser bot gegen die Winderosion ausreichend Schutz, so daß die Wanderdünen lange Zeit an einem Ort verharrten.

Mit zunehmender Vegetationsbedeckung konnten sich Dünen nur mehr kleinräumig in der Nähe größerer Flüsse bilden. Ihre Mobilität war jedoch eingeschränkt, da sie infolge der Klimaänderung schon nach kurzer Zeit bewachsen waren.

Erst als der Mensch in dieses System eingriff und die Wälder, beginnend mit der Jungsteinzeit, in größerem Ausmaß aber erst ab dem Frühmittelalter, rodete, setzte die Winderosion erneut ein. Die Dünen wurden wieder instabil und begannen zu wandern. Den heftigen Winden östlich von Wien ist es zuzuschreiben, daß die landwirtschaftlichen Erträge immer geringer wurden, da die nährstoffreichen Bestandteile des Bodens ausgeweht wurden. In älteren Berichten über das Marchfeld wird der Raum zwischen Oberweiden, Weikendorf und Obersiebenbrunn vielfach sogar mit einer Wüste verglichen.

Im 18. Jahrhundert wurde damit begonnen, die Dünen zu stabilisieren (vgl. Kap. 4). Indem die Windgeschwindigkeit in der bodennahen Zone durch vegetabile Maßnahmen reduziert wurde, nahm der Bodenabtrag deutlich ab. Heute ist die Dynamik der Dünen so weit eingeschränkt, daß keine Verlagerungen mehr stattfinden können. Die geänderten Standortverhältnisse haben zu weitreichenden Veränderungen der charakteristischen Lebensgemeinschaften geführt (vgl. Kap. 5, 6 und 7).

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

3 Dünen- und Flugsandgebiete in Niederösterreich

Binnendünen sind vorwiegend im Nahbereich größerer Flüsse entstanden (vgl. Kap. 2). Voraussetzung waren ausgedehnte Feinsedimentablagerungen, von denen Sand auf die angrenzenden Bereiche ausgeblasen werden konnte. Innerhalb Österreichs sind Dünen nur kleinräumig ausgebildet und stellen eine naturräumliche Besonderheit ersten Ranges dar. Lediglich im östlichen Niederösterreich und im nördlichen Burgenland gibt es solche Sandakkumulationen.

Das Flugsandgebiet Niederösterreichs beginnt unweit der Stadtgrenze von Wien und reicht bis an die March. Die Substratmächtigkeit wechselt hier kleinräumig, da der Sand in einigen Bereichen über lange Zeiträume erodiert („Deflationspflaster") und andernorts abgelagert wurde. Die Dünen nehmen nur einen geringen Teil dieser etwa 40 km langen und im Marchfeld 5-8 km breiten Zone ein und bedecken eine Fläche von etwa 25-30 km². Davon entfallen auf die Gänserndorfer Terrasse rund 60 %, auf die Praterterrasse 30 % und auf die Marchniederung 10 %.

FINK (1955) weist Anfang der 50er Jahre im Rahmen von Felderhebungen alleine auf der Gänserndorfer Terrasse und der Praterterrasse etwa 80 Dünen aus. Der Großteil dieser äolischen Landmarken wurde jedoch in der Zwischenzeit im Zuge von „Geländekorrekturen" eingeebnet.

Der Charakter ehemals unfruchtbarer Gebiete hat sich im letzten Jahrhundert stark verändert: War es früher im östlichen Marchfeld typisch, daß feuchte Standorte mit extrem trockenen auf engem Raum wechselten, so herrschen heute beinahe überall gleichartige Voraussetzungen für eine intensive Landnutzung. Charakteristische Landschaftsele-

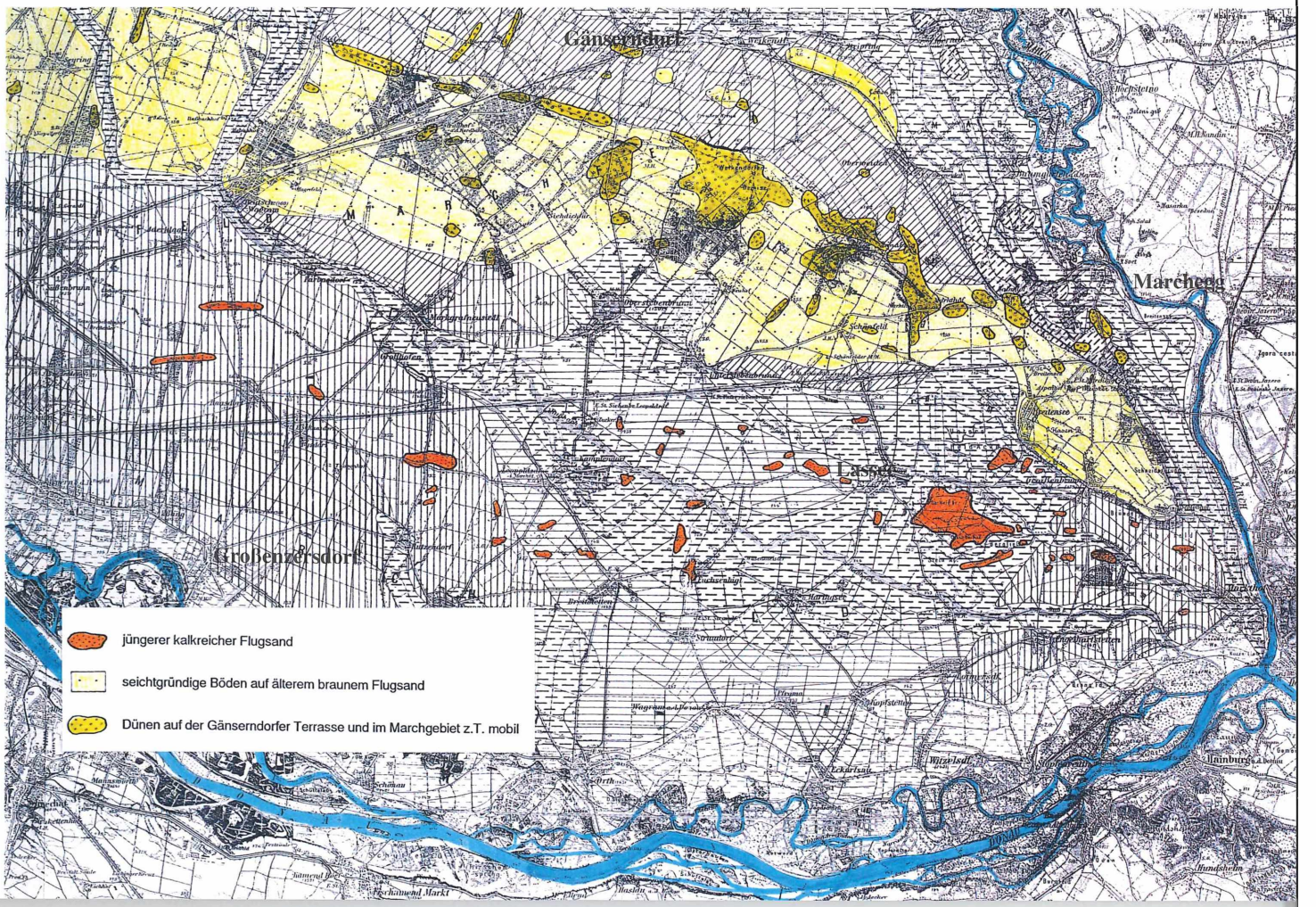


Abb. 3.1: Flugsand- und Dünengebiete im Marchfeld (FINK 1955)

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

mente wie Dünen und Salzstandorte sind dabei aus der Landschaft eliminiert worden.

Aufgrund der morphologischen Gegebenheiten und der Bodengenese ist es möglich, die Flugsande Niederösterreichs zeitlich grob einzuordnen. Die Gänserndorfer Terrasse wird teilweise von glazialen Flugsanden bedeckt. Die größten Erhebungen befinden sich im Bereich von Oberweiden, der Weikendorfer Remise und dem Gut Zuckermantel. Auf der Praterterrasse und in der Marchniederung sind kleinräumig postglaziale Flugsande zu finden (vgl. FINK 1955 und Geologische Karte von Wien und Umgebung 1984).

Die jüngeren und älteren Flugsande der Gänserndorfer Terrasse und der Praterterrasse stammen aus unterschiedlichen Auswehungsgebieten und haben sich gegenseitig nur wenig beeinflußt. Nach FRASL (1955) stimmt die Schwermineralzusammensetzung der jüngeren Flugsande im Bereich der Praterterrasse weitgehend mit den darunter liegenden fluviatilen Sanden überein. Somit ist auszuschließen, daß Einwehungen aus der angrenzenden Gänserndorfer Terrasse bei der Entstehung dieser Dünen eine wesentliche Rolle spielten. Ebenso sind bei den älteren Flugsanden der Gänserndorfer Terrasse keine Spuren erkennbar, die auf einen Austrag aus der Praterterrasse schließen lassen.

Neben den glazialen und postglazialen Dünen gibt es in Niederösterreich auch noch eine Vielzahl von zum Teil wesentlich älteren Sandvorkommen. Dazu zählen beispielsweise die Melker Sande (Oligozän/Egerien), die Sande im Horner Becken und in der Umgebung von Eggenburg und Retz (Untermiozän, Eggenburgien) sowie die Quarzsande im nördlichen Waldviertel. Offene Sandflächen befinden sich hier vor allem in den Abbaugebieten. Infolge häufiger Umlagerungen sind diese Bereiche jedoch aus ökologischer Sicht stark entwertet. Die naturräumliche Bedeutung dieser Lebensräume wird deshalb im folgenden ausgeklammert.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

4 Historische Betrachtung des Nutzungswandels

Die Dynamik der Dünen hängt neben den naturräumlichen Gegebenheiten auch wesentlich von der menschlichen Tätigkeit ab. So wurden die Sandverwehungen, wie in Kapitel 4.1 aufgezeigt wird, durch die mittelalterlichen Rodungen ausgelöst. Nachdem die Erträge in der Landwirtschaft infolge hoher Bodenerosion allmählich abnahmen, war es wiederum der Mensch, der die Dünen stabilisierte. Eine kurze Darstellung der wesentlichen Maßnahmen findet sich in Kapitel 4.2 und 4.3.

Anhand der Nutzungsgeschichte lassen sich nicht nur die Zusammenhänge zwischen den anthropogenen Einflüssen und der Kulturlandschaftsentwicklung aufzeigen, sondern auch das naturräumliche Potential zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Auf der Grundlage von historischen Karten wird in Kapitel 4.4 dargestellt, wie die aus ökologischer Sicht besonders wertvollen offenen Sandflächen während der letzten beiden Jahrhunderte zurückgegangen sind.

4.1 Rodungen und ackerbauliche Nutzung

Waren die Dünen über Jahrtausende durch die Vegetation gebunden, so änderte sich die Situation im Mittelalter grundlegend. In dem Maße, wie die Wälder auf den erosionsgefährdeten Flugsandböden gerodet und acker- oder weinbaulich genutzt wurden, erhöhte sich die Winderosion.

Nach BAUMHACKL (1912) nahm die Bevölkerungsdichte im Marchfeld während des 11. und 12. Jahrhunderts stark zu. Aufgrund des steigenden Nutzungsdruckes und der schwindenden Bodenfruchtbarkeit war es notwendig, ständig neue Flächen zu roden und in Acker- oder Weideland umzuwandeln.

Im östlichen Marchfeld wurden zunächst die fruchtbaren Gebiete entlang der March besiedelt, und erst nachdem diese kultiviert waren, folgten die Flugsandbereiche. Die leichten und trockenen Böden waren jedoch erosionsgefährdet. Der Wind konnte in waldarmen Bereichen den Oberboden allmählich abtragen und die darunter liegenden Sande freilegen, so daß die Dünen wieder mobil wurden. Die landwirtschaftliche Nutzung war in den betroffenen Gebieten oft nur von kurzer Dauer. Nach dem ältesten Melker Urbar war 1420 ein Viertel der Lehen im Bereich von Weikendorf verödet (KEIBLINGER 1869). Von insgesamt 19 Dörfern der Pfarre Weikendorf (Stiftsherrschaft Melk), von der die Besiedlung der Sandgebiete ausging, mußten deshalb im Laufe des 15. Jahrhunderts wieder 13 aufgegeben werden (KEIBLINGER 1869 und BAUMHACKL 1912).

In welchem Umfang die ausgelaugten Flächen als Hutweiden genutzt wurden oder sich im Laufe der Zeit natürlich bewaldeten, läßt sich anhand der vorliegenden Quellen nicht abschätzen. Auch über den Zeitpunkt der ersten Stabilisierungsmaßnahmen kann nur gemutmaßt werden, da es sich dabei zunächst noch um kleinräumige Eingriffe handelte, die nicht aufgezeichnet wurden.

4.2 Stabilisierungsversuche unter Maria Theresia

Unter der Herrschaft Maria Theresias wurde damit begonnen, die Flugsande des Marchfeldes zu binden. Die Josephinische Landesaufnahme zeigt den geringen Baumbestand im Marchfeld um 1770 (vgl. Abb. 4.4). Da Wälder oder Gehölzstreifen in der ausgeräumten Landschaft weitgehend fehlten, konnte der Wind aus den seichtgründigen Äckern und Hutweiden ungehindert Sand aufwirbeln und verlagern.

Die abnehmenden Erträge in der Landwirtschaft waren schließlich Anlaß dafür, daß sich die nie-

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

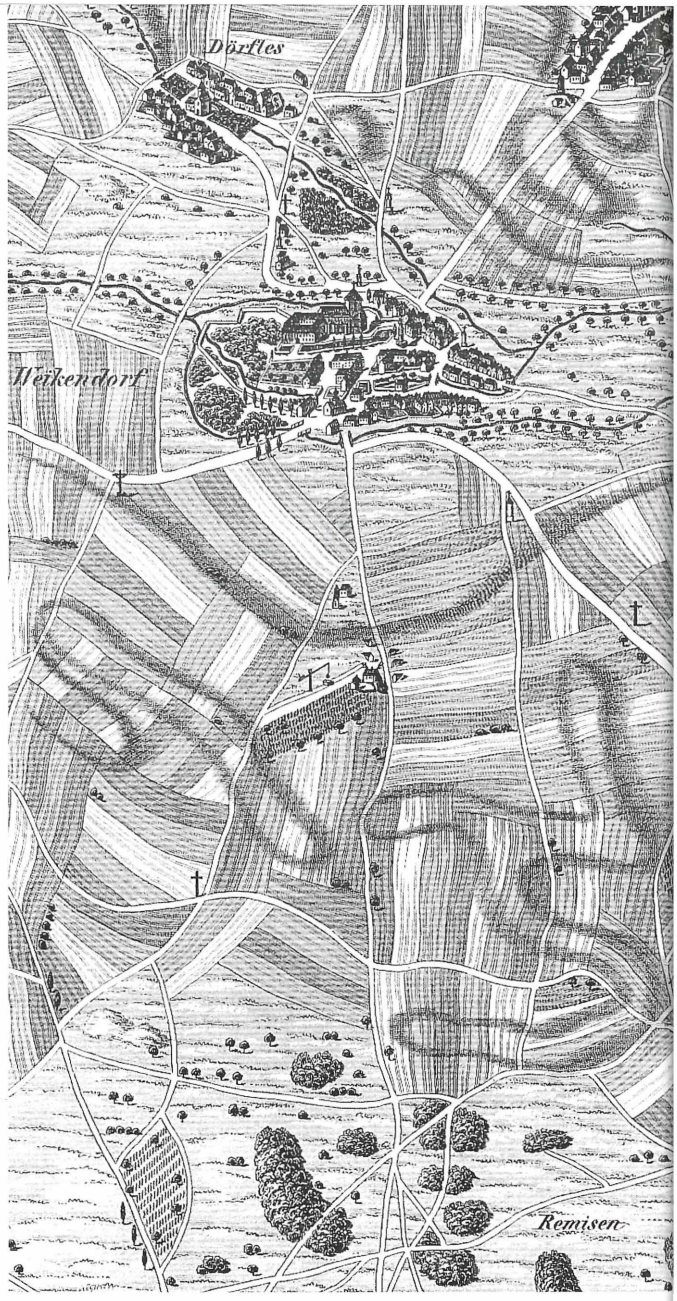


Abb. 4.1: Perspectiv-Karte des Erzherzogthums Oesterreich unter der Ens, 1:32.000, SCHWEICKHARDT 1830-1846

derösterreichische ökonomische Gesellschaft im Jahre 1769 mit der Stabilisierung der Flugsande befaßte. Kurze Zeit später wurde Graf Traun von Abensberg beauftragt, ein entsprechendes Projekt auszuarbeiten und umzusetzen (NÖ-LA 1770). Nachdem er von den betroffenen Gemeinden ein Verzeichnis der gefährdeten Flächen erhalten hatte, legte er mit seinen Aufsehern fest, wo Windschutzgürtel oder Schutzwälder anzulegen waren und welche Felder vorübergehend nicht beweidet oder ackerbaulich genutzt werden durften.

Aus den Archivalien geht hervor, daß die geplanten Maßnahmen nur schwer umsetzbar waren. So mußte das Pflanzgut für Aufforstungen größtenteils in den Donau- und Marchauen gewonnen werden, da es zu diesem Zeitpunkt noch keine größeren Forstgärten gab (NÖ-LA 1773). Die verwendeten Gehölzarten eigneten sich für die trockenen Standorte jedoch nur zum Teil, so daß erhebliche Ausfälle die Folge waren (KRAFT 1932).

Nach den ersten Rückschlägen führte die geringer werdende Akzeptanz in einigen Ortschaften zu sozialen Spannungen. Während sich die Großgrundbesitzer mit Bewirtschaftungseinschränkungen abfanden und an zusätzlichen Waldgebieten innerhalb ihrer Jagdreviere z. T. sogar Interesse hatten, waren die Ertragseinbußen für die Kleinbauern oft nur schwer verkraftbar. In einigen Bereichen dürfte sich deshalb regelrecht ziviler Ungehorsam entwickelt haben, dessen Ziel es war, außer Nutzung gestellte Äcker und Weiden wieder zu bewirtschaften und die Verbote zu unterlaufen.

„Vierzehn Untertanen der gräflich Kollonitzschen Herrschaft Oberweiden (...) haben ohne Anfrage, zum größten Nachteil anderer und ihrer selbst, gesetzten Gründen die fast mannshoch gewachsenen Setzlinge ausgehackt, die Gründe beackert und in puren Sandgrund gebaut." Zur Strafe mußten sie vierzehn Tage lang in Band und Eisen bei den Baumpflanzungen mitarbeiten. Erhebliche Schäden verursachten auch Schafherden, die verbotenerweise über die gefährdeten Sandäcker von Oberweiden getrieben wurden. Indem auch den Schäfern mit empfindlichen Strafen gedroht wurde, sollten sie zum Einlenken bewegt werden (NÖ-LA 1773).

Die archivalischen Aufzeichnungen über die Stabilisierung der Flugsande umfassen nur einen kurzen Zeitraum (NÖ-LA 1777). Ob die Winderosion durch die oben beschriebenen Maßnahmen wesentlich vermindert werden konnte, läßt sich heute nur schwer verifizieren.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

4.3 Maßnahmen im 19. und 20. Jahrhundert

Nur wenige Jahrzehnte nach der Durchführung der oben beschriebenen Maßnahmen klagt BLUMENBACH (1834) in der „Neuesten Landeskunde von Österreich unter der Ens" über die negativen Auswirkungen der Winderosion: *„Ein Teil des Marchfeldes ist ... unfruchtbar und dürr, und kann in einzelnen Strecken selbst der Neustädter Heide nicht vorgezogen werden. Denn eine große Menge von Flugsand bedeckt noch die Gegend zwischen Markgrafen-Neusiedel und Ober-Weiden, und zwischen Schönkirchen und Weikendorf, und nimmt zwischen den beiden erstgenannten Dorfschaften in so hohem Grade überhand, daß man eher in eine Wüste, als in die Kornkammer der Hauptstadt versetzt zu sein glaubt. Auf diesem undankbaren Boden gedeiht kaum schlechtes Heidekraut, geschweige denn andere Pflanzen; und was noch das Übel vermehrt, ist, daß von hier aus nicht selten die schönsten Strecken versandet und unfruchtbar gemacht werden."*

Wie die Landschaft des Marchfeldes zu dieser Zeit ausgesehen haben mag, veranschaulicht

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Schweickhardt von Sickingens Perspectivkarte (vgl. Abb. 4.1). Deutlich heben sich ausgedehnte Dünen- und Flugsandbereiche von der Ebene ab. Besonders die Bereiche zwischen Oberweiden und Weikendorf sind durch ausgedehnte Sandrücken gegliedert. Auffallend ist der geringe Baumbestand außerhalb der Donau- und Marchauen. Dieser beschränkt sich auf mehrere Alleen entlang der Wegverbindungen, auf einige Einzelgehölze und Baumgruppen im Bereich der Dünen sowie auf kleinere Waldflächen westlich von Oberweiden. Der Wald dürfte hier teilweise im Zuge der ersten „Wohlfahrtsaufforstungen" angelegt worden sein. Der überwiegende Teil der Sandzone war zu diesem Zeitpunkt noch nicht bewaldet, sondern mit lückigem Sandrasen bedeckt.

Nach WESSELY (1882) ist die Erosionsgefährdung im Marchfeld durch *„rücksichtslose Beweidung der Hutweiden, namentlich mit Schafen hervorgerufen worden, deren Tritt die den Sand deckende Grasnarbe aufriss, dann durch die Feldwege, welche dieser Narbe noch ärger zusetzten. Die Auftheilung der meisten Gemeindehutweiden vergrösserte das Uebel, indem die vertheilten Grasflächen in der Regel zu Acker aufgerissen wurden. Auch die locale bäuerliche Feldeintheilung begünstigt sehr das Fliegendwerden des Sandes und erschwert die Gegenmassregeln. Man war nämlich bei der Abtheilung der Riede und Parzellen so kurzsichtig, die Felder linealartig, und was noch weit mehr sagen will, mit der Langseite mehr oder weniger in der Richtung der herrschenden (N.W.) Winde auszuscheiden."*

Die Schäden durch Flugsand waren im Marchfeld zwar weniger gravierend als in anderen Teilen der Monarchie; aufgrund seiner Nähe zu Wien hatte dieser Raum aber eine strategische Bedeutung für die Nahrungsversorgung der Residenzstadt, so daß man hier besonders bemüht war, die Sande zu binden. Schwerpunktprogramme und Subventionen erleichterten die Umsetzung der forstwirtschaftlichen Maßnahmen und der Kommassierungen.

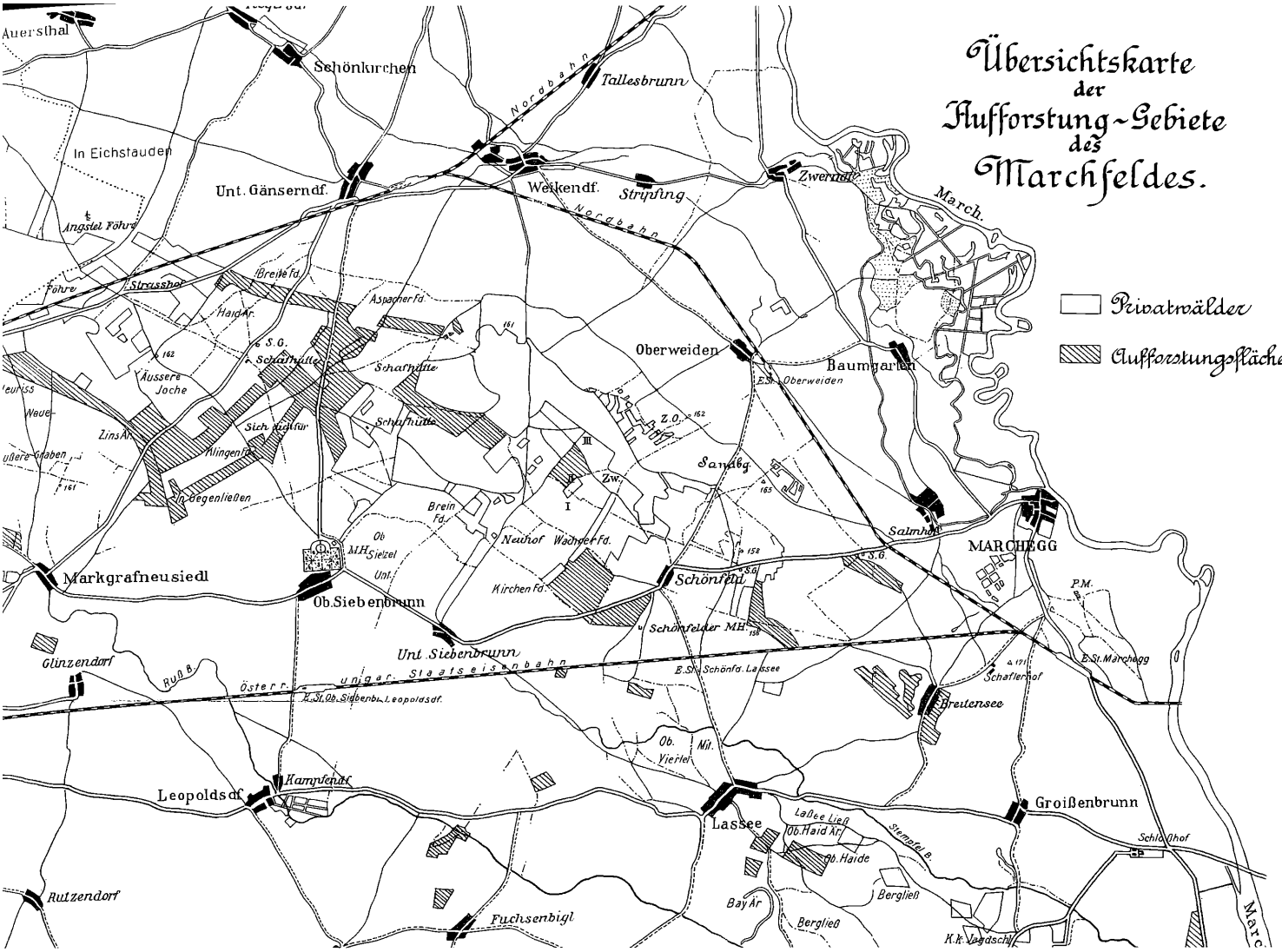
Forstwirtschaftliche Maßnahmen

Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts wurden große Teile der erosionsgefährdeten Sandgebiete aufgeforstet (vgl. Abb. 4.2). Dabei legte man besonderes Augenmerk auf die Gehölzwahl. Wurden zur Zeit Maria Theresias vorwiegend Auengehölze wie Eiche, Pappel und Weide verwendet, so waren nun Rot- und Schwarz-Föhre bevorzugte Baumarten.

Die Bedeutung der Rot-Föhre, die noch um 1884 die dominierende Baumart des Marchfeldes war, hat in der Folge stark abgenommen. Die Ursachen dafür sind vielschichtig: Zum einen waren die jährlichen Zuwächse der Rot-Föhre äußerst gering, insbesondere dort, wo der Schotteruntergrund nur mit einer seichtgründigen Flugsandschicht überlagert war. Zum anderen trägt sie nur wenig zur Nährstoffanreicherung im Boden bei. Aus forstwirtschaftlicher Sicht hatte die Schwarz-Föhre günstigere Eigenschaften. Sie wuchs auf den trockenen und nährstoffarmen Böden etwas schneller und verminderte durch den starken Nadelfall allmählich die Erosionsgefährdung (Generalversammlung des Niederösterreichischen Forstvereins 1884). Anfang des 20. Jahrhunderts wurde deshalb fast ausschließlich die Schwarz-Föhre gepflanzt, der Anteil der Rot-Föhre lag unter 10 % (vgl. DOMANIA 1914). Die Föhren wurden mit einer Umtriebszeit von etwa 60 Jahren bewirtschaftet. Die Erträge waren jedoch nur mäßig, da die Kaninchenplage und der Schädlingsbefall fallweise zu gravierenden Ausfällen führten.

Laubgehölze wurden auf den kargen Flugsandböden nur selten verwendet, obwohl sie hinsichtlich der Waldbrände weniger gefährdet waren als Rot- und Schwarz-Föhren. Lediglich die Stiel-Eiche wur-

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at



de häufig gepflanzt. Die an trockene Standorte besser angepaßte Trauben-Eiche setzte sich hingegen nur langsam durch. Eine größere Bedeutung hatte auch die Robinie. Nachdem sich die Aufforstungen mit der aus Nordamerika stammenden Baumart auf den Flugsanden der Ungarischen Tiefebene gut entwickelt hatten, wurde sie Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts auch im Marchfeld häufig gepflanzt. Erst in jüngerer Zeit wurde von der Robinie wieder abgegangen, da sie sich im Osten Niederösterreichs stark ausgebreitet hat und infolge ihrer vegetativen Vermehrung nur schwer einzudämmen ist.

Flurbereinigungen

Die in weiten Teilen des Marchfeldes üblichen Riemenparzellen begünstigten nicht nur die Winderosion, sondern waren auch schwer zu bearbeiten. Deshalb begann man mit den Flurbereinigungen im Marchfeld wesentlich früher als in den anderen Teilen Österreichs. Das erste Verfahren führte die Gemeinde Obersiebenbrunn im Jahr 1889 durch. Kurze Zeit später folgten auch die übrigen Ortschaften diesem Beispiel, und bis zum 1. Weltkrieg waren die gefährdeten Teile weitgehend arrondiert. Im Zuge der Neuordnung der Flurgrenzen war es zudem möglich, Windschutzgürtel anzulegen, wodurch die Erosion im gesamten Flugsandgebiet wesentlich abnahm.

4.4 Bilanzierung des Rückganges offener Sandflächen im Marchfeld

Die Größe der aus ökologischer Sicht besonders wertvollen Pionierstadien schwankte im Laufe der

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Geschichte wesentlich. Rekapitulieren wir die Entwicklung der Dünen, so läßt sich das Angebot an offenen Sandflächen zu den unterschiedlichen Zeitpunkten grob abschätzen.

Die Dünen- und Flugsandgebiete zählen zu den jüngsten geologischen Formationen Niederösterreichs. Wie in Kapitel 2 dargestellt, wurden sie vor allem während der letzten Eiszeit und zu Beginn des Postglazials aufgeweht. Da die Landschaft des Marchfeldes von einer weitgehend baumfreien Tundra geprägt war, erreichten die offenen Sandflächen ihre maximale Ausdehnung vor etwa 35.000-10.000 Jahren. Als sich in der Folge das Klima erwärmte und der Wald ausbreitete, reduzierte sich ihre Fläche stark und war auf wenige Extremstandorte beschränkt. Durch Verbiß und Katastrophenereignisse wie Waldbrände und Windwurf entstanden jedoch fallweise neue Pionierstandorte. Auch Brandrodungen und Ackerbau haben in vorchristlicher Zeit kleinräumig dazu beigetragen,

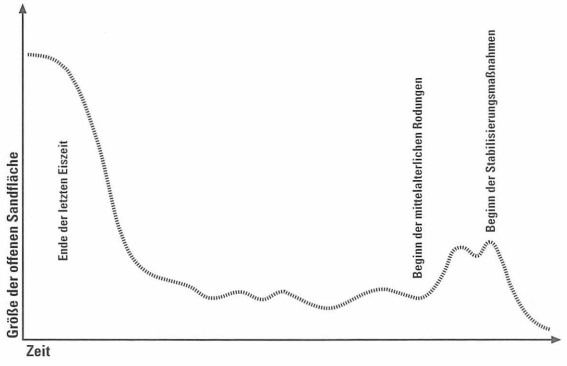
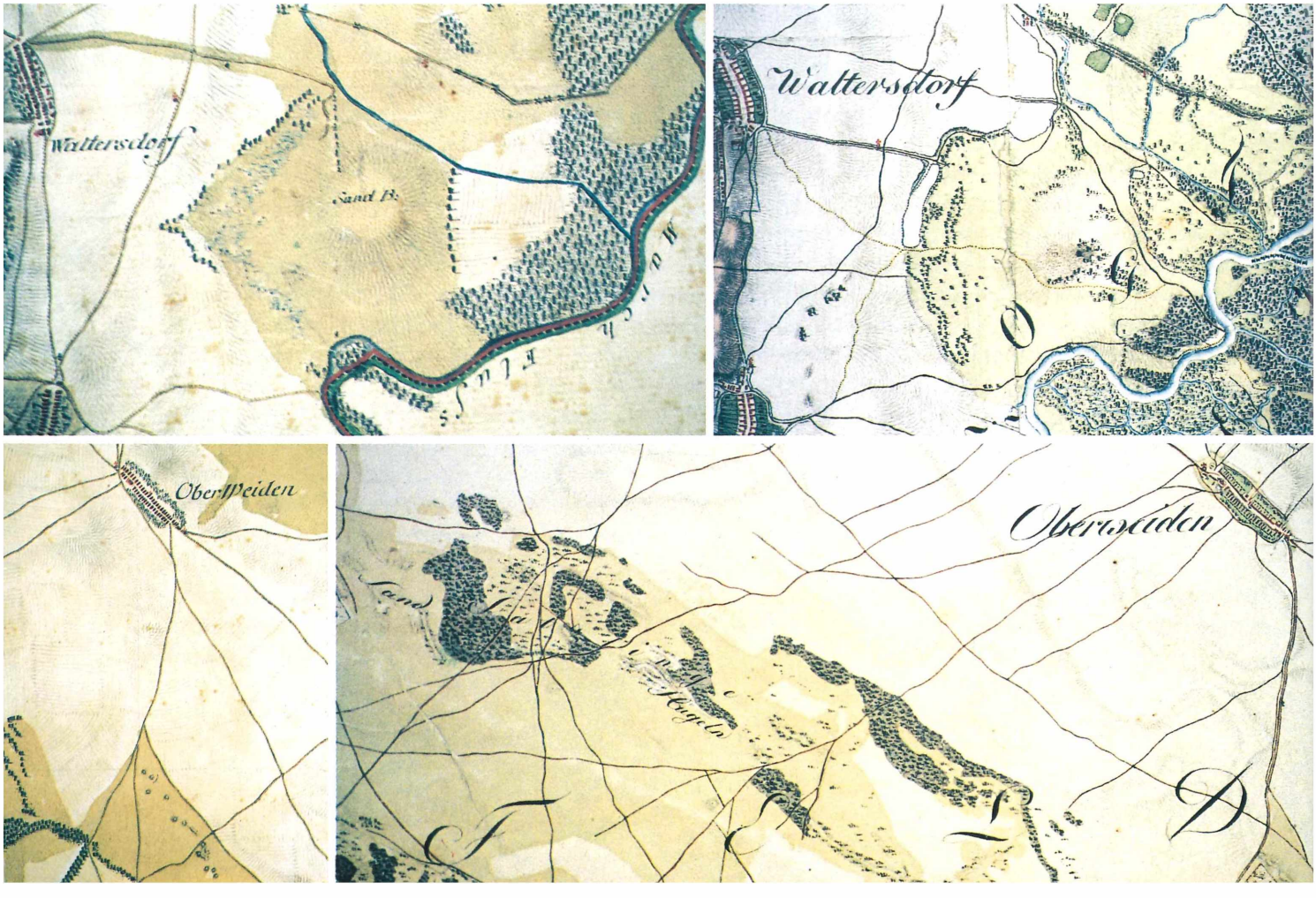


Abb. 4.3: Rückgang offener Sandflächen im Marchfeld in schematischer Form

daß die Vegetation zurückgedrängt wurde. Doch erst als ab dem Mittelalter weite Bereiche gerodet und ackerbaulich genutzt wurden, vergrößerte sich die offene Sandfläche wieder und erreichte im 15. Jahrhundert neuerlich einen Gipfel. Die Winderosi-



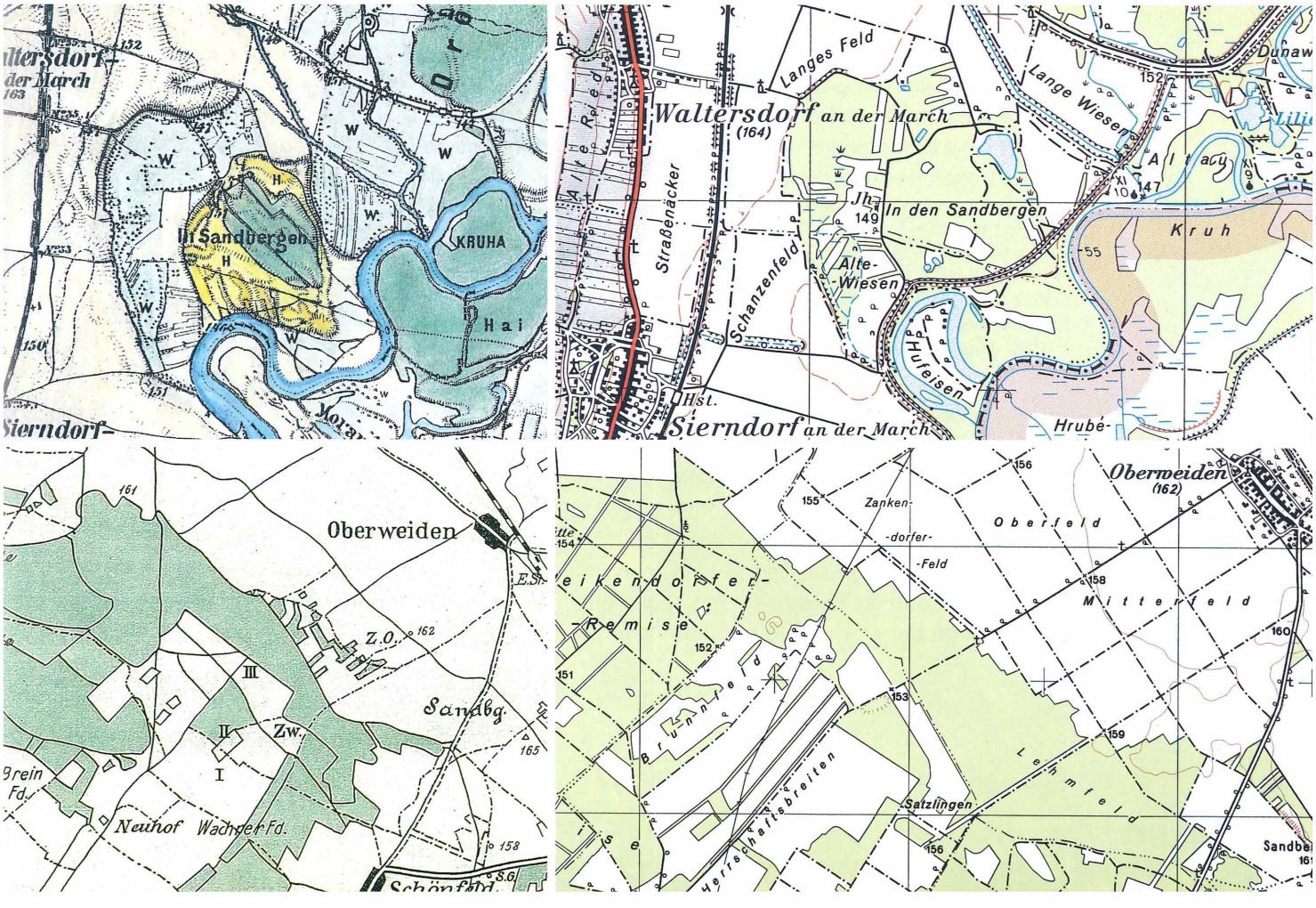
©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

on beeinträchtigte mehrere Jahrhunderte lang die landwirtschaftliche Nutzung. Erst mit großräumigen Aufforstungen im 18. und 19. Jahrhundert wurden die Bodenabträge nach und nach reduziert.

Der Rückgang von Pionierflächen läßt sich für diesen kurzen Zeitraum anhand historischer Berichte und Karten verdeutlichen. Als unter Maria Theresia begonnen wurde, die Dünen zu stabilisieren, betrug die offene Sandfläche rund 1.700 ha (WEYRICH 1924). Anfang des 20. Jahrhunderts waren die Stabilisierungsmaßnahmen weitgehend abgeschlossen, so daß die offenen Sandflächen als Erosionsherde keine wesentliche Rolle mehr spielten. Die sogenannten „Wohlfahrtsaufforstungen" erreichten im Jahr 1913 eine Größe von 1.328 ha, und die Tendenz war steigend (DOMANIA 1914).

Obwohl einige Naturforscher schon im letzten Jahrhundert auf die biologische Bedeutung von Sandgebieten hingewiesen haben und bereits vor siebzig Jahren das erste Naturschutzgebiet ausgewiesen wurde (Weikendorfer Remise im Jahr 1927), sind in der Folge noch große Bereiche der verbleibenden Dünen zerstört oder gravierend beeinträchtigt worden. Doch auch innerhalb der Naturschutzgebiete haben Pionierstandorte dramatisch abgenommen, da keine entsprechenden Pflegemaßnahmen durchgeführt wurden. Sieht man von den Sandabbaugebieten Niederösterreichs ab, so gibt es heute offene oder spärlich bewachsene Sandflächen nur mehr kleinräumig im Bereich von Kahlschlägen, Feldwegen und Extremstandorten. Ihre Gesamtfläche ist auf wenige Hektar geschrumpft.

Abb. 4.4: Naturräumliche Veränderungen im Bereich zwischen Weikendorf und Oberweiden sowie in Waltersdorf/Drösing (Josephinische Landesaufnahme 1773-1781, Franziszeische Landesaufnahme 1809-1836, Übersichtskarte der Aufforstungsgebiete von Rolla & Domania 1914 bzw. „Präzisionsaufnahme" 1896-1915 und aktuelle ÖK 1987)



©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

5 Charakteristik der Dünenstandorte

Die Standorte einer Düne werden vom Zusammenspiel vieler Einzelfaktoren geprägt, wobei dem Wind die tragende Rolle zukommt. Dieser gestaltet nicht nur die äußere Form der Sandablagerungen, sondern ist in ariden Gebieten auch dafür verantwortlich, daß die Sukzession im Pionierstadium verharrt. Da der Wind die unbewachsenen Dünen kontinuierlich umbildet, indem er den Sand luvseitig erodiert und leeseitig ablagert, kann sich hier kein Boden entwickeln. Dies ist auch Ursache dafür, daß auf den trockenen, nährstoffarmen Standorten nur äußerst robuste Pflanzenarten gedeihen können, die an diese Bedingungen angepaßt sind. Wird aber die Dynamik durch natürliche oder anthropogene Einflüsse unterbunden, so ändert sich die naturräumliche Charakteristik grundlegend.

Im folgenden werden jene Standortfaktoren behandelt, die für die Fauna und Flora maßgeblich sind. Kapitel 5.1 beschäftigt sich mit den physikalischen und chemischen Eigenschaften von Flugsand und zeigt auf, wie sich diese durch die Bodenentwicklung verändern. Kapitel 5.2 geht auf die morphologischen Besonderheiten einer Düne ein. Das im Untersuchungsgebiet herrschende Klima wird in Kapitel 5.3 behandelt.

5.1 Eigenschaften des Flugsandes

5.1.1 Physikalische Eigenschaften

Flugsande sind gut sortierte, lockere Sedimente mit einem Korngrößenmaximum zwischen 0,20 und 0,50 Millimeter, das der Fraktion des Mittelsandes entspricht. Der Feinsandanteil ist zumeist deutlich geringer und die Beimengung von Schluff und Ton spielt oft nur eine untergeordnete Rolle (vgl. Tab. 5.1 und 5.2). Die Form der Sandkörner ist infolge der mechanischen Wirkung der Windverfrachtung gerundet. Aufgrund ihrer geringen Lagerungsdichte und fehlender bindiger Anteile weisen Flugsande ein loses Korngefüge auf. Die Hohlräume zwischen den Sandkörnern (Porenvolumen) nehmen etwa 35 bis 50 % des Gesamtvolumens ein.

Der Wasserhaushalt des Bodens hängt wesentlich von der Textur (Körnung) und der Struktur (Gefüge) ab. Je größer die Oberfläche der Bodenteilchen ist, desto stärker wird das Wasser durch die Adhäsionskräfte gebunden. Bei Flugsanden ist sie wegen des Einzelkorngefüges und des geringen Feinstkornanteils jedoch äußerst gering. Deshalb versickert hier das Wasser nach stärkeren Niederschlägen rasch und wird nur teilweise in den Hohlräumen des Bodens gespeichert.

Für die Wasserversorgung einer Pflanze ist nicht nur entscheidend, ob der Boden genügend Wasser gebunden hat, sondern auch, ob dieses verfügbar ist. Die Pflanze ist durch die in den Wurzeln entwickelte Saugspannung in der Lage, einen Teil des Wassers aus den Hohlräumen des Bodens abzupumpen. Für die Vegetation ist dabei vor allem der sogenannte „Mittelporenanteil" relevant, weil das Wasser aus den größeren Hohlräumen, den „Grobporen", teilweise versickert. Das Wasser in den kleinsten Hohlräumen, den „Feinporen", ist überhaupt nicht verfügbar, da dieses besonders fest an die Bodenteilchen gebunden ist.

Bezeichnung	Korngröße
Grobsand	0,63 - 2,0 mm
Mittelsand	0,20 - 0,63 mm
Feinsand	0,063 - 0,20 mm
Grobschluff	0,020 - 0,063 mm
Mittelschluff	0,006 - 0,020 mm
Feinschluff	0,002 - 0,006 mm
Ton	> 0,002 mm

Tab. 5.1: Korngröße von Sand, Schluff und Ton

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Tab. 5.2: Korngrößenverteilung in Bereich ausgewählter Dünengebiete Niederösterreichs in Gewichtsprozent (HOMAYOUN 1997)

Probenstelle	>0,20 mm	0,20-0,15 mm	0,150-0,063 mm	0,063-0,032 mm	<0,032 mm
Weikendorf	50,11 %	40,03 %	8,02 %	0,85 %	0,93 %
Drösing	95,08 %	2,57 %	0,89 %	0,56 %	0,25 %
Lassee	28,70 %	35,35 %	28,24 %	4,43 %	0,03 %

Flugsande weisen einen hohen Anteil von Grobporen auf, jener von Mittel- und Feinporen hingegen ist äußerst gering. Da ein großer Teil des Niederschlagswassers versickert und den oberen Bodenschichten entzogen wird, bilden Sandböden auch in humiden Gebieten ausgesprochene Trockenstandorte. Eine Untersuchung von RENGER & STREBEL (1980) zeigt, daß die pflanzenverfügbare Bodenwassermenge von Sand wesentlich geringer ist als die von bindigen Bodenarten (vgl. Tab. 5.3).

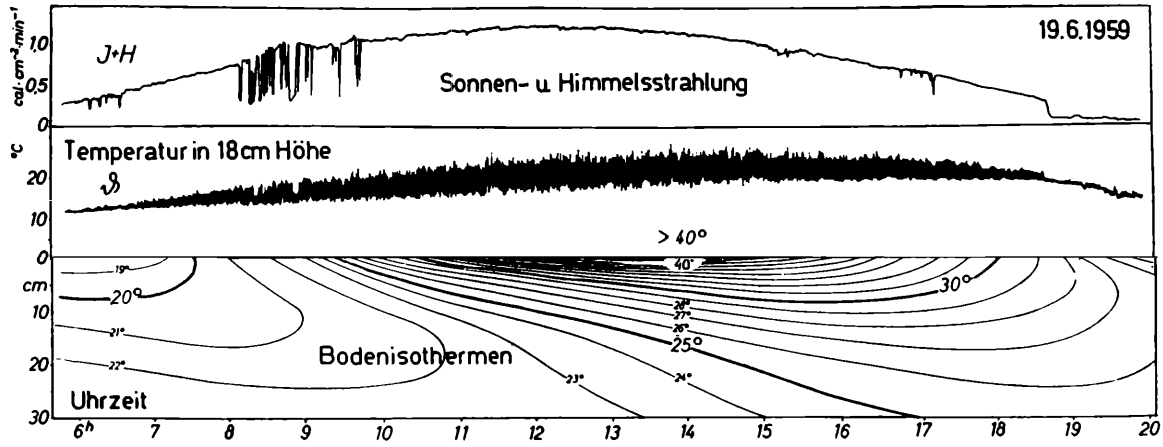
Durch die allmähliche Bodenbildung ändert sich die Beschaffenheit der Flugsande jedoch wesentlich: Im Gegensatz zu aktiven Wanderdünen, die in der oberen Bodenzone infolge stetiger Umlagerungen nur einen geringen Anteil an organischer Substanz aufweisen, entwickelt sich der Boden stabilisierter Dünen weitgehend ungestört. In dem Maße, wie sich Verwitterungsprodukte und organische Substanz anreichern, steigen die Bodenfruchtbarkeit und das Wasserspeichervermögen. Dieser Umstand führt dazu, daß die charakteristischen Pionierarten der Dünen ihren Lebensraum verlieren. Ein Charakteristikum offener Sandstandorte ist ein extremer Strahlungs- und Temperaturhaushalt. Das geringe Wasserspeichervermögen und das hohe Porenvolumen verringern die Wärmeleitfähigkeit des Bodens und tragen dazu bei, daß sich die Sandoberfläche rasch erwärmt bzw. abkühlt. BERGER-LANDEFELDT & SUKOPP (1965) zeigen den Tagesgang der Bodentemperatur im Bereich einer lückig mit Silbergras bewachsenen Sanddüne im Raum von Berlin. An einem sonnigen Sommertag erreichen die Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht an der Bodenoberfläche über 20°C. Sie nehmen jedoch mit der Tiefe rasch ab. In der 30-cm-Zone beträgt die Tag-Nacht-Differenz nur mehr 4°C. Die Adsorption der eingestrahlten Energie hängt wesentlich von der Korngröße und der Farbe der Sedimente ab. Die zumeist hellgrauen bis gelblichen Flugsande nehmen im Gegensatz zu dunkleren Ablagerungen nur einen kleinen Teil der Energie auf. Auch diese Eigenschaft ändert sich mit zunehmender Bodenbildung und Vegetationsbedeckung grundlegend.

Tab. 5.3: Pflanzenverfügbare Bodenwassermenge in Abhängigkeit von der Bodenart bei Getreide (RENGER & STREBEL 1980, zit. nach SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1982)

Bodenart	**pflanzenverfügbare Bodenwassermenge in mm**	**pflanzenverfügbare Bodenwassermenge in % auf Maximalwert**
Grobsand	30	13
Mittelsand	55	25
Feinsand	80	36
lehmiger Sand	115	52
schluffiger Sand	140	64
lehmiger Schluff	220	100
sandiger Lehm	155	70
schluffiger Lehm	190	86
toniger Lehm	165	75
lehmiger und schluffiger Ton	140	64

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Abb. 5.1: Temperatur-Tagesgang im Bereich einer Düne im Raum Berlin bei Schönwetter (BERGER-LANDEFELDT & SUKOPP 1965, verändert)



5.1.2 Chemische Eigenschaften

Die Flugsande Niederösterreichs unterscheiden sich hinsichtlich ihrer geochemischen Eigenschaften deutlich (HOMAYOUN 1997, UBA 1997). Für das Bodenleben spielen neben der Korngröße vor allem der Karbonatgehalt und der pH-Wert eine wesentliche Rolle. Während die aus der Donauebene ausgewehten jüngeren Sande einen hohen Karbonatanteil aufweisen (Probe Lassee: 25 % Karbonatanteil und pH 7,8), sind die Sande aus der Marchebene weitgehend kalkfrei (Probe Drösing: 0 % Karbonatanteil und pH 4,7). Dieser Umstand ist nicht weiter verwunderlich, spiegelt er doch die unterschiedlichen geologischen Verhältnisse der Einzugsgebiete dieser Flüsse wider. Der geringe Karbonatanteil der Sande im Bereich der Gänserndorfer Terrasse ist vermutlich das Ergebnis einer allmählichen Entkalkung bzw. Kalkverlagerung im Zuge der Bodenentwicklung (Probe Weikendorf: 8 % Karbonatanteil und pH 7,7).

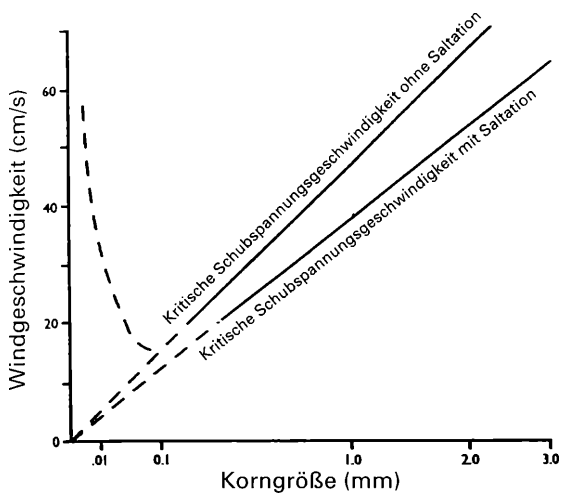
5.2 Morphologie der Dünen

Beim Sandtransport durch den Wind spielen nach BAGNOLD (1953) zwei Fortbewegungsarten eine wesentliche Rolle, die Saltation und die Reptation. Werden die Sandkörner durch den Wind vom Boden abgehoben und „springend" mitgeführt, so spricht man von Saltation. Reptation hingegen ist eine kriechende Bewegung, die dadurch entsteht, daß die aufprallenden Sandkörner ihre Energie oberflächlich abgeben und die getroffenen Partikel wegschleudern. Für die Umlagerungen von Sand ist zu 75-80% die Saltation verantwortlich, zu 20-25% die Reptation. Die Umlagerungen finden in der bodennahen Zone statt und übersteigen auch bei größerer Windstärke selten eine Höhe von 1 m.

Der Sandtransport setzt bei Korngrößen um 0,1 mm am frühesten ein, nämlich bereits bei Schubspannungsgeschwindigkeiten am Boden von ca. 0,15 m/s (BAGNOLD 1953). Für grobkörnige Sedimente werden wegen des größeren Gewichtes, für feinkörnige Partikel vor allem wegen der starken Kohäsionskräfte, höhere Schubspannungsgeschwindigkeiten benötigt. Nicht oder nur sehr schwer auswehbar sind jene Feinteile, die sich

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Abb. 5.2: Zusammenhang zwischen Korngröße und Windgeschwindigkeit in 2 Meter Höhe (LANCASTER 1995)

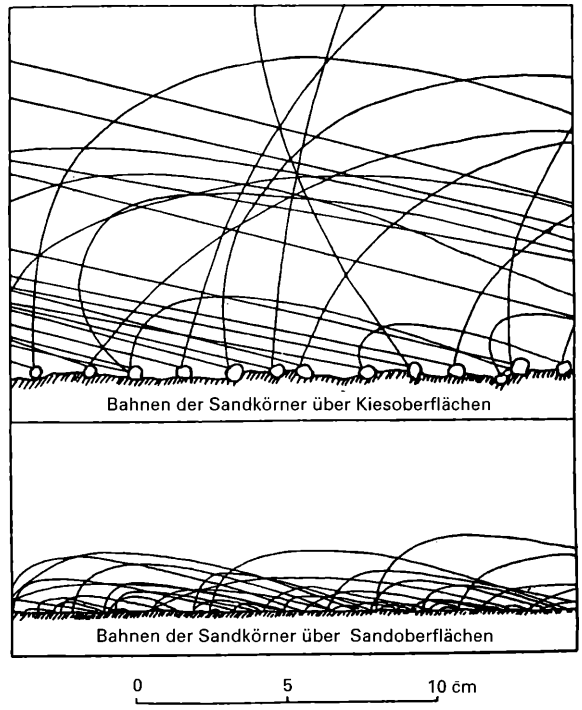


durch die Kohäsion zu größeren Aggregaten zusammenschließen. Wegen ihres hohen Gewichts vermag nur sehr starker Wind diese Teile zu bewegen (LIVINGSTONE & WARREN 1996).

Abbildung 5.2 zeigt, daß die Erosion unter dem Einfluß aufprallender Sandkörner bereits bei wesentlich geringeren Windgeschwindigkeiten einsetzt. Korngrößen von 0,4 mm werden durch die Wirkung der Saltation nicht erst bei 0,30 m/s bewegt, sondern schon bei 0,24 m/s. Da in der Natur zumeist ein Gemisch aus unterschiedlichen Körnungen vorliegt, ist für die Winderosion vor allem der Feinsandanteil entscheidend, da diese Fraktion den Transportvorgang einleitet (RICHTER 1965).

Die Geschwindigkeit des treibenden Mediums Luft ist größer als jene des getriebenen Mediums Sand. Dieser Unterschied führt zu Turbulenzen und zu kleinräumigen Geschwindigkeits- und Richtungsänderungen. Es entstehen wellenförmig angeordnete Hohl- und Vollformen, die ihrerseits die Turbulenz der bodennahen Luftbewegung erhöhen. Nach AHNERT (1996) bilden Wind, Sandtransport und Oberflächenform ein positiv rückgekoppeltes System, das die Sandwellen so weit aufbaut bis ein dem Wind und den Korngrößen des Sandes

Abb. 5.3: Typische Bahnen der Sandkörner durch Saltation (BAGNOLD 1953)



entsprechendes dynamisches Gleichgewicht zwischen Aufbau und Abtrag der Wellenkämme erreicht ist. Wenn die vom Wind erzeugten Sandwellen klein sind - mit Wellenlängen bis zu einigen Dezimetern und annähernd parallelem Verlauf ihrer Kämme - so spricht man von Rippelmarken. Sind sie größer und komplexer geformt, so werden sie als Dünen bezeichnet. Diesen Akkumulationserscheinungen stehen charakteristische Erosionsformen wie Deflationspflaster und Windmulden gegenüber.

Rippelmarken

Durch die turbulente Strömung in der bodennahen Zone bilden sich bei Sand mit einheitlicher Korngröße allmählich flache Rippelmarken aus. Ist die Korngröße hingegen uneinheitlich, können wesentlich steilere Formen entstehen. Dabei sammeln sich die groben Körner auf den Rippelkäm-

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

men, die feineren in den dazwischenliegenden Trögen. Die Sandoberfläche wird bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten wieder etwas geglättet.

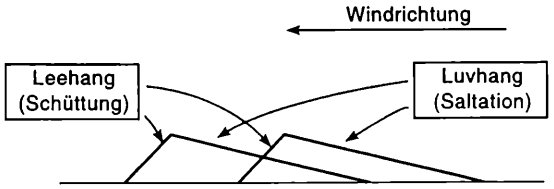
Hinsichtlich der Korngrößenverteilung unterscheiden sich Rippelmarken grundsätzlich von Dünen, bei denen die Sande zum Kamm hin immer feiner werden. BAGNOLD (1953) führt diesen Umstand auf die unterschiedliche Wirkung der Saltation zurück. Am Rippelkamm liegende feinkörnige Sandkörner werden von den aufprallenden Teilen leichter in die benachbarten Rippeltröge geschlagen als grobkörnige. Zudem begünstigt die höhere Windgeschwindigkeit am Rippelkamm die Anreicherung grobkörniger Fraktionen in diesem Bereich. Diese Gesetzmäßigkeit trifft bei Dünen nicht in derselben Weise zu, da die Bewegung eines Sandkorns zum Dünenkamm in vielen Einzelschritten erfolgt.

Dünen

Während Rippelmarken das Kleinstrelief offener Sandflächen bestimmen, werden vom Wind verursachte größere Sandablagerungen als Dünen bezeichnet. Oft genügt ein kleineres Hindernis wie ein Grasbüschel oder ein Strauch, daß sich in dessen Lee aufgrund der verminderten Geschwindigkeit Sand ablagert. Bei größeren Hindernissen sedimentiert der Sand infolge des Windstaues teilweise auch luvseitig. Die Form der Sandakkumulation hängt dabei von der Gestalt der Barriere ab.

Ganz anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt die Morphologie einer frei wandernden Düne (vgl. BAGNOLD 1953, READING 1978, REINECK & SINGH 1980). Infolge der stetigen Umlagerungen ist der luvseitige Böschungswinkel stets flach ausgebildet, der leeseitige hingegen steil. Betrachten wir ein Sandkorn, so wird dieses durch den Wind in vielen Einzelschritten den Luvhang nach oben getrieben, wobei die Korngröße der Sedimente

Abb. 5.4: Erosions- und Sedimentationsprozesse innerhalb einer Düne (AHNERT 1996)



nach oben hin stetig abnimmt. Die geringeren Windgeschwindigkeiten an der Leeböschung führen schließlich dazu, daß es hier abgelagert und in der Folge vom Sand bedeckt wird. Das betrachtete Sandkorn gelangt durch die Erosion an der luvseitigen Böschung allmählich wieder an die Oberfläche, wo es durch den Wind schließlich erneut verlagert wird.

Im Marchfeld wurde die ursprüngliche Morphologie der Dünen durch Windschutzanlagen, Sandabbau und Erdbewegungen teilweise stark verändert. Charakteristische Formen wie Walldünen und Parabeldünen sind heute nur mehr in wenigen Bereichen erhalten.

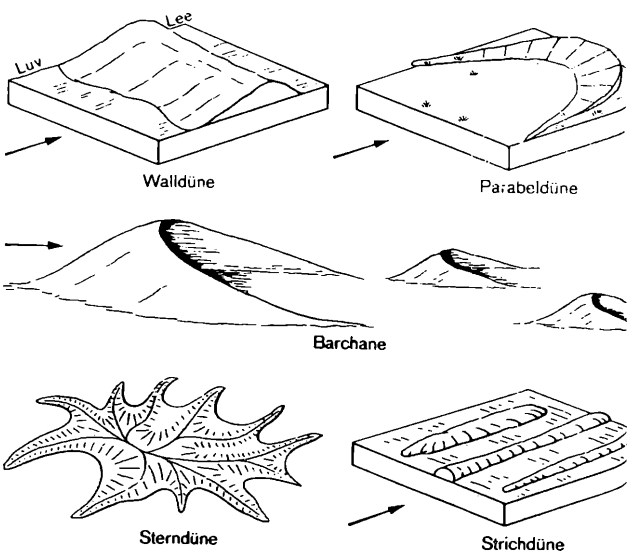


Abb. 5.5: Dünenformen (WILHELMY 1990)

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Rippelmarken prägen das Kleinrelief von Sandablagerungen

Erosionsformen

Neben den oben dargestellten Akkumulationserscheinungen gibt es im Marchfeld Bereiche, deren Standorteigenschaften durch den selektiven Bodenabtrag maßgeblich geprägt wurden. Die Untersuchungen von BAGNOLD (1953) zeigen, daß der Wind die Bodenteilchen in unterschiedlicher Weise und Menge weiterbewegt. Während Fein- und Mittelsand schon bei geringen Geschwindigkeiten aus dem Verband gelöst und rollend oder springend mitgeführt werden ehe sie in windgeschützten Zonen sedimentieren, reichern sich Grobsand und Feinkies an der Bodenoberfläche an. Sie werden durch aufprallende Teilchen nur langsam vorwärts geschoben und bilden im Laufe der Zeit den oberen Horizont. Da der Wind auch die mineralischen und humosen Feinbestandteile des Bodens verdriftet, nimmt der Humus- und Nährstoffgehalt des Bodens in diesem Bereich ab (RICHTER 1965).

Wird der Boden flächig abgetragen, so spricht man von „Deflationspflaster". „Windmulden" hingegen sind lineare Erosionsformen, die in den Lücken von Baumreihen oder zwischen anderen Strömungshindernissen auftreten. Infolge der Düsenwirkung setzt hier der Bodenabtrag schon bei geringen Windgeschwindigkeiten ein.

5.3 Klima im östlichen Weinviertel

Die Dünen- und Flugsandbereiche Niederösterreichs weisen ein niederschlagsarmes, kontinentales Klima mit hohen Sommer- und tiefen Wintertemperaturen auf und gehören dem pannonisch-mitteleuropäischen Übergangsbereich an (TRIMMEL 1952).

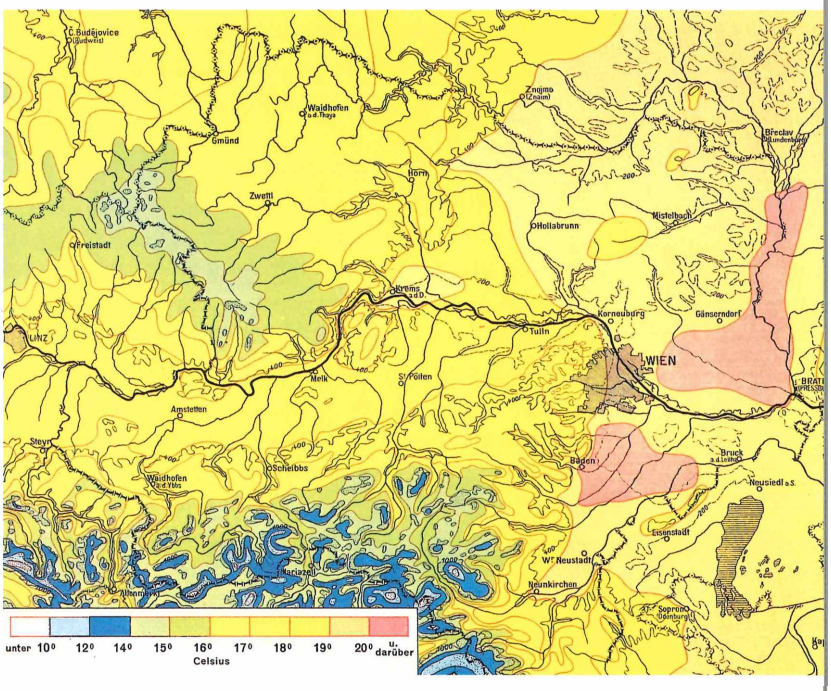


Abb. 5.6: Temperaturmittel im Juli auf der Basis der Reihe 1881-1950 nach STEINHAUSER (1952)

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Die Isothermenkarte zeigt, daß das südliche und östliche Weinviertel innerhalb von Niederösterreich eine deutlich ausgeprägte Wärmeinsel bildet (STEINHAUSER 1952). Für die Station Obersiebenbrunn beträgt die Temperatur während des Sommers im Mittel 18,4°C, die gemittelten Tageshöchstwerte liegen für denselben Zeitraum bei 25,9°C (Reihe 1951-1980).

Charakteristikum dieses Bereiches sind geringe Jahresniederschläge, die im Mittel nur zwischen 500 und 600 mm betragen. Für die Station Obersiebenbrunn liegt das langjährige Mittel bei 539 mm (Reihe 1955-1983, 1985). Die Verteilung der Niederschläge hat im Sommerhalbjahr einen deutlichen Gipfel. In der Zeit von April bis September fallen etwa 64 % der Niederschläge, wobei lokale Starkregenereignisse keine Seltenheit darstellen.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

6 Vegetation der Sanddünen

In den offenen Sandbereichen des pannonischen Raumes herrschen extreme Standortsverhältnisse, die durch Trockenheit, Sedimentumlagerungen, hohe Einstrahlung und geringen Nährstoffgehalt geprägt sind. Diese lebensfeindlichen Umstände spiegeln sich in der Physiognomie der Sandpflanzen wider. In Kapitel 6.1 werden einige Anpassungsstrategien behandelt.

Die Standortsbedingungen ändern sich jedoch mit zunehmender Vegetationsbedeckung der Dünen, da die Sedimente dann nicht mehr umgelagert werden. In dem Maße, in dem die Bodenbildung voranschreitet, nimmt die Wasserspeicherfähigkeit zu, und auch weniger genügsame Arten können in die Sandrasen eindringen. Kapitel 6.2 gibt einen Überblick über die charakteristischen Vegetationsabfolgen auf Sand und beschreibt die Sukzession von den Pionierstadien bis zum Wald.

Einen Einblick in die Vegetation ausgewählter Sandgebiete des Marchfeldes vermittelt Kapitel 6.3. Auf die Gefährdung charakteristischer Sandarten dieses Raumes wird in Kapitel 6.4 eingegangen.

6.1 Anpassungen typischer Sandpflanzen

Da die sommerliche Dürre im pannonischen Raum früh einsetzt, können die Pflanzen auf den Sanddünen nur während einer kurzen Zeitspanne gut gedeihen. Viele Arten nutzen das zeitige Frühjahr für ihre Entwicklung, denn schon kurze Zeit später trocknet die obere Bodenschicht aus. Dann werden die feinkörnigen Fraktionen schon bei geringen Windgeschwindigkeiten erodiert und nahe der Bodenoberfläche mitgeführt. Aufprallende Sandkörner und Sedimentumlagerungen schädigen die Pflanzen, so daß sich die vegetationsfreien Flächen im Sommer wieder ausdehnen.

Um unter diesen Bedingungen gedeihen zu können, verfügen Pflanzen sandiger Standorte über spezifische Anpassungen:

Anpassungen an die Sedimentumlagerungen

Windexponierte Bereiche der Dünen sind oft über lange Zeiträume unbewachsen, da sie häufig umgelagert werden. Die dort aufkommenden Pflanzen sind dem Sandkornflug besonders stark ausgesetzt. Da die Pionierarten auf Sand besonders robust gebaut und zum Teil durch sklerotisierte und kutinisierte Oberflächen geschützt sind (z. B. Kali-Salzkraut/*Salsola kali*, Feld-Mannstreu/*Eryngium campestre*), kommt es dabei zu keinen größeren Schäden. Einige Arten breiten sich mit Ausläufern auf den offenen Sanden rasch in alle Richtungen aus (z. B. Sand-Fingerkraut/*Potentilla arenaria*, Sand-Strohblume/*Helichrysum arenarium*). Die randlichen, besonders windexponierten Sprosse werden durch den Flugsand stärker geschädigt als die geschützteren zentraleren Pflanzenteile.

Auch erosions- bzw. sedimentationsbedingte Veränderungen der Sanddünen beeinträchtigen die Vegetation und erfordern spezifische Anpassungen. An besonders windexponierten Stellen trägt der Wind den oberen Bodenhorizont ab und legt die Wurzeln teilweise frei. Bei geringeren Bodenabträgen erholen sich die charakteristischen Pionierarten aber zumeist rasch. Wesentlich empfindlicher reagieren die Pflanzen auf Sandablagerungen. Da der Bewuchs wie ein Strömungshindernis wirkt und die Windgeschwindigkeit kleinräumig vermindert, werden die Pflanzen häufig vom Sand begraben. Höhere Ablagerungsraten vertragen nur Arten, die in der Lage sind, Adventivwurzeln zu bilden oder ihren Sproß durch Ausläufer bzw. Nebenrosetten wieder nach oben zu verlagern. Beispiele

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

dafür sind u. a. Silbergras/*Corynephorus canescens* und Sand-Fingerkraut/*Potentilla arenaria*.

Durch die Sedimentumlagerungen entstehen vegetationsfreie Standorte, während ältere Sukzessionsstadien vom Sand begraben werden. Als Anpassung verfügen die Pionierarten in der Regel über sehr viele Samen, mit denen sie die offenen Sandflächen rasch besiedeln können. Diese werden meist vom Wind oder von Tieren in alle Richtungen vertragen und bleiben, sofern sie im Sediment eingeschlossen sind, oft über viele Jahre keimfähig. Charakteristisch ist auch, daß die Samen oft über weite Distanzen ausgebreitet werden. Besonders auffällig ist dies beim Rispen-Gipskraut/*Gypsophila paniculata* und beim Sand-Gipskraut/*Gypsophila fastigiata*, deren oberirdische Teile sich nach der Reife ablösen und vom Wind über die Sandflächen gerollt werden („Steppenroller"), wobei nach und nach die Samen ausgestreut werden. Auch die flugfähigen Früchte der Federgräser (z. B. Grauscheiden-Federgras/*Stipa joannis*, Schönes Federgras/*Stipa pulcherrima* und Sand-Federgras/*Stipa sabulosa*) breiten sich über größere Distanzen aus und besiedeln häufig Pionierflächen. Da das Substrat in der Regel über ein großes Samenpotential verfügt, können Pionierstandorte rasch wieder von typischen Sandarten besiedelt werden.

- **Anpassungen an die Trockenheit**

Sandböden verfügen infolge des geringen Feinerdeanteiles nur über ein geringes Wasserspeichervermögen. Um die zeitweilige Trockenheit unbeschadet zu überstehen, haben die Pflanzen recht unterschiedliche Strategien entwickelt. Betrachtet man die Pionierstadien auf Sand, so fällt auf, daß die Vegetation zu einem hohen Teil aus Xerophyten (trockenheitsliebenden Arten) und Therophyten (Pflanzen, deren Lebenszyklus weniger als ein Jahr benötigt; sie verfügen über keine vegetativen Überdauerungsorgane) besteht. Bestimmte

Durch Sedimentumlagerungen entstehen ausgedehnte Pionierflächen (Ungarn)

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Sukzessionsstadien enthalten ferner Trockenmoose und -flechten, die längere Hitzeperioden überdauern können.

Xerophyten verfügen über verdunstungshemmende Einrichtungen und sind dadurch in der Lage, mit äußerst geringen Wassermengen auszukommen. Dazu zählt beispielsweise die Fähigkeit, die Blattoberfläche zu verkleinern (z. B. Rollblätter verschiedener Schwingel-Arten). Andere Arten reduzieren die Verdunstung durch eine dicke Cuticula (z. B. Furchen-Schwingel/*Festuca rupicola* und Scheiden-Schwingel/*Festuca vaginata*), einen Wachsüberzug (z. B. Ginster-Leinkraut/*Linaria genistifolia* und Scheiden-Schwingel/*Festuca vaginata*) oder durch dichte Behaarung (z. B. Sand-Strohblume/*Helichrysum arenarium* und Graues Sonnenröschen/*Helianthemum canum*).

Eine andere Strategie besteht darin, die vegetative bzw. generative Phase in Zeiträume zu verlagern, in denen eine höhere Bodenfeuchtigkeit herrscht. Viele Therophyten bilden bereits im feuchten Herbst kleine Blattrosetten, die im grünen Zustand überwintern, zeitig im Frühjahr Blütensprosse treiben, vor der Sommertrockenheit fruchten und dann absterben. Manche von ihnen gelangen schon im April zur Samenreife und überdauern dann als Samen das trockene Sommerhalbjahr (u. a. Frühlings-Spörgel/*Spergula morisonii*, Fünfmänniger Spörgel/*Spergula pentandra*, Schmalfrucht-Hungerblümchen/*Erophila verna*). Aber auch viele mehrjährige Pflanzen blühen und fruchten bereits im zeitigen Frühjahr bzw. Frühsommer (z. B. Schwarze Küchenschelle/*Pulsatilla pratensis* subsp. *nigricans*).

Die Trockenheit der Sandböden führt zu einem harten Konkurrenzkampf um die geringe Wassermenge. Das lückige Erscheinungsbild der Pioniergesellschaften steht dabei oft im Gegensatz zur dichten Durchwurzelung des Substrates. Wie VOLK (1931) bei einem Sandrasen in der Oberrheinischen Tiefebene zeigen konnte, ist die Bodenzone zwischen 5 und 30 cm Tiefe besonders stark mit Wurzeln durchsetzt. Dieser zumeist mit Humus und Feinerde angereicherte Bereich trägt wesentlich zur Wasserversorgung der Vegetation bei. Das Vertikalwurzelsystem ist hingegen vor allem während längerer Trockenperioden wichtig, da damit auch die tieferen Bodenschichten erschlossen werden.

Anpassungen an die hohe Strahlungsmenge

Die hohe Strahlungsintensität im Bereich offener Sande resultiert aus der hohen Einstrahlung, der geringen Wärmeleitfähigkeit und der starken Rückstrahlung durch die helle Sandoberfläche. Um die daraus resultierende Belastung zu vermindern, sind die Stengel und Blätter vieler Sandarten stark behaart (u. a. Gewöhnliches-Filzkraut/*Filago vulgaris,* Sand-Wegerich/*Plantago arenaria*) oder bereift (u. a. Scheiden-Schwingel/*Festuca vaginata,* Ginster-Leinkraut/*Linaria genistifolia*). Während des Sommerhalbjahres erscheint der Sandrasen daher in graugrünen, silbriggrauen oder graublauen Tönen.

6.2 Sukzession

Ein natürlicher Dünenstandort kann über längere Zeit vegetationsfrei bleiben, wenn das Sediment ständig umgelagert wird, die Wasserversorgung gering ist, hohe Temperaturen herrschen oder bodenchemische Besonderheiten (z. B. starke Salzanreicherung) vorliegen. Solche Bedingungen sind im östlichen Niederösterreich derzeit nicht gegeben. Schon nach kurzer Zeit besiedeln kleinwüchsige Pionierarten die offenen Sandflächen und bilden lückige, einschichtige Rasen, die bereits die Winderosion vermindern. In dem Maße, wie Humus und organische Substanzen im Oberboden angereichert werden, verbessert sich die Wasser-

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

versorgung. Auf die Pionierarten folgen weniger trockenheitsresistente, größerwüchsige und damit konkurrenzfähige krautige Pflanzen und schließlich auch Gehölze.

WENDELBERGER (1964) untergliedert die natürliche Sukzession auf Sand in Pionierstadium, Substratsteppe, Rasensteppe, Waldsteppe und Steppenwald. Viele Stufen dieser Abfolge fehlen jedoch in Niederösterreich aufgrund der intensiven Nutzungen und können heute nur noch im slowakischen Marchfeld und in der Ungarischen Tiefebene studiert werden. Bereits zur Jahrhundertwende waren die Pionierstadien des bewegten Sandes in Niederösterreich sehr selten. Die damals trotzdem noch großflächig ausgebildeten Substratsteppen sind in der Zwischenzeit auf wenige kleinere Restflächen geschrumpft. Sie haben sich in Richtung Rasensteppe weiterentwickelt und nehmen heute den Großteil der Naturschutzgebiete ein. Aufgrund der forstwirtschaftlichen Nutzung und der früheren Beweidung fehlen auch die Waldsteppe und der Steppenwald.

Offene, vegetationsfreie Sandstandorte gibt es heute nur noch in jenen Bereichen, die durch menschliche Nutzungen geprägt sind. Dazu zählen beispielsweise die Fahrspuren unbefestigter Feldwege oder Gebiete, in denen der Oberboden künstlich abgetragen wurde (Sandgruben und Kahlschläge). Werden diese Bereiche nicht mehr genutzt, breitet sich über kurz oder lang auch hier wieder eine weitgehend geschlossene Pflanzendecke aus.

Für die Entwicklung der Vegetation einer Düne sind die chemischen Eigenschaften des Sandes von ausschlaggebender Bedeutung. Auf den pannonischen Sanddünen Niederösterreichs lassen sich zwei Sandrasen-Gesellschaften unterscheiden: der Pannonische Scheiden-Schwingelrasen/*Festucetum vaginatae* auf schwach basischen bis schwach sauren Böden und die Marchtaler Silbergrasflur/*Thymo angustifolii-Corynephoretum* auf mäßig bis stark sauren Böden. Im folgenden werden die Charakteristika dieser Gesellschaften dargestellt.

6.2.1 Charakteristische Pflanzengesellschaften pannonischer Sanddünen

Die Sanddünenvegetation ist im Binnenland Europas selten und hat ihre Hauptverbreitung im kontinentalen Osteuropa. Die meisten Sandspezialisten des Marchfeldes, z. B. verschiedene *Stipa*-Arten, sind dieser Herkunft. Auf den stark sauer reagierenden Sandböden des Marchtales spielen hingegen vor allem Arten atlantischer Sanddünen, so z. B. das Silbergras/*Corynephorus canescens,* eine dominierende Rolle. Die floristische Zusammensetzung unterscheidet sich in den einzelnen Sandgebieten gravierend.

Festucetum vaginatae - Pannonischer Scheiden-Schwingelrasen

Der Pannonische Scheiden-Schwingelrasen entwickelt sich im Marchfeld auf offenen Sanden, die schwach basisch bis schwach sauer reagieren. Dies sind im wesentlichen die Flugsande der Gänserndorfer Terrasse und der Praterterrasse.

Mitte des letzten Jahrhunderts war diese Gesellschaft in Niederösterreich zwar noch relativ häufig, doch schon damals waren einige Arten, die für Sedimentumlagerungen charakteristisch sind, selten (vgl. NEILREICH 1853 und 1859). So deutet die geringe Verbreitung von Erstbesiedlern wie Klettengras/*Tragus racemosus* und Sand-Radmelde/*Bassia laniflora* darauf hin, daß die Pionierstadien schon zu diesem Zeitpunkt nur kleinräumig ausgebildet waren. Da die Sande nicht mehr vom Wind bewegt werden, sind inzwischen nicht nur diese Vorkommen weitgehend erloschen, sondern auch

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Scheiden-Schwingel/Festuca vaginata

Gewöhnliche Grasnelke/Armeria elongata

Späte Federnelke/Dianthus serotinus

Sand-Strohblume/Helichrysum arenarium

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

die Arten der Substratsteppe stark zurückgegangen.

Die namengebende Schwingel-Art *Festuca vaginata* konnte in den letzten Jahren im Marchfeld nur mehr selten nachgewiesen werden und wird in den Roten Listen als vom Aussterben bedroht geführt. Auch andere Sandspezialisten wie Sand-Federgras/*Stipa borysthenica*, Sand-Steinkraut/*Alyssum montanum* subsp. *gmelinii*, Späte Feder-Nelke/*Dianthus serotinus* und Sand-Kammschmiele/*Koeleria glauca* sind heute sehr selten (NIKLFELD & SCHRATT-EHRENDORFER in Druck).

MUCINA & KOLBEK (1993a) rekonstruieren die Artenzusammensetzung der Pannonischen Scheiden-Schwingelrasen anhand umfangreicher Literatur aus Ungarn und der Slowakei (ŠMARDA 1953, BORHIDI 1956, SOÓ 1957) sowie anhand einer Aufnahme von TRACEY (1980) im Bereich von Weikendorf. Als **Kenntaxa** geben sie Scheiden-Schwingel/*Festuca vaginata*, Sand-Steinkraut/*Alyssum montanum* subsp. *gmelinii*, Sand-Radmelde/*Bassia laniflora*, Ungarische Sand-Flockenblume/*Centaurea scabiosa* subsp. *sadleriana*, Späte Feder-Nelke/*Dianthus serotinus*, Grau-Goldlack/*Erysimum diffusum*, Sand-Gipskraut/*Gypsophila fastigiata*, Rispen-Gipskraut/*Gypsophila paniculata*, Sand-Strohblume/*Helichrysum arenarium*, Sand-Kammschmiele/*Koeleria glauca* und Sand-Federgras/*Stipa borysthenica* an, als **dominante und konstante Begleiter** nennen sie Pfriemengras/*Stipa capillata*, Gelbscheidiges Federgras/*Stipa pulcherrima* und Steppen-Wolfsmilch/*Euphorbia seguieriana*.

Die Vegetation der Substratsteppe wurde mittlerweile in fast allen Bereichen des Marchfeldes von Rasensteppen des Typs „Pannonische Tragant-Pfriemengrasflur über Sanden" abgelöst. Die geschlossenen Tragant-Pfriemengrasfluren [Astragalo austriaci-Festucetum sulcatae (SOÒ 1957) = Astragalo-Stipetum zayense (KNAPP 1944)] nehmen heute den Großteil der ehemals offenen Flugsanddünen ein, sofern diese nicht schon vollkommen zerstört wurden. Verschiedene Schwingel- und Federgras-Arten, aber auch die Erdsegge/*Carex humilis*, dominieren die Gesellschaft, die auch sonst ein recht unterschiedliches Artenspektrum aufweist. Weiterführende pflanzensoziologische Studien könnten vermutlich zu einer substratbedingten Aufgliederung der Tragant-Pfriemengrasfluren in mehrere Gesellschaften führen. In den geschlosseneren Rasenbeständen werden die charakteristischen Erstbesiedler nach und nach verdrängt, so daß die Pionierarten offener Sande heute zu den ausgesprochenen Raritäten zählen.

Thymo angustifolii-Corynephoretum - Marchtaler Silbergrasflur

Die Marchtaler Silbergrasgesellschaft entwickelt sich auf Sanden, die mäßig bis stark sauer reagieren, und ist innerhalb von Österreich nur äußerst kleinräumig im March- und Thayatal zu finden (u.a. „In den Sandbergen" östlich von Drösing und „Erlwiesen" in Bernhardsthal). Großflächig gibt es diese Assoziation im slowakischen Teil des Marchfeldes, teilweise auch auf sekundär entblößten Stellen wie Sandgruben und Gräben (KRIPPEL 1954).

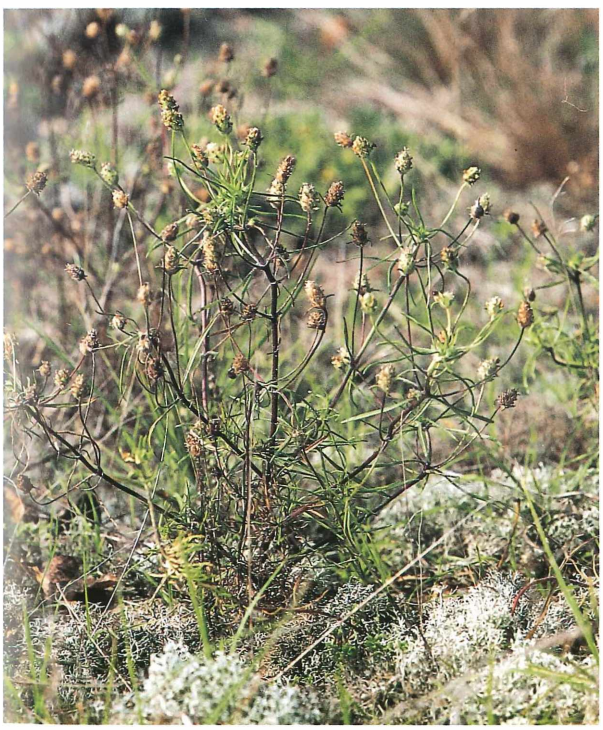
Da die postglazialen Dünen der Marchniederung forstwirtschaftlich genutzt werden, sind die Sandrasen derzeit nur kleinräumig im Bereich ungesicherter Wege, entlang der Waldränder und in Kahlschlägen ausgebildet. Neben dem dominierenden Silbergras kommen in dieser Gesellschaft mehrere vom Aussterben bedrohte Sandspezialisten wie Sand-Thymian/*Thymus serpyllum* oder Gewöhnliches Filzkraut/*Filago vulgaris* vor.

Die Marchtaler Silbergrasflur ist - verglichen mit anderen Pflanzengesellschaften - artenarm, doch viele der vorkommenden Pflanzen sind innerhalb Österreichs nur hier zu finden. Aus diesem Grund

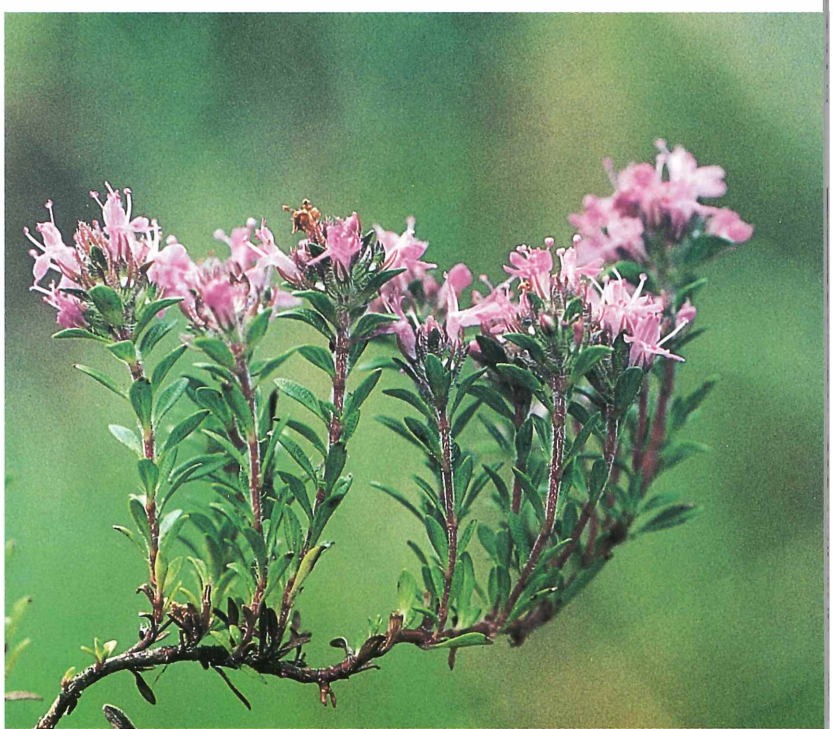
©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Dünen-Veilchen/Viola tricolor „subsp. curtisii"

Silbergras/Corynephorus canescens



Sand-Wegerich/Plantago arenaria (= P. indica)



Sand-Thymian/Thymus serpyllum

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

sind die Bestände mit Sand-Thymian/*Thymus serpyllum*, Sand-Steinkraut/*Alyssum montanum* subsp. *gmelinii* und Dünen-Veilchen/*Viola tricolor* „subsp. *curtisii"* überregional bedeutsam.

Die Struktur dieser Gesellschaft ist in ihren Pionierstadien lückig und durch die blaugrünen Silbergras-Horste bestimmt. Werden die Zwischenräume von Strauchflechten ausgefüllt, so gelangt nur wenig Wasser in den Untergrund, und die Sandflächen bleiben lange Zeit waldfrei (ELLENBERG 1982). Diese Erscheinung kann im slowakischen Marchfeld beobachtet werden, wo der Sand in einigen Bereichen großflächig von der Strauchflechte *Cladonia mitis* bedeckt wird.

MUCINA und KOLBEK (1993b) führen Silbergras/*Corynephorus canescens*, Sand-Thymian/*Thymus serpyllum* und Dünen-Veilchen/*Viola tricolor* „subsp. *curtisii"* als **Kenntaxa** sowie Kanadisches Berufkraut/*Conyza canadensis* und Hundszahngras/*Cynodon dactylon* als **konstante Begleiter** für diese Gesellschaft an.

6.2.2 Endstadium der Vegetationsentwicklung

Ist der Boden eines Pionierstandorts gefestigt, so dringen im Laufe der Zeit auch weniger genügsame Pflanzen ein und verdrängen die konkurrenzschwachen Erstbesiedler. Auch lichtkeimende Gehölze können sich auf den vegetationsarmen Sandsteppen entwickeln, sofern diese nicht zu stark beweidet werden. Greift der Mensch nicht in die Sukzession ein, so bildet sich langfristig als Schlußglied der Vegetationsentwicklung eine Klimax- oder aber eine Dauergesellschaft aus. Im Bereich des nordöstlichen Niederösterreichs waren dies Eichenmischwälder, die nur an besonders trockenen oder feuchten Stellen von anderen Dauergesellschaften abgelöst wurden. Im Bereich der seichtgründigen Schotter- und Flugsandböden des Marchfeldes haben sich möglicherweise Waldsteppen ausgebildet, in denen Rasen- und Gehölzelemente kleinräumig mosaikartig verzahnt waren (vgl. dazu ZÓLYMOI 1952).

Die Frage, ob die Dünen im pannonischen Raum ursprünglich waldfrei waren, wurde in Botanikerkreisen schon sehr früh diskutiert. Bereits KERNER (1865a) bejaht dies und führt die kurze Vegetationsperiode als Ursache für das Fehlen eines Waldes in der Steppe der ungarischen Tiefebene an:

„In der waldlosen Alpenregion ist somit ebenso wie in der waldlosen Steppenregion die Lebensthätigkeit der Pflanzen auf einen kurzen Zeitraum von kaum drei Monaten eingeschränkt, und zwar sind in den Alpen Fröste und Schneefall, in der Steppe die Nachtfröste des Frühlings und die Dürre des Sommers die einschränkenden Momente. (...) So wie im Hochgebirge die waldlose Region von der Region hochstämmiger Bäume durch eine Linie geschieden wird, (...) ebenso scheidet im ungarischen Tieflande eine mehrfach ausgebuchtete Linie die waldlose centrale Steppe von dem mit hochstämmigen Bäumen bewaldeten Rande, und man kann daher im ungarischen Tieflande ein waldloses Steppengebiet und ein bewaldetes Randgebiet wohl unterscheiden."

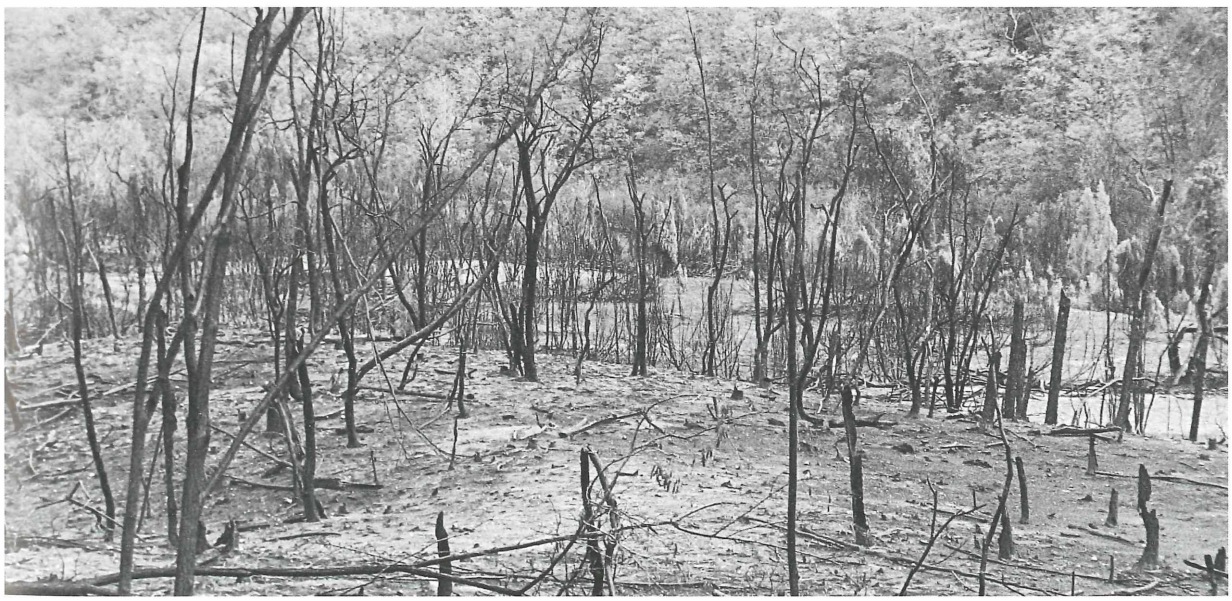
Das Klima des Marchfeldes ist für die Vegetation zwar wesentlich günstiger als das in der Ungarischen Tiefebene, doch auch hier finden sich Indizien, die auf baumfreie Bereiche schließen lassen. Nach SOÓ (1957) und WENDELBERGER (1964) deutet das Vorkommen des Steinröschens/*Daphne cneorum* und der Mondraute/*Botrychium lunaria* auf die primäre Natur der Sandsteppen des Marchfeldes. Beim Steinröschen handelt es sich um ein ost-submediterranes Florenelement, das hinsichtlich seiner Höhenverbreitung eine große Amplitude aufweist, stammen doch die höchstgelegenen Nachweise aus einer Seehöhe von über 2000 m. Auch der Rautenfarn steigt im Gebirge bis in die Rasenstufe auf. Da diese Arten, ebenso wie viele

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

der charakteristischen Sandspezialisten, in einem geschlossenen Wald langfristig nicht bestehen können, erscheint es naheliegend, daß es nacheiszeitlich zumindest kleinräumig waldfreie Sandgebiete gab.

Geht man von der heutigen Umlagerungsdynamik aus, so ist nur schwer vorstellbar, daß die Sukzession auf den Sandstandorten immer wieder unterbrochen und auf ihre Pionierstadien zurückgeworfen wurde. Im Postglazial herrschten aber über lange Zeiträume höhere Windgeschwindigkeiten als heute. Zudem wurde der Baumbestand fallweise durch natürliche Katastrophenereignisse wie Windwurf und Waldbrände verwüstet. Dadurch konnte der Wind die offenen Sandbereiche erneut umlagern und Pionierflächen schaffen. Ebenso könnte der starke Weidedruck heute ausgestorbener Großsäuger für den langfristigen Bestand steppenartiger Vegetationsverhältnisse eine bedeutende Rolle gespielt haben. Ferner sind durch den Erdauswurf grabender Tiere immer wieder offene Standorte entstanden, die von charakteristischen Sandpflanzen besiedelt werden konnten (WALTER 1968 und RABOTNOV 1995).

Doch auch die Annahme, daß die Dünengebiete vollständig bewaldet waren, und die Ausbreitung der charakteristischen Steppenpflanzen erst in historischer Zeit erfolgte, kann nicht ausgeschlossen werden. Da es im Marchfeld keine Moorgebiete gibt, läßt sich seine Vegetationsgeschichte mit Hilfe pollenanalytischer Methoden nur bedingt klären. Für das etwa 40 km entfernte Gebiet des Seewinkels rekonstruiert HAVINGA (1990) die Vegetationsgeschichte des burgenländischen Steppengebietes mit Hilfe pollenanalytischer Methoden. Er kommt dabei zum Schluß, daß die Schwarzerdeböden während des Postglazials bewaldet waren und sich erst unter menschlichem Einfluß eine steppenartige Vegetation entwickelt hat. Diese Erkenntnisse sind jedoch wegen der großen Entfernung zu den Sandgebieten des Marchfeldes nicht direkt übertragbar. Aus diesem Grund bleiben die angeführten Ansichten über die primäre bzw. sekundäre Natur der Sandsteppe derzeit noch spekulativ, was aber angesichts der zerstörerischen Eingriffe des Menschen in die Sandgebiete des Marchfeldes nur ein untergeordnetes Problem darstellt.



Durch Waldbrände entstehen offene Sandflächen

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Rot-Föhrenforst

eichendominierte Mischwälder sind hingegen nur kleinräumig ausgebildet.

6.3 Vegetation ausgewählter Sandgebiete

von Luise Schratt-Ehrendorfer

Im folgenden wird ein kurzer Überblick über die Vegetation ausgewählter Sandbereiche Niederösterreichs gegeben. Dargestellt werden nur jene Bereiche, in denen es heute zumindest kleinräumig noch offene Sandflächen gibt bzw. vor kurzer Zeit gab.

6.3.1 Dünen der Gänserndorfer Terrasse

Sedimentcharakteristik: Die Dünen der Gänserndorfer Terrasse werden von spätglazialen Flugsanden aufgebaut. Die Sedimente sind zumeist oberflächlich entkalkt und reagieren schwach alkalisch bis schwach sauer. Ihr Korngrößenmaximum liegt im Mittelsandbereich.

Infolge der gravierenden forstwirtschaftlichen Eingriffe unterscheidet sich jedenfalls die aktuelle Vegetation der Waldgebiete grundlegend von der potentiell natürlichen. Heute wachsen auf den Flugsandböden zumeist Schwarz- und Rot-Föhren,

Sandberge Oberweiden

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Weiden an der March - Naturschutzgebiet „Sandberge Oberweiden"

Das Naturschutzgebiet „Sandberge Oberweiden" befindet sich im nordöstlichen Marchfeld zwischen den Ortschaften Oberweiden und Schönfeld. Es umfaßt eine Fläche von 115 ha und ist von Windschutzanlagen und landwirtschaftlich genutzten Flächen umgeben. Der langgezogene Dünenrücken ist stark gegliedert und hat eine Höhe von bis zu 8 Metern. POKORNY & STRUDL (1986) zählen das Naturschutzgebiet „Sandberge Oberweiden" zu den national bedeutenden Trockenrasen-Gebieten Österreichs.

Die Vegetation verdeutlicht, daß die Sande schon seit geraumer Zeit gebunden sind und daß kaum Beweidung stattfindet. Im geschlossenen Steppenrasen der Gesellschaft *Astragalo austriaci-Festucetum sulcatae* (Pannonische Tragant-Pfriemengrasflur) finden sich heute nur noch vereinzelt Sukzessionsrelikte der offenen Substratsteppe, so die Sand-Strohblume/*Helichrysum arenaria*, die Späte Feder-Nelke/*Dianthus serotinus* oder die Gewöhnliche Grasnelke/*Armeria elongata*. In dichtrasigen Bereichen dominiert neben anderen Horstgräsern das Grauscheidige Federgras/*Stipa joannis*, seltener ist auch das Gelbscheidige Federgras/*Stipa pulcherrima* vertreten. Die artenarmen Rasen erscheinen hier zumeist recht eintönig. Zur Fruchtzeit, wenn die weiß behaarten Grannen der Federgräser als Flugorgane der Früchte voll entwickelt sind, bieten sie jedoch einen attraktiven Anblick. Offene Sandflächen gibt es im Naturschutzgebiet nur mehr im Bereich der Feldwege und der Trabrennbahn. Hier konzentrieren sich auch die Vorkommen der seltenen Sandspezialisten.

Die Flächen des Naturschutzgebietes werden derzeit einmal jährlich gemäht. Davon ausgenommen sind jedoch die stark geneigten Flächen, da sie maschinell nicht bearbeitbar sind. Hier dringen bereits Gehölze wie Götterbaum/*Ailanthus altissima* und Robinie/*Robinia pseudacacia* großflächig ein und tragen zur Eutrophierung und Bewaldung der

Dichte Rasen mit Grauscheidigem Federgras/Stipa joannis (Gerichtsberg)

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Brache im Bereich des Brunnfeldes/Weikendorf

Erdpreßhöhe/Lassee

Offene Sandflächen entlang unbefestigter Wege

In den Sandbergen/Drösing

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Rasensteppe bei. Von einer Beweidung dieser Flächen wurde bislang abgesehen.

Marchegg - „Gerichtsberg"

Der Gerichtsberg liegt westlich von Marchegg und ist von Äckern umgeben. Das Gebiet umfaßt eine Fläche von nur etwa 0,7 ha und steht derzeit nicht unter Schutz. Die sichelförmig gebogene Düne hat eine Höhe von bis zu 4 Metern. Nach POKORNY & STRUDL (1986) zählt der Gerichtsberg zu den national bedeutenden Trockenrasen-Gebieten Österreichs.

Die Sande im Bereich des Gerichtsberges sind schon seit geraumer Zeit gefestigt und werden vom *Astragalo austriaci-Festucetum sulcatae* (=Pannonische Tragant-Pfriemengrasflur) bewachsen, das für gefestigte Sande charakteristisch ist. Im Gegensatz zu den Sandgebieten von Oberweiden und Weikendorf dominieren hier nicht Federgräser sondern Schwingel-Arten sowie Steppen-Kammschmiele/*Koeleria macrantha* und Glanz-Lieschgras/*Phleum phleoides.* Als Sukzessionsrelikt offenerer Sandrasen tritt heute nur noch das Rispen-Gipskraut/*Gypsophila paniculata* etwas häufiger auf. Offene Sandflächen gibt es derzeit am Gerichtsberg nicht mehr.

Die floristische Verarmung des Gerichtsberges schreitet rasch voran und ist ein exemplarisches Beispiel für die Bedrohung primärer, offener Trockenrasen. KARRER (1984) konstatiert gegenüber den beiden vorangegangenen Jahrzehnten bereits das Verschwinden von in Österreich vom Aussterben bedrohten Sandspezialisten (Scheiden-Schwingel/*Festuca vaginata*, Sand-Steinkraut/*Alyssum montanum* subsp. *gmelinii* und Sand-Kammschmiele/*Koeleria glauca)*. Einige Arten, die KARRER (1984) als selten bezeichnete, konnten bei einer Nachsuche 1997 nicht mehr aufgefunden werden, so das Sand-Federgras/*Stipa borysthenica* und der Stengellose Tragant/*Astragalus exscapus*. Andere Arten wie z. B. Kleine Segge/*Carex supina,* Glanz-Segge/*Carex liparocarpos* oder Steppen-Veilchen/*Viola ambigua* scheinen bereits am Rande ihrer Existenzmöglichkeit zu vegetieren. Ohne geeignete Maßnahmen ist der weitere Artenverlust nicht aufzuhalten.

Die Flächen des Gerichtsberges werden derzeit weder beweidet noch gemäht. Aus diesem Grund breiten sich Gehölze wie Flieder, Götterbaum und Robinie sehr stark aus. Auch der Umstand, daß das Gebiet klein ist und entsprechende Pufferzonen zu den landwirtschaftlich genutzten Flächen fehlen, trägt zur Eutrophierung des Standortes bei. Obwohl schon in der Vergangenheit Pflegemaßnahmen vorgeschlagen wurden (KARRER 1984), besteht die Gefahr des unwiderruflichen Verlustes dieses biologisch wertvollen Sandlebensraumes, da bislang keine entsprechenden Schritte gesetzt wurden.

Weikendorf - Sandberge im Brunnfeld

Der östliche Teil der Weikendorfer Remise und der nördliche Bereich des angrenzenden Brunnfeldes werden durch zahlreiche Dünen gegliedert. Diese Ablagerungen weisen eine Höhe von bis zu 8 Metern auf. POKORNY & STRUDL (1986) zählen das Gebiet zu den national bedeutenden Trockenrasen-Gebieten Österreichs.

Die größten Erhebungen werden teilweise von einem reich strukturierten Eichenmischwald eingenommen. Die waldfreien Bereiche weisen einen geschlossenen, wegen seiner Dichte artenarmen Steppenrasen der Gesellschaft Astragalo austriaci-Festucetum sulcatae (= Pannonische Tragant-Pfriemengrasflur) auf. Wie in Oberweiden zählt das Grauscheidige Federgras/*Stipa joannis* neben anderen Horstgräsern zu den dominierenden Grasarten; seltener sind das Gelbscheidige Federgras/*Sti-*

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

pa pulcherrima und das Pfriemengras/*Stipa capillata* vertreten. In einigen Bereichen sind auch Trespen-/*Bromus erectus*-Halbtrockenrasen großflächig ausgebildet. Da die geschlossene Vegetationsdecke die Winderosion unterbindet, sind Sukzessionsrelikte der Substratsteppe äußerst selten geworden. Am besten kann sich noch das hochwüchsige Rispen-Gipskraut/*Gypsophila paniculata* behaupten. Offene Sandflächen gibt es nur mehr entlang unbefestiger Wege und im Bereich brachliegender Äcker, wo sich auch die raren Sandpionierarten am ehesten halten können.

Die Rasensteppe wird zwar in den flachen Bereichen gemäht, die steil geneigten Dünenflanken bleiben davon jedoch ausgespart. Aus diesem Grund breiten sich allmählich Gehölze aus und verdrängen die charakteristischen Sandpflanzen.

3.3.2 Dünen der Praterterrasse

Sedimentcharakteristik: Die Dünen der Praterterrasse bestehen aus postglazialen Flugsanden. Die Sedimente sind feinkörniger als jene im Bereich der Gänserndorfer Terrasse und reagieren schwach alkalisch. Ihr Korngrößenmaximum liegt im Feinsandbereich. Im Bereich der Praterterrasse sind die Dünen äußerst kleinräumig ausgebildet, da die meisten Flugsandgebiete während der letzten Jahrzehnte eingeebnet wurden.

Lassee - „Erdpreßhöhe"

Eine noch teilweise erhaltene Düne liegt östlich der Ortschaft Lassee im Bereich der Flur „Erdpreßhöhe" Das Gebiet umfaßt eine Fläche von ca. 2 ha und ist von Windschutzanlagen und landwirtschaftlich genutzten Flächen umgeben. POKORNY & STRUDL (1986) rechnen es zu den regional bedeutenden Trockenrasen-Gebieten Österreichs. Im Bereich der Erdpreßhöhe gibt es kleinräumig noch offene Standorte, da im östlichen Teil fallweise Sand abgebaut wird und unbefestigte Wege das Gelände erschließen. Zudem schaffen Dachs und Kaninchen in den Eingangsbereichen ihrer Bauten immer wieder offene Sandstellen. Äolische Sandumlagerungen finden jedoch auch hier nicht mehr statt, da die Düne von umfangreichen Windschutzanlagen umgeben ist.

Die Steppenrasenbestände der Gesellschaft *Astragalo austriaci-Festucetum sulcatae* (= Pannonische Tragant-Pfriemengrasflur) sind heute nur mehr äußerst fragmentarisch erhalten, da sie von der Goldrute/*Solidago gigantea* und anderen Ruderalpflanzen verdrängt wurden. An ungestörten Stellen dominieren Furchen-Schwingel/*Festuca rupicola* und Steppen-Schmiele/*Koeleria macrantha* den lockeren Sandtrockenrasen. Von den Federgräsern tritt stellenweise das Grauscheidige Federgras/*Stipa joannis* auf. Als Sukzessionsrelikt ist nur das Rispen-Gipskraut/*Gypsophila paniculata* etwas häufiger anzutreffen.

In den fallweise umgelagerten Sanden im Bereich der Kaninchen- und Dachsbauten nutzt die zierliche Hügel-Miere/*Minuartia glaucina* die offenen Standortsbereiche. Eine Reihe weiterer konkurrenzschwacher Arten, darunter vor allem Einjährige, kommen im Bereich der Sandgrube vor, in der übrigens seit vielen Jahren eine Uferschwalben-Kolonie nistet. Als Besonderheit der etwas geschlosseneren Furchenschwingel-Steppenschmielen-Rasen ist gegenüber den anderen Sandgebieten das häufigere Auftreten des Österreichischen Tragant bemerkenswert.

Die Flächen werden derzeit weder gemäht noch beweidet, so daß die Goldruten-Bestände weiter überhand nehmen. Durch gezieltes Management wäre es hier möglich, die Ruderalisierungstendenz zu unterbinden und einen wertvollen Sandlebensraum langfristig zu sichern. Doch die Entwicklungen weisen in eine andere Richtung: Nach Aus-

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

künften in der Gemeinde Lassee sind in einem unmittelbar an die Düne angrenzenden Bereich Ersatzaufforstungen im Ausmaß von 1,4 ha geplant, wodurch die Umlagerungsdynamik weiter vermindert wird.

6. Dünen der Marchniederung

Sedimentcharakteristik: Die Dünen der Marchniederung werden von postglazialen Sanden aufgebaut. Die Sedimente haben ein Korngrößenmaximum im Mittelsandbereich und reagieren stark sauer.

Drösing - „In den Sandbergen"

In der Gemeinde Drösing liegt unweit der March ein etwa 20 ha großes Dünengebiet, das den bezeichnenden Namen „In den Sandbergen" trägt. Das Gelände weist heute nur geringe Reliefunterschiede auf, da die Sanddünen im Zuge der forstwirtschaftlichen Eingriffe teilweise eingeebnet wurden. Da „In den Sandbergen" lange Zeit ein unbemerktes botanisches Juwel war, wird es von POKORNY & STRUDL (1986) im Trockenrasenkatalog nicht genannt. Dennoch handelt es sich dabei um ein äußerst wertvolles Gebiet, dem höchste Schutzpriorität zukommt. Sandarten atlantischer Herkunft wie Silbergras/*Corynephorus canescens* oder Frühlings-Spörgel/*Spergula morisonii* haben heute hier ihre bedeutendsten bzw. einzigen österreichischen Vorkommen.

Die äußerst nährstoffarmen Böden wurden Ende des letzten Jahrhunderts vorwiegend mit Rot-Föhren aufgeforstet. Im Unterwuchs dominieren heute großflächig dichte, oft einartige Landreitgras-Bestände. Offene Sandflächen gibt es derzeit lediglich in einem Sandabbaugebiet, im Bereich eines etwa 5 ha großen Kahlschlages und entlang der unbefestigten Wege.

Diese gehölzfreien Bereiche stellen heute letzte Refugien der Marchtaler Silbergrasflur (*Thymo angustifolii-Corynephoretum*) dar. Neben dem dominierenden Silbergras/*Corynephorus canescens* finden sich in dieser Gesellschaft mehrere in Österreich vom Aussterben bedrohte Sandspezialisten wie Sand-Thymian/*Thymus serpyllum*, Sand-Steinkraut/*Alyssum montanum* subsp. *gmelinii*, Dünen-Veilchen/*Viola tricolor* „subsp. *curtisii*", Frühlings-Spörgel/*Spergula morisonii* und Gewöhnliches Filzkraut/*Filago vulgaris*. Pionierstadien mit hohem Strauchflechten-Anteil, wie sie in den ausgedehnteren slowakischen Sandrasen am gegenüberliegenden Marchufer ausgebildet sind, fehlen auf österreichischer Seite.

Die Struktur dieser Gesellschaft ist am Beginn der Sukzession lückig und durch die blaugrünen Silbergras-Horste bestimmt. In bereits etwas gefestigten, aber noch immer offenen Rasen wächst der Sand-Thymian/*Thymus serpyllum*. Viele der kennzeichnenden Arten sind kleinwüchsig und daher konkurrenzschwach. Einjährige Pflanzen wie Frühlings-Spörgel/*Spergula morisonii* und Dünen-Veilchen/*Viola tricolor* subsp. *„curtisii"* waren im Frühjahr 1997 auf der großen Kahlschlagfläche recht zahlreich. Ihre Populationsgröße ist aber sehr stark vom Ausmaß offener Standorte abhängig, da diese Arten im Laufe der Sukzession von höherwüchsigen Pflanzen verdrängt werden. Ebenfalls eine Besonderheit saurer Sandstandorte ist die Klebrige Nachtnelke/*Silene viscosa*, die 1997 einen großen Bestand bildete. Diese einjährige, aber trotzdem stattliche Pflanze mit attraktiven Blütenständen besiedelt etwas nährstoff- und humusreichere Standorte als die vorher genannten Arten.

Im Randbereich der fallweise befahrenen Wege gedeihen u. a. Silber-Fingerkraut/*Potentilla argentea*, Kahles Bruchkraut/*Herninaria glabra* und Hundszahngras/*Cynodon dactylon*. Anders als auf den Sanddünen des Marchfeldes breitet sich derzeit in den offenen Kahlschlagflächen statt Feder-

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Tab. 6.1: Pflanzenarten der besprochenen Sandgebiete

Legende
RL: Gefährdungseinstufung der Arten nach der „Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Österreichs", NIKLFELD & SCHRATT-EHRENDORFER (in Druck)
†: ausgerottet, ausgestorben oder verschollen
1: vom Aussterben bedroht
2: stark gefährdet
3: gefährdet
Pann: im Pannonischen Gebiet gefährdet
–: ungefährdet bzw. im Gebiet fehlend
+: im Gebiet vorkommend
n: in den Sandgebieten des Marchfeldes eingebürgerte, nicht ursprüngliche Art
?: Vorkommen zu prüfen
***:** systematisch unzureichend bekannt

Sandgebiete
O: „Sandberge Oberweiden"
G: „Gerichtsberg" bei Marchegg
B: „Sandberge im Brunnfeld" bei Weikendorf
E: „Erdpreßhöhe" bei Lassee
D: „In den Sandbergen" bei Drösing
(Quellen: KARRER 1984, POKORNY & STRUDL 1986, Geländedaten von Exkursionen des Instituts für Botanik und von L. Schratt-Ehrendorfer; der Erfassungsgrad der Gebiete ist verschieden vollständig)

Arten, die besonders eng an offene Sandtrockenrasen gebunden sind
Arten, die an sandigen Trockenstandorten einen Schwerpunkt ihres Vorkommens haben

	***Wissenschaftlicher Name*/Deutscher Name**	**RL**	**O**	**G**	**B**	**E**	**D**
	Acer campestre (Feld-Ahorn)						
	Achillea collina (Hügel-Schafgarbe)						
	Achillea pannonica (Ungarische Schafgarbe)	3					
	Achillea setacea (Feinblättrige Schafgarbe)	2					
	Acinos arvensis (Gewöhnlicher Steinquendel)						
	Agrimonia eupatoria (Echter Odermennig)						
	Allium flavum (Gelber Lauch)						
	Allium oleraceum (Glocken-Lauch)						
	Allium scorodoprasum (Schlangen-Lauch)						
	Alyssum alyssoides (Kelch-Steinkraut)						
	Alyssum montanum subsp. *gmelinii* (Sand-Steinkraut)*	1		†			
	Anchusa officinalis (Echte Ochsenzunge)						
!	*Androsace elongata* (Langstiel-Mannsschild)	2					
	Anthemis ruthenica (Ruthenische Hundskamille)	2					
	Anthericum ramosum (Ästige Graslilie)						
	Anthyllis vulneraria (Echter Wundklee)						
	Arabidopsis thaliana (Schmalwand)						
	Arabis hirsuta (Behaarte Gänsekresse)						
	Arabis auriculata (= A. recta) (Öhrchen-Gänsekresse)						
	Arenaria leptoclados auct. (Zartes Sandkraut)	3					
	Arenaria serpyllifolia (Quendel-Sandkraut)						
	Aristolochia clematitis (Osterluzei)						
	Armeria elongata (Gewöhnliche Grasnelke)	2					
	Arrhenatherum elatius (Glatthafer)						
	Artemisia campestris (Feld-Beifuß)						
	Asparagus officinalis (Garten-Spargel)						
	Asperula cynanchica (Hügel-Meier)						
	Astragalus austriacus (Österreichischer Tragant)	3					
	Astragalus exscapus (Stengelloser Tragant)	1		†			
	Astragalus onobrychis (Esparsetten-Tragant)			+			
	Atriplex patula (Ruten-Melde)						
	Avenula pratensis (Kahler Wiesenhafer)	3					
	Bassia laniflora (= Kochia laniflora) (Sand-Radmelde)	1					

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Wissenschaftlicher Name/Deutscher Name	RL	O	G	B	E	D
Berberis vulgaris (Berberitze)						
Berteroa incana (Graukresse)						
Bothriochloa ischaemum (Bartgras)						
Brachypodium pinnatum (Fieder-Zwenke)						
Briza media (Zittergras)						
Bromus erectus (Aufrechte Trespe)						
Bromus sterilis (Taube Trespe)						
Bromus tectorum (Dach-Trespe)						
Calamagrostis epigejos (Land-Reitgras)						
Carduus acanthoides (Weg-Distel)						
Carduus nutans (Nickende Distel)						
Carex humilis (Erd-Segge)						
Carex liparocarpos (Glanz-Segge)	3					
Carex praecox (Weg-Segge, Frühe Segge)						
Carex stenophylla (Schmalblättrige Segge)	3					
Carex supina (Kleine Segge)	2					
Carlina vulgaris (Kleine Golddistel)						
Centaurea scabiosa (Skabiosen-Flockenblume)						
Centaurea scabiosa subsp. *sadleriana* (Ung. Skabiosen-Flockenblume)	2					
Centaurea stoebe (Rispen-Flockenblume)						
Cerastium glutinosum (Klebriges Hornkraut)						
Cerastium semidecandrum (Sand-Hornkraut)						
Chamaecytisus austriacus (Österreichischer Geißklee)	3					
Chamaecytisus ratisbonensis (Regensburger Geißklee)						
Chenopodium album (Weißer Gänsefuß)						
Chenopodium hybridum (Bastard-Gänsefuß)						
Chondrilla juncea (Ruten-Knorpellattich)						
Clinopodium vulgare (Wirbeldost)						
Corynephorus canescens (Silbergras)	1					
Crataegus monogyna (Eingriffeliger Weißdorn)						
Cynoglossum hungaricum (Ungarische Hundszunge)	2					
Cynoglossum officinale (Echte Hundszunge)						
Dactylis glomerata (Gewöhnliches Knäuelgras)						
Descurainia sophia (Besenrauke, Sophienrauke)						
Dianthus pontederae (Kleinblütige Steinnelke)	3					
Dianthus serotinus (Späte Feder-Nelke)	1					
Dorycnium germanicum (Seidiger Backenklee)						
Elymus hispidus subsp. *hispidus (= Agropyron intermedium)* (Graugrüne Quecke)						
Elymus repens (= Agropyron repens) (Kriech-Quecke)						
Equisetum ramosissimum (Sand-Schachtelhalm)						
Eragrostis minor (Kleines Liebesgras)						
Erophila spathulata (Rundfrüchtiges Hungerblümchen)						
Erophila verna s.str. (Frühlings-Hungerblümchen)						
Eryngium campestre (Feld-Mannstreu)						
Erysimum diffusum (Grauer Schöterich)	3					
Euphorbia cyparissias (Zypressen-Wolfsmilch)						
Euphorbia esula (Esels-Wolfsmilch)						
Euphorbia seguierana (Steppen-Wolfsmilch)						
Euphorbia virgata (Ruten-Wolfsmilch)						
Euphrasia stricta (Steife Wolfsmilch)	Pann					
Falcaria vulgaris (Sicheldolde, Sichelmöhre)						
Festuca javorkae (= F. majovskyi) (Majovskys Schwingel)*	1					
Festuca rupicola (Furchen-Schwingel)			+			
Festuca vaginata (Scheiden-Schwingel)	1		†			
Festuca valesiaca (Walliser Schwingel)	3		+			
Filago arvensis (Acker-Filzkraut)						
Filago minima (Zwer-Filzkraut)	2					
Filago vulgaris (Deutsches Filzkraut)	1					
Fragaria viridis (Knack-Erdbeere)						
Fumaria vaillantii (Blasser Erdrauch)						
Galium verum (Echtes Labkraut)						
Globularia punctata (Hochstenglige Kugelblume)	3					

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

***Wissenschaftlicher Name*/Deutscher Name**	**RL**	**O**	**G**	**B**	**E**	**D**
Gypsophila fastigiata (Sand-Gipskraut)	1	†			†	
Gypsophila paniculata (Rispen-Gipskraut)	2	+			+	
Helichrysum arenarium (Sand-Strohblume)	2	+				
Helianthemum ovatum (Trübgrünes Sonnenröschen)						
Herniaria glabra (Kahles Bruchkraut)	Pann					
Herniaria hirsuta (Behaartes Bruchkraut)	3					
Hieracium echioides (Natternkopf-Habichtskraut)	3					
Hieracium pilosella (Kleines Habichtskraut)						
Hieracium umbellatum (Dolden-Habichtskraut)						
Holosteum umbellatum (Spurre)						
Hypericum perforatum (Echtes Johanniskraut)						
Inula ensifolia (Schwertblättriger Alant)	3					
Juniperus communis (Gewöhnlicher Wacholder)	Pann					
Knautia arvensis (Acker-Witwenblume)			+			
Koeleria glauca (Sand-Kammschmiele)	1		†			
Koeleria macrantha (Steppen-Kammschmiele)			+			
Lactuca serriola (Zaun-Lattich)			+			
Lepidium campestre (Feld-Kresse)						
Leucanthemum vulgare (Wiesen-Margerite)						
Ligustrum vulgare (Gewöhnlicher Liguster)						
Linaria genistifolia (Ginster-Leinkraut)						
Linum austriacum (Österreichischer Lein)	3					
Linum catharticum (Purgier-Lein)						
Linum tenuifolium (Feinblättriger Lein)	3					
Lotus corniculatus (Gewöhnlicher Hornklee)						
Marrubium peregrinum (Grauer Andorn)	2					
Medicago falcata (Sichel-Schneckenklee)						
Medicago lupulina (Hopfenklee)						
Medicago minima (Zwerg-Schneckenklee)	3					
Melica transsilvanica (Siebenbürger Perlgras)						
Melilotus officinalis (Echter Steinklee)						
Minuartia glaucina (= M. verna auct.)(Hügel-Miere)	3					
Muscari neglectum (= M. racemosum) (Weinberg-Traubenhyazinthe)						
Myosotis ramosissima (Hügel-Vergißmeinnicht)						
Myosotis stricta (Steifes Vergißmeinnicht)	3					
Nonea erecta (= N. pulla) (Braunes Mönchskraut)						
Odontites luteus (Gelber Zahntrost)	3					
Oenothera biennis agg. (Gewöhnliche Nachtkerze)						
Onobrychis arenaria subsp. *arenaria* (Eigentliche Sandesparsette)	3					
Orchis militaris (Helm-Knabenkraut)	3					
Orchis ustulata (Brand-Knabenkraut)	Pann					
Oxytropis pilosa (Zottiger Spitzkiel)	2					
Papaver dubium subsp. *austromoravicum (= P. albiflorum)* (Weißer Mohn)	3					
Petrorhagia saxifraga (Steinbrech-Felsennelke)						
Peucedanum oreoselinum (Berg-Haarstrang)						
Phleum phleoides (Glanz-Lieschgras)	3					
Pimpinella saxifraga agg. (Kleine Bibernelle)						
Pinus nigra (Schwarz-Föhre)						
Pinus sylvestris (Rot-Föhre)						
Plantago arenaria (= P. indica) (Sand-Wegerich)	2					
Plantago media (Mittlerer Wegerich)						
Poa angustifolia (Schmalblättriges Rispengras)						
Poa bulbosa (Zwiebel-Rispengras)						
Polygala comosa (Schopf-Kreuzblume)	Pann					
Potentilla argentea (Silber-Fingerkraut)						
Potentilla incana (= P. arenaria) (Sand-Fingerkraut)						
Prunus fruticosa (Zwerg-Weichsel)	3					
Prunus mahaleb (Stein-Weichsel)						
Prunus spinosa (Schlehdorn)						
Pseudolysimachion spicatum (Ähriger Blauweiderich)	3					
Pulsatilla pratensis subsp. *nigricans* (Schwarze Wiesen-Küchenschelle)	3					
Quercus robur (Stiel-Eiche)						
Ranunculus bulbosus (Knollen-Hahnenfuß)						

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

***Wissenschaftlicher Name*/Deutscher Name**	**RL**	**O**	**G**	**B**	**E**	**D**
Ranunculus polyanthemos (Vielblütiger Hahnenfuß)						
Rapistrum perenne (Ausdauernder Rapsdotter)						
Reseda lutea (Gelber Wau)						
Rhamnus cathartica (Gewöhnlicher Kreuzdorn)						
Robinia pseudacacia (Robinie)						
Rosa canina (Hunds-Rose)						
Rubus caesius (Kratzbeere)						
Rubus fruticosus agg. (Brombeere)						
Rumex acetosella (Zwerg-Sauerampfer) [1]						
Rumex thyrsiflorus (Rispen-Sauerampfer)						
Salsola kali (Kali-Salzkraut)						
Salvia nemorosa (Steppen-Salbei)						
Salvia pratensis (Wiesen-Salbei)						
Sanguisorba minor (Kleiner Wiesenknopf)						
Saxifraga tridactylites (Finger-Steinbrech)	3					
Scabiosa ochroleuca (Gelbe Skabiose)						
Scleranthus annuus (Einjahrs-Knäulkraut)						
Scorzonera cana (= Podospermum canum) (Gewöhnliche Stielfrucht)						
Scorzonera purpurea (Blaßrote Schwarzwurz)	3					
Securigera varia (= Coronilla varia) (Bunte Kronwicke)						
Senecio jacobaea (Jakobskraut)						
Senecio viscosus (Kleb-Greiskraut)						
Seseli hippomarathrum (Pferde-Bergfenchel)	3					
Seseli osseum (Seegrüner Bergfenchel)	3					
Silene otites (Ohrlöffel-Leimkraut)	3					
Silene viscosa (Klebrige Nachtnelke)	2					
Sisymbrium altissimum (Ungarische Rauke)						
Sisymbrium loeselii (Loesels Rauke)						
Solidago gigantea (Riesen-Goldrute)						
Spergula morisonii (Frühlings-Spörgel)	1					
Stipa borysthenica (= S. sabulosa) (Sand-Federgras)*	1		†			
Stipa capillata (Pfriemengras)			+			
Stipa joannis (Grauscheidiges Federgras)			+			
Stipa pulcherrima (Gelbscheidiges Federgras)	3		+			
Syringa vulgaris (Flieder)			n			
Taraxacum laevigatum agg. (Rotfrüchtiger Löwenzahn)						
Tephroseris integrifolia (= Senecio integrifolia) (Steppen-Greiskraut)	3					
Teucrium chamaedrys (Echter Gamander)						
Teucrium montanum (Berg-Gamander)						
Thalictrum minus (Kleine Wiesenraute)						
Thesium linophyllon (Mittlerer Bergflachs)	3					
Thesium ramosum (= T. arvense) (Ästiger Bergflachs)	3					
Thymus odoratissimus (= T. glabrescens) (Österreichischer Quendel)						
Thymus serpyllum s.str. (Sand-Quendel)	1					
Tragopogon orientalis (Wiesen-Bocksbart)						
Trifolium montanum (Berg-Klee)						
Verbascum lychnitis (Heidefackel-Königskerze)						
Verbascum phoenicum (Purpur-Königskerze)	3					
Veronica arvensis (Acker-Ehrenpreis)						
Veronica praecox (Früher Ehrenpreis)						
Veronica prostrata (Liegender Ehrenpreis)						
Veronica triphyllos (Finger-Ehrenpreis)						
Veronica verna agg. (Frühlings-Ehrenpreis)	2					
Viburnum lantana (Wolliger Schneeball)						
Vicia lathyroides (Zwerg-Wicke)						
Vincetoxicum hirundinaria (Schwalbenwurz)						
Viola arvensis (Acker-Stiefmütterchen)						
Viola ambigua (Steppen-Veilchen)	2					
Viola kitaibeliana (Steppen-Stiefmütterchen)	2					
Viola rupestris (Sand-Veilchen)						
Viola tricolor „subsp. *curtisii*" (Dünen-Veilchen)	2					

[1] In Sandfluren entlang der March kommt eine möglicherweise eigenständige, aber systematisch noch nicht geklärte Sippe vor. Falls sich dies bestätigt, wäre sie als „stark gefährdet" (Stufe 2) einzustufen.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

gräsern und Schwingel-Arten das Landreitgras/*Calamagrostis epigejos* rasch aus und droht die Silbergrasfluren immer mehr einzuengen. Wo das Landreitgras eine dichte Grasnarbe bildet, können sich schließlich Sandspezialisten offener Standorte nicht mehr behaupten.

Innerhalb des Sandabbaus gibt es größere unbewachsene Flächen, die derzeit infolge ständiger Störungen immer wieder umgelagert und verändert werden. In diesen Bereichen entwickeln sich jedoch nicht, wie erhofft, die charakteristischen Arten der Marchtaler Silberrasenflur, sondern vorwiegend Ruderalpflanzen, was vermutlich auf den Nährstoffeintrag und das mangelnde Samenangebot im Boden zurückzuführen ist. Diese Umstände verdeutlichen die Schwierigkeiten des Biotopmanagements in Sandgebieten.

6.4 Gefährdungsgrad charakteristischer Sandarten

von Luise Schratt-Ehrendorfer

Offene Sandflächen sind in den letzten Jahren im pannonischen Raum dramatisch zurückgegangen. Daher zählen heute die charakteristischen Sandrasen-Gesellschaften, die noch im letzten Jahrhundert einen ganzen Landstrich prägten, zu den seltensten und gefährdetsten Vegetationstypen Österreichs und darüber hinaus Mitteleuropas.

Viele Sandrasen-Gebiete sind nur mehr kleinflächig ausgebildet und innerhalb der intensiv genutzten Kulturlandschaft des Marchfeldes isoliert. Wegen fehlender Sedimentumlagerungen wachsen die Flächen zu, und der Nährstoffeintrag aus den angrenzenden Gebieten beschleunigt die Eutrophierung. Die charakteristischen Sandarten werden auf diese Weise nach und nach verdrängt. Da die nächstgelegenen Sandrasenbestände viele Kilometer entfernt sind, ist die Möglichkeit der Wiederbesiedlung bereits verdrängter Arten sehr eingeschränkt.

Betrachtet man die Gefährdung von Arten unterschiedlicher Sukzessionsstadien, so zeigt sich, daß vor allem die Besiedler der Initialstadien äußerst selten geworden sind (vgl. dazu Tab. 6.1). Die Erstbesiedler der artenarmen, lückigen Pionierrasen erreichen an stark besonnten, trockenen und nährstoffarmen Standorten nur eine geringe Wuchshöhe und sind somit konkurrenzschwach. Deshalb werden alle Pionierarten auf Sand in der Roten Liste in der Kategorie „vom Aussterben bedroht" bzw. „stark gefährdet" geführt.

Nicht unmittelbar vom Aussterben bedroht sind Sandbewohner, die auch in geschlosseneren Rasen vom Typ der Pannonischen Tragant-Pfriemengrasflur vorkommen: so z. B. das bereits höherwüchsige und damit konkurrenzstärkere Rispen-Gipskraut/*Gypsophila paniculata*, das aber trotzdem als stark gefährdet eingestuft werden muß.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

7 Tierwelt der Sanddünen

Verschiedene *physikalische* Faktoren üben in Sandlebensräumen den wesentlichen Selektionsdruck auf die Tierwelt aus. Welche Faktoren dies sind und zu welchen Anpassungen sie führen, wird in den Kapiteln 7.1 und 7.2 besprochen. Kapitel 7.3 beschreibt, in welchem Umfang die einzelnen Tiergruppen europäische Sandlebensräume besiedeln und woher die Sandbewohner stammen können. Die nationale und internationale Bedeutung der niederösterreichischen Sanddünengebiete als Lebensraum für Tiere wird anhand ihrer Stechimmenfauna in Kapitel 7.4 herausgearbeitet. Auf Gefährdung und notwendige Pflegemaßnahmen dieser Flächen geht Kapitel 7.5 ein.

7.1 Sanddünen als Lebensraum für Tiere

7.1.1 Mikroklima

Temperaturverhältnisse

Offene Sandflächen zeichnen sich durch extreme Temperaturen aus. Die Durchsetzung des Sandes mit Luft verringert dessen Wärmeleitfähigkeit, so daß bei starker Sonneneinstrahlung unmittelbar an der Oberfläche durch den Hitzestau Temperaturen erreicht werden, die für die meisten tierischen Lebewesen letal sind. Das Ausmaß dieser Erwärmung hängt u. a. von der Beschaffenheit des Sandes ab. Grobsand erhitzt sich z. B. weniger stark als feiner Sand (BERRY & CLOUDSLEY-THOMPSON 1960), auch die Färbung spielt eine gewisse, wenn auch geringere Rolle für das Ausmaß der Erwärmung (CLOUDSLEY-THOMPSON 1991). Im Mediterran und in der Sahara können um die Mittagszeit auf Sandoberflächen 60-80° C erreicht werden, auch im Pannonicum sind bei Windstille 40-60° C möglich. Bei Sonnenbestrahlung sind jedenfalls zumindest ab dem späten Vormittag Sandoberflächen immer wärmer als unbewachsene Erde, Fels oder bewachsene Flächen.

Während die Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht auf der Sandoberfläche verhältnismäßig hoch sein können, finden wir schon in geringer Tiefe völlig andere Verhältnisse: Durch die verlangsamte Wärmeabgabe nach unten kommt es hier zu einem Temperaturausgleich zwischen Tag und Nacht (CRAWFORD 1981, siehe auch Kap. 5.1). Nach Messungen in verschiedenen Wüstengebieten der Erde betragen die Temperaturschwankungen schon in 5 cm Tiefe nur mehr etwa die Hälfte, in 20 cm Tiefe nur mehr ca. ein Viertel jener der Oberfläche (CLOUDSLEY-THOMPSON 1991). Dies bedeutet, daß Sandbiotope schon wenige cm unter der Oberfläche eine Art Brutschrank darstellen, der für tierische Lebewesen im Sommer relativ gleichmäßige optimale Entwicklungstemperaturen bietet.

Verfügbarkeit von Wasser

Während die Wärme im Sand nur langsam weitergeleitet wird, sickert das Wasser umso rascher durch die lückige Struktur nach unten. Dies und die hohen Temperaturen an der Oberfläche sorgen für eine rasche Austrocknung der oberen Sandschichten nach Niederschlägen (vgl. Kap. 5.1). COSTA (1995) spricht daher im Zusammenhang mit mediterranen Küstensanddünen von „edaphischen Wüsten" Während jedoch in den ariden Gebieten der Erde die Trockenheit bzw. die Unregelmäßigkeit von Niederschlägen das Hauptanpassungsproblem für Lebewesen zu sein scheint, hat dieser Faktor in den Dünengebieten des Pannonicums wegen der hier häufiger und regelmäßiger auftretenden Regenfälle nicht den gleichen Stellenwert. Für mediterrane Faunenelemente mag das Fehlen von Staunässe im Boden sogar einen großen Vor-

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

teil bieten. Dennoch wird die fast völlige Abwesenheit von Ubiquisten der heimischen Fauna in den größeren Sandgebieten Ungarns und der Slowakei auch mit fehlender Anpassung an die relative Trockenheit dieser Lebensräume zu tun haben.

Wind

Wind mildert den Einfluß der hohen Temperatur an der Substratoberfläche und ist ein wichtiger Faktor bei der Thermoregulation oberirdisch lebender Tiere. Während er bei der Gestaltung des Lebensraums (Dünenmorphologie, Pflanzenbewuchs) eine zentrale Rolle spielt, ist der direkte Einfluß auf die Anpassung tierischer Lebewesen nicht ganz so groß wie bei den Pionierpflanzen. Subterran lebende Arten oder Stadien sind wenig betroffen, oberirdisch vorkommende Lebewesen können besonders unwirtlichen Verhältnissen ausweichen. Bei Erbauern von Erdnestern wird man jedoch Anpassungen an die Umlagerungsdynamik im Hinblick auf Orientierungsfähigkeit, Dauer des Baus und Versorgung des Nests sowie Entwicklungszeit der Larven erwarten können. Auch flugfähige Tiere müssen an herrschende Windverhältnisse angepaßt sein.

7.1.2 Substrateigenschaften

Sand kann wegen seines losen Korngefüges mit verhältnismäßig geringem Energieaufwand bewegt werden und ist deshalb ein ideales Baumaterial - eine Erfahrung, die bereits jedes kleine Kind machen kann. Viele Lebewesen, besonders Insekten, nutzen diesen Umstand zur Anlage von Bodennestern für die Entwicklung der Nachkommen, zumal in relativ geringer Tiefe unter der Oberfläche ideale Temperaturverhältnisse für die Entwicklung xerothermer Arten vorzufinden sind.

Viel zu wenig ist bis jetzt beachtet worden, daß die Qualität des Sandes eine große Rolle bei der Eignung als Habitat für bestimmte Sandbewohner spielt.

Besonders Korngröße, Sortierungsgrad, pH-Wert (Kalkanteil) und Humusgehalt dürften wichtige Parameter für die Besiedlung durch bestimmte Tierarten sein.

Durch die Tätigkeit des Windes entstehen Sandflächen unterschiedlicher Korngröße, wobei je nach vorherrschenden Windstärken die Sortierung kleinräumiger oder großräumig erfolgen kann. Kleinräumig findet sich bei Dünen, die noch der Umlagerungsdynamik unterliegen, auf der Leeseite oberflächlich feinerer Sand als auf der Luvseite. Großräumig können sich über viele Kilometer hinweg Korngrößengradienten ausbilden, wie dies z. B. an der Atlantikküste Portugals der Fall ist (GOMES et al. 1992)

7.1.3 Pflanzendeckung

Je höher der Pflanzendeckungsgrad einer Sandfläche ist, desto milder wird der Einfluß der Klimafaktoren auf das Ökosystem und desto mehr gleicht sich das System hinsichtlich der physikalischen Verhältnisse einem normalen Trockenrasen an. Die Pflanzendecke wirkt als Puffer gegenüber Temperatur- und Trockenheitsextremen, der Sand verliert seinen „Brutschrankcharakter"

Auch die Substratqualität beginnt sich durch Humusbildung zu verändern. Während die Pionierstadien einer Dünensukzession weitgehend von hochangepaßten Spezialisten bewohnt werden, die in der Lage sind, mit physikalischen Extremen zu leben, kommt es mit zunehmender Bodenbedeckung durch Pflanzen zur Einwanderung von Trockenrasenarten, Arten von Ruderalstandorten und Ubiquisten. Das bedeutet, daß der Selektionsdruck

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

durch klimatische Extreme sinkt, der durch interspezifische Relationen hingegen steigt. Wahrscheinlich sind viele tierische Bewohner offener Sandflächen - ebenso wie Pionierpflanzen - dieser Konkurrenz nicht gewachsen, so daß mit dem „Zuwachsen" der Standorte neben der Veränderung der spezifischen Biotopqualität auch der Konkurrenzdruck zum Verschwinden von typischen Sandbewohnern führt.

7.2 Anpassungen tierischer Lebewesen an Sandlebensräume

7.2.1 Anpassung an Substrateigenschaften

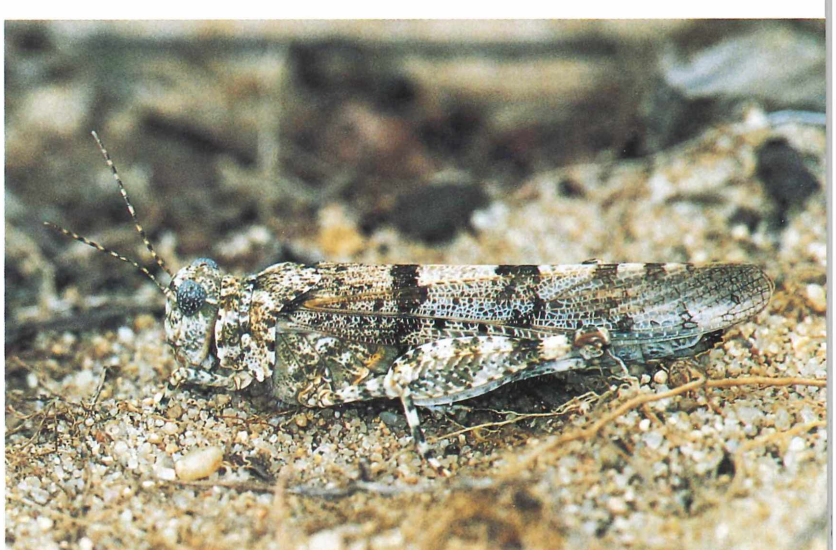
- **Färbung**

Tagaktive Bewohner von Sandoberflächen sind meist kryptisch gefärbt (tarnfärbig). Drei Beispiele aus der heimischen Sandarthropodenfauna mögen dies verdeutlichen, nämlich die Wolfsspinne Arctosa perita (Latr.), der Rüsselkäfer Chromoderus fasciatus (Müll.) und die Feldheuschrecke Sphingonotus caerulans (L.); alle drei sind Bewohner offener Sandflächen.

In südlichen Sandgebieten (Mediterran, Sahara, Namib etc.) finden sich häufig aposematisch gefärbte Insektenarten, z. B. tagaktive Käfer der Familien Tenebrionidae, Scarabaeidae und Carabidae. Zum hellen Untergrund auffallend kontrastierende Schwarzfärbungen sind dabei am häufigsten anzutreffen. Einige dieser Arten sind in der Lage, bei Bedrohung giftige Sekrete abzugeben. In den niederösterreichischen Dünengebieten spielt diese Form des Aposematismus kaum eine Rolle, je weiter südlich man dagegen im Pannonicum kommt, umso öfter treten schwarzgefärbte tagaktive Insekten auf.

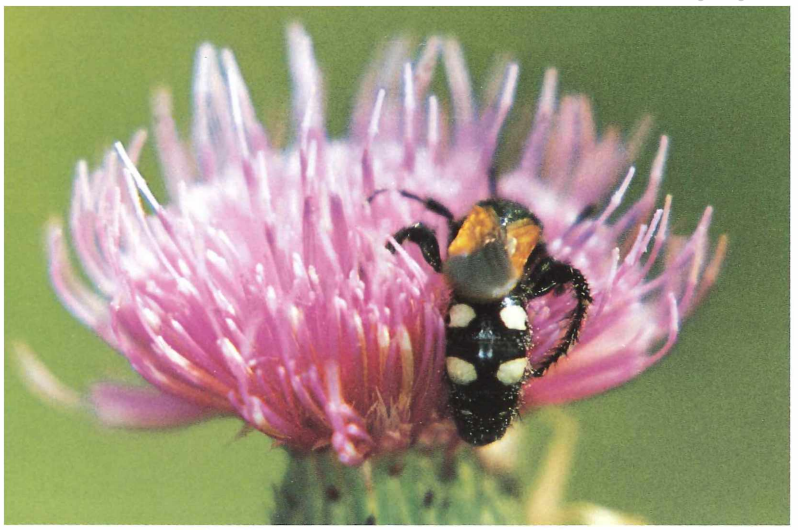
Wolfsspinne Arctosa perita *(Drösing 5/97)*

Rüsselkäfer Chromoderus fasciatus *(Drösing 6/96)*



Feldheuschrecke Sphingonotus caerulans *(Drösing 8/96)*

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at



Dolchwespe Scolia sexmaculata *(Drösing 8/96)*

Bembecinus hungaricus Friv. beim Graben *(Drösing 7/96)*

Schwarz-gelb-Warntrachten kann man hingegen auch bei uns finden, z. B. bei der Dolchwespe Scolia sexmaculata (Müll.).

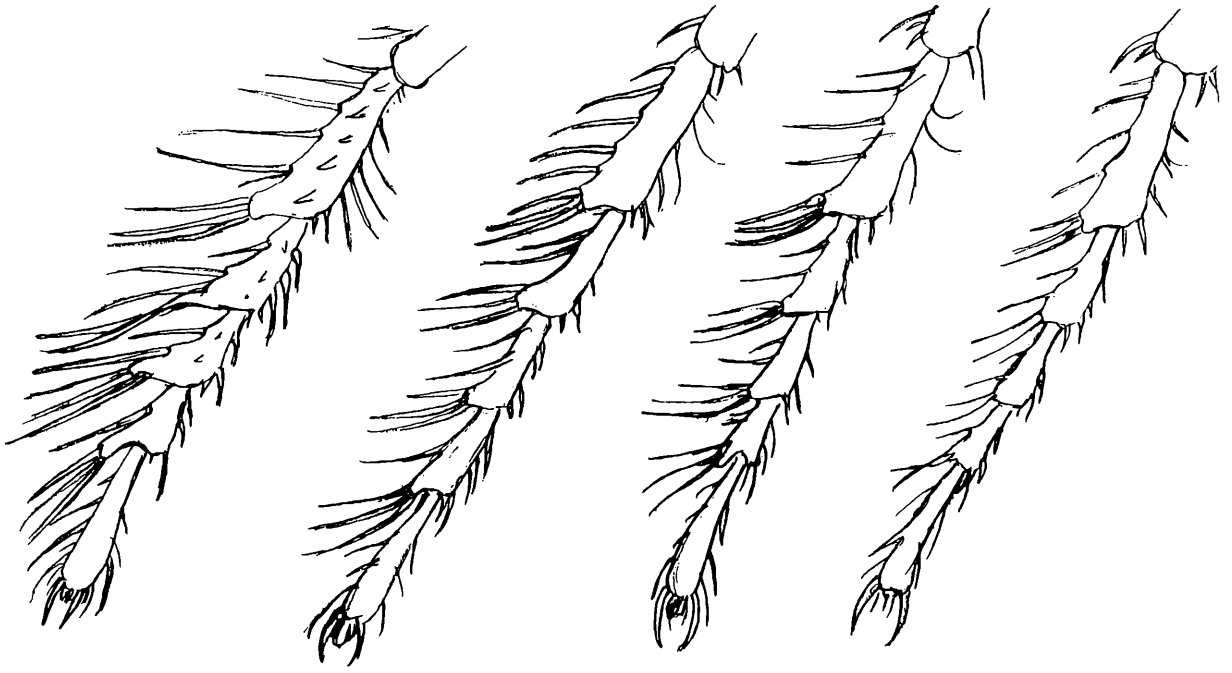
- **Anpassungen an Grabetätigkeit im Sand**

Viele Tiere legen im Boden für die Aufzucht ihrer Nachkommen, zum Schutz vor Feinden oder ungünstiger Witterung, Nester an. Die Hauptlast der Grabetätigkeit trägt in den meisten Fällen das vorderste Extremitätenpaar, andere Körperteile wie z. B. Mundwerkzeuge etc. können unterstützend wirken. Anpassungen an die Grabetätigkeit finden sich daher hauptsächlich am ersten Beinpaar, wobei die Tendenz zu einer Verkürzung, Versteifung und Verbreiterung der zum Graben verwendeten Strukturen besteht.

Unter den Insekten, hier wieder in erster Linie unter den Hautflüglern (Wildbienen, *Grab*wespen, Wegwespen etc.), sind besonders viele Arten anzutreffen, die Erdnester anlegen. Die Anpassung des ersten Beinpaares an diese Tätigkeit besteht teils in einer Verbreiterung von Tibien und Tarsen, hauptsächlich aber in der Ausbildung von Borstenkämmen an den Tarsen, deren Borstenzahl, Länge und Festigkeit mit den Substrateigenschaften zusammenhängen.

Sand ist schneller und unter geringerem Energieaufwand zu bearbeiten als andere Substrate. So graben sich manche Grabwespen in den Boden, in-

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at



P. luffi (Saund.) auf Sand von Korngröße > 0.2

P. tydei (Guill.) im Mediterran auf Sand verschiedener Korngrößen und auf Löß

P. affinis (Kirb.) auf weichem Löß und Sand mit Korngröße < 0.2

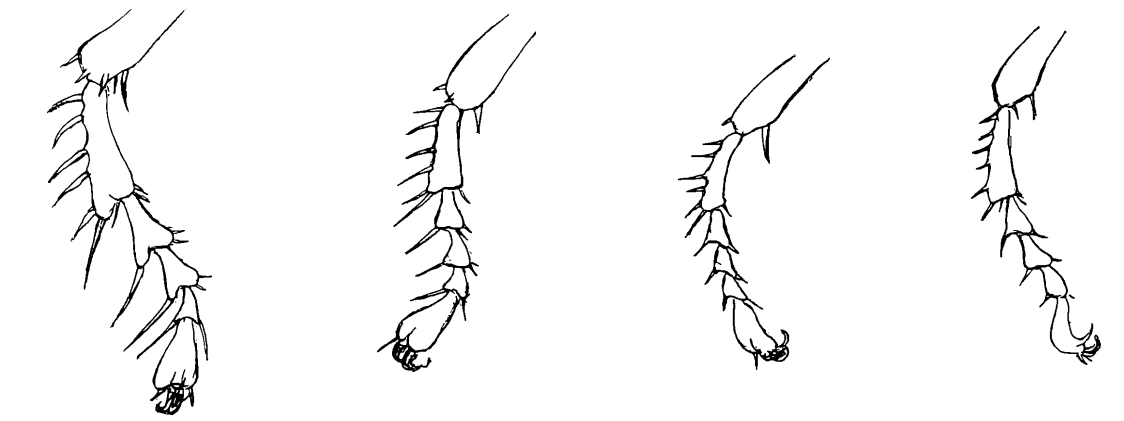
P. hirsuta (Scop.) auf allen Böden

Abb. 7.1: Rechte Vordertarsen von Podalonia-Weibchen (Sphecidae)

dem sie den Sand einfach in einem Strahl unter sich durch nach hinten schleudern (siehe Fotoserie Bembecinus hungaricus Friv., Seite 46). Die Borstenkämme sandangepaßter Grab- und Wegwespen sind daher länger und weicher als die der grabenden Bewohner anderer, festerer Substrate (Abb. 7.1 und 7.2, Grabwespen der Gattungen Podalonia und Oxybelus).

Ähnliche Befunde wurden bei wüstenbewohnenden Käfern erhoben (MEDVEDEV 1965).

PIERRE (1958) untersuchte die Beziehung zwischen der Länge des Tarsenhaarkammes und der Sandqualität bei Arten der Gattung Leptonychus (Tenebrionidae) in der Sahara und fand, daß die auf gröberem Sand lebenden Arten längere Haarkämme



O. argentatus Curt. auf gröberem Sand

O. victor Lep. auf Sandböden verschiedener Korngröße

O. quatuordecimnotatus Jur. auf Sand- und Lößböden verschiedener Härte

O. variegatus Wesm. auf Lehm-, Löß- und Sandböden

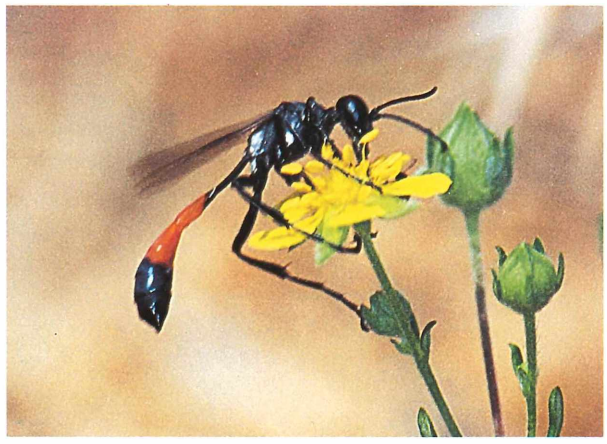
Abb. 7.2: Rechte Vordertarsen von Oxybelus-Weibchen (Sphecidae)

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Harpactus elegans
(Drösing 6/96)

Andrena argentata
(Drösing 6/96)

Oxybelus argentatus
(Drösing 7/97)



Ammophila terminata
(Drösing 7/96)

hatten. Die Arten, die Substrate aus feinerem Sand bewohnten, wiesen kürzere und steifere Haare auf.

Für die heimische Fauna fehlen derartige Untersuchungen. Bei der deutlichen Präferenz mancher unserer Sandarten für Sand bestimmter Korngrößen wird man auch hier entsprechende Anpassungen finden können (siehe die Tendenz in den Abb. 7.1 und 7.2, die die Tarsenkämme bei den Grabwespengattungen Podalonia und Oxybelus widerspiegeln). Die niederösterreichischen Dünen mit ihren unterschiedlichen Sandqualitäten böten hierfür ausgezeichnete Untersuchungsmöglichkeiten.

Neben dem Graben wurden auch andere Techniken des „In-den-Sand-Eindringens" beobachtet. In Wüstengebieten wurden z. B. im Sand „schwimmende" oder in den Sand „tauchende" Arthropoden gefunden (CLOUDSLEY-THOMPSON 1991). Wir beobachteten pollenbeladene Weibchen der heimischen Wildbiene Andrena argentata Sm., wie sie, nachdem sie sich auf ein offenes Sandfeld gesetzt hatten, plötzlich im Boden versanken, bis sie vom Sand bedeckt waren. Das Versinken wurde durch „Schwimmbewegungen" der Hinterbeine begleitet. In welcher Weise die anderen Beinpaare am Vorgang beteiligt waren, konnte nicht beobachtet werden.

Optisch wirken Sandflächen einheitlicher als entwickelte Böden. Bauten im Sand sind weniger stabil und werden durch Wind leicht zugeweht. Dies läßt vermuten, daß sandgrabende Tiere über entsprechende Orientierungsmechanismen verfügen, um mit diesen Schwierigkeiten fertig zu werden.

7.2.2 Anpassungen an das Mikroklima

Die Vorzugstemperaturen ektothermer Bewohner von Sandoberflächen liegen meist erstaunlich hoch, oft nur wenige Grade unter deren kritischer

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Maximal- bzw. Letaltemperatur (CLOUDSLEY-THOMPSON 1991, siehe auch DREISIG 1980). Dennoch werden diese Temperaturen unmittelbar an der Sandoberfläche an heißen Sommertagen um die Mittagszeit überschritten. Ein System von Verhaltensanpassungen sowie morphologischen und physiologischen Adaptationen bewirkt, daß „Hitzeunfälle" vermieden werden.

Die wichtigste Rolle spielen dabei **Verhaltensanpassungen.** Die Art der circadianen Rhythmik (angeborener Tagesaktivitätsrhythmus, durch äußere Zeitgeber mit den Umweltgegebenheiten korrelierbar), die entsprechende Wahl von Sitzplätzen, rechtzeitiger Wechsel zwischen Schatten und Sonne oder zwischen Sitzen und Flug und das Einnehmen bestimmter Haltungen zur Sonne können dazu beitragen, die innere Vorzugstemperatur aufrecht zu erhalten.

Selbst bei nahe verwandten Arten ist die Problematik oft verschieden gelöst. Auf den Drösinger Sandflächen etwa erscheinen einige Grabwespenarten hauptsächlich am späten Vormittag und stellen mittags ihre Aktivität ein (z. B. Dryudella stigma (Panz.) und Harpactus elegans (Lep.)). Bei anderen wiederum besuchen die Weibchen erst am späteren Nachmittag die Nistplätze im Bereich offener Sandflächen, vorher können sie meist im Schatten einzelner Pflanzen beobachtet werden (z. B. Tachysphex helveticus Kohl). Wieder andere Arten sind zwar schon um die Mittagszeit oder am frühen Nachmittag zu beobachten, setzen sich aber fast immer auf etwas erhöhte Warten (Steine, Hölzchen etc.), wie etwa Oxybelus argentatus Curt. Die Sandwespe Ammophila terminata Smith hält sich zur Mittagszeit meist an Blüten oder auf Pflanzen auf, Beuteraupen werden überwiegend am späteren Nachmittag in den Bau eingetragen. Lediglich Bembecinus hungaricus Friv. ist auch zur heißesten Tageszeit voll aktiv und belebt dann nahezu als einzige Art die Sandfelder.

Als Beispiele für **morphologische** Anpassungen an die hohen Oberflächentemperaturen seien die langen Beine der Wegwespen Pompilus cinereus (F.) und Episyron rufipes (L.) genannt, die ebenfalls um die Mittagszeit auf Sandflächen beobachtet werden können. Lange Beine besitzen auch viele sandbewohnende Wüstentiere, darunter zahlreiche Käfer, Wespen und andere Arthropoden. Es sind genau diese langbeinigen Arten, die auch zu heißen Tageszeiten in großer Geschwindigkeit über Sandflächen laufen (CLOUDSLEY-THOMPSON 1991).

Bei ektothermen Tieren wird Wärme hauptsächlich über Sonnenstrahlung zugeführt. Die anderen Vorgänge, die den Wärmehaushalt beeinflussen, sind Konduktion, Konvektion, Stoffwechselwärme und Evaporation.

Konduktion (Wärmeleitung) spielt an den Kontaktstellen zur Sandoberfläche eine Rolle; die Kontaktoberfläche wird zu den heißen Tageszeiten daher so gering wie möglich gehalten.

Unter Konvektion versteht man die Zu- oder Abfuhr von Wärme durch Gase, in unserem Fall also durch Luft (z. B. „Windkühlung"). Lange Beine oder das Aufsuchen erhöhter Sitzwarten vergrößern die Wärmeabfuhr durch Wind.

Evaporation bewirkt Abkühlung eines Organismus durch Entzug von Verdunstungswärme, ein Mechanismus, der in trockenen Lebensräumen nicht so extensiv genützt werden kann wie in Lebensräumen, in denen beliebig viel Wasser zur Verfügung steht.

Wie bereits besprochen, weichen die meisten sandbewohnenden Tiere einem Zuviel an Bestrahlung auf artspezifische Weise aus. Bei den Arten, die dies nicht, wenig oder sehr spät tun müssen, wird es morphologische Anpassungen geben, die verhindern, daß zuviel Strahlungswärme in das Innere des Organismus geleitet wird. Für die heimi-

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

sche Fauna (z. B. bei den Grabwespen Bembecinus hungaricus Friv. und B. tridens F. sowie der Wegwespe Pompilus cinereus (F.)) gibt es darüber kaum Untersuchungen. Bei Wüstentieren wurden jedoch Strukturen mit einer solchen Funktion gefunden (Luftkammern bei Schnecken, subelytraler Luftpolster bei Tenebrioniden - CRAWFORD 1981). Auch die Beschaffenheit des Integuments, besonders die chemisch-physikalischen Eigenschaften epikutikulärer Wachse bei Insekten, mögen neben ihrer Funktion der Reduktion des Wasserverlustes auch eine Rolle bei der Verzögerung der Transmission von Wärme nach innen spielen.

Schließlich sei auch noch auf die Bedeutung von Farbmustern, Pubeszenzen und Behaarungen in diesem Zusammenhang hingewiesen. Wenngleich die Bedeutung der Färbung für den Wärmehaushalt oft überschätzt wird, weil die Hauptkomponente der temperaturrelevanten Strahlung im Infrarotbereich liegt, so können doch durch Erhöhung des reflektierten Lichtanteils auch einige Grade gewonnen werden (CLOUDSLEY -THOMPSON 1991). Immerhin sind bei vielen im Sonnenschein aktiven Hautflüglern Wimpern- und Cilienbinden oder helle Färbungen an den bezüglich einer Wärmetransmission nach innen „heiklen" Segmentgrenzen auffällig. Solche Färbungsstrukturen helfen - ebenso wie entsprechende epikutikuläre Beschichtungen - auch, den UV-Schutz zu verbessern.

Insgesamt steckt in diesen Anpassungen an hohe Umgebungstemperaturen und Strahlungsintensitäten bezüglich der verwendeten „Werkstoffe" und technischen Problemlösungen ein ungeheurer Schatz „phylogenetischen Wissens", der noch der Erforschung durch die Wissenschaft harrt.

7.3 Zusammensetzung und Herkunft der heimischen Sanddünenfauna

7.3.1 Zusammensetzung

Ständig im Boden (endogäisch) lebende Organismen sind den Temperaturextremen, wie sie an der Oberfläche herrschen, nicht ausgesetzt. Daher ist lediglich eine Anpassung an die relative Trockenheit nötig, um diesen Lebensraum nutzen zu können.

Nahezu alle Tiergruppen, aus denen sich die **Mesofauna** (endogäische Lebewesen mit einer Körpergröße zwischen 0,2 und 2 mm) zusammensetzt, haben daher auch charakteristische Sandspezialisten hervorgebracht. Untersuchungen darüber können den Zustand von Sandböden gut kennzeichnen (RUSSELL et al. 1994). Leider sind derzeit nur wenige und verstreute Angaben über die heimische Sandmesofauna verfügbar (für Ostösterreich z. B. THIBAUD & CHRISTIAN 1986).

Tiere, die nur während bestimmter Entwicklungsstadien (z. B. als Larve) im Boden leben, müssen als Imagines über im Kapitel 7.2. beschriebene Anpassungen verfügen, um offene Sandflächen als „Brutschrank" nutzen zu können. Da die Fähigkeit zum Ausweichen vor allzu harschen mikroklimatischen Bedingungen die wichtigste Verhaltensanpassung darstellt, sind systematische Gruppen mit hoher Beweglichkeit besonders prädestiniert, Sandspezialisten hervorzubringen. Daher sind Arthropoden, besonders Insekten, in großer Reichhaltigkeit vertreten.

BURZYNSKI (1973) untersuchte die **Bodenentomofauna** polnischer Inland- und Küstendünen in verschiedenen Tiefen. Auf einer Fläche von ca. 90 m^2 fand er über 3.000 Insektenindividuen, davon ca. 60 % Larvenstadien, der Rest Puppen und Imagi-

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

nes. Rund 86 % fanden sich bis in eine Tiefe von 10 cm, zwischen 11 und 20 cm waren es nur mehr 13,6 % und nur 0,7 % waren noch tiefer anzutreffen. Am häufigsten waren Coleopteren, gefolgt von Hymenopteren und Dipteren.

Unter den sandbewohnenden **Insekten** nehmen die aculeaten **Hymenopteren** (Stechimmen - Bienen, Wespen etc.) eine Sonderstellung ein. Die Brutvorsorge, die von den meisten Arten betrieben wird, bietet eine ideale Voraussetzung, durch die Anlage der Nester die „Brutschrankqualität" von Sandböden optimal zu nutzen. Tagsüber gehören Stechimmen auf den Sanddünen des pannonischen Raumes wie auch im übrigen Europa zu den auffallendsten Lebewesen. Zahlreiche Arten sind hoch spezialisiert. Besonderes Interesse verdient auch die umfangreiche Gruppe der kleptoparasitisch lebenden Arten. Unter den Erzwespen (Chalcidoidea) sind Larvenparasiten bei Myrmeleontiden (Ameisenjungfern) bemerkenswert.

Weitere Insektenordnungen, die auf Sandböden spezialisierte Vertreter hervorgebracht haben, sind die **Neuropteroidea** (Planipennia, Ameisenjungfern) und die **Heteroptera** (Wanzen).

Unter den **Diptera** (Zweiflügler) sind es besonders die Familien der Asilidae (Raubfliegen) und Bombyliidae (Woll- und Trauerschweber), die charakteristische Sandarten aufweisen.

Zahlreiche Sandbewohner gibt es auch unter den Käfern (**Coleoptera**), obgleich diese im Vergleich zur Gesamtartenzahl der heimischen Fauna nur einen verschwindenden Anteil ausmachen. In der „Roten Liste der gefährdeten Käfer Österreichs" (JÄCH 1994), die 1.174 Spezies umfaßt, sind nur wenige Arten als Sandbewohner einzustufen, hingegen beträgt deren Anteil bei den Grabwespen 78 % (DOLLFUSS 1994). Während in den südlichen Sandgebieten (Mediterran, Wüsten) die Tenebrioniden einen wichtigen Teil der Sandarten bilden, sind es bei uns eher nachtaktive Carabiden, die den größten Artenanteil ausmachen.

Noch geringer als bei den Käfern ist der Anteil der charakteristischen Sandbewohner bei den Schmetterlingen (**Lepidoptera**). Obwohl Sandtrockenrasen eine reichhaltige und bemerkenswerte Schmetterlingfauna beherbergen, sind in erster Linie xerotherme Arten und weniger Sandspezialisten darunter. Die Nominatrasse der Erdeule Euxoa segnilis (Dup.), einer sandgebundenen Noctuide, deren Raupe an Graswurzeln frißt, kann allerdings sogar als pannonischer Endemit betrachtet werden.

Einige Sandspezialisten haben auch die **Orthopteroidea** (Heuschrecken, Ohrwürmer) aufzuweisen.

Neben den Insekten sind es die **Spinnen**tiere, die interessante Sandarten hervorgebracht haben. Detaillierte Untersuchungen der Spinnenfauna zweier Sanddünen in Baden-Württemberg ergaben nicht weniger als 189 Arten, darunter eine neue Species (Titanoeca psammophila Wund.) sowie eine für Deutschland und drei für Baden-Württemberg neue Arten. 69 % der Gesamtzahl wurden als xerotherm eingestuft (LEIST 1994).

Während in den Wüstengebieten der Erde stets Reptilien als besonders angepaßte Sandbewohner auffallen und in geringerem Umfang auch Vögel und Säugetierarten an Sandböden angepaßt sein können, ist in Europa keine einzige Art von **Wirbeltieren** auf Sandböden beschränkt, wenngleich manche Arten solche Lebensräume zu nutzen imstande sind oder sogar darin Rückzugsgebiete finden (in den Sanddünen bei Fülopháza in der Ungarischen Tiefebene z. B. die Eidechse Lacerta taurica und der Brachpieper Anthus campestris).

Je stärker eine Sandfläche von Vegetation bedeckt wird, umso mehr nähert sich die Fauna einem „normalen" xerothermen Lebensraum ohne die mikroklimatischen Extreme des offenen Sandes an

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

(z. B. einem Trockenrasen, wie er sich unter den klimatischen Verhältnissen einer Gegend ausbildet).

Auch Bewohner von Ruderalstandorten und Ubiquisten treten nun häufig auf. In solchen Sandtrockenrasen finden wir auch viele Schnecken (**Gastropoden**) bestimmter an xerotherme Standorte angepaßter Arten (z. B. Helicella und Cepaea sp.), was besonders während der Übersommerung (Aestivation), wo die Tiere gut sichtbar an dürren Halmen hängen, auffällt.

Dennoch können auch in Sandtrockenrasen Sandspezialisten angetroffen werden. Diese sind entweder auf Sandpflanzen spezialisiert oder führen eine Lebensweise, bei der das Graben im Sand in irgendeiner Lebensphase von Bedeutung ist.

Da, wie oben dargelegt, aculeate Hymenopteren (Stechimmen: Wildbienen, Grabwespen, Wegwespen etc.) besonders geeignet sind, Sandlebensräume zu charakterisieren, haben wir uns bei der Untersuchung der Tierwelt der niederösterreichischen Dünenstandorte (Kap. 7.4) auf die Erfassung dieser Gruppen konzentriert.

7.3.2 Herkunft

Viele Arten der heimischen Sanddünen sind mediterrane Faunenelemente, also südlichen oder südöstlichen Ursprungs. Ein größerer Teil davon ist in der eigentlichen Heimat nicht sandgebunden und kommt sogar überwiegend auf anderen Böden vor (unter den Grabwespen z. B. Bembecinus tridens, Harpactus elegans, Prionyx kirbii). Harpactus elegans beispielsweise lebt in Kreta meist auf Lößböden, während jener Lebensraum, den sie bei uns besiedelt - offene Sandfelder - dort von einer endemischen Schwesternart, Harpactus schwarzi De Beaum., besetzt wird.

Die mikroklimatische Besonderheit offener oder spärlich bewachsener Sande ermöglicht es offenbar diesen Arten, sich noch weit nördlich oder nordwestlich ihres eigentlichen Verbreitungsgebietes fortzupflanzen („regionale Stenözie" KÜHNELT 1943).

Die beschriebene Tendenz setzt sich nach Norden und Nordwesten fort. Arten, die bei uns die verschiedensten Bodentypen besiedeln, wie z. B. die Grabwespe Ammophila sabulosa (L.), konzentrieren sich zunehmend auf Sand, je weiter nördlich oder nordwestlich man sich befindet (z. B. OEHLKE 1970, LOMHOLDT 1984, YEO & CORBET 1983).

Diese Aussagen gelten nicht nur für die ausgezeichnet flugfähigen Stechimmen, sondern durchaus für alle sandbewohnenden Tiergruppen.

RACZ (1986) stellte etwa bei der Untersuchung der Heuschreckenfauna des Kiskunság in Ungarn fest, daß auf Sandböden mediterrane Elemente viel zahlreicher sind als auf Salzflächen.

LEIST (1994) fand in den Sandhausener Dünen bei Heidelberg 20 % Spinnenarten süd- oder südosteuropäischer Herkunft. Er vermutet, daß es sich dabei um eiszeitliche Reliktvorkommen handelt und diskutiert dies am Beispiel der Krabbenspinne Xysticus ninnii.

Ein Teil der südlichen Arten ist im gesamten Verbreitungsgebiet an Sand gebunden (z. B. das kleine Sandbienchen Nomioides minutissimus (Ross.) oder die Grabwespe Tachysphex helveticus Kohl). In diesen Fällen kann man daher nicht von regionaler Stenözie sprechen.

Die zweite größere Gruppe von Sandbewohnern umfaßt Arten mit nördlicherer Verbreitung (unter den Grabwespen z. B. Podalonia luffi (Saund.), Dryudella stigma (Panz.) etc., unter den Bienen Halictus perkinsi Blüthg., Lasioglossum tarsatum

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Tab. 7.1: Zusammenstellung der charakteristischen und bemerkenswerten Grabwespen (Sphecidae) von Drösing mit Schätzung ihrer Häufigkeit (XXX >1000, XX >100, X >10, x <10 Weibchen)

Art	Häufigkeit	Rote Liste NÖ
Bembecinus hungaricus Friv.	XXX	neu für Österreich
Ammophila terminata Smith	XX	bis jetzt nur ein Fund 1885
Bembecinus tridens (F.)	XX	2
Oxybelus argentatus Curt.	XX	
Harpactus elegans (Lep.)	XX	0
Philanthus triangulum (F.)	XX	
Oxybelus victor Lep.	X	4
Tachysphex helveticus Kohl	X	3
Dryudella stigma (Panz.)	X	1
Podalonia luffi (Saund.)	X	zuletzt 1885 Türkenschanze
Prionyx kirbii (van der Lind.)	x	neu für NÖ
Sphex rufocinctus Brull.	x	0
Tachytes panzeri Duf.	x	1
Crabro scutellatus (Schev.)	x	2
Dryudella tricolor (van d. Lind.)	x	2

(Schenck), Andrena argentata Sm. etc.). Es fällt auf, daß die meisten dieser Arten gröbere Sande bevorzugen als die Arten mediterraner Herkunft.

Die pannonischen Sandgebiete haben in manchen Gruppen offenbar auch Endemiten hervorgebracht. Unter den Grabwespen sind die Knotenwespe Cerceris somotorensis Balth. und Dryudella lineata Mocs. als solche zu betrachten.

7. 4 Fauna der niederösterreichischen Sanddünen am Beispiel der Stechimmen

Im folgenden wird die Stechimmenfauna der Dünenstandorte von Drösing, Weikendorf, Oberweiden und Lassee besprochen, wobei die Besonderheiten jedes Standorts herausgearbeitet werden. Es wird dabei nur auf solche Arten eingegangen, die zur Charakterisierung der Lokalität geeignet sind. Zuletzt werden die vier Standorte miteinander und mit einem ungarischen Sanddünengebiet (Fülöpháza in der Ungarischen Tiefebene) verglichen.

Die Stechimmen wurden aus den in Kapitel 7.3.1. genannten Gründen ausgewählt, um die faunistische und naturschutzfachliche Bedeutung der niederösterreichischen Dünenfelder zu erarbeiten. Die Gebiete von Drösing, Weikendorf und Lassee wurden 1996 untersucht, das Naturschutzgebiet „Sandberge Oberweiden" auch 1997. Bezüglich der allgemeinen Charakterisierung der Standorte siehe auch die Kapitel 5.1 und 6.3.

7.4.1 Drösing - „In den Sandbergen"

Das untersuchte Gebiet ist eine ca. 5 ha große Lichtung in einem Föhrenforst, der etwa zur Jahrhundertwende angelegt wurde. Es ist das einzige der vier Gebiete, in dem die mittlere Sandkorngröße über 0,2 mm liegt und das deutlich sauren Boden-pH (4,7) aufweist. Zahlreiche freie Sandflächen bis zu ca. 100 m² Größe und Flächen mit

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Bembecinus hungaricus *(Drösing 6/96)*

schütterem Pflanzenwuchs prägen den Charakter des Gebietes. Limitierend für die Stechimmen, besonders für die Wildbienen mag die Blütenarmut wirken. Lediglich Potentilla argentea, Linaria genistifolia, Herniaria glabra, Echium vulgare und einige Goldruten und Disteln dienen als Nektarspender.

Dennoch war das, was wir hier an Arten vorfanden, qualitativ überwältigend und für Österreich einmalig.

Einen Überblick über die charakteristischen Grabwespen des Gebietes gibt Tabelle 7.1. Neben den in der Tabelle genannten Arten wurden auf der Lichtung Oxybelus mandibularis Dahlb., Tachysphex unicolor (Panz.) und obscuripennis (Schenck), Nysson dimidiatus Jur., Crossocerus wesmaëli (Van der Lind.), Astata kashmirensis Nurs. sowie andere Arten gefunden, insgesamt bis jetzt 40 Grabwespen. Einige ansonsten im pannonischen Niederösterreich häufige und weit verbreitete Arten wurden entweder nur in Einzelexemplaren oder gar nicht gefunden.

Die besonders interessanten Arten werden nun eingehender besprochen.

Bembecinus hungaricus Friv.

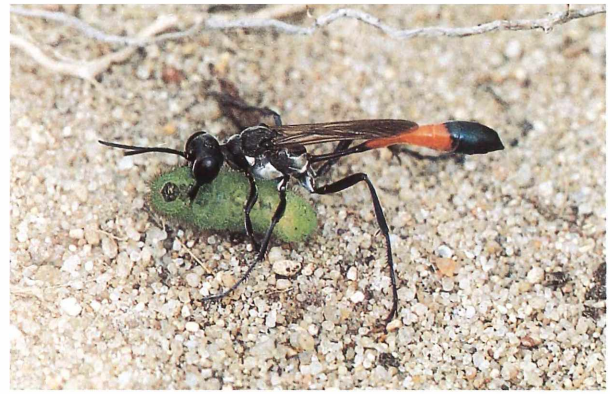
Neu für Österreich. Die Art bewohnt Südeuropa von Portugal bis Griechenland und wurde auch in der Türkei und in Syrien gefunden, überall jedoch nur sehr selten und vereinzelt. Im Pannonicum wurde sie an verschiedenen Orten im Kiskunság, bei Budapest, in der Südslowakei (und in Südmähren) festgestellt (DE BEAUMONT 1954, 1965, BALTHASAR 1972, JÓZAN 1986). Wegen ihrer Seltenheit ist noch wenig über Habitatansprüche und Biologie bekannt. SCHMIDT & WESTRICH (1983) geben als Habitat bei zwei Fundorten in Nordgriechenland „Dünen" bzw. „hügeliges Gelände mit Löß überdeckt" an.

In Drösing ist B. hungaricus die dominante Grabwespe. Wir schätzen den Bestand für 1996 auf etwa 2.000 Weibchen. Auffallenderweise haben wir bis jetzt nur ein einziges Männchen gefunden, während bei der im gleichen Gebiet vorkommenden Bembecinus tridens das Geschlechterverhältnis ausgeglichen war.

B. hungaricus besetzt offene Sandflächen, wo sie in dichten Kolonien nistet (oft 10-15 Nester pro m^2). Die Schwesternart B. tridens hingegen besiedelt den Rand solcher Flächen oder Bereiche mit bis zu 50 % Pflanzenbewuchs, und zwar eher einzeln, jedenfalls nicht kolonieartig und nicht in so großer Dichte.

Die Arten der Gattungen Bembecinus und Bembix weisen nahezu als einzige unter den heimischen Grabwespen ein hoch entwickeltes Brutfürsorgeverhalten auf. Die Weibchen legen, jedes für sich, im Sand Nester an, wobei sie den Sand mit den Vorderbeinen unter sich durch nach hinten schleudern. Die Nester sind 10-15 cm lang und verlaufen schräg nach unten. Die Bautätigkeit nimmt nur kurze Zeit (etwa 2 Stunden) in Anspruch. Am Ende des Nestganges wird eine Zelle errichtet (bei manchen Arten sind es zwei Zellen pro Bau), in die auf einen Sandsockel das Ei abgelegt wird. Daneben wird zu beiden Seiten je eine mit Gift gelähmte Zikade gelegt, und zwar in einer solchen Distanz,

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at



***Ammophila terminata* beim Eintragen einer Raupe** *(Drösing 8/96)*

daß die geschlüpfte Larve diese vom Sockel aus erreichen kann.

Nachdem die Larve zu fressen begonnen hat, werden vom Weibchen weitere gelähmte Zikaden gebracht, bis die Zelle voll ist. Nach 2-3 Tagen ist die Larve bereits halb erwachsen. Nun wird das Nest vom Weibchen endgültig verschlossen, die Larve wird ab nun mit „ausreichend" Proviant allein gelassen. Vermutlich werden vom Weibchen anschließend weitere Zellen angelegt (nach EVANS 1955).

B. hungaricus trägt in Drösing verschiedene Arten Cicadelliden ein. Der zwischen den Besuchen mit Sand verschlossene Nesteingang muß bei jedem Besuch wieder freigegraben werden, was geschieht, während die Beute mit den Mittelbeinen festgehalten wird. Geht dabei eine Zikade verloren, wird diese meist nicht mehr aufgenommen und bleibt dann unbeachtet liegen.

Die Flächen, die von B. hungaricus besiedelt sind, sehen geradezu „gesiebt" von Löchern aus. Tatsächlich handelt es sich dabei nicht um Nesteingänge - diese sind ja in Abwesenheit der Inhaberin verschlossen und nicht sichtbar, sondern um Löcher, die speziell von den Weibchen angefertigt werden. Ähnliches Verhalten findet man bei manchen Kreiselwespen (Bembix). ALICATA et al. (1974), die dies bei Bembix mediterranea beschrieben haben, sind der Meinung, daß es sich dabei um ein Täuschungsverhalten gegenüber Brutparasiten handelt („Nestatrappen"). EVANS (1955) erklärt die Entstehung damit, daß Sand „aus verschiedenen Richtungen" auf den Nestbereich geschleudert wird, um das Nest zu tarnen.

Wir haben zu den Hauptaktivitätszeiten von Bembecinus hungaricus kaum mögliche Nestparasiten (Goldwespen, Mutilliden) auf den heißen offenen Sandflächen gesehen, während an den Nistplätzen von Bembecinus tridens durchaus welche zu beobachten waren. Eines der wenigen Lebewesen, das sich um die Mittagszeit inmitten einer Kolonie herumtrieb, nämlich ein Sandlaufkäfer (Cicindela hybrida), wurde von einem B. hungaricus-Weibchen mehrmals heftig attackiert. Blütenbesuche konnten nicht beobachtet werden.

Ammophila terminata Smith

Diese kleine, zarte Sandwespe wurde bisher nur einmal in Österreich gefunden, nämlich 1885 in Oberweiden (DOLLFUSS 1991). Sie kommt in Südeuropa, Nordafrika, der Türkei und im Pannonicum vor, scheint jedoch, was den Lebensraum betrifft,

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

sehr anspruchsvoll zu sein. Über ihre Biologie ist bis jetzt wegen ihrer Seltenheit wenig bekannt.

Das Vorkommen auf dem Sandgelände in Drösing schätzen wir auf mindestens 200 Weibchen. Die Art bevorzugt Stellen mit schütterem Pflanzenwuchs (50 - 60 % Pflanzendeckung), die Nester befinden sich in der Nähe einzelner Pflanzen. Vormittags und um die Mittagszeit kann man die Männchen und auch Weibchen hauptsächlich an den Blüten von Potentilla argentea (oft 4-5 Ex. an einem Busch), seltener Linaria genistifolia und Echium vulgare beobachten. Später suchen die Weibchen meist die Vegetation nach ihren Beutetieren (Schmetterlingsraupen) ab.

Die Ammophila-Arten betreiben im Gegensatz zu Bembecinus und Bembix, aber wie die anderen Grabwespen, im wesentlichen Brutvorsorge. Sie graben Nester in den Boden, tragen gelähmte Beutetiere ein, legen ein Ei darauf und verschließen den Bau endgültig, bevor die Larven geschlüpft sind. Bei einigen Arten wurde jedoch beobachtet, daß die Weibchen das Schlüpfen der Larve kontrollierten und auch nach dem Schlüpfen noch Beutetiere brachten (näheres siehe z. B. BAERENDS 1941).

Die heimischen Ammophila-Arten sind mehr oder weniger auf ausgewachsene Raupen bestimmter Schmetterlingsfamilien spezialisiert, und zwar trägt Ammophila sabulosa Noctuiden-Raupen ein, Ammophila heydeni Geometriden, in manchen Gegenden auch Pieriden, Ammophila campestris Blattwespenlarven und Geometriden-Raupen. Ammophila hungarica, die in größerer Zahl am Eichkogel bei Mödling vorkommt, nimmt dort ausschließlich die Raupen von Augenfaltern (Satyridae).

Ammophila terminata unterscheidet sich von diesen Arten in mehreren Aspekten. Erstens verwendet sie offenbar Raupen aller Schmetterlingsfamilien (wir haben Noctuiden-, Geometriden- und Hesperiden-Raupen gesehen) und zweitens nimmt sie nicht nur die letzten Häutungsstadien. Als einzige der Ammophila-Arten kann sie daher solche Beute auch im Flug befördern. Die Fähigkeit, auch jüngere Raupen als Larvennahrung zu nutzen, verschafft ihr einen erheblichen Konkurrenzvorteil, da „die Ernte von ihr schon eingebracht ist", bevor sie für die anderen Arten nutzbar wird.

Trotzdem Ammophila sabulosa, heydeni und campestris im pannonischen Anteil Niederösterreichs weit verbreitet sind, können die ersten zwei auf der Drösinger Sandfläche nur im Frühling und Herbst, nur am Rande und nur in einzelnen Exemplaren gefunden werden. Die dritte, ansonsten auf den Dünenflächen Weikendorfs und Oberweidens die häufigste Art, fehlt vollständig. Auf kleinen Waldlichtungen in der Umgebung der Drösinger Untersuchungsfläche hingegen ist A. sabulosa zahlreich anzutreffen.

Harpactus elegans (Lep.)

Galt in Österreich als ausgestorben (DOLLFUSS 1994). Zuletzt um 1935 in Oberweiden gefunden. Mediterrane Art, bis Zentraleuropa vordringend.

In Drösing gab es 1996 mindestens 100 Weibchen. Die Nester finden sich auf offenen Sandflächen, jedoch mehr in der Nähe des Waldrandes. Harpactus elegans ist hauptsächlich am späten Vormittag aktiv. Die Weibchen verproviantieren zu dieser Zeit ihre Nester mit Zikaden, nach unseren bisherigen Beobachtungen im wesentlichen den gleichen Arten, die Bembecinus hungaricus verwendet. Ihr Brutparasit, Nysson dimidiatus Jur., findet sich hier ebenfalls nicht selten.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Harpactus elegans *(Drösing 6/96)*

Podalonia luffi *(Fülöpháza 7/96)*

Tachysphex helveticus Kohl

In Europa weit verbreitet, jedoch wegen der Bindung an Sand überall selten.

Diese Art legt ebenfalls auf offenen Sandflächen ihre Nester an. Die Weibchen erscheinen erst am Nachmittag an den Nistplätzen. Die Larvennahrung besteht aus gelähmten Heuschreckenlarven. Der Bestand in Drösing umfaßte im Jahr 1996 einige Dutzend Weibchen.

Dryudella stigma (Panz.)

Eine nördlich verbreitete Art (Nord- und Zentraleuropa), bei uns außerordentlich selten, von J. Gusenleitner z. B. auf den Waldviertler Sanden nördlich Gmünd gefunden (DOLLFUSS 1987).

Die Fundorte in Gmünd und Drösing weisen grobkörnige Sande auf.

D. stigma ist in Drösing im Licht-Schatten-Bereich des Waldrandes entlang eines Weges mit ca. 50 % Pflanzendeckung aktiv und nur in den späten Vormittagsstunden zu beobachten.1996 wurde ein Bestand von ca. 50 Weibchen geschätzt. Wanzen dienen als Larvennahrung. Als Brutparasit kommt die seltene Goldwespe Hedychridium femoratum Dahlb. in Frage (SCHMID-EGGER 1995), tatsächlich ist diese genau an den Stellen, an denen wir Dryudella stigma fanden, häufig.

Podalonia luffi (Saund.)

Wie Dryudella stigma eine eher nördlich verbreitete Art, hauptsächlich auf den Sanddünen der Nord- und Ostseeküste, außerdem in den Dünengebieten des Pannonicums. In Norddeutschland heute nur mehr auf den Ostfriesischen Inseln (HAESELER 1992). An den meisten Stellen früheren Vorkommens ausgestorben, auch im Pannonicum nur an wenigen Stellen, in Europa eine der am stärksten vom Aussterben bedrohten Grabwespen.

P. luffii wurde in Österreich gegen Ende des vorigen Jahrhunderts auf der Türkenschanze in Wien gefunden (DOLLFUSS 1994), einem ehemaligen Sandabbaugebiet, das heute von Häusern und einem Park bedeckt ist. Ein zweiter Fund 1964 bei Maria Plain in Salzburg bedarf der Klärung.

In Drösing umfaßte der Bestand 1996 zwischen 10 und 20 Weibchen. Als Pollenquellen dienten Disteln und Goldrute. Der Nestbau und das Eintragen von Larvennahrung (gelähmte ausgewachsene Noctuidenraupen) konnten nicht beobachtet werden.

Podalonia hirsuta und affinis wurden nur vor und nach der Flugzeit von P. luffi in Einzelexemplaren am Rande der Lichtung gefunden.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Prionyx kirbii (Van der Lind.)

In Europa mediterran; auch in West- und Zentralasien sowie in Afrika. Befindet sich offenbar im Gefolge der Klimaerwärmung in Ausbreitung und wurde 1995 erstmals in Österreich (Burgenland) gefunden (GUSENLEITNER 1996). Trägt gelähmte Heuschrecken ein.

Der Bestand umfaßte 1996 in Drösing etwa 5 Weibchen. Als Pollenquelle dienen Disteln und einzelne Eryngium campestre-Pflanzen. Wir fanden ein Nest an einer etwas verfestigten Stelle im Wegbereich. Ein adulter Calliptamus italicus wurde eingetragen, danach wurde das Nest verschlossen.

Sphex rufocinctus (Brull.)

Wie die vorige Art in Ausbreitung begriffen, nachdem sie anscheinend für einige Jahrzehnte aus Österreich verschwunden war. Trägt gelähmte Heuschrecken ein.

Der Bestand umfaßte 1996 in Drösing etwa 3-4 Weibchen.

Von **Tachytes panzeri Duf.**, **Crabro scutellatus (Schev.)** und **Dryudella tricolor (Van der Lind.)** wurden nur jeweils 1-2 Exemplare beobachtet.

Von T. panzeri fanden wir zwei Nester, in eines wurde eine adulte Phaneroptera falcata (Laubheuschrecke) eingetragen.

Bei den vorgefundenen Oxybelus-Arten ergab ein Häufigkeitsvergleich folgende Relation: O. argentatus > O. bipunctatus >> O. victor und O. mandibularis >> O. mucronatus, O. variegatus, O. quatuordecimnotatus. Die letzten drei Arten sind wohl nur als sporadische Besucher zu betrachten.

Bei den Tachysphex-Arten ergibt sich folgende Häufigkeitsreihung: T. helveticus >>> T. unicolor > T. obscuripennis, T. pompiliformis.

Einen Überblick über die charakteristischen Wildbienen gibt Tabelle 7.2. Neben den in der Tabelle genannten Arten fanden wir folgende sandgebundene oder psammophile Spezies: Halictus sexcinctus (F.), Andrena barbilabris (Kirb.), Nomada alboguttata H.-S., Hylaeus annularis (Kirb.), Colletes cunicularius (L.) und Dasypoda hirtipes (F.).

Infolge der Blütenarmut war darüber hinaus die Artenzahl an Wildbienen sehr gering. Auffallend war, daß die meisten Ubiquisten völlig fehlten.

Halictus (confusus) perkinsi Blüthg.

Im Pannonicum und auch anderswo wegen ihrer Sandbindung sehr lokal (EBMER 1988). Uns ist im östlichen Niederösterreich derzeit nur dieser Fundort bekannt. In Europa weist diese Art eher nördliche Verbreitung auf. Wie andere Arten dieses Verbreitungstyps bevorzugt sie offenbar Sande mit Korngrößen > 0,2 mm.

Lasioglossum minutissimum (Kirb.)

Wie die vorige Art lokal und selten, mit westpaläarktischer Verbreitung (EBMER 1988).

In Drösing besucht diese Art vorwiegend Potentilla argetea, auch Herniaria glabra. Sie ist hier die häu-

Art	Häufigkeit	Bemerkungen
Halictus perkinsi	XX	
Lasioglossum minutissimum		XX
Lasioglossum tarsatum	x	neu für NÖ
Nomioides minutissimus	XX	galt in NÖ als ausgestorben
Andrena argentata	XX	
Nomada baccata	X	
Anthophora bimaculata	XX	
Ammobates punctatus	X	
Megachile leachella	x	

Tab. 7.2: Zusammenstellung der charakteristischen und bemerkenswerten Wildbienen (Apoidea) von Drösing mit Schätzung ihrer Häufigkeit (XXX >1000 , XX >100, X >10 , x <10 Weibchen)

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

figste Lasioglossum-Art, viel häufiger als die gelegentlich vorkommende L. lucidulum (Schenck).

Nomioides minutissimus *(Drösing 6/96)*

Lasioglossum tarsatum (Schenck)

Auch diese Furchenbiene ist in Europa eher nördlich verbreitet, z. B. auf den Küstendünen der Ost- und Nordsee. In Österreich sind bisher Funde aus Kärnten und von der Uferdüne des Neusiedler Sees bekannt (EBMER 1988). Charakteristisch für die Dünen des Kiskunság, daher wohl auch an gröbere Sande (>0,2 mm) gebunden und deshalb bis jetzt in Niederösterreich nicht festgestellt.

In Drösing wurde 1996 nur 1 Exemplar dieser Art gefunden.

Sphex rufocinctus *(Weikendorf 7/96)*

Nomioides minutissimus (Ross.)

Mediterran. In Österreich Mitte der Dreißigerjahre in Oberweiden häufig, dann von dort verschwun-

Tachytes panzeri *(Drösing 8/96)*

Prionyx kirbii *(Drösing 7/96)*

Prionyx kirbii beim Nestbau *(Weikendorf 7/96)*

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

den (FRANZ 1982, EBMER 1988). Dieses Bienchen ist in seinem ganzen Verbreitungsgebiet an Sand gebunden.

In Drösing umfaßte der Bestand 1996 mehr als 100 Weibchen, wobei Schätzungen dieser winzigen und unauffälligen Arten natürlich ungenau sind.

Andrena argentata Smith

In Europa ebenfalls etwas weiter nördlich verbreitet. Nach WESTRICH (1989) eine Charakterart von Sanddünen, die offene Sandflächen benötigt und etwas gröbere Sande bevorzugt. In Deutschland an vielen Stellen bereits ausgestorben.

In Drösing umfaßte der Bestand 1996 einige hundert Weibchen. Es konnten zwei Generationen festgestellt werden. Da innerhalb der Untersuchungsfläche keine Blütenbesuche beobachtet wurden, ist anzunehmen, daß außerhalb der Lichtung liegende Pollenquellen aufgesucht werden. Auffällig ist das „Eintauchen" pollenbeladener Weibchen in den Sand, das in Kapitel 7.2.1 beschrieben wird. Als Brutschmarotzer bei der 2. Generation kommt Nomada baccata Sm. vor, wenngleich ihr Bestand sehr gering ist. Jahreszeitlich fliegt diese Art in Drösing erst, nachdem die dort sehr häufige Nomada alboguttata H.-S. bereits verschwunden ist. Bezüglich des Artstatus dieser beiden Taxa sei auf SCHWARZ et al. (1996) verwiesen.

Anthophora bimaculata (Panz.)

In Süd- und Mitteleuropa verbreitet. Nach WESTRICH (1989) ausschließlich auf Fein- und Mittelsanden. In den meisten deutschen Bundesländern auf der Roten Liste (JEDICKE 1997).

Uns ist diese Pelzbiene von insgesamt vier Flugplätzen in Niederösterreich bekannt. Die größte Population ist jedoch (trotz der Korngröße des Sandes) in Drösing zu finden (1996 mindestens 200 Weibchen). Als Pollenquelle dient hauptsächlich Echium vulgare, daneben aber auch Disteln.

Die bei dieser Art schmarotzende Kuckucksbiene Ammobates punctatus (F.) haben wir bis jetzt in Niederösterreich nur in Drösing gefunden, und zwar in bemerkenswerter Anzahl.

Megachile leachella Curt.

Ebenfalls eine charakteristische Sanddünenart (Küsten- und Binnendünen) mit eher nördlicher Verbreitung in Europa. Auch auf den Sanddünen des Pannonicums.

In Ostösterreich kommt diese Art nur auf der Uferdüne des Neusiedler Sees häufig vor. In Drösing wurden 1996 nur wenige Exemplare gefunden.

Einen Überblick über die charakteristischen Weg-, Falten-, Dolch- und Goldwespen gibt Tabelle 7.3. Alle Wegwespen mit Ausnahme der Kleptoparasiten tragen als Larvennahrung gelähmte Spinnen in ein meist selbst gegrabenes Bodennest. Faltenwespen erbeuten dafür meist kleine Raupen oder andere Insektenlarven. Dolchwespen sind Parasitoide an im Boden lebenden Scarabaeidenlarven, zu denen sich die Weibchen hingraben und Goldwespen sind Brutschmarotzer bei Grab- und Faltenwespen sowie bei Bienen.

Pompilus cinereus (F.)

In Europa weit verbreitet auf Küsten- , Binnendünen und anderen Sandfeldern, wegen der strikten Beschränkung auf Sand eher lokal und vielfach im Bestand gefährdet.

Art	Häufigkeit	Bemerkungen
Pompilus cinereus	XX	
Episyron rufipes	XX	
Evagetes pectinipes	XX	
Anoplius viaticus f. pagana	XX	
Pterocheilus phaleratus	X	Rote Liste Ö 1
Scolia sexmaculata	X	
Hedychridium femoratum	X	

Tab. 7.3: Zusammenstellung einiger charakteristischer und bemerkenswerter Weg-, Falten-, Dolch- und Goldwespen von Drösing mit Schätzung ihrer Häufigkeit (XXX >1000, XX >100, X >10, x <10 Weibchen)

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Andrena argentata
(Drösing 5/97)

In Niederösterreich kommt diese Art nur in Drösing und im Waldviertel nördlich von Gmünd (Breitensee, Neunagelberg) in zählbaren Beständen vor. Offenbar bevorzugt sie ebenso wie andere Arten mit nördlichem Verbreitungsschwerpunkt eher grobe Sande. Sie wurde um die Mittagszeit häufig auf offenen Sandfeldern beobachtet. In Drösing umfaßte der Bestand 1996 mehr als 100 Weibchen.

Anthophora bimaculata
(Drösing 6/96)

Episyron rufipes (L.)

In Europa eher südlich verbreitet. In Niederösterreich nur ganz vereinzelt an Sandstellen.

In Drösing umfaßte der Bestand 1996 mehr als 100 Weibchen.

Megachile leachella
(Illmitz 6/97)

Evagetes pectinipes (L.)

Kleptoparasit bei den beiden vorigen Arten, daher in Niederösterreich ebenso lokal wie diese. Gräbt sich zu den verproviantierten Nestern der beiden genannten Arten vor, zerstört deren Ei und legt ein eigenes auf den gelähmten „Proviant".

Pompilus cinereus
(Gmünd 7/97)

Anoplius viaticus pagana Dahlb.

Die Stammform ist in Europa weit verbreitet. Die Form pagana mit roten Hinterschenkeln kennen wir aus Niederösterreich bis jetzt nur von Drösing, wo die Weibchen im April bei ihrem Nestbau und dem Herbeischaffen von Spinnen sehr auffallen, da sie als Neststandort vorwiegend die Wege benützen.

Episyron rufipes
(Drösing 8/96)

Anoplius viaticus pagana mit Spinne
(Drösing 5/97)

Pterocheilus phaleratus (Panz.)

Die Nominatrasse ist in Europa nördlich bis Schweden und Finnland, südöstlich bis Österreich,

Pterocheilus phaleratus
(Drösing 8/96)

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

in die Slowakei und Ungarn verbreitet (GUSENLEITNER 1994a). Auch diese Art gehört zur Gruppe der „eher nördlich verbreiteten" Formen, die ihren Verbreitungsschwerpunkt auf Sanden mit über 0,2 mm Korngröße haben. BLÜTHGEN (1961) nennt sie „eine Charakterart von Diluvialsandfeldern"

In Österreich ist P. phaleratus außerordentlich selten. GUSENLEITNER (1994b) setzt sie in die Kategorie der vom Aussterben bedrohten Arten. Das letzte publizierte Vorkommen betraf einen Fund auf Verwitterungssanden im Weinviertel bei Obermarkersdorf (GUSENLEITNER 1994a).

In Drösing kommen einige Dutzend Weibchen dieser schmucken Art vor. Sie halten sich bevorzugt in Bereichen mit etwa 50 % Pflanzendeckung auf.

Scolia sexmaculata (Müll.)

Eine weitere Art, die europaweit im Rückzug begriffen ist. Über die Funde in Österreich berichtet BREGANT (1997). In Drösing fanden wir einige Dutzend Weibchen (siehe Foto Seite 46).

Hedychridium femoratum Dahlb.

Diese Art ist ein Brutparasit von Dryudella stigma (genauere Informationen siehe Seite 57).

Es sei darauf hingewiesen, daß auch bei **anderen Insektengruppen** hochinteressante und äußerst seltene Vertreter auf den Drösinger Sanden gefunden werden können, z. B. die Trauerschweber Argyramoeba varia und Exhyalanthrax afer, verschiedene pannonische Asiliden, die Heuschrecke Sphingonotus caerulans, der Rüsselkäfer Chromoderus fasciatus, wärmeliebende und psammicole Wanzen etc.

Hingegen wurden 1996 kaum Vögel oder Eidechsen auf der Fläche beobachtet. Lediglich ein Neuntöter-Pärchen bejagte den Sand nahe dem Waldrand. Im feuchten Jahr 1997 wurden jedoch deutlich mehr Zauneidechsen beobachtet als im Jahr zuvor. Die Sandflächen waren durch das feuchte, kühle Klima viel stärker zugewachsen.

7.4.2 Weikendorf - Sandberge im Brunnfeld

Das Gebiet ist ein Mosaik aus verschiedenen Lebensräumen wie Dünen, die mit Sandtrockenrasen oder Eichenmischwald bedeckt sind, Grünbrachen mit offenen Sandfeldern, sandige Wege und Ruderalstellen. Der Blütenreichtum ist hoch. Für die Stechimmen bedeutsam sind u. a. Gypsophila paniculata, verschiedene Apiaceen, Rapistrum perenne, Disteln und Centaurea sp., Thymus sp. und Echium vulgare.

Der Sand weist eine mittlere Korngröße von 0,19 mm auf, der pH ist annähernd neutral.

Die Stechimmenfauna ist reichhaltig, Ubiquisten, Ruderalarten und Arten von Sandtrockenrasen dominieren. Einen Überblick über besonders charakteristische Arten gibt Tabelle 7.4.

Auf einer offenen Sandfläche innerhalb einer mehrere Jahre alten Grünbrache (Größe ca. 100 x 15 m) mit etwa 10 % Pflanzendeckung fanden sich in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit die Grabwespen Bembecinus tridens, Oxybelus argentatus, O. bipunctatus, O. victor, Harpactus elegans, Tachysphex helveticus, Miscophus niger, Crabro peltarius, Nysson tridens, am schütter mit Halmen bewachsenen Rand einige wenige Ammophila terminata, ferner die Wildbienen Andrena argentata, Halictus sexcinctus, Nomioides minutissimus sowie die Kuckucksbienen Nomada alboguttata und verschiedene Sphecodes-Arten. Dazu die Wegwespe Evagetes pectinipes, deren Wirt wir dort

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Tab. 7.4: Zusammenstellung der für Weikendorf besonders charakteristischen Arten

Art	Häufigkeit	Bemerkungen
Prionyx kirbii	X	neu für NÖ
Sphex rufocinctus	x	
Halictus leucaheneus	XX	
Nomioides minutissimus	XX	
Nomioides variegatus	X	Wiederfund nach 60 Jahren
Andrena lagopus	x ?	
Andrena combaella	x ?	
Megachile pilicrus	X	

nicht fanden (im Gebiet kommt, wenn auch viel seltener als in Drösing, Episyron rufipes vor).

Prionyx kirbii (Van der Lind.)

Vgl. auch Seite 58. Die Art ist hier sehr auffallend. Auf einem Feldweg fanden wir innerhalb einer 2 m langen Strecke drei Weibchen an ihren Nestern. Eingetragen wurden verschiedene größere Laub- und Feldheuschrecken.

Sphex rufocinctus (Brull.)

Vgl. auch Seite 58. Auch diese schöne Grabwespe ist hier etwas häufiger und auffallender als in Drösing, obwohl das beobachtete Gebiet kleiner ist. Am Feldweg fanden wir ebenfalls einige Nester.

Halictus leucaheneus Ebm., Andrena lagopus Latr. und Andrena combaella Warncke

Drei Wildbienen, die charakteristisch für warme Sandruderalflächen sind. Alle drei Arten sind bisher nur an wenigen Stellen Ostösterreichs gefunden worden (für A. lagopus siehe auch GUSENLEITNER 1984).

Die Furchenbiene H. leucaheneus findet sich konzentriert und verhältnismäßig häufig am südexponierten Rand einer Grünbrache zum Sandtrockenrasen, wo sie Gypsophila paniculata besucht.

A. lagopus, von uns auch am Fuße des Hundsheimer Kogels auf einer sandigen Rapsbrache in größerer Anzahl gefunden, besucht schütter stehende gelbe Kreuzblütler auf einer älteren Grünbrache.

Von A. combaella fanden wir ein Weibchen auf Anthemis sp. H. leucaheneus und A. combaella kommen auch etwas weiter nördlich bei Ollersdorf auf sandigen Grünbrachen vor, wo sie allerdings viel gefährdeter sind, da das Land intensiv bewirtschaftet wird.

Nomioides minutissimus (Ross.)

FRANZ (1982) und EBMER (1988) zitieren Mader, der diese Art um das Jahr 1935 zahlreich in Oberweiden fand: „In Oberweiden ist N. minutissimus eine ungemein häufige Art; man muß genau auf den Boden sehen. Die Art setzt sich in großer Zahl auf menschliche Exkremente oder auch auf stinkenden Käse" In Oberweiden ist die Art seit damals verschwunden, in Weikendorf fanden wir jedoch genau diese Situation vor: Große Ansammlungen an Wegstellen, die von Harn getränkt waren, oder auch auf Kothäufchen. Die Vorzüge der Weikendorfer Remise als Habitat gegenüber Oberweiden liegen wohl im Vorhandensein größerer, offener Sandflächen.

Blütenbesuche dieser Art konnten wir auf Thymus sp. und Gypsophila paniculata beobachten.

Nomioides variegatus (Oliv.)

Auch diese Art war in den 30er Jahren in Oberweiden gefunden worden und galt seitdem als verschwunden. In Europa im Mediterran.

Wir haben sie im östlichen Mediterran (Griechenland, Türkei) bevorzugt auf salzigen Sandflächen in der Nähe von Salicornia-Fluren gefunden.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Nomioides variegatus
(Weikendorf 7/97)

Nomioides minutissimus
(Weikendorf 7/96)

Hyphoraia aulica
(Gerichtsberg 5/97)

Cryptocheilus fabricii
(Oberweiden 7/97)

Tetralonia dentata
(Oberweiden 7/97)

In Weikendorf besuchte sie im Gegensatz zur Schwesternart N. minutissimus Rapistrum perenne. Sie erscheint zumeist schon früher am Tag an den Blüten und verschwindet zur Mittagszeit wieder.

N. variegatus ist viel seltener als N. minutissimus, der Bestand mag 1986 einige Dutzend Weibchen betragen haben.

Megachile pilicrus Mor.

Diese wärmeliebende Blattschneiderbiene sei hier als Beispiel für eine xerothermophile Trockenrasenbewohnerin genannt. Nur von ganz wenigen Flugplätzen in Niederösterreich sind Nachweise bekannt (z. B. Oberweiden, Eichkogel bei Mödling).

Auf der untersuchten Fläche war diese Art recht auffällig, weil die vereinzelt stehenden Centaurea- und Distelpflanzen auf dem Sandtrockenrasen regelmäßig von den Weibchen beflogen wurden.

Abschließend sei auch für die Weikendorfer Remise so, wie schon für Drösing, ein Häufigkeitsvergleich zwischen den Oxybelus-Arten angestellt: O. quatuordecimnotatus >> O. variegatus >> O. trispinosus > O. bipunctatus > O. mandibularis > O. argentatus > O. victor > O. latidens.

Die Ubiquisten sind hier gegenüber den Sandarten deutlich in der Überzahl.

Für die Grabwespen der Gattung Tachysphex sieht der Vergleich folgendermaßen aus: T. pompiliformis >> T. obscuripennis > T. fulvitarsis > T. helveticus.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Tab. 7.5: Grabwespen (Sphecidae), die in Oberweiden in den letzten 30 Jahren nicht mehr gefunden wurden (nach DOLLFUSS 1988)

Art	verschwunden seit	derzeit in NÖ vorkommend
Ammophila terminata Smith	1885	Drösing, Weikendorf
Mimesa tenuis Oehlke	1932	?
Tachytes obsoletus (Ross.)	1932	?
Palarus variegatus (F.)	um 1935	
Miscophus postumus Bischoff	1932	
Oxybelus latro Oliv.	1937	
Oxybelus lineatus (F.)	1952	
Harpactus elegans (Lep.)	um 1935	Drösing, Weikendorf, Kronbg.
Harpactus formosus (Jur.)	1932	
Harpactus laevis (Latr.)	?	Rote Liste NÖ 3
Gorytes albidulus (Lep.)	1932	
Gorytes sulcifrons (Costa)	um 1935	Großmittel
Philanthus venustus (Ross.)	um 1935	
Cerceris albofasciata (Ross.)	1952	Lassee
Cerceris somotorensis Balth.	1885	

4.3 Weiden an der March - Naturschutzgebiet „Sandberge Oberweiden"

Dieses Naturschutzgebiet ist im wesentlichen heute ein Sandtrockenrasen, aus dem Arten, die offene Sandflächen benötigen, verschwunden sind. Eine Trabrennbahn als einzige offene Fläche zieht zwar immer wieder Arten an, da sie aber mehrmals pro Monat mit einer Egge von Pflanzenwuchs freigehalten wird, werden inzwischen angelegte Nester immer wieder zerstört. Die Sandcharakteristika gleichen denen der Weikendorfer Remise.

Da dieses Gebiet seit mindestens 100 Jahren von Hymenopterologen besucht wird, wissen wir über die Zahl verschwundener Arten gut Bescheid (vgl. FRANZ 1982, DOLLFUSS 1988). Den Rückgang der Grabwespenarten belegt Tabelle 7.5.

Grabwespen, die offene Sandflächen benötigen, wie Tachysphex helveticus und Bembecinus tridens, sind nur unregelmäßig und in ganz kleiner Zahl anzutreffen, wenn irgendwo künstlich zufällig kleine Sandflächen entstehen. 1997 fanden wir z. B. ca. 5 Exemplare Bembecinus tridens auf einer 15 m² großen Fläche mit 50 % Pflanzendeckung, wo vor 1-2 Jahren der Oberboden abgetragen wurde.

Auch andere Stechimmen (Wildbienen, Wegwespen, Falten- und Dolchwespen) sind aus dem Gebiet verschwunden.

Von den Wildbienen, die seit mindestens 30 Jahren verschwunden sind, sei an Stelle der kompletten, allzu langen Liste nur eine kleine Auswahl genannt: Colletes collaris Dours, C. marginatus Sm. und C. nasutus Sm., Andrena decipiens Schenck, A. gallica Schmiedekn. und A. morio Brull., Halictus smaragdulus Vach., Nomioides minutissimus (Ross.), N. variegatus (Oliv.), Nomia femoralis (Pall.), Anthophora quadrifasciata Vill., Thyreus histrionicus (Ill.), Dasypoda suripes (Christ), braccata Eversm., Eucera pollinosa Sm., Tetralonia pollinosa (Lep.).

Ebenso wurden die Wegwespen Batozonellus lacerticida (Pall.) und Pompilus cinereus (F.) nicht mehr gefunden.

Ein Teil dieser Arten benötigt als Habitat offene Sandflächen (z. B. Nomioides), ein anderer Teil freie offene Grassteppen (z. B. Eucera pollinosa, vielleicht auch Andrena morio und Batozonellus lacerticida), andere wiederum haben anscheinend durch das Zurückdrängen bestimmter Ruderalpflanzen (Anchusa officinalis) gelitten.

In diesem Gebiet gibt es im Frühling nur ein geringes Blütenangebot (Potentilla arenaria), im Sommer hingegen wird der Trockenrasen zum Blütenmeer, wobei Gypsophila paniculata, Peucedanum oreoselinum, Centaurea scabiosa und stoebe für Insekten besonders attraktiv sind. Die Insektenfau-

Tab. 7.6: Zusammenstellung der charakteristischen Stechimmen des Gebiets „Sandberge Oberweiden" (Auswahl)

Art	Häufigkeit	Bemerkungen
Grabwespen		
Lestica alata	X	letztes Vorkommen in NÖ ?
Miscophus concolor	XX	nur ein weiteres Vork. bekannt
Wegwespen		
Cryptocheilus fabricii	XX	einziges Vorkommen in NÖ ?
Wildbienen		
Halictus semitectus	XXX	einziges Vorkommen in NÖ ?
Lasioglossum brevicorne	X ?	einziges Vorkommen in NÖ ?
Andrena potentillae	XX	2 weitere Vork. bekannt
Tetralonia dentata	X ?	letztes Vorkommen in NÖ ?

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

na ist reichhaltig und weist noch immer viele vom Aussterben bedrohte Arten auf (z. B. den schönen Bärenspinner Hyphoraia aulica).

Besonders häufig sind jedoch viele Ubiquisten und Arten von Ruderalstandorten, unter den Stechimmen z. B. die Bienen Andrena nigroaenea, Halictus rubicundus und viele andere, die zu Tausenden anzutreffen sind, oder die Grabwespen Cerceris quinquefasciata, Oxybelus quatuordecimnotatus, ebenfalls in ungeheuren Zahlen besonders auf Schleierkraut zu finden. Auch dieser Umstand mag mitgeholfen haben, daß konkurrenzschwache Arten (Cerceris somotorensis, Philanthus venustus) hier kein Auskommen mehr finden. Dennoch beherbergt auch dieser Sandtrockenrasen Stechimmen, die sonst kaum mehr gefunden werden. Einige Beispiele sind in Tabelle 7.6 zusammengestellt.

Dazu mögen etwa weitere 20 Arten von Wildbienen kommen, für die derzeit der Standort Oberweiden zumindest von großer nationaler Bedeutung ist.

Bembix tarsata
(Lassee 8/96)

Die relative Häufigkeit der Oxybelus-Arten läßt sich für Oberweiden folgendermaßen darstellen: O. quatuordecimnotatus >>> O. variegatus >> O. trispinosus > O mandibularis, O. victor, O. bipunctatus > O latidens, O. argentatus. DOLLFUSS (1988) fand auch O. uniglumis, eine Art, die im Pannonicum sehr selten vorkommt, dagegen weiter westlich und im Waldviertel verbreitet ist.

Für die Tachysphex-Arten ergibt sich nach unseren Untersuchungen folgende Häufigkeitsrelation: T. pompiliformis >> T. fulvitarsis > T. psammobius. DOLLFUSS (1988) fand auch T. helveticus, T. nitidus und T. unicolor.

Anders als in Drösing kommt in Oberweiden die Zauneidechse häufig vor, weiters sind Ziesel in größerer Zahl vorhanden. Aus der Vogelfauna sind Triel und Blauracke zu Beginn des Jahrhunderts verschwunden, der Brachpieper wurde vereinzelt bis 1970 festgestellt. Heute beleben nur mehr Feldlerche, Schwarz- und Braunkehlchen sowie gelegentlich die Grauammer die Sandrasen.

7.4.4 Lassee - „Erdpreßhöhe"

Dieses kleine, isolierte Gelände (siehe Kapitel 6.3.2) ist stark ruderalisiert. Es zeichnet sich gegenüber den anderen Gebieten durch feineren, schwach alkalischen Sand aus. Im Bereich einer Sandabbaustelle sind offene Sandflächen in größerem Umfang vorhanden.

Das Blütenangebot ist im Bereich der „Erdpreßhöhe" hoch (Melilotus officinalis, Gypsophila paniculata, Eryngium vulgare, Reseda lutea, Disteln etc.).

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Tab.7.7: Zusammenstellung charakteristischer Stechimmen der Gebietes „Erdpreßhöhe"

Art	Häufigkeit	Bemerkungen
Grabwespen		
Bembix tarsata	X	Rote Liste NÖ 1
Cerceris albofasciata	x	einziges dzt. bek. Vork.
Wildbienen		
Lasioglossum quadrinotatulum	XX	im Pannonicum selten
Andrena decipiens	x	?
Andrena limata	X	nur an wenigen Plätzen

Folgende Arten erscheinen uns geeignet, um das Gebiet zu charakterisieren:

Bembix tarsata Latr.

Diese schöne Kreiselwespe steht in Niederösterreich knapp vor dem Aussterben. Uns ist derzeit kein weiteres Vorkommen im Land bekannt.

Der Bestand umfaßte in diesem Gebiet 1996 etwa 10 Weibchen.

Cerceris albofasciata (Ross.)

In Niederösterreich bis jetzt nur zweimal in Oberweiden gefunden (siehe Kapitel 7.4.3).

Im Jahr 1996 wurde nur ein Weibchen an Reseda lutea angetroffen.

Lasioglossum quadrinotatulum (Schenck)

Nach EBMER (1988) im Pannonicum selten und einzeln. Hier in großer Zahl, fast kolonieartig, an den vertikalen Wänden der Sandabbaustelle nistend, und zwar zusammen mit den Grabwespen Alysson spinosus (Panz.) und Oxybelus victor Lep. (letztere auf kleinen Absätzen). Uns ist derzeit kein anderes ebenso zahlreiches Vorkommen im Osten Niederösterreichs bekannt.

Andrena decipiens Schenck

Die früheren Vorkommen in Oberweiden und Guntramsdorf sind wohl erloschen.

In Lassee fanden wir 1996 nur ein Weibchen auf Eryngium campestre.

Andrena limata Sm.

In Niederösterreich selten (z. B. am Fuße des Hundsheimer Kogels).

In Lassee beobachteten wir 1996 mehrere Weibchen auf Eryngium campestre.

An Grabwespen wurden außerdem Bembecinus tridens, Miscophus ater, Prionyx kirbii (ein Weibchen beim Nestbau), Crossocerus wesmaëli sowie weitere, häufigere Arten gefunden.

Die Häufigkeitsrelation der Oxybelus-Arten ist hier: O. bipunctatus > O. variegatus > O. victor > O. quatuordecimnotatus.

7.4.5 Vergleich zwischen den vier untersuchten Standorten

Die vier untersuchten Standorte unterscheiden sich durch die mittlere Korngröße des Sandes (Drösing > Weikendorf, Oberweiden > Lassee), den Boden-pH (Drösing < Weikendorf, Oberweiden < Lassee), das Angebot an freien Sandflächen (Drösing > Weikendorf > Lassee > Oberweiden) und das Blütenangebot (Oberweiden > Weikendorf > Lassee > Drösing). Bei Grab- und Wegwespen scheinen die Korngröße des Sandes und das Angebot an freien Sandflächen die wichtigste Rolle zu spielen, bei Wildbienen kann auch das Blütenangebot im Nahbereich einen limitierenden Faktor darstellen.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

	Drösing	Weikendorf	Oberweiden	Lassee
mittl. Korngröße	0,223	0,196	wie Weikendorf	0,155
freie Sandflächen	XXX	XX		X
B. hungaricus	XXX			
B. tridens	XX	XX	x	X
A. terminata	XX	X		
O. argentatus	XX	X	X	
O. victor	X	X	X	X
H. elegans	X	X		
T. helveticus	X	X	x	
D. stigma	X			
P. luffi	X			
P. kirbii	x	X		x
M. concolor			XX	
L. alata			X	
B. tarsata				X

Tab. 7.8: Vergleich der Häufigkeit charakteristischer Grabwespen an den vier Standorten

Art	Drösing	Weikendorf	Oberweiden	Lassee
H. perkinsi	XX			
H. leucaheneus		XX		
H. semitectus			XXX	
L. brevicorne			X ?	
N. minutissimus	XX	XX		
N. variegatus		X		
A. argentata	XX	X		
A. potentillae			XX	
A. bimaculata	XX			
M. leachella	x			

Tab. 7.9: Vergleich der Häufigkeit charakteristischer Wildbienen an den vier Standorten

Art	Drösing	Weikendorf	Oberweiden	Lassee
P. cinereus	XX			
E. rufipes	XX	X	x	
Ev. pectinipes	XX	X		
P. phaleratus	X			

Tab. 7.10: Vergleich der Häufigkeit charakteristischer Weg- und Faltenwespen an den vier Standorten

Die Untersuchungsfläche in Drösing ist für sandbewohnende Arten "mehr nördlicher Herkunft", die an gröbere Sande angepaßt sind (Podalonia luffi, Dryudella stigma etc.), ein erstrangiges Refugium. Auch mediterrane Sandspezialisten (Bembecinus hungaricus, Ammophila terminata) finden dort aufgrund der klimatisch günstigen Lage ausgezeichnete Verhältnisse vor. Wir stufen dieses Gelände für sandangepaßte Arten als ein Gebiet von hervorragender internationaler Bedeutung ein.

Die Sandberge im Brunnfeld (Weikendorf) hingegen bieten mediterranen Arten, sowohl Sandarten (Nomioides minutissimus) als auch solchen mit „regionaler Stenözie" (Prionyx kirbii, Harpactus elegans) besonders günstige Lebensbedingungen. Ferner kommen gehäuft Arten sandiger Ruderalflächen vor.

Das Gelände ist deshalb von hervorragender nationaler Bedeutung.

Das Naturschutzgebiet „Sandberge Oberweiden" hat in den letzten Jahrzehnten durch das völlige Zuwachsen des Sandes und das Vordringen des Waldes viele wertvolle Sandarten verloren. Es bezieht seine derzeitige Bedeutung aus dem Vorkommen von Bewohnern des Sandtrockenrasens und anderer xerothermophiler Arten. Außerdem ist das Gebiet wegen seiner langen Erforschungsgeschichte und der geographischen Lage am Rande des Pannonicums von besonderer wissenschaftlicher Bedeutung. Bei richtigem Management würden sich zweifellos rasch wieder Sandarten einstellen. Aus diesen Gründen muß auch diesem Gebiet internationale Bedeutung zugemessen werden.

Die kleine Sanddüne im Bereich der Erdpreßhöhe/Lassee ist wegen ihrer Feinsandigkeit von hohem wissenschaftlichen Interesse. Einige Arten haben dort offenbar ein letztes Refugium gefunden. Diese Fläche hat jedenfalls nationale Bedeutung.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Sanddünen in Fülöpháza

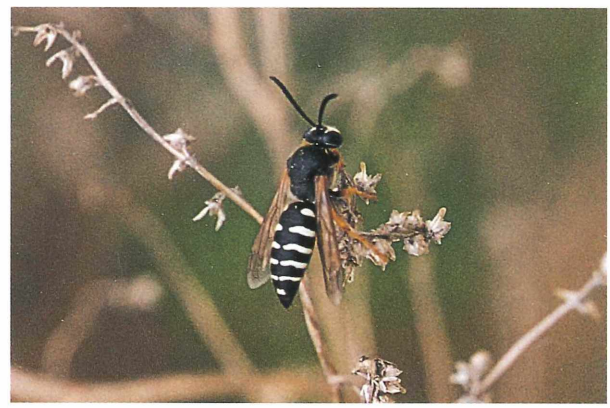
7.4.6 Vergleich mit den Sanddünen von Fülöpháza (Ungarn)

Untersuchungen der Grabwespenfauna im Sanddünengelände von Fülöpháza im Bereich der einzigen noch wandernden Düne im Juni 1997 erbrachte, gereiht nach Häufigkeit, folgende Arten:

Bembecinus tridens > Crossocerus wesmaëli > Philanthus venustus > Harpactus elegans > Podalonia luffi > Cerceris somotorensis > Oxybelus dissectus > Oxybelus bipunctatus > Podalonia tydei, Diodontus insidiosus. Später im Jahr kommen dort noch Bembix megerlei, B. oculata und B. olivacea, sowie Tachysphex panzeri hinzu.

Bei den Wildbienen war die Reihenfolge Colletes marginatus >> Lasioglossum tarsatum > Nomioides minutissimus > Anthophora bimaculata > Megachile leachella > Halictus sexcinctus.

Es fällt das fast völlige Fehlen von Ubiquisten auf, wie sie etwa das Naturschutzgebiet „Sandberge Oberweiden" bevölkern. Wir vermuten deshalb, daß Arten wie Philanthus venustus, Cerceris somotorensis und Oxybelus dissectus, die aus Österreichs zugewachsenen Dünen verschwunden sind, der Konkurrenz von Arten, die ähnliche Nischen besetzen, aber unter den harten mikroklimatischen Bedingungen offener Sanddünengelände nicht existieren können, nicht gewachsen sind.



Cerceris somotorensis *(Fülöpháza 6/97)*

Philanthus venustus *(Fülöpháza 6/97)*

Bembix rostrata *(Sandeck/Bgl. 7/97)*

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

7.5 Bedrohung der Gebiete

Wie die Untersuchungen ergeben haben, ist das Vorhandensein von offenen und schütter bewachsenen Sandflächen eine Voraussetzung für das Vorkommen der eigentlichen Sandarten. Daher führen alle Maßnahmen, die eine Verringerung des Anteils solcher Flächen mit sich bringen, zu einer Gefährdung.

Die Sandgebiete in Drösing und in Lassee sind akut von Aufforstung bedroht. In Drösing wurden 1997 mehrmals Bäume gepflanzt, nachdem die erste Aufforstung in den vergangenen Jahren wegen der heißen Sommer kaum angewachsen war. In Lassee ist eine Aufforstung im Randbereich der Düne geplant.

Das Naturschutzgebiet „Sandberge Oberweiden" wächst ohne Pflegemaßnahmen weiter zu.

In der Weikendorfer Remise wurden 1997 offene Sandflächen im Bereich einer Grünbrache umgebrochen und zuerst mit Kunstdünger, später mit Gülle behandelt. Um die Sandverlagerungen zu unterbinden, wurde ferner ein Windschutzgürtel anlgelegt.

Ein Management hätte in erster Linie dafür zu sorgen, daß ein entsprechender Anteil an freien Sandflächen und Pionierstadien der Sandrasen erhalten bleibt. Auf entsprechende Pflegemaßnahmen wird in Kapitel 9 eingegangen.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

8 Aktuelle Gefährdung der Dünen

Dünen zählen zu den gefährdetsten Lebensräumen unserer Kulturlandschaft. Wie in Kapitel 4 dargestellt, führten die Stabilisierungsmaßnahmen zu gravierenden Rückgängen der Sandlebensräume während der beiden letzten Jahrhunderte. Daß diese Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist, belegt ein Blick in die jüngere Vergangenheit eindrucksvoll. Die Sandrasen wurden vor etwas mehr als 10 Jahren flächendeckend erhoben und im Österreichischen Trockenrasenkatalog angeführt und beschrieben (HOLZNER et al. 1986). Vergleicht man diese Angaben mit dem gegenwärtigen Zustand, so zeigt sich, daß heute zumeist nur jene Standorte erhalten sind, die den Status von Naturschutzgebieten aufweisen. Viele nicht geschützte Bereiche wurden in der Zwischenzeit völlig zerstört. Einige Gebiete wurden aufgeforstet oder durch den Sandabbau zerstört, andere wurden umgebrochen und in der Folge ackerbaulich genutzt. Doch auch in den Naturschutzgebieten sind die Pionierstadien stark zurückgegangen, da es an einer entsprechenden Pflege (Mahd, Beweidung, Abtrag des Oberbodens) fehlt.

Die Zerstörung der letzten Sandlebensräume verläuft in der Regel schnell und unbemerkt. Dies liegt zum einen am technischen Fortschritt, der es möglich macht, die Flugsandböden innerhalb kurzer Zeit zu meliorieren und intensiver zu nutzen. Da es sich meist um kleine, verstreut liegende Sandgebiete handelt, werden derartige Eingriffe oft erst nachträglich wahrgenommen und können nicht mehr rückgängig gemacht werden. Zum anderen fehlt bislang ein naturschutzfachliches Konzept, das dem dramatischen Arten- und Lebensraumrückgang einen wirksamen Riegel vorschiebt.

Um die aktuellen Entwicklungen besser verstehen zu können, bedarf es einer genaueren Analyse. Anhand von Beispielen sollen die wichtigsten Ursachen für den aktuellen Rückgang offener Sandlebensräume aufgezeigt werden.

8.1 Forstwirtschaftliche Nutzung

Die Aufforstungen waren sicherlich der wichtigste Beitrag zur Stabilisierung der Flugsande im Marchfeld. Stand bei den forstwirtschaftlichen Planungen im 18. und 19. Jahrhundert der Erosionsschutz im Vordergrund, so wurde nach Erreichen dieses Zieles angestrebt, den Waldbestand in diesem Gebiet zu erhöhen. Vielfach geschah dies auf Kosten der aus naturschutzfachlicher Sicht besonders wertvollen offenen Sandgebiete.

Obwohl die Winderosion in Niederösterreich nur eine untergeordnete Rolle spielt, werden offene Sandflächen von forstlicher Seite noch immer als Bedrohung für die angrenzenden Flächen empfunden. Diesen Umstand spiegelt auch das Forstrecht in der geltenden Fassung wider. Viele darin enthaltene Bestimmungen sind mit den naturschutzfachlichen Zielen im pannonischen Raum nicht vereinbar und tragen zum dramatischen Verlust der Sandlebensräume bei.

So resultiert aus der Anwendung dieses Gesetzes eine stetige Zunahme des Waldbestandes auf Kosten ökologisch wertvoller Bereiche. Werden in waldarmen Gebieten beispielsweise Flächen gerodet, so können zum Ausgleich Ersatzaufforstungen (vgl. Forstrecht in der geltenden Fassung, § 18) angeordnet werden. Da die kargen Böden der Dünen- und Flugsandgebiete aus landwirtschaftlicher Sicht minderwertig sind, werden hier bevorzugt Ersatzaufforstungen durchgeführt, oftmals entgegen den gesetzlichen Bestimmungen auch in Naturschutzgebieten. So wurde in der Weikendorfer Remise, dem ältesten Naturschutzgebiet Niederösterreichs (seit 1927), in den 70er Jahren eine Fläche von etwa 50 ha aufgeforstet. Auch im Naturschutz-

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Häufige Bodenbearbeitung im Bereich der Wege

Aufforstung mit Rot-Föhren

Ackerbauliche Nutzung eines Sandbodens

Kunstdünger auf Sandboden

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

gebiet „Sandberge Oberweiden" verringerte sich die Sandrasenfläche durch Aufforstungen schrittweise.

Der Umstand, daß eine natürliche Bewaldung (§ 4, Abs. 1) ab einer Überschirmung von 50 % der Fläche rechtlich wie Wald zu behandeln ist, führt ebenfalls zu erheblichen Konflikten mit den naturschutzfachlichen Interessen. Dringen beispielsweise in einen Sandrasen Gehölze ein und erreichen diesen Deckungsgrad, dürfen sie nur mit einer entsprechenden Rodungsgenehmigung entfernt werden, d.h. es können Ersatzaufforstungen angeordnet werden. Zudem ist Wald auf Flugsand oder Flugerde als Schutzwald (§ 21) zu behandeln und unterliegt besonders restriktiven Bestimmungen. Da dem Naturschutz kein vergleichbares Rechtsinstrumentarium zur Verfügung steht, kommt es in den Dünen- und Flugsandgebieten zu einer stetigen Abnahme von Pionierstandorten zugunsten von Wald.

8.2 Landwirtschaftliche Nutzung

Die Technisierung und der Strukturwandel in der Landwirtschaft haben zu tiefgreifenden Veränderungen im Bereich der Flugsand- und Dünengebiete geführt. War es früher nur bedingt möglich, die kargen Böden ackerbaulich zu nutzen, so änderte sich dies mit dem Einsatz mineralischer Düngemittel und moderner Bewässerungstechniken grundlegend. Durch den Einsatz von Planierraupen war es zudem möglich, größere Sandaufwehungen einzuebnen. Die Folge dieser Entwicklungen war, daß seichtgründige, nährstoffarme Sandböden für den Ackerbau kultiviert wurden, obwohl sie dafür ungeeignet erscheinen. Um die Erträge zu steigern, werden sie häufig mit Gülle oder Mineraldünger behandelt. Der Boden vermag die hohen Nährstoffgaben nicht zu binden, so daß erhebliche Nitratmengen in das Grundwasser gelangen und dessen Qualität beeinträchtigen.

Die verbleibenden Gebiete mit Steppenvegetation werden nicht oder nur mehr fallweise beweidet (POKORNY & STRUDL 1986 und 1986-87), da die traditionelle Schafwirtschaft abgekommen ist. Haben in der Vergangenheit Schafe und vor allem Ziegen durch Verbiß verhindert, daß sich hier Gehölze ausbreiten konnten, so nehmen diese heute in vielen Bereichen mehr und mehr überhand. Zudem führt der Düngemitteleintrag aus den angrenzenden Ackerflächen zu tiefgreifenden Veränderungen der Vegetation in den Randzonen. Bei kleineren Steppenresten sind die Auswirkungen besonders dramatisch, da meist das gesamte Gebiet von der Eutrophierung betroffen ist.

8.3 Erholungsnutzung

Die Naturschutzgebiete liegen fernab größerer Agglomerationen, und werden vorwiegend von Anrainern aufgesucht. Da nur ein geringer Besucherdruck zu verzeichnen ist, stellen Erholungssuchende für die Sanddünen derzeit nur eine geringe Gefahr dar.

Lediglich der Reitsport führt im Naturschutzgebiet „Sandberge Oberweiden" zu Konflikten mit den naturschutzfachlichen Zielen, die sich jedoch bei gutem Willen leicht entschärfen lassen. Indem die Wege und die Trabrennbahn beritten werden, entstehen offene Sandflächen, die aus ökologischer Sicht besonders wertvoll sind, da hier viele Pionierarten nisten. Problematisch ist dabei jedoch der Umstand, daß diese Bereiche während der Saison ein- bis zweimal pro Woche mit einer Egge eingeebnet werden. Würden davon die Randbereiche der Wege ausgespart bleiben, könnten die Ausfälle der Brut deutlich vermindert werden.

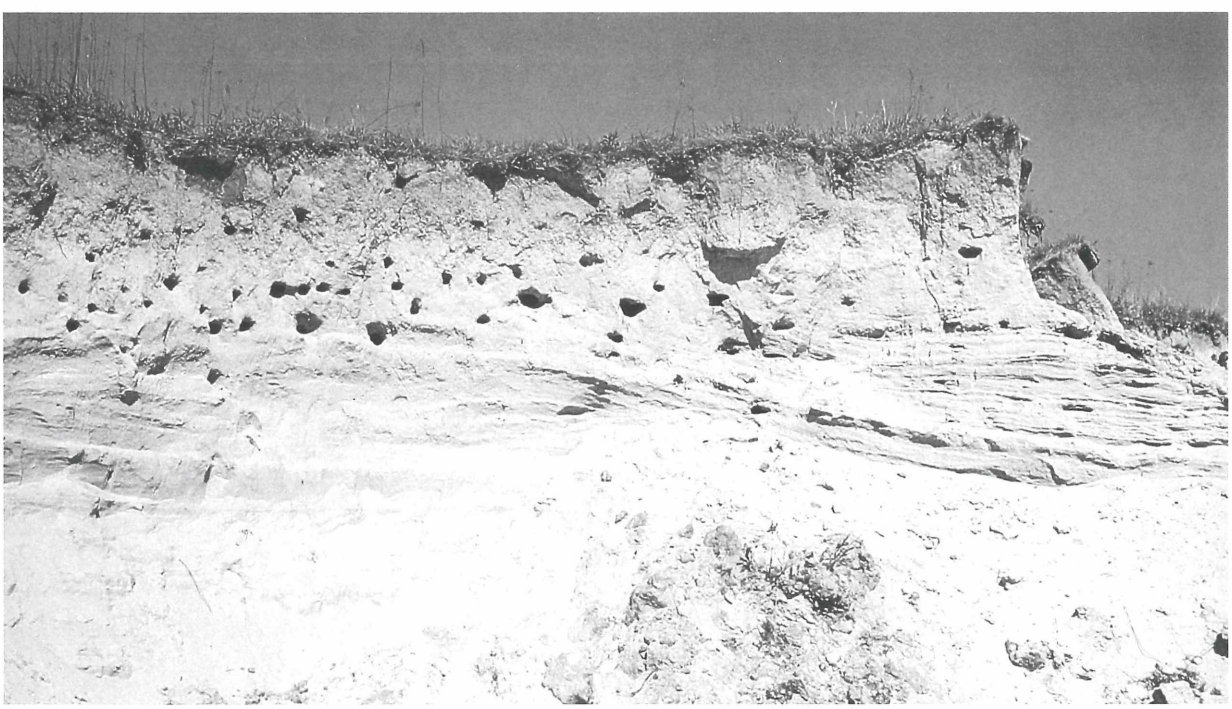
©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

8.4 Sandabbau

Ein bedeutender Anteil der offenen Sandflächen Niederösterreichs liegt in den Sandabbaugebieten. Der Umstand, daß das Sediment ständig umgelagert wird, führt zwar zu immer neuen Pionierstadien, doch nur einige Arten können ausweichen oder haben eine derartig kurze Generationsfolge, daß sie unter diesen Verhältnissen überleben können. In einer Sandgrube bei Drösing wurde beobachtet, daß die offenen Sandflächen von vielen Bienen- und Wespenarten rege angenommen werden. Nachdem das Angebot von Pionierstadien in der Umgebung stark abgenommen hat, nisten vornehmlich Charakterarten des bewegten Sandes im Abbaugebiet. Da ihre Brut durch die häufig stattfindenden Massenbewegungen vernichtet wird, kommt es zu einer Ausdünnung der Populationen. So gesehen, kann das Angebot neuer Sandflächen auch zu einer Falle werden. Liegt hingegen ein extensiver Sandabbau mit unterschiedlichen Sukzessionsstadien vor, kann dieser Lebensraum aus naturschutzfachlicher Sicht sogar äußerst wertvoll sein.

Problematisch sind auch die behördlich vorgeschriebenen Nachnutzungen von Abbaugebieten. Sie reichen von land- und forstwirtschaftlicher Nutzung, Freizeit- und Badenutzung bis zur Verwendung als Deponiestandort. Das Ziel, offene Sandflächen zu erhalten oder eine ungestörte Sukzession zuzulassen, wurde bislang nur selten in einem Bescheid festgelegt. Doch gerade Sandgruben, bei denen keine „Rekultivierung" vorgenommen wurde, könnten als Sonderstandorte die Kulturlandschaft bereichern.

Nachträgliche Änderungen der Nachnutzungen sind nicht oder nur schwer möglich, da die Folgenutzungen bereits im Rahmen des Bewilligungsverfahrens festgelegt werden. So gesehen ist es besonders wichtig, daß naturschutzfachliche Ziele bei Neugenehmigungen berücksichtigt werden.



Kleinräumiger Sandabbau

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Die Auswirkungen werden in diesem Fall jedoch erst mittelfristig spürbar, da sich die Abbaudauer meist über mehrere Jahre erstreckt.

8.5 Fehlende Dynamik

Die Pionierstadien auf den Sanddünen sind in unserer Kulturlandschaft besonders gefährdet, da dynamische Umlagerungen mit zunehmender Vegetationsdeckung weitgehend unterbunden wurden. Aber auch ohne menschliche Einflüsse führt die natürliche Sukzession langfristig zur Stabilisierung der Sande. Auf den offenen Sandflächen breiten sich zunächst Pionierpflanzen wie Scheiden-Schwingel/*Festuca vaginata*, Sand-Strohblume/*Helichrysum arenarium*, Späte Feder-Nelke/*Dianthus serotinus*, Sand-Radmelde/*Bassia laniflora* oder Sand-Gipskraut/*Gypsophila fastigiata* aus. In dem Maße, wie der Sand gebunden wird und die Bodenentwicklung einsetzt, folgen anspruchsvollere Pflanzen und bei ausbleibender Mahd oder Beweidung schließlich Gehölze. Die Sukzession endet zumeist mit einem Eichenmischwald.

In ungenutzte Flächen dringen häufig Götterbaum oder Robinie ein

Kleinräumig entstehen offene Sandstellen auch durch Kaninchen, Dachs, Fuchs, Ziesel und Iltis, die in den Sanddünen häufig ihre Baue anlegen. Da Fuchs und Dachs stark bejagt werden, und der Kaninchenbestand durch die Myxomatose (seuchenartige, tödlich verlaufende Viruserkrankung) weitgehend zusammengebrochen ist, hat ihre Grabetätigkeit während der letzten Jahre stark abgenommen. In den Eingangsbereichen verlassener Baue breitet sich allmählich die Vegetation wieder aus.

8.6 Isolation der Sandgebiete

Viele Sandrasengebiete sind nur kleinflächig ausgebildet und innerhalb der intensiv genutzten Kulturlandschaft des Marchfeldes isoliert. Da die nächstgelegenen Sandrasenbestände oft mehrere Kilometer entfernt sind, ist die Möglichkeit der Wiederbesiedlung bereits verdrängter Arten stark eingeschränkt.

Der Umstand, daß die Populationen vieler Sandarten oft sehr klein sind, kann zu ihrer genetischen Verarmung und schließlich zu ihrem Aussterben führen. Damit die Möglichkeit des genetischen Austausches zwischen den vielfach isolierten Populationen nicht weiter eingeschränkt wird, ist es notwendig, neben den größeren Sandgebieten auch kleinräumige Brückenstandorte zu erhalten.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

9 Wege zur Erhaltung

„Fürwahr, wäre die Kunde von diesem merkwürdigen Flek Erde über den Kreis der dortigen Hirten hinaus gedrungen, Naturforscher wie Touristen würden schon längst Wallfahrten dahin veranstalten." (WESSELY 1873)

Es ist eine Ironie der Geschichte, daß die Pioniere der Sandstabilisierung von den offenen Dünenlandschaften fasziniert waren und andererseits durch ihr Werk maßgeblich dazu beigetragen haben, daß diese Lebensräume aus unserer Kulturlandschaft verschwunden sind. WESSELY, von dem das obige Zitat stammt, war kein Einzelfall. Auch KERNER (1865a) und viele andere Forstingenieure waren von den Naturschönheiten der Dünen fasziniert.

Je knapper ein Gut ist, desto wertvoller ist es. Dieses ökonomische Gesetz trifft auch auf die offenen Sanddünen uneingeschränkt zu. Heute, da es nur mehr wenige offene Sandflächen gibt, stellen diese eine wesentliche Bereicherung der Landschaft dar und bilden darüber hinaus die letzten Refugien sandliebender Tier- und Pflanzenarten. Ihre Erhaltung und die Schaffung weiterer vergleichbarer Pionierstandorte stehen im Mittelpunkt der naturschutzfachlichen Bestrebungen. Die pannonischen Sanddünen wurden deshalb von der EU in die **Liste der prioritären Lebensräume** aufgenommen und genießen besonderen Schutz (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in der geltender Fassung).

Die Zielvorstellungen für die Sandgebiete Niederösterreichs lassen sich aus der Sicht des Arten- und Biotopschutzes wie folgt zusammenfassen:

Schaffung offener Sandflächen als Lebensgrundlage sandliebender Tier- und Pflanzenarten

Ermöglichung kleinräumiger Sedimentumlagerungen

Sicherung unterschiedlicher Sukzessionsstadien insbesondere von Pionierstadien des Scheiden-Schwingelrasens/*Festucetum vaginatae* und der Marchtaler Silberrasenflur/*Thymo angustifolii-Corynephoretum*.

Die ursprüngliche Umlagerungsdynamik der Sanddünen kann heute sicherlich nicht wiederhergestellt werden, da das Marchfeld und das Marchtal intensiv genutzt werden. Dies ist auch gar nicht beabsichtigt. Es geht vielmehr darum, kleinräumig bestimmte Lebensraumqualitäten zu sichern bzw. wiederherzustellen. Welche Maßnahmen einen Beitrag dazu leisten können, wird im folgenden in genereller Form beschrieben.

Wiederherstellung der Dynamik

Sanddünen sind äußerst dynamische Lebensräume, die sich in unseren Breiten von einem Pionierstadium in Richtung Wald als Endstadium entwickeln. Der Wind verlangsamt diesen Prozeß deutlich, indem er das Sediment stetig umbildet. In den Sandgebieten des Marchfeldes wurde jedoch die Windgeschwindigkeit durch ein engmaschiges Netz von Windschutzanlagen vermindert. Eine Folge davon ist, daß die Bodenerosion keine Rolle mehr spielt und die Sukzession der Sandrasen rasch voranschreitet. Der Aufwand, ein bestimmtes Sukzessionstadium über einen längeren Zeitraum zu erhalten, ist hier ungleich höher als in Gebieten mit entsprechender Umlagerungsdynamik.

Damit wieder kleinräumige Sandverlagerungen ermöglicht werden, ist es notwendig, das engmaschige Netz an Windschutzgürteln in einigen Bereichen gezielt zu öffnen. Ferner sollte auf Neupflanzungen im Nahbereich der Dünen verzichtet werden.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Bereiche mit Sandumlagerungen zählen aus der Sicht des Arten- und Biotopschutzes zu den wertvollsten Lebensräumen

Beweidung

Die Beweidung zählt zu den traditionellen Nutzungsformen im Bereich der Sanddünen. Mit der Technisierung der Landwirtschaft ist der Schaf- und Ziegenbestand in den Sandgebieten Niederösterreichs jedoch stark zurückgegangen, so daß die Sandrasen heute nicht mehr beweidet werden. Eine Ausnahme bildet lediglich das Naturschutzgebiet „Weikendorfer Remise", das Ende der 80er Jahre fallweise mit einer Schafherde bestoßen wurde.

Durch die Beweidung werden viele charakteristische Sandarten gefördert. Zurückgedrängt werden hingegen jene Pflanzen, die empfindlich gegenüber Tritt und Verbiß sind. Benachteiligt sind auch Arten, die bevorzugt gefressen werden und sich vorwiegend generativ fortpflanzen (vgl. QUINGER & MEYER 1995).

Beweidung mit Schafen

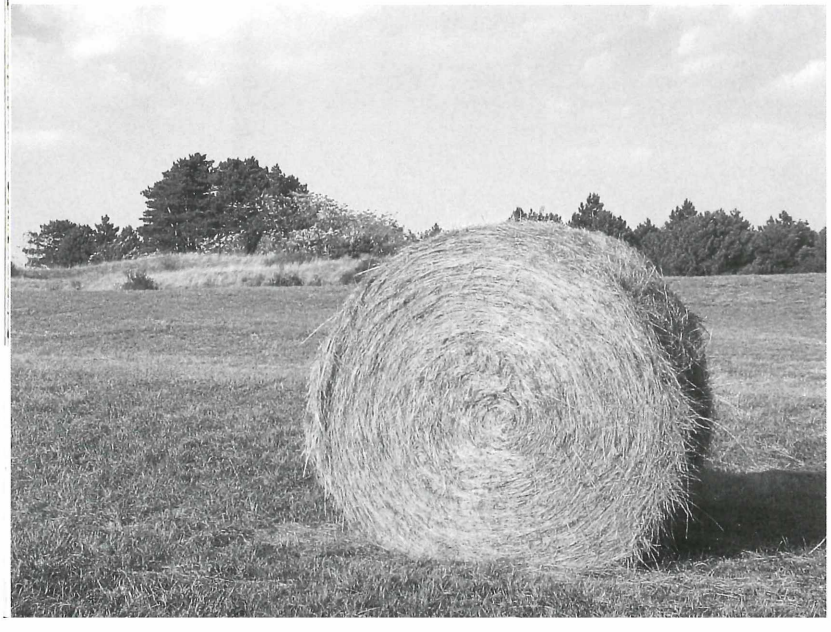
©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Die Auswirkungen hängen wesentlich von Zeitpunkt und Dauer der Beweidung, von Größe und Zusammensetzung der Herde sowie von der Besatzdichte ab. Als besonders günstig erweist sich eine kleinere, aus Schafen und Ziegen zusammengesetzte Herde, da es dabei nur zu geringfügigen Bodenverdichtungen kommt. Die Ziegen fressen neben den üblichen Weidepflanzen auch Rinde, Zweige und Blätter der Gehölze und unterbinden dadurch den Baumaufwuchs wirksam. Die Beweidung trägt langfristig zum Nährstoffaustrag bei, wobei durch Kot und Urin lokale Eutrophierungen möglich sind. Diese können jedoch stark eingeschränkt werden, wenn die Tiere während der Nacht außerhalb des Sandrasens eingestellt werden.

Mahd

Die ebenen Bereiche der Sandgebiete werden heute zumeist ein- bis zweimal jährlich gemäht, sofern sie eine gewisse Größe aufweisen. Die stark kupierten Teile hingegen sind maschinell nur schwer bearbeitbar und werden deshalb ausgespart.

Die Mahd trägt wesentlich zum Nährstoffaustrag bei und unterbindet den Gehölzaufwuchs. Deshalb sollten vor allem eutrophierte und ruderalisierte Standorte mehrmals pro Jahr gemäht werden. Auch die Bestände von wenig verbissenen Arten wie Land-Reitgras oder Goldrute können auf diese Weise wieder zurückgedrängt werden. Das Mähgut sollte unbedingt entfernt werden, da sich andernfalls die Nährstoffe im Oberboden anreichern und die Humusbildung gefördert wird.



Mahd

Die Initialstadien des Sandrasens sollten hingegen nicht gemäht, sondern beweidet werden, da durch die Mahd keine offenen Flächen entstehen. Langfristig würden viele Pionierpflanzen des Sandrasens von Arten der Tragant-Pfriemengrasflur verdrängt werden. Ebenso fehlt der selektive Verbiß, der viele charakteristische Sandpflanzen fördert. Ähnlich günstige Auswirkungen sind auch mit einem lokalen Abtrag des Oberbodens erzielbar.

Entfernen aufkommender Gehölze

In den nur fallweise gemähten bzw. beweideten Bereichen konnten sich Gehölze wie Robinie, Götterbaum sowie Schwarz- und Rot-Föhre ausbreiten. Zunehmende Beschattung und die Nährstoffanreicherung durch die Robinie haben dazu geführt, daß die Sandrasenbestände in einigen Gebieten mehr und mehr abgenommen haben.

Um diese Entwicklung zu stoppen, ist es notwendig, den Gehölzaufwuchs zu entfernen. Schwarz- und Rot-Föhren können durch Rodungen leicht zurückgedrängt werden. Wesentlich schwieriger ist es hingegen, Robinie und Götterbaum dauerhaft zu entfernen, da sie sich durch Ausläufer verjüngen. Selbst starke Beweidung durch Ziegen oder wiederholte Rodungen während der Vegetationsperiode führen zumeist erst nach mehreren Jahren zum Erfolg.

Rodungen

Die größten Sandpotentiale Niederösterreichs wurden im Zuge der sogenannten „Wohlfahrtsaufforstungen“ gebunden. Außerhalb der Wälder gibt

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

es mit Ausnahme des Naturschutzgebietes „Sandberge Oberweiden" nur wenige Bereiche mit größeren Sandaufwehungen. Um die Sandrasenfläche zu vergrößern und offene Sandstandorte zu erhalten, ist es deshalb zielführend, die Wälder bereichsweise zu roden und den Oberboden abzutragen. Rodungen können derzeit jedoch nur kleinräumig durchgeführt werden, da diese Maßnahme wegen kostspieliger Ersatzaufforstungen, die das Forstgesetz vorschreibt, äußerst teuer ist.

Öffnung der Grasnarbe

Die Größe offener Sandflächen hat in den letzten Jahrzehnten nach und nach abgenommen, da die Sandrasen nicht mehr beweidet werden. Um innerhalb der Sanddünen offene Substratflächen zu erhalten, bietet es sich an, den Oberboden bereichsweise abzutragen.

Untersuchungen in einem nahe Heidelberg gelegenen Dünengebiet zeigen, daß es durch diesen Eingriff zu einem erheblichen Nährstoffaustrag kommt. Schon kurze Zeit nach Öffnung der Grasnarbe haben sich die charakteristischen Pionierarten des Sandrasens eingestellt. Begleitende Erhebungen der Fauna belegen zudem, daß in vegetationsfreien und lückigen Beständen vor allem die Charakterarten des bewegten Sandes günstige Lebensraumansprüche vorfinden (ROHDE et al. 1994).

Maßnahmen zur Flächensicherung

Weite Teile der Sanddünen liegen außerhalb der Schutzgebiete und werden land- oder forstwirtschaftlich genutzt. Einige Bereiche sind aus naturschutzfachlicher Sicht von überragender Bedeutung und sollten, sofern sie gefährdet sind, in ein umfassendes Management- und Schutzkonzept eingebaut werden. Dazu ist es notwendig, mit betroffenen Landwirten entsprechende Nutzungsvereinbarungen zu treffen. Wenn dies nicht gelingt, kann es auch zielführend sein, bestimmte Flächen zu erwerben oder langfristig zu pachten.

Durch Flächenstillegungen im Nah- bzw. Randbereich besonders wertvoller Gebiete ist es möglich, die Eutrophierung der Sandrasen zu vermindern. Innerhalb der Brachen können kleinere Sandflächen durch gezielte Bodenbearbeitung offen gehalten werden.

Auch sekundäre Lebensräume wie Sandgruben stellen für viele Tierarten eine wesentliche Bereicherung dar, sofern der Abbau kleinräumig erfolgt. Bei großräumigen Entnahmen wirken sich hingegen die häufigen Störungen in den offenen Sandflächen äußerst negativ aus, da die Brut der dort nistenden Arten immer wieder zerstört wird. Aus naturschutzfachlicher Sicht sollten deshalb Bereiche ausgewiesen werden, die nicht oder nur in mehrjährigen Abständen umgelagert werden. Im Zusammenhang mit der Neubewilligung eines Abbaus ist ferner anzustreben, daß naturschutzfachliche Aspekte bei der Festlegung von Nachnutzungen verstärkt berücksichtigt werden.

Laufendes Monitoring

Über die Pflegemaßnahmen im Bereich der pannonischen Sandlebensräume gibt es nur wenig Erfahrungen bzw. zumeist nur solche, die nicht entsprechend dokumentiert und ausgewertet wurden. Um aus den Eingriffen zu lernen, sollte stets eine begleitende Kontrolle durchgeführt werden. So kann die Effizienz künftiger Pflegemaßnahmen durch gezieltes Management erhöht werden und bei unerwünschten Entwicklungen ist es möglich, in die Sukzession einzugreifen.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Ausblick

Es ist „fünf vor zwölf": Die Sandlebensräume mit ihrer spezifischen Tier- und Pflanzenwelt können als ein Charakteristikum der niederösterreichischen Kulturlandschaft nur dann erhalten werden, wenn die oben angeführten Maßnahmen rasch realisiert werden. Bei der Umsetzung ist es wichtig, daß die Erhaltungsziele von der ansässigen Bevölkerung mitgetragen werden. Indem die Landwirte auf eine Düngung der Sandflächen verzichten, indem sie die Sandrasen mähen oder als Weide nutzen, tragen sie wesentlich zu deren Erhaltung bei.

Derzeit werden für die unterschiedlichen Sanddünengebiete Niederösterreichs Pflege- und Entwicklungspläne erstellt. Wer sich an der Erhaltung dieser ökologisch besonders wertvollen Lebensräume beteiligen möchte (z. B. Bereitstellung von Brachen, Umsetzung von Pflegemaßnahmen), erhält bei der Naturschutzabteilung des Landes nähere Informationen (Dr. E. Neumeister, Tel. 02742/200 - 5235, Amt der NÖ-Landesregierung, Naturschutzabteilung, 3109 St. Pölten, Landhausplatz 1).

10 Danksagung

Die Sedimentproben wurden von Dr. M. Homayoun, Dr. M. Heinrich, Dr. P. Klein, Dr. R. Roetzel und Mag. P. Lipiarsky ausgewertet. Die Abbildungen 7.1. und 7.2 hat Dr. T. Storzer gezeichnet. Die Zusammenfassung wurde von L. Hartwig übersetzt. Wertvolle Literaturhinweise haben wir von Dr. B. Ortel, Dr. K. Tódt und Dr. E. Christian erhalten. Das Manuskript haben Dr. E. Neumeister, Dr. H. Papp, Dipl.-Ing. S. Plenk und Dr. R. Roetzel kritisch durchgesehen.

Ihnen allen danken wir herzlich.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

11 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die naturräumliche Bedeutung der Sanddünen Niederösterreichs anhand faunistischer und vegetationsökologischer Untersuchungen aufzuzeigen. Auf dieser Basis lassen sich Pflegemaßnahmen zur Erhaltung der Sandlebensräume ableiten.

Die Dünen Niederösterreichs sind - in geologischen Zeiträumen gemessen - sehr jung. Die Flugsande der Gänserndorfer Terrasse wurden während der letzten Eiszeit abgelagert, jene der Praterterrasse und des Marchtales sedimentierten erst im Postglazial. In dem Maße, wie sich auf den Sanden eine Pflanzendecke entwickelte, nahm ihre Mobilität ab. Erst als der Mensch in dieses System eingriff und die Wälder rodete, konnten die Dünen wieder großflächig vom Wind umgelagert werden. Offene Sandflächen gehören seither zu den charakteristischen Elementen der Kulturlandschaft des Marchfeldes. Ihre Ausdehnung verminderte sich jedoch während der letzten beiden Jahrhunderte stark, da erosionsgefährdete Bereiche aufgeforstet und Windschutzanlagen errichtet wurden.

Standortcharakteristik und Vegetation

Die Dünen- und Flugsandgebiete zählen zu den trockensten Standorten der niederösterreichischen Kulturlandschaft. Dies liegt zum einen am pannonisch getönten Klima dieses Raumes, zum anderen an der geringen Wasserkapazität des Sandes. Da der Wasserhaushalt schon nach kurzen Trockenperioden angespannt ist, gedeihen hier vorwiegend trockenheitsresistente Pflanzen, die auch an extreme Hitze, hohe Einstrahlung und Sandkornflug gut angepaßt sind.

Für die Vegetationsausbildung spielen die chemischen Eigenschaften des Substrates eine wesentliche Rolle. Auf den Pionierstandorten im Bereich der Dünen lassen sich zwei Sandrasen-Gesellschaften unterscheiden:

der Pannonische Scheiden-Schwingelrasen/-*Festucetum vaginatae* auf schwach basischen bis schwach sauren Böden der Gänserndorfer- und Praterterrasse sowie

die Marchtaler Silbergrasflur/*Thymo angustifolii-Corynephoretum* auf mäßig bis stark sauren Böden der Marchniederung.

Im Gegensatz zu aktiven Wanderdünen, die infolge stetiger Umlagerungen nur einen geringen Anteil an organischer Substanz in der oberen Sedimentzone aufweisen, entwickelt sich der Boden stabilisierter Dünen weitgehend ungestört. Da die Bodenfruchtbarkeit und das Wasserspeichervermögen ansteigen, verlieren viele Spezialisten offener Sandrohböden ihren Lebensraum.

Die charakteristischen Sandrasen-Gesellschaften zählen heute zu den seltensten und bedrohtesten Vegetationstypen Österreichs und darüber hinaus Mitteleuropas. Vor allem nährstoffarme Pionierflächen haben stark abgenommen. Deshalb werden alle Charakterarten des bewegten Sandes in der Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen in der Kategorie „vom Aussterben bedroht" bzw. „stark gefährdet" geführt.

Fauna (Hymenopteren)

Offene oder wenig bewachsene Sandflächen bieten ektothermen Tieren schon in geringer Bodentiefe ausgezeichnete Entwicklungsbedingungen, da hier im Gegensatz zur Oberfläche gleichförmige Temperaturen vorliegen. Um die Qualität des Sandes als Brutschrank nutzen zu können, müssen die Tiere in der Lage sein, sich in den Sand zu graben, und, sofern sie tagaktiv sind, hohe Oberflächen-

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

temperaturen ertragen. Die phylogenetischen Anpassungen an diese Bedingungen werden am Beispiel der Stechimmen (Bienen, Wespen), die einen besonders hohen Anteil an echten Sandbewohnern stellen, besprochen.

Ihrer Herkunft nach lassen sich die heimischen Sandbewohner in zwei Gruppen einteilen: mittel- bis nordeuropäische und süd- bis mitteleuropäische Arten. Unter den Stechimmen bevorzugen die *Arten mit nördlicherem Verbreitungsgebiet* recht eindeutig gröbere Sande. Unter ihnen befindet sich ein hoher Anteil an europaweit vom Aussterben bedrohter Arten. Bei den *Arten mit südlicherem Verbreitungsgebiet* kann man wiederum zwei Gruppen unterscheiden. Solche, die auch im Süden auf Sand leben und deshalb zu den echten Sandarten zu rechnen sind. Da sie nicht auf andere Substrate ausweichen können, sind ihre Bestände ebenfalls gefährdet. Eine verhältnismäßig große Gruppe besiedelt im Mediterran aber auch andere Böden wie Löß und bevorzugt in Mitteleuropa Sandböden als „mediterrane Exklaven" wegen des günstigen Mikroklimas (regionale Stenözie). Diese Arten haben den Schwerpunkt ihres Vorkommens auf feinkörnigeren Sanden als die „echten" Sandarten.

Die besprochenen Dünengebiete Niederösterreichs eignen sich wegen ihrer unterschiedlichen Sandqualitäten besonders gut für die Untersuchung der Habitatansprüche sandliebender Tiere. Als Refugien für psammocole Arten sind sie von herausragender internationaler (Drösing und Oberweiden) bzw. nationaler (Weikendorf und Lassee) von Bedeutung.

Entwicklungsziele

Sanddünen wurden lange Zeit als eine Bedrohung für die landwirtschaftliche Nutzung betrachtet; ihre naturräumliche Bedeutung erkannten hingegen nur wenige. Infolge umfangreicher Stabilisierungsmaßnahmen reduzierte sich die Ausdehnung offener Sandflächen drastisch. Da noch immer wertvollste Sandlebensräume durch Aufforstungen und intensive Landnutzung zerstört werden, ist die Situation aus der Sicht des Arten- und Biotopschutzes alarmierend. Um den drohenden Artenschwund im Bereich der Dünen aufzuhalten, wird angestrebt,

- das Angebot offener Sandflächen zu erhöhen,
- die Pionierflächen des Pannonischen Scheiden-Schwingelrasens und der Marchtaler Silberrasenflur auszuweiten,
- kleinräumige Sedimentumlagerungen zu ermöglichen,
- besonders wertvolle Sandgebiete, die derzeit acker- oder waldbaulich genutzt werden, in Sandrasen umzuwandeln und entsprechend zu pflegen sowie
- den Nährstoffeintrag zu vermindern.

Die Sanddünen mit ihrer spezifischen Tier- und Pflanzenwelt können als ein Charakteristikum der niederösterreichischen Kulturlandschaft nur dann erhalten werden, wenn rasch Managementpläne ausgearbeitet und entsprechende Pflegemaßnahmen umgesetzt werden.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

Summary

The aim of the presented study is to demonstrate the importance of sand dunes as natural habitats in Lower Austria based on research of fauna and plant-ecology. From the data gained, measures for the management and preservation of sandhabitats can be determined.

The dunes of Lower Austria - measured on a geological time span - are quite young. Wind-borne sand from the „Gänserndorfer" Terrace was deposited during the last ice-age, while the sediments of the „Prater" Terrace and the March River Valley developed post-glacially. The mobility of the sand-dunes diminished at the same rate as the growth of plants upon them increased. Only when man began to disturb this system by clearing the forests, was the wind able to shift the dunes across larger areas once more. Since then open sand regions have belonged to the characteristic elements of the cultural landscape of the Marchfeld. During the last two centuries, though, the expansion of the dunes was extremely reduced due to the afforestation carried out on areas endangered by erosion and the erection of installations for protection against wind.

Locational Characteristics

The dune and drift-sand regions are considered to be among the most arid locations in the Lower Austrian cultural landscape. On one hand this is caused by the pannonian influence on the climate of the area, on the other hand by the low capacity for water-storage of the sand. As the water supply is quickly exhausted after short periods without rainfall, predominantly drought-resistant plants which can also survive extreme heat, strong radiation and loose sand, are able to thrive.

The chemical properties of substrates play an essential role in the development of vegetation. On pioneer locations within the dunes, one can distinguish between two different sand-grass societies:

the Festucetum vaginatae, which is found on the weakly basic to weakly acidic soil of the „Gänserndorfer" and „Prater" terraces and

the Thymo angustifolii-Corynephoretum, which grows on the moderately to highly acidic soil found in the March River Lowlands.

In contrast to the actively moving sand dunes, which, due to constant shifting, contain only a small proportion of organic substance in the upper sediment zone, the soil of the stabilized dunes can develop largely undisturbed. Since the fertility of the soil as well as its capacity to store water increase, many plant species that are indigenous to open sand regions no longer can exist there.

Today, the characteristic grass societies of the sand regions are considered to be one of the rarest and most endangered types of vegetation in Austria as well as Central Europe. For this reason all plant species that are characteristic to moving sand habitats are categorized as „threatened by extinction" or „very endangered" in the Red List of Endangered Ferns and Blooming Plants.

Fauna (Hymenoptera)

Even in shallow depths, open- or sandy areas with little vegetation offer ectothermal animals excellent conditions for development, since the temperatures here, as opposed to the surface, remain constant. In order to use the quality of the sand as an incubator, the animals must be able to dig into the sand and, insofar as they are active during the daytime, endure high surface temperatures. Using aculeate hymen-

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

opterans (bees, wasps), which make up the majority of the sand dwellers, as an example, the phylogenetic adaptations under these conditions were discussed. One can distinguish between two groups of native sand dwellers according to their origins: the Central- to Northern European species and the Southern- to Central European species. Among the species of aculeate hymenopterans, those occuring in the northern regions definitely prefer living on coarse sand. A high percentage of these is threatened by extinction throughout Europe. The species of bees found in southern regions can again be divided into two groups. One group still lives on sand and therefore belongs to the true sand dwelling species. Since these species cannot use other substrates, their populations are threatened as well. Another comparatively large group of species also dwells on other Mediterranean surfaces, such as loess and favours the „Mediterranean enclaves", namely sand regions in Central Europe, due to the advantages the microclimate (regional stenoecia) offers in these areas. Unlike the true sand species, these species are found, for the most part, on finely grained sand.

Due to the differing sand types (qualities) found in the area, the above-mentioned dune regions of Lower Austria are especially suitable when examining habitat characteristics of sand-dwelling animals. As a refuge to psammicolous species, they are of outstanding international („Drösing" and „Oberweiden") and national („Weikendorf" and „Lassee") importance.

Criteria for ecological Development

Sand dunes were long seen as a threat to agricultural development; few recognized their significance as a natural habitat. Due to the widespread measures that were undertaken to stabilize the dunes, the expanse of open sand regions has been drastically reduced. As valuable sand habitats are still being destroyed by afforestation and intensive agricultural usage, the situation - in view of environmental protection and the preservation of species - is very alarming indeed. In order to prevent the extinction of species in dune regions, steps should be taken to:

- increase the areas of open sand regions,
- expand the pioneer regions of the Festucetum vaginatae and the Thymo angustifolii-Corynephoretum,
- allow the shifting of sediments in small areas
- convert especially valuable sand regions, that are currently being used agriculturally or for logging, into sand-grass land and cultivate them accordingly,
- reduce the supply of nutrients to the soil.

The sand dunes and all the animal- and plant species indigenous to them can only be preserved as a feature of the Lower Austrian cultural landscape by bringing management and maintenance plans into effect as quickly as possible.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

12 Literatur

AHNERT, F. (1996): Einführung in die Geomorphologie. Stuttgart.

ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR RAUMFORSCHUNG UND PLANUNG (1955): Raumordnungsplan Marchfeld. Grundlagen zum Raumordnungsplan Marchfeld, Regionale Übersicht. Im Auftrag der NÖ Landesregierung und des Magistrates der Stadt Wien, Wien.

ALICATA, P., D. CARUSO, G. COSTA & S. MOTTA (1974): Ricerche eco-ethologiche sulla fauna delle dune costiere di Portopalo (Siracusa). I. Smicromyrme viduata (Pall.) (Hymenoptera, Mutillidae): ritmi di attività, migrazioni e accopiamento. Animalia 1, 89-108.

BAERENDS, G. P. (1941): Fortpflanzungsverhalten und Orientierung der Grabwespe Ammophila campestris Jur. Tijdschr. Ent. 84, 68-275.

BAGNOLD, R. A. (1953): The physics of blown Sand and dessert dunes. London.

BALTHASAR, V. (1972): Fauna CSSR 20, Grabwespen-Sphecoidea, Academia Praha.

BAUER, E. (1936): Die Wohlfahrtsaufforstungen im Flugsandgebiet des Marchfeldes. Österreichische Vierteljahrschrift für Forstwesen. Wien.

BAUER, E. (1941): Die Flugsandaufforstungen im Marchfeld. Vortrag an der Hochschule für Bodenkultur im Rahmen der Tagung der Arbeitsgemeinschaft „Aufforstungen in Flachlandgebieten der Ostmark", gehalten am 5.6.1941 in Wien.

BAUMHACKL, F. (1912): Beiträge zur Besiedelungsgeschichte des Marchfeldes. Jahrbuch des Vereins für Landeskunde von Niederösterreich. Sonderband. Wien.

BECK VON MANNAGETTA, G. R. (1890-1893): Flora von Nieder-Österreich. Wien.

BECKER, A. (1925): Das Viertel unter dem Manhartsberg. Heimatkunde für Niederösterreich, Band 2. Wien.

BERG, H. M. (1995): Zentrales Marchfeld. I. DVORAK, M. & E. KARNER (1995): Important Bird Areas in Austria. BMUJF, Monographien, Band 71, Seite 141-151. Wien.

BERG, H. M. & Th. ZUNA-KRATKY (1997): Heuschrecken und Fangschrecken. Rote Listen ausgewählter Tiergruppen. Wien.

BERGER-LANDEFELDT, U. & H. SUKOPP (1965): Zur Systematik der Sandtrockenrasen, insbesondere der Silbergrasfluren. Verh. Botan. Ver. Prov., Band 102, Seite 41-98. Brandenburg.

BERRY, L. & J. L. CLOUDSLEY-THOMPSON (1960): Autumn temperatures in the Red Sea hills. Nature 188, 843.

BETTAG, E. (1989): Fauna der Sanddünen zwischen Speyer und Dudenhofen. Pollichia-Buch Nr. 17. Bad Dürkheim.

BLÜMEL, F. (1954): Flugerdebildung und Vorschläge zur Bekämpfung der Flugerdeschäden in Niederösterreich. Natur und Land. Österreichischer. Naturschutzbund. Jg. 40, Seite 169-173. Wien.

BLUMENBACH, W.C.W. (1834): Landeskunde von Niederösterreich. Wien.

BLÜTHGEN, P. (1961): Die Faltenwespen Mitteleuropas (Hymenoptera, Diploptera). Akademie-Verl. Berlin.

BORHIDI, A. (1956): Die Steppen und Wiesen der Kleinen Ungarischen Tiefebene. Acta Bot. Acad. Sci. Hung., 19: 241-274. Budapest.

BREGANT, E. (1997): Hymenopterologische Notizen aus Österreich - 8 (Insecta: Hymenoptera aculeata). Linzer biol. Beitr. 29, 239-245.

BRUNGOLD, Ch., A. RÜEGSEGGER, R. BRÄNDLE (1996): Streß bei Pflanzen. Bern-Stuttgart-Wien.

BURZYNSKY, J.(1973): (Soil entomofauna on inland and coastal dunes) Polsk. Pism. Entomol. 43, 139-154.

CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L. (1991): Ecophysiology of Desert Arthropodes and Reptiles. Springer-Verl. Berlin-Heidelberg-New York.

COMMISSIONSBERICHT (1871): Legislative und administrative Maßregeln zur Verhinderung der Sandverwehungen im Marchfeld. Mitteilungen des kaiserl. königl. Ackerbau-Ministeriums, Heft 3, Seite 1-4.

COSTA, G. (1995) : Behavioural Adaptations of Desert Animals. Springer-Verl. Berlin-Heidelberg-New York.

CRAWFORD, C. S. (1981): Biology of Desert Invertebrates. Springer-Verl. Berlin-Heidelberg-New York.

DE BEAUMONT, J. (1954): Les Bembecines de la région paléarctique. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 27, 241-276.

DE BEAUMONT, J. (1965): Les Sphecidae de la Grèce. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 38, 1-65.

DOLLFUSS, H. (1987): Neue und bemerkenswerte Funde von Grabwespen (Hymenoptera, Sphecidae) in Österreich. Linzer biol. Beitr. 19, 17-25.

DOLLFUSS, H. (1988): Faunistische Untersuchungen über die Brauchbarkeit von Grabwespen (Hymenoptera, Spheci-

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

dae) als Umweltindikatoren durch Vergleich neuer und älterer Aufnahmen von ausgewählten Lokalfaunen im östlichen Niederösterreich. Linzer biol. Beitr. 20, 3-36.

DOLLFUSS, H. (1991): Bestimmungsschlüssel der Grabwespen Nord- und Zentraleuropas (Hymenoptera, Spheciдae) mit speziellen Angaben zur Grabwespenfauna Österreichs. Stapfia 24.

DOLLFUSS, H. (1994): Rote Liste gefährdeter Grabwespen Hymenoptera, (Sphecidae). In: „Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs" (J. Gepp ed.), pp. 95-104, Grüne Reihe des BMUJF Band 2, Wien.

DOMANIA, R. (1914): Marchfeld-Aufforstungen. In: ROLLA, G. & R. DOMANIA (1914): Das Marchfeld und die Marchfelder Wohlfahrts-Aufforstungen. Seite 41-65. Wien.

DREISIG, H. (1980): Daily activity, thermoregulation and water loss in the tiger beetle, Cicindela hybrida. Oecologia (Berlin) 44, 376-389.

EBMER, A. W. (1988): Kritische Liste der nicht-parasitischen Halictidae Österreichs mit Berücksichtigung aller mitteleuropäischer Arten (Insecta: Hymenoptera: Apoidea: Halictidae). Linzer biol. Beit. 20, 527-711.

EBNER, R. (1915): Naturdenkmäler aus der Insektenwelt Niederösterreichs. Blätter für Naturkunde und Naturschutz Niederösterreichs. Seite 37-44, Jg. 2, Heft 4.

ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. Stuttgart.

ENGELHARDT, W. (1973): Die Bildung von Sedimenten und Sedimentgesteinen. Teil III der Sediment-Petrologie. Stuttgart.

EVANS, H. E. (1955): An ethological study of the digger wasp Bembecinus neglectus, with a review of the ethology of the genus. Behaviour 7, 287-303.

EXNER, F. M. (1920): Zur Physik der Dünen. Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaften. Band 129, Heft 9-10. Wien.

FINK, J. (1955a): Böden, Zusammenfassung auf bodenkundlicher und quartärgeologischer Grundlage. Im Auftrag des Studienkomitees für künstliche Bewässerung des Marchfeldes (BMLF). Wien.

FINK, J. (1955b): Das Marchfeld. In: Beiträge zur Pleistozänforschung. Exkursionen zwischen Salzach und March. Seite 82-115. Herausgeber: Geologische Bundesanstalt. Wien.

FINK, J. (1955c): Das Marchfeld. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Sonderheft D, Seite 8-116. Wien.

FINK, J. (1964): Die Böden Niederösterreichs. Jahrbuch für Landeskunde von Niederösterreich. Band 36, Seite 965-988.

FRANZ, H. (1956) Zur Kenntnis der „Steppenböden" im pannonischen Klimagebiet Österreichs. Die Bodenkultur, Band 8, Seite 125-132.

FRANZ, H. (1982): Die Hymenopteren des Nordostalpengebietes und seines Vorlandes. Springer-Verl. Wien-New York.

FRASL, E. (1955): Schwermineraluntersuchungen an quartären Deckenschichten des Marchfeldes. In: Beiträge zur Pleistozänforschung. Exkursionen zwischen Salzach und March. Seite 116-122. Herausgeber: Geologische Bundesanstalt. Wien.

GOMES, N., C. ANDRADE & C. ROMARIZ (1992): Sand transport in the Troia-Sines Arc, southwest Portugal. In: „Coastal Dunes" (R.W.G. Carter, T.G.F. Curtis & M.J. Sheehy-Skeffington eds.), pp. 33-42, Balkema, Rotterdam.

GRILL, R. (1968): Erläuterungen zur geologischen Karte des niederösterreichischen Weinviertels und zu Blatt Gänserndorf. Geologische Bundesanstalt. Wien.

GROSSMANN, W. & M. HEILIG (1994): Änderung der Flächenwirtschaft im Eichenverbreitungsgebiet. Unveröffentlichte Studie.

GUSENLEITNER F. (1984): Faunistische und morphologische Angaben zu bemerkenswerten Andrena-Arten aus Österreich (Insecta: Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae). Linzer biol. Beitr. 16, 211-276

GUSENLEITNER, J. (1994a): Bestimmungstabellen mittel- und südeuropäischer Eumeniden (Vespoidea, Hymenoptera). Teil 2: Die Gattungen Pterocheilus Lug 1805, Onychopterocheilus Blüthgen 1955, Hemipterochilus Ferton 1909 und Cephalochilus Blüthgen 1939. Linzer biol. Beitr. 26, 823-839.

GUSENLEITNER, J. (1994b): Rote Liste gefährdeter Faltenwespen Österreichs. In: „Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs" (J. Gepp ed.), pp. 93-94, Grüne Reihe des BMUJF, Band 2, Wien.

GUSENLEITNER, J. (1996): Hymenopterologische Notizen aus Österreich - 4 (Insecta: Hymenoptera aculeata). Linzer biol. Beitr. 28, 5-13.

HAESELER, V. (1992): Coastal dunes of the southern North Sea as habitats of digger wasps. In: „Coastal Dunes" (R. W. G. Carter, T. G. F. Curtis & M. J. Sheehy-Skeffington eds.), pp. 351-359.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

HARTMANN, F. (1941): Die Flugsandböden des Marchfeldes aus forstwirtschaftlicher Sicht. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Jahrgang 67, Heft 10, Seite 197-206.

HAVINGA, A.J. (1990): Eine palynologische Untersuchung zur holozänen Vegetationsabfolge im Tschernosemgebiet Ostösterreichs. Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 127, Seite 83-94.

HAYEK, A. (1916): Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns. Leipzig und Wien.

HEYDEMANN, B, W. HOFMANN & U. IRMLER (1993): Bedeutung sekundärer Trockenbiotope für den Naturschutz. Faunistisch-Ökologische Mitteilungen, Supplement 15. Kiel.

HOLZMANN, G. (1959): Verstädterung des Marchfeldes. Eine siedlungs- und sozialgeographische Untersuchung. Wien.

HOLZNER, W. et al. (1986): Österreichischer Trockenrasen-Katalog. Grüne Reihe des BM für Gesundheit und Umweltschutz, Band 6. Wien

HOMAYOUN, M. (1997): Sedimentpetrographische und geochemische Bearbeitung von Sedimentproben. Mit Beiträgen von HEINRICH, M., P. KLEIN, R. ROETZEL & P. LIPIARSKY. Unveröffentlichte Untersuchung, Geologische Bundesanstalt, Wien.

JÄCH, M. (1994): Rote Liste der gefährdeten Käfer Österreichs (Coleoptera). In: „Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs (J. Gepp ed.), Grüne Reihe des BMUJF Band 2, pp. 107-200. Wien.

JEDICKE, E. (Hrsg.) (1997): Die Roten Listen. Gefährdete Pflanzen, Tiere, Pflanzengesellschaften und Biotoptypen in Bund und Ländern. Stuttgart.

JENNINGS, J & H. HAGEDORN (1983): Dunes: Continental and Coastal. Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband 45. Berlin und Stuttgart.

JÓZAN, Zs. (1986): The scolioidea and Sphecoidea Fauna of the Kiskunság National Park (Hymenoptera). In: „The Fauna of the Kiskunság National Park I", pp. 365-381, Akad. Kiadó Budapest.

KARRER, G. (1984): Gutachten Gerichtsberg, im Auftrag der Naturschutzabteilung des Amtes der NÖ Landesregierung, nicht veröffentlicht.

KARRER, G. (1989): Gutachten Schönfelder Wacholderheide, im Auftrag der Naturschutzabteilung des Amtes der NÖ Landesregierung, nicht veröffentlicht.

KASY, F. (1957): Die Sandsteppe bei Oberweiden im Marchfeld - ein schutzbedürftiges Refugium östlicher Steppenarten in der Nähe Wiens. Natur und Land, Jg. 43, Heft 5, Seite 61-64.

KAUSEK, A. (1941) Die Wohlfahrtsaufforstungen zum Schutz gegen Flugerde im Wiener Becken und auf dem Steinfelde. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Jahrgang 67, Heft 10, Seite 206-212.

KEIBLINGER, I. F. (1869): Geschichte des Benedictiner-Stiftes Melk in Niederösterreich, seiner Besitzungen und Umgebungen. Wien.

KERNER, A. (1865a): Das Pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck.

KERNER, A. (1865b): Die Aufforstungen des Flugsandes im ungarischen Tieflande. Österreichische Monatsschrift für Forstwesen. Jg. 1865, Band 15, Heft 1, Seite 3-22 und Heft 2, Seite 81-101.

KIENESBERGER, J. (1884): Exkursionsführer. Mitteilungen des Niederösterreichischen Forstvereins. Seite 283-297. Jg. 1884.

KNAPP, R. (1944): Über steppenartige Trockenrasen im Marchfeld und am Neusiedler See. Manuskript vervielfältigt, Halle an der Saale.

KRAFT, J. (1932): Ein Versuch zur Bekämpfung des Flugsandes im Marchfeld (um 1770). Unsere Heimat, Jg. 32, Seite 79-93.

KRAL, F. (1992): Die postglaziale Entwicklung der natürlichen Vegetation Mitteleuropas und ihre Beeinflussung durch den Menschen. In: Die Störungen der ökologischen Ordnung in den Kulturlandschaften. Österreichische Akademie der Wissenschaften. Veröffentlichung der Kommission für Humanökologie 3. Seite 7-36. Wien.

KRIPPEL, E. (1954): Die Pflanzengesellschaften auf Flugsandböden des slowakischen Teiles des Marchfeldes. In: Festschrift für Erwin Aichinger, Band 1. Sonderfolge der Schriftenreihe angewandte Pflanzensoziologie. Seite 635-645. Wien.

KÜHNELT, W. (1943): Die Leitformenmethode in der Ökologie der Landtiere. Biol. gen. 17, 106-146.

KUNTZE, H., G. ROESCHMANN & G. SCHWERDTFEGER (1994): Bodenkunde. Stuttgart.

KÜSTER, H. (1995): Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa. München.

LANCASTER, N. (1995): Geomorpology of Dessert Dunes. London and New York.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

LEMBERG, E. (1884): Bericht über das Marchfeld. Mitteilungen des Niederösterreichischen Forstvereins. Seite 241-281. Jg. 1884.

LIVINGSTONE, I. & A. WARREN (1996): Aeolian Geomorphologie. Essex.

LEIST, N. (1994): Zur Spinnenfauna zweier Binnendünen um Sandhausen bei Heidelberg (Arachnida: Araneae). Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 80, 283-324. Karlsruhe.

LOMHOLDT, O. (1984): The Sphecidae of Fennoscandia and Denmark. 2nd ed. Brill. Leiden.

MACHURA, H. (1970): Flora - Fauna - Naturschutz. In: SCHILDER, O. (1970): Der politische Bezirk Gänserndorf in Wort und Bild. Seite 89-127. Gänserndorf.

MACHURA, L. (1954): Erdsturm in Niederösterreich. Natur und Land. Österreichischer Naturschutzbund. Jg. 40, Seite 167-168.

MAYERHOFER, M. (1872): Versuche zur Bekämpfung des Flugsandes im Marchfeld. Blätter des Vereines für Landeskunde von Niederösterreich. Wien.

MEDVEDEV, G. S. (1965): Adaptations of leg structure in desert darkling beetles. Entomol. Rev. 44, 473-485.

MUCINA, L., G. GRABHERR & Th. ELLMAUER (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 1, Anthropogene Vegetation. Jena, Stuttgart, New York.

MUCINA, L. & J. KOLBEK (1993a): Festuco-Brometea. In: MUCINA, L., G. GRABHERR & Th. ELLMAUER (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 1, Anthropogene Vegetation. Seite 420-492. Jena, Stuttgart, New York.

MUCINA, L. & J. KOLBEK (1993b): Koelerio-Corynephoretea. In: MUCINA, L., G. GRABHERR & Th. ELLMAUER (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 1, Anthropogene Vegetation. Seite 493-521. Jena, Stuttgart, New York.

NEILREICH, A. (1853): Das Marchfeld. Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins. Jg. 1853, Seite 395-400.

NEILREICH, A. (1859): Flora von Niederösterreich. Wien.

NEUWIRTH, F. (1989): Klimazonen in Niederösterreich. St. Pölten - Wien.

NIEDERÖSTERREICHISCHER FORSTVEREIN (1884): Stenographisches Protokoll zur XII. Generalversammlung. Mitteilungen des Niederösterreichischen Forstvereins. Jg. 1884, Seite 314-382.

NIKLFELD, H. & al. (1986): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs. Grüne Reihe des BM für Gesundheit und Umweltschutz, Band 5. Wien.

NIKLFELD, H. & L. SCHRATT-EHRENDORFER (in Druck): Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs.

OEHLKE, J. (1970): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Hymenoptera - Sphecidae. Beitr. Ent. 20, 615-812.

PÉCSI, M. (1996): Löß: Herkunft - Gliederung Landschaften. Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband 98. Berlin und Stuttgart.

PELISEK, J. (1963): Pleistozäne Dünensande in der Tschechoslowakischen Sozialistischen Republik. Eiszeit und Gegenwart, Band 14, Seite 216-223.

PIERRE, F. (1958): Écologie et peuplement entomologique des sables vifs du Sahara Nord Occidental. CNRS, Paris.

POKORNY, M. & M. STRUDL (1986): Trockenrasen im Marchfeld. In: HOLZNER, W. et al. (1986): Österreichischer Trockenrasen-Katalog. Grüne Reihe des BMGU, Band 6. Seite 50-51. Wien.

POKORNY, M. & M. STRUDL (1986-87): Gutachten Weikendorfer Remise (Schafe zur Biotoppflege), im Auftrag der Naturschutzabteilung des Amtes der NÖ Landesregierung, nicht veröffentlicht.

PRÄSIDIUM DES NIEDERÖSTERREICHISCHEN FORSTVEREINS (1882): Bericht über die am 21. August 1882 im Marchfelde stattgehabte Wanderversammlung des niederösterreichischen Forstvereins an den niederösterreichischen Landes-Ausschuss. Mitteilungen des niederösterreichischen Forstvereines. Heft 11, Seite 105-108.

QUINGER, B. & N. MEYER (1995): Lebensraumtyp Sandrasen. Band II.4. Herausgeber: StMLU und ANL. München.

RABOTNOV T. A. (1995): Phytozönologie: Struktur und Dynamik natürlicher Ökosysteme. Stuttgart.

RACZ, I. (1986): Orthoptera from the Kiskunság National Park. In „The Fauna of the Kiskunság National Park I „ (S. Mahunka ed.), pp. 93-101, Akad. Kiadó Budapest.

READING, H. G. (1978): Sedimentary Environments and Facies. Oxford.

REINECK, H. E. & I. B. SINGH (1980): Depositional Sedimentary Environments. Berlin, Heidelberg and New York.

RENGER, M. & O. STREBEL (1980) zit. nach: SCHEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1982): Lehrbuch der Bodenkunde. Stuttgart.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

RICHTER, G. (1965): Was ist Bodenerosion? In: RICHTER, G. (1976): Bodenerosion in Mitteleuropa. Seite 75-108. Darmstadt.

ROHDE, U. (1994): Die Sandhausner Dünen. Naturkundliche Beiträge zu den Naturschutzgebieten „Pferdstrieb" und „Pflege Schönau-Galgenbuckel" Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg. Karlsruhe.

ROLLA, G. (1914): Das Marchfeld. In: ROLLA, G. & R. DOMANIA (1914): Das Marchfeld und die Marchfelder Wohlfahrts-Aufforstungen. Seite 3-40. Wien.

RUSSELL, D. J., H. DASTYCH, U. ZELLER, M. KRATZMANN & G. ALBERTI (1994): Zur Mesofauna des Bodens der Sandhausener Dünen. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 80, 325-348. Karlsruhe.

SAUBERER, N. & G. GRABHERR (1995): Fachliche Grundlagen zur Umsetzung der FFH-Richtlinie in Österreich. Reports/UBA-95-115. Wien.

SCHEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1982): Lehrbuch der Bodenkunde. Stuttgart.

SCHILDER, O. (1970): Der politische Bezirk Gänserndorf in Wort und Bild. Gänserndorf.

SCHMID-EGGER, C., S. RISCH & O. NIEHUIS (1995): Die Wildbienen und Wespen in Rheinland-Pfalz (Hymenoptera, Aculeata). Verbreitung, Ökologie und Gefährdungssituation. Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, Zeitschrift für Naturschutz, Beiheft 16. Landau.

SCHMID-EGGER, CH. (1995): Ergänzungen zur Taxonomie und Verbreitung von zwei Arten der Gattung Hedychridium Abeill. 1878 (Hymenoptera, Chrysididae). Linzer Biol. Beitr. 27, 401-411.

SCHMIDT, K. & P. WESTRICH (1983): Beitrag zur Grabwespenfauna Nord-Griechenlands. Nachr.bl. Bayr. Ent. 32, 118-126.

SCHMIDT, W.J. (1956) Die Tonminerale burgenländischer Flugsandböden. Die Bodenkultur, Band 8, Seite 211-214.

SCHRECKENTHAL, G. (1928): Bodenkundliche Untersuchungen im Aufforstungsgebiete des Marchfeldes. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Jahrgang 54, Heft 12, Seite 377-398.

SCHUSTER, B. (1974): Trockenrasen im Marchfeld (Diss. an der Universität Wien).Wien.

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

SCHWEICKHARDT, F. X. (1831-1841): Darstellung des Erzherzogthums unter der Enns. Viertel unter dem Manhartsberg. Wien.

SCHWEICKHARDT, F. X. (1842): Das Marchfeld von der Urzeit bis auf unsere Tage. Wien.

SOKOLOW, N. A. (1894): Die Dünen-Bildung, Entwicklung und innerer Bau. Berlin.

SOÓ, R. (1957): Conspectus des groupements végétaux dans les bassins Carpathiques. Acta Bot. Acad. Sci. Hung., 3: 43-64. Budapest.

ŠMARDA, J. (1953): Příspěvek k poznání rostlinnych společenstev přesypovych písku na jižním a jihozápadním Slovensku. Biológica, 8: 497-525. Bratislava.

STEINHAUSER, F. (1952): Jahresmittel der Temperatur in Niederösterreich (1881-1950). In: ARNBERGER. E. (1952): Atlas von Niederösterreich. 2. Lieferung. Wien.

THENIUS, E. (1974): Niederösterreich. Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen. Herausgeber: Geologische Bundesanstalt Wien.

THIBAUD, J.-M. & E. CHRISTIAN (1986): Collemboles interstitielles aériens des sables d'Autriche. Ann. soc. Ent. France N.S. 22, 403-407.

TRACEY, R. H. (1980): Beiträge zur Karyologie, Verbreitung und Systematik des Festuca ovina-Formenkreises im Osten Österreichs (Diss. an der Universität Wien).Wien.

TRIMMEL, H. (1952): Niederösterreich innerhalb der klimatischen Einheiten. In: ARNBERGER. E. (1952): Atlas von Niederösterreich. 3. Lieferung. Wien.

UBA (1997): Analysebericht „Sandlebensräume in Österreich", Projekt-Nr. 1025. Unveröffentlichter Bericht.

VIERHAPPER, F. (1921): Die Pflanzendecke Niederösterreichs. In: SCHLESINGER, G. (1921): Naturkunde von Niederösterreich. Seite 1-63. Wien.

VOLK, O. H. (1931): Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der oberrheinschen Tiefebene. Zeitschrift für Botanik, Band 24, Seite 81-185.

WALTER, H. (1968): Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. II. Die gemäßigten und arktischen Zonen. Jena.

WENDELBERGER, G. (1954): Steppen, Trockenrasen und Wälder des pannonischen Raumes. In: Festschrift für Erwin Aichinger, Band 1. Sonderfolge der Schriftenreihe angewandte Pflanzensoziologie. Seite 573-635. Wien.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

WENDELBERGER, G. (1964) Sand und Alkalisteppen im Marchfeld. Jahrbuch für Landeskunde. Band 36, Seite 942-964.

WERNER, F. (1864): Das Marchfeld. Wien.

WESSELY, J. (1873): Der europäische Flugsand und seine Kultur. Wien.

WESSELY, J. (1882): Baum und Wald im niederösterreichischen Marchfelde. Mitteilungen des niederösterreichischen Forstvereins. Heft 10, Seite 1-31.

WESTRICH, P. (1989): Die Wildbienen Baden-Württembergs II. Verl. Eugen Ulmer. Stuttgart.

WEYRICH, E. (1924): Der politische Bezirk Floridsdorf-Umgebung. Wien.

WIESENEDER, H. (1930): Studien an den Sanden des niederösterreichischen Marchfeldes. Mineralogische und Petrographische Mitteilungen 40, Seite 303-324.

WILHELMY, H. (1990): Geomorphologie in Stichworten. Unterägeri.

WITSCH, R. (1809): Praktischer Vorschlag: wie das auf den Reichstage 1807 zu Ofen im zwanzigsten Artikel sanktionierte Gesetz, betreffend die Urbarmachung des Flugsandes in Ungarn auf die leichteste Art realisiert werden könnte. Ofen.

WOHANKA, E., K. STÜRZENBECHER, R. BLAUENSTEINER, F. JÄGER (1993): Forstrecht mit Kommentar. Wien.

WOLDSTEDT, P. (1929): Das Eiszeitalter. Grundlage einer Geologie des Diluviums. Stuttgart.

WOLDSTEDT, P. (1954): Das Eiszeitalter. Grundlinien einer Geologie des Quartärs. Band 1-2. Stuttgart.

YEO, P. F. & S. A. CORBET (1983): Solitary wasps. Cambridge Univ. Press Cambridge-London-New York.

ZÓLYOMI, B. (1952): Entwicklungsgeschichte der Pflanzendecke Ungarns seit der letzten Eiszeitperiode. MTA.Biol. Oszt. Közl. I, Nr. 4, Seite 492-543.

ZUKRIGL, K. (1979): Schriftliche Stellungnahme über die Wacholderweide Obersiebenbrunn an die Naturschutzabteilung des Amtes der NÖ Landesregierung, nicht veröffentlicht.

Archivquellen

NÖ-LA (1770): Hofkanzleidekret vom 25.1.1770, Niederösterreichische Regierung 43/7, Hofresolutionen in Publicis, NÖ Landesarchiv.

NÖ-LA (1773): Niederösterreichisches Regierungsdekret vom 29.1.1773, Hofresolutionen in Publicis, Karton 147, NÖ Landesarchiv.

NÖ-LA (1777): Hofresoluta vom Mai 1777, Niederösterreichische Regierung 43/10, Hofresolutionen in Publicis, NÖ Landesarchiv.

Karten (chronologisch)

Josephinische Landesaufnahme (Erste Landesaufnahme): M 1:28.800, 1773-1781.

Franziszeische Landesaufnahme (Zweite Landesaufnahme): M 1:28.800, 1809-1836.

SCHWEICKHARDT, F. X. (1830-1846): Perspektivkarte des Erzherzogthumes unter der Ens (ca. 1:32.000) in 63 Sektionen.

Administrativkarte von Niederösterreich: M 1:28.000, 1864-1882.

Franzisco-Josephinische Landesaufnahme (Dritte Landesaufnahme): M 1:25.000, 1869-1887.

„Präzisionsaufnahme" (Vierte Landesaufnahme): M 1:25.000, 1896-1915 Fortführung 1921-1938.

Übersichtskarte der Aufforstungsgebiete, In: ROLLA & DOMANIA (1918).

Flugsand- und Dünengebiete im Marchfeld. In: FINK, J. (1955c): Das Marchfeld. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Beilage zum Sonderheft D, Tafel VIII. Wien.

Aktuelle ÖK: 1:50.000, 1987-1993.

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

NÖ Landschaftsfonds

Fachbericht 1/95: Erfassung, Planung und Steuerung kulturlandschaftsprägender Prozesse (öS 200,-).

Fachbericht 2/95: Obstbaumtag 1994. Auszug aus den Referaten (kostenlos).

Fachbericht 3/95: Wiesbauer, H. & Mazzucco, K. (1995): Hohlwege in Niederösterreich (öS 50,-).

Fachbericht 4/95: Hehenberger, L., Pressl, J. & Steiner, C. (1995): Most und Obst (öS 80,-).

Fachbericht 5/95: Obstbaumtag 1995. Auszug aus den Referaten (öS 80,-).

Fachbericht 6/97: Wiesbauer, H. & Mazzucco, K. (1997): Dünen in Niederösterreich (öS 100.-)

Sortenmappe: Helbling, W. & Schramayr, G. (1995): Verfügbare Obstsorten aus Niederösterreich. (öS 350,-).

NÖ Naturschutzabteilung

Amt der NÖ Landesregierung, Naturschutzabteilung (1997): Niederösterreichischer Naturschutzbericht 1995/96 (öS 50,-).

Raab, R. & Chwala, E. (1997): Rote Liste der Libellen (öS 120,-).

Berg, H. M. & Ranner, A. (1997): Rote Liste der Vögel (öS 150,-).

Berg, H. M. & Zuna-Kratky, T. (1997): Rote Liste der Heuschrecken und Fangschrecken (öS 120,-).

Bezugsadresse

Niederösterreichischer Landschaftsfonds/Naturschutzabteilung
Landhausplatz 1, Haus 16
3109 St. Pölten
Tel.: 02742/200-5238
e-Mail: wolfgang.suske@noel.gv.at

Informationen

zur Naturschutzarbeit in Niederösterreich
http://www.noel.gv.at/service/RU/RU5/

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

©Amt d. Niederösterr. Landesregierung, download unter www.zobodat.at

ISBN 3-901542-10-8