

# Vom Winde verweht

## Binnendünen und Flugsandgebiete in der nördlichen Oberrheinebene

Aufgrund einer Klimaerwärmung am Ende der letzten Eiszeit begann das Aussterben der typischen kaltzeitlichen Großsäuger wie Mammut, Wollnashorn, Höhlenbär und Riesenhirsch, von deren Existenz heute nur noch Fossilien von Fundorten am Neckar und in der Oberrheinebene künden. Neben Endmoränen von Gletschern, die vor allem im Alpenraum und im norddeutschen Flachland vorhanden sind und Gletscherseen wie dem Bodensee, sind vor allem die im wahrsten Sinne des Wortes „herausragenden“ Sandaufwehungen der Dünen höchst lebendige Zeugen der nach-eiszeitlichen Klimaverhältnisse in unserer Landschaft.

### KLIMA DER NACHEISZEIT UND ENTSTEHUNG UND LAGE DER SANDGEBIETE

Im Verlauf des großen Eiszeitalters, des Pleistozäns, kam es von etwa 2,4 Millionen bis 11 500 Jahren vor heute zu einer zeitlichen Abfolge von Warm- und Kaltzeiten<sup>1</sup>. Während der letzten Kaltzeit verbrachte der sehr wasserreiche Rhein aus den Alpen und seine Zuflüsse aus den Mittelgebirgen große Mengen an Sand und Kies, die im Oberrheingebiet als ausgedehnte Schotterfläche über den gesamten Flussquerschnitt (die heutige Rheinebene) abgelagert wurden. Vor rund 10 000 Jahren, als die nordbadische Landschaft von einer Tundravegetation überzogen war, schnitt sich der nunmehr deutlich weniger Wasser führende Fluss in sein eigenes Bett ein, wobei die Rheinaue sowie die nicht mehr überflutete Niederterrasse entstanden. Aus der trockengelegten Niederterrasse konnte der Wind die sandig-kiesigen Eiszeit-Sedimente auswehen

und unterschiedlich weit transportieren, je nach Größe der entsprechenden Bestandteile: Die sehr feinen wurden über viele Kilometer weit verfrachtet und als Löß (z. B. im Kraichgau) abgelagert, die schwereren Partikel bildeten innerhalb der Rheinebene bis zu zwei Meter hohe Flugsanddecken oder wurden zu bis 20 Meter hohen Dünen aufgeweht. Da zunächst keine oder kaum Vegetation vorhanden war, konnte das Material mehr oder weniger ungehindert weggeweht und abgelagert werden. Es wurde in seiner nord-südlichen Ausbreitung lediglich durch Flüsse der Mittelgebirge sowie in Ost-West-Richtung durch die Mittelgebirge selbst bzw. deren Vorbergzone eingeschränkt. Durch die ursprüngliche Herkunft der Sedimente aus kalkhaltigen Gebirgen, sind die äolisch (nach Aiolos, dem griechischen Gott der Winde) abgelagerten Schichten außerordentlich fruchtbar. Als uraltes Kulturland („Altsiedelland“) wurden solche klimabegünstigten und fruchtbaren Landschaften seit Beginn der Sesshaftwerdung des Menschen durch jungsteinzeitliche Jäger und Sammler vor rund 5000 Jahren besiedelt und intensiv landwirtschaftlich bearbeitet<sup>2</sup>.

In Baden-Württemberg gibt es insgesamt sieben größere Sandgebiete, die sich von der Iffezheimer Hardt südwestlich von Rastatt bis zur hessischen Landesgrenze erstrecken (Käfertal-Viernheimer Sandgebiet bei Mannheim). Das größte Binnendünengebiet findet sich dabei zwischen den Gemeinden Ofersheim und Sandhausen im Norden sowie Hockenheim und Walldorf im Süden. Durch die vorherrschenden Südwest-Winde in der Rheinebene liegen die meisten Sandgebiete rechtsrheinisch. Die Hauptwindrichtung lässt sich aber auch an den Dünen selbst ablesen, da



Sandpflanzen dienen vielen Tierarten als wichtige Nektarquelle: Hier saugt ein Dickkopffalter (*Ochlodes venatus*) den zuckerreichen Pflanzensaft des gefährdeten Sand-Thymian (*Thymus serpyllum*).



Die stark gefährdete Sand-Sommerwurz (*Orobanchenarenaria*) im flächenhaften Naturdenkmal „Die Bell“ in Mannheim-Feudenheim. Wie alle Sommerwurz-Arten lebt die Pflanze als Schmarotzer von ihrer Wirtspflanze (Sand-Beifuß, rechts im Bild), deren Wurzeln sie mittels unterirdischer Organe Nährstoffe und Wasser entnimmt.

deren westliche, windexponierte Seite flach ansteigt, während die Wind abgewandten Bereiche im Lee meist steil nach Osten abfallen.

## NUTZUNG UND VERÄNDERUNG DER SANDGEBIETE DURCH DEN MENSCHEN

Im Zuge der Vegetationsentwicklung der wärmeren nacheiszeitlichen Periode kam es zu einer fortschreitenden pflanzlichen Besiedlung und damit auch zur Festlegung der Sande. Bevor eine vollständige Bewaldung erreicht war, griff allerdings der Mensch in das bestehende, noch kaum stabilisierte Landschaftsgefüge ein. Noch bevor um 1100 n. Chr. die

hochmittelalterliche Rodungswelle einsetzte, die nicht nur das Landschaftsbild der Region, sondern weite Teile Mitteleuropas prägte, wurden die „Dünenwälder“ abgeholzt und zu Ackerland entwickelt. Die so wieder freigelegten Sande begannen abermals zu wandern, bereits entkalkte Bodenschichten wurden durch kalkhaltige überlagert<sup>3</sup>. Dass die Sandgebiete einst umfangreich waren und in vielen Teilen der Region Mannheim–Heidelberg den vorherrschenden Bodentyp bildeten, belegen zahlreiche darauf Bezug nehmende Orts-, Stadtteil-, Gemarkungs- und Straßennamen wie Sandhausen bei Heidelberg, Mannheim-Sandhofen, Sandbuckel (bei Mannheim-Friedrichsfeld), Auf dem Sand (Mannheim-Käfertal) u. v. m.

Die ortsnahe landwirtschaftliche Nutzung der Sandflächen war meist sehr extensiv, wobei die Bauern gemeinsam ihre Sommer- und Winterfrucht im Wechsel mit der Brache anzubauen hatten. Erst mit der Aufgabe der Dreifelderwirtschaft gegen Ende des 18. Jahrhunderts verringerte sich der Anteil der brachliegenden Flächen. Etwa ab der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden die Versuche, den mageren Sand intensiver zu nutzen, verstärkt, indem man Wein, gegen Ende des Jahrhunderts auch Spargel anbaute. Während dem Spargelanbau auch heute noch große Bedeutung zukommt, gibt es heute keinen Weinanbau auf den Dünen der Oberrheinebene mehr. Welche Bedeutung dieser im 19. Jahrhundert hatte, lässt sich daran ermesen, dass Oftersheim mit den höchsten Dünen Baden-Württembergs zeitweilig die größte Weinbaugemeinde der badischen Rheinebene war<sup>4</sup>! Anders als die landwirtschaftliche Nutzung war die forstwirtschaftliche seit jeher intensiv: Neben Kahlschlägen wurde Leseholz gesammelt und Laub und Streu als Dünger entnommen. Auf die Nutzung der Wälder als Viehweiden deuten Flurnamen wie „Schaftrieb“ oder „Pferdstrieb“ hin, außerdem betrieb man eine Art Waldfeldbau, indem man zwischen den Kiefern Kartoffeln oder Korn anpflanzte. Neben der forstlichen Nutzung der zumeist angepflanzten Kiefernwäldern werden bereits seit Ende des 19. Jahrhunderts Sandflächen als Bauland genutzt oder unterlagen einer militärischen Nutzung, wie die Käfertal-



*Die Sandvegetation im Käfärtal-Viernheimer-Wald nordöstlich von Mannheim hat sich nicht trotz, sondern wohl eher wegen der Nutzung als Übungsgelände der US-Army erhalten. In den für die Allgemeinheit nicht zugänglichen Sperrbereichen konnten sich zahlreiche gefährdete sandtypische Lebensräume erhalten.*

Viernheimer Sande bei Mannheim, die seit 1945 der US-Army als militärisches Übungsgelände dienen.

### EXTREME BEDINGUNGEN ERFORDERN EXTREME ANPASSUNGEN

Binnendünen unterscheiden sich von ihrer direkten Umgebung durch eine Vielzahl von Besonderheiten: Durch die poröse Struktur der Sandanwehungen haben solche Böden nur ein sehr geringes Wasserhaltevermögen, so dass die Niederschläge schnell versickern bzw. von der Oberfläche verdunsten. Neben dem Wassermangel schränkt auch die Nährstoffarmut derartiger Standorte die Besiedlung durch Pflanzen ein. Dazu kommen noch die starken Schwankungen des Mikroklimas im Tagesgang mit einer Aufeinanderfolge von schneller und starker Erwärmung und Abkühlung. Der Oberboden heizt schnell auf (70°

Celsius können an Sommertagen durchaus erreicht werden) und wird dabei 30–40 Grad wärmer als die umgebende Lufttemperatur, kühlt aber genauso rasch wieder ab und kann schon kurz nach Sonnenuntergang bereits 5 Grad kälter als die Luft sein. Weitere Stressfaktoren sind die zwischen 20 und 100% schwankende Luftfeuchtigkeit, die hohe Sonneneinstrahlung und die starke Windexposition. An all diese extremen, ungünstigen Lebensbedingungen sind die Sandbewohner in unterschiedlicher Weise, jedoch immer speziell angepasst. So überdauern einige einjährige Pflanzen die Sommertrockenheit in Form ihrer Samen, andere Arten, wie z. B. der Scharfe Mauerpfeffer (*Sedum acre*), speichern Wasser in ihren Blättern. Viele Sandarten sind zudem eher kleinwüchsig und haben relativ kleine Blattoberflächen, um so möglichst wenig Feuchtigkeit über ihre Oberfläche zu verdunsten. Auch sind Wachsschichten oder eine stark filzige Behaarung, z. B. bei den sehr

seltene Dünenbewohnern Silberscharte (*Jurinea cyanoides*) und Sand-Strohblume (*Helichrysum arenarium*), als Verdunstungsschutz der pflanzlichen Oberflächen häufig zu finden. Zudem haben Dünenpflanzen sehr spezialisierte Wurzelsysteme, die entweder oberflächennah ausgebildet sind, um die spärlichen Niederschläge aufzufangen oder sehr tief in Grundwasser führende Schichten reichen, wie bei den Kiefern als ausgesprochene Tiefwurzler. Die starke Wurzelkonkurrenz im Boden täuscht somit über die lockere, spärliche und niedrigwüchsige Vegetation der offenen Sandflächen hinweg, die viel Ähnlichkeit mit einer mediterranen „Pantherfell-Vegetation“ aufweist. Interessant ist auch die Besiedlung der offenen, steppenartigen Magerrasen durch Pflanzen. Durch die niedrige und spärliche Vegetationsbedeckung kommt dem Wind auch bei der Ausbreitung



Die windabgewandte Seite der „Pferdstrieb“-Düne in Sandhausen zeigt recht anschaulich den steilen, südost-exponierten Lee-Abfall, der sich im nördlichen Oberrheingebiet unter den dominierenden Windverhältnissen einstellt, auch wenn dieser Bereich hier durch den ehemaligen Sandabbau verändert wurde.

der „Steppenpflanzen“ eine große Bedeutung zu: So lösen sich z. B. das Kali-Salzkraut (*Salsola kali*) und der Feld-Mannstreu (*Eryngium campestre*) in der Fruchtphase als ganze Pflanze ab und werden als „Steppenhexen“ durch den Wind verfrachtet, wobei die Samen unterschiedlich weit transportiert werden können. Auch die für offene, lichte Binnendünen charakteristische Gewöhnliche Eberwurz bzw. Golddistel (*Carlina vulgaris*) überlässt die Ausbreitung ihrer Früchte dem Wind, indem sich die scheibenartigen Fruchtstände von der Pflanze lösen und als „Bodenroller“ fungieren.

Wie bei den Pflanzen besteht auch die Sandfauna aus ausgeprägten Spezialisten, die ihre ökologische Nische in Sandgebieten gefunden haben. So kommen z. B. weit über hundert der insgesamt 429 Bienen-, Wespen- und Hummelarten Baden-Württembergs nur in den Sandgebieten vor. Viele von diesen legen ihre Nester im lockeren Sandboden an, wo sie, wie z. B. bei der Hosenbiene, bis zu 60 cm in den Boden hineinreichen. Viele Tierarten sind auch eng an bestimmte Sandpflanzen gebunden, da sie ihnen als Nahrungspflanze (z. B. der Sand-Thymian für das Steppenbienenchen) oder als Futterquelle für die Raupen von Schmetterlingen dienen (z. B. die Sand-Strohblume für die Sandstrohblumeneule *Eublemma noctualis*). Auch die Larve der Ameisenjungfer, der räuberisch lebende Ameisenlöwe, baut seine trichterförmigen Nester in den Sand, wo er am Grund eingegraben auf herabrutschende Opfer – meist Ameisen – wartet. Typisches und häufigstes Säugetier ist das Kaninchen, dessen unterirdische Bauten ausgedehnte Systeme bilden.

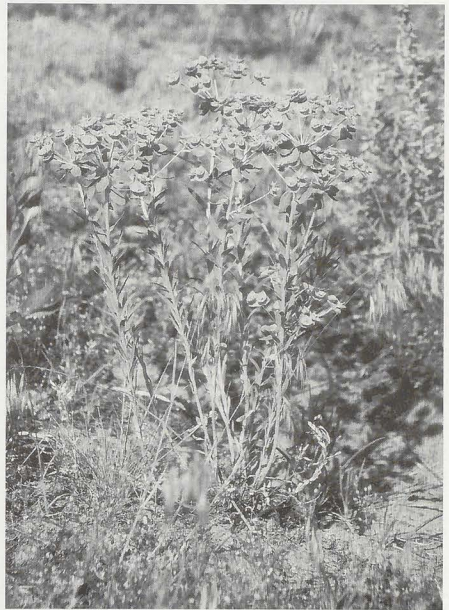
### SANDGEBIETE ALS LEBENSÄUMLICHKEITEN FÜR STARK GEFÄHRDETE TIER- UND PFLANZENGEMEINSCHAFTEN

Die aus den südosteuropäischen Steppengebieten und dem Mittelmeergebiet stammenden Sandspezialisten sind auf mehr oder weniger offene Sandflächen angewiesen. Aufgrund ihres hohen Spezialisierungsgrades reichen bereits geringfügige Veränderungen, wie z. B. erhöhter Nährstoffeintrag, aus, so dass die an Nährstoffmangel angepasste Sand-

vegetation auf lange Sicht den konkurrenzstärkeren nährstoffliebenden Pflanzen unterliegen. Unter den ersten Pionierpflanzen der Sandflächen sind Kräuter und Gräser wie z. B. das horstförmig wachsende, graublau-silbergrüne Silbergras (*Corynephorus canescens*), das kalkfreie Flugsande besiedelt und durch leichte Über-sandung noch gefördert wird. Der natürlichen Sukzession folgend, siedeln sich nach der Festlegung der Sande zahlreiche Flechten und Moose an, die die Lücken zwischen den Blütenpflanzen füllen. Die für die Dünen typischen Pflanzenarten entwickeln sich je nach Basengehalt des Bodens, dem Alter des jeweiligen Bestandes, dem Ausmaß an menschlichen Eingriffen etc. zu unterschiedlichen Pflanzenformationen wie den Sandrasen, den Mager-rasen, Zwergstrauchheiden und lichten Kiefernwäldern, die alle durch typische Arten charakterisiert sind. Die Vielfalt der auf Sandflächen vorkommenden Tier- und Pflanzenarten ist dabei außerordentlich groß, wie die nachfolgenden Zahlen verdeutlichen<sup>5</sup>: Auf Sandflächen konnten 363 Sippen an Farn- und Blütenpflanzen aufgefunden werden, viele von diesen kommen nur auf Sand vor. 54 dieser Pflanzenarten finden sich in der Roten Liste. Neben den Farn- und Blütenpflanzen treten zahlreiche weniger ins Auge fallende Organismengruppen wie Pilze (695 Arten, 61 Rote Liste-Arten), Heuschrecken (15 Arten, 7 RL-Arten), Wanzen (229 Arten, 43 RL-Arten), Großschmetterlinge (216 Arten, 18 RL-Arten), Käfer (560 Arten, 126 RL-Arten), Spinnen (192 Arten, 35 RL-Arten) auf, um nur einige zu nennen. Diese Biodiversität macht die Schutzwürdigkeit der Sandflächen überdeutlich und begründet die zu ihrem Schutz nötigen Maßnahmen des Naturschutzes.

### AUF SAND GEBAUT . . . – NUTZUNGSKONFLIKTE UND NATURSCHUTZ

Die seit dem Mittelalter erfolgte extensive Nutzung und Bewirtschaftung der Sandrasen und Binnendünen durch den Menschen hat durch die damit einhergehenden Störungen erst ermöglicht, dass heute überhaupt noch Dünen in der Landschaft vorhanden sind. Ohne derartige Eingriffe wären die Sand-



Zu den Pflanzen, die sich in den Mannheimer Sandgebieten noch recht häufig und in größeren Beständen finden, gehört die nach der Roten-Liste Baden-Württembergs gefährdete Steppen-Wolfsmilch (*Euphorbia seguieriana*).

gebiete längst bewaldet und unter einer geschlossenen Vegetationsdecke verschwunden. Doch mit extensiven Bewirtschaftungsformen (Waldweide, Dreifelderwirtschaft etc.) ist es lange vorbei. Heutige Landnutzungsformen sind höchst intensiv und gehen zumeist mit einem erheblichen Landschaftsverbrauch einher (Bebauungen, Abgrabungen, Erweiterungen der Anbauflächen für Spargel, Ausbau von Verkehrswegen wie z. B. Bahntrassen etc.). Besonders die zahlreichen und vielfältigen Freizeitnutzungen bereiten große Probleme. Den berechtigten Erholungsansprüchen der Bewohner des industriellen Ballungsraums Mannheim–Heidelberg steht das häufig nicht angemessene Naturverhalten der Menschen entgegen, wobei der „Allgemeingut-Charakter“ von Natur – die Sandgebiete werden dabei meist nur als minderwertiges „Ödland“ empfunden – als Legitimation für jegliche, meist äußerst zerstörerischen Betätigungen dient (wilde Picknick- und Grillplätze mit offenem Feuer im Sommer (z. B. im

Dossenwald bei Mannheim-Friedrichsfeld), ein Moto-Cross-Gelände bei Sandhausen, querfeld-ein fahrende Mountain-Biker, Reiter und Jogger, die abseits der Wege unterwegs sind u. v. m.). Die damit einhergehende Trittbelastung sowie der Eintrag von Nährstoffen durch Hundekot und Abfall schädigen und verdrängen die empfindliche Sandvegetation.

Aber auch die fehlenden finanziellen und personellen Mittel der Städte und Kommunen führen zu Versäumnissen in der Naturschutzverwaltung. So gibt es z. B. kaum hinreichende Informationen vor Ort (lediglich die Gemeinde Sandhausen verfügt über ein Faltblatt), die auf die besondere Schutzwürdigkeit und -bedürftigkeit der entsprechenden Gebiete hinweisen. Beschilderungen fehlen fast völlig bzw. sind kaum lesbar (Beispiel „Pferdstrieb“-Düne Sandhausen)<sup>6</sup>. Um weiteren Schädigungen vorzubeugen sind Besucherlenkungsmaßnahmen dringend erforderlich (Hinweis- und Informationstafeln, Anlage von Wegen, Einrichten von Lehrpfaden etc.) bzw. wo nötig muss auch über Einzäunungen besonders schützenswerter Flächen nachgedacht werden. Auch wenn in den letzten Jahren weitere Sandgebiete als Naturschutzgebiete ausgewiesen wurden (so stehen z. B. Teile der Käfertal-Viernheimer Sande seit 1998 als Naturschutzgebiet „Glockenbuckel von Viernheim“ unter Schutz) reicht dies zum langfristigen Erhalt nicht aus<sup>7</sup>. Pflegemaßnahmen wie das in Sandhausen erfolgreich praktizierte „Abplaggen“, das Entfernen des Oberbodens verfilzter und verbuschter Sandflächen, sind dringend erforderlich.

Unter den heutigen Klimaverhältnissen würde die Sandvegetation auf lange Sicht nicht bestehen können, da eine fortschreitende Verbuschung zur Verdrängung der Sandarten führt. Zu diesem natürlichen Landschaftswandel hinzu kommen z. B. Verwilderungen ehemals eingeführter Pflanzenarten wie dem Feinstrahl (*Erigeron annuus*) und der Nachtkerze (*Oenothera biennis*), die in den Käfertal-Viernheimer Sandgebieten bereits große Flächen besiedeln und die Sandflora zurückdrängen. Ebenfalls negativ wirken allzu großflächige Aufforstungen mit Kiefern bzw. die aus solchen Beständen bis zu zwei Kilometer vom Wind ausgebreiteten Samen, die neben

Pappeln, Weiden und Robinien zur Verbuschung beitragen. Um die nacheiszeitlich entstandenen Sanddünen in ihrer typischen und gut ausgebildeten Ausprägung sowie die dort lebende Tier- und Pflanzenwelt zu erhalten, gilt es, das schwierige Gleichgewicht zwischen notwendigen naturschutzfachlichen Bodenstörungen und dem Schutz vor allzu großen menschlichen Eingriffen zu finden. Unterbleiben Schutz-, Pflege- und Erhaltungsmaßnahmen bei gleichzeitiger Fortdauer der mittel- und unmittelbaren Schädigungen, ist das Überleben der einzigartigen Sandflora und -fauna allerdings nur noch eine Frage von wenigen Jahren bzw. Jahrzehnten.

---

#### Anmerkungen

- 1 Die chronologische Einteilung des Pleistozäns in Süddeutschland beruht auf vier Gletschervorstößen, die nach den Alpenflüssen Günz, Mindel, Riß und Würm benannt sind. Die Temperatur lag etwa 6° Celsius unter der heutigen Durchschnittstemperatur, was dem klimatischen Unterschied zwischen Stockholm und Mailand entspricht!
- 2 In späteren Zeiten hatten sowohl die Kelten wie auch die Römer bedeutende Standorte im Raum Mannheim-Heidelberg, so z. B. der Heiligenberg mit den Resten des Kelten-Walls in Heidelberg und das zwischen Heidelberg und Mannheim gelegene, fast 2000jährige Ladenburg (das römische Lopodunum).
- 3 Rund 1000 Jahre alte Holzkohlenreste, die in den Sandhausener Dünen gefunden wurden, belegen die anthropogenen Eingriffe in den bewaldeten Dünengebieten. Belege für die erneute Wanderung der Dünen nach der Rodungsphase finden sich z. B. in Oftersheim bei Schwetzingen, wo sich unter den etwa 20 m mächtigen Sand-schichten eine bronzezeitliche Siedlung befand.
- 4 Von dem ehemaligen Weinanbau zeugen heute noch Gewannamen wie z. B. „Wingertsbuckel“.
- 5 Die Zahlenwerte stammen aus Untersuchungen der Sandhausener Dünen (siehe Literatur), die als bestuntersuchte Dünen Baden-Württembergs gelten dürfen.
- 6 Umso wichtiger sind Veranstaltungen wie z. B. die Ausstellung „Mannheims Sanddünen“, die 1999 in den Räumen der AOK Geschäftstelle in Mannheim stattfand und über die seltene und gefährdete Tier- und Pflanzenwelt der Flugsandgebiete informierte.
- 7 Dass offene Sandflächen und Binnendünen in Baden-Württemberg allerdings auch ohne ausdrückliche Ausweisung als Schutzgebiet unter besonderem gesetzlichen Schutz stehen (Biotopschutzgesetz, § 24a) ist den allermeisten Besuchern der Sandgebiete nicht bekannt, was zeigt, dass ein enormes Informationsdefizit zum Nachteil der Natur unserer Heimat besteht.

*Literatur (Auswahl)*

- Boetzkes, M., Schweitzer, I., Vespermann, J. (Hrsg.) (1999): *Eiszeit – Das große Abenteuer der Naturbeherrschung*. – Roemer- und Pelizaeus-Museum und Thorbecke-Verlag, Hildesheim, Stuttgart.
- Breunig, Th. & Thielmann, G. (1992): *Binnendünen und Sandrasen*. – Biotope in Baden-Württemberg 1: 1–36, Karlsruhe.
- Breunig, Th. (1994): *Flora und Vegetation der Sandhausener Dünen „Pferdstrieb“ und „Pflege Schönau-Galgenbuckel“*. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad. Württ. 80: 29–95, Karlsruhe.
- Breunig, Th. & Demuth, S. (2000): *Naturführer Mannheim – Entdeckungen im Quadrat*. 1. Aufl., 132 S.; Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher.
- Hormuth, K. F. (1952): *Eine bronzezeitliche Siedlung in den Dünen bei St. Ilgen Landkreis Heidelberg*. – Bad. Fundberichte 1949–51/ 19. Jg., Freiburg.
- Junghans, Th. (2003a): *Die Eberwurz – Wetterbote in Silber und Gold*. – Pharm. Unserer Zeit 32(2): 167, Weinheim.
- Junghans, Th. (2003b): *Landschaftswandel und Naturschutz am Beispiel von Mannheim-Neckarau*. – Badische Heimat 83(3): 516–520, Freiburg.
- Koenigswald, W. von., Hahn, J. (1981): *Jagdtiere und Jäger der Eiszeit*. – Konrad Theiss Verlag, Stuttgart.
- Korneck, D. (1974): *Xerothermvegetation in Rheinland-Pfalz und Nachbargebieten*. – Schriftenreihe f. Vegetationskunde 7: 1–196, Bonn-Bad Godesberg.
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe (Hrsg.) (1994): *Die Sandhausener Dünen – Naturkundliche Beiträge zu den Naturschutzgebieten „Pferdstrieb“ und „Pflege Schönau-Galgenbuckel“*. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad. Württ. 80: 1–387, Karlsruhe.
- Löscher, M. (1994): *Zum Alter der Dünen auf der Niederterrasse im nördlichen Oberrheingraben*. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad. Württ. 80: 17–22, Karlsruhe.
- Philippi, G. (1970): *Die Kiefernwälder der Schwetzingener Hardt (nordbadische Oberrheinebene)*. – Veröff. Landesst. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 38: 46–92, Ludwigsburg.
- Philippi, G. (1971): *Sandfluren, Steppenrasen und Saumgesellschaften der Schwetzingener Hardt (nordbadische Rheinebene) unter besonderer Berücksichtigung der Naturschutzgebiete bei Sandhausen*. – Veröff. Landesst. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 39: 67–130, Ludwigsburg.
- Philippi, G. (1973): *Sandfluren und Brachen kalkarmer Flugsande des mittleren Oberrheingebietes*. – Veröff. Landesst. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 41: 24–62, Ludwigsburg.
- Rohde, U. (1994): *Die Nutzungsgeschichte und die Geschichte der Sandhausener Schutzgebiete*. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad. Württ. 80: 23–27, Karlsruhe.
- Sautter, R. (1994): *Untersuchungen zur Diasporen- und Samenökologie in bedrohten Pflanzengesellschaften sandiger Böden*. – Diss. Bot. 226, J. Cramer, Berlin, Stuttgart.
- Volk, O. (1931): *Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der oberrheinischen Tiefebene*. – Zeitschr. f. Botanik 24: 81–185, Jena.

Anschrift des Autors:  
Dipl.-Biol., Dipl.-Umweltwiss.  
Thomas Junghans  
Hermann-Löns-Weg 48  
69245 Bammental