

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 16	3/4	549–579	1997	Freiburg im Breisgau 12. Juni 1997
--	---------	-----	---------	------	---------------------------------------

Zur Pioniervegetation anthropogen gestörter Binnendünen in der nördlichen Oberrheinebene

Beiträge zu Systematik und Ökologie des Salsolion *ruthenicae Phil. 71¹

von

MICHAEL NOBIS, Freiburg i.Br.²

Zusammenfassung: Die Binnendünen der nördlichen Oberrheinebene beherbergen für sie typische, sommerannuelle Ruderalgesellschaften (*Corispermum leptopteris*, *Plantaginum indicum*, *Salsolium *ruthenicae*, *Eragrostio-Amaranthetum blitoidis* ass. nov.). Diese besiedeln durch Befahrung, Tritt, Materialentnahme oder Flugsandbildung gestörte, basenreiche, oft xerotherme Sandböden und gehören pflanzensoziologisch zum Verband Salsolion *ruthenicae PHILIPPI 71 (*Sisymbrietalia*, *Stellarietetea mediae*). Als Bestandteil der Dünenvegetation tritt das Salsolion in Kontakt zu Ruderalgesellschaften des *Sisymbrium* (u.a. *Bromo-Erigerontetum*, *Sisymbrium altissimum*-Ges.) und seltenen Sandtrockenrasen (*Jurinetum-Koelerietum glaucae*, *Allio-Stipetum capillatae*, *Carex humilis*-Ges.). Es ist wie diese durch kontinental verbreitete Arten geprägt. In den alten Bundesländern Deutschlands korrelieren Vorkommen der Salsolion-Arten mit anthropogen beeinflussten Lockersedimentböden in Ballungsräumen, doch werden auch natürliche Reliktorkommen am Oberrhein diskutiert. Nicht zuletzt sind die Ruderalgesellschaften des Salsolion für den Schutz artenreicher Dünenhabitate von Bedeutung.

Abstract: In this paper the floristic and ecological characterization of summerannual, ruderal plant-communities from inland dunes of the northern Upper Rhine Plain is presented (*Corispermum leptopteris*, *Plantaginum indicum*, *Salsolium *ruthenicae*, *Eragrostio-Amaranthetum blitoidis* ass. nov.; *Salsolion *ruthenicae* PHILIPPI 71, *Sisymbrietalia*, *Stellarietetea mediae*). These communities usually grow after repeated, rigorous mechanical damage of vegetation by driving, walking or wind-blown sand on basic soil. As part of the dune-vegetation, the Salsolion is connected by succession with other ruderal communities (e.g. *Bromo-Erigerontetum*, *Sisymbrium altissimum*-community) and rare xerothermic grassland (*Jurinetum-Koelerietum glaucae*, *Allio-Stipetum capillatae*, *Carex humilis*-community). Like these it is characterized by continental species, the distribution of which are correlated in Germany with conurbation and larger deposits of sand and gravel. Nevertheless relictal occurrences in the Upper Rhine Plain may be discussed for some species and the communities are important for the preservation of dune-habitats.

¹ Überarbeitete und gekürzte Fassung einer 1994/95 am Lehrstuhl für Geobotanik (Frau Prof. Dr. O. WILMANN) der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg angefertigten Diplomarbeit – mit Ergänzungen neuerer Untersuchungen, die durch das Projekt „Angewandte Ökologie“ (PAÖ) der Landesanstalt für Umweltschutz aus Mitteln des Umweltministeriums Baden-Württemberg gefördert werden.

² Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. M. NOBIS, Institut für Biologie II (Geobotanik) der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Schänzlestr. 1, D-79104 Freiburg i.Br.

1. Einleitung

Die Binnendünen in den Flugsandgebieten der nördlichen Oberrheinebene finden seit langem großes Interesse unter Vegetationskundlern. Früh fiel ihre floristische wie auch pflanzengeographische Sonderstellung auf. Im Gegensatz zur Vegetation auf entkalkten Flugsandböden zeichnen sich die Pflanzengesellschaften an den meist kalkhaltigen Dünenstandorten durch Arten mit pontisch-submediterrane Verbreitungsschwerpunkt aus. Diese besitzen auf den Binnendünen am Oberrhein zum Teil isolierte Vorkommen und werden als Relikte des Spätglazials beziehungsweise frühen Postglazials diskutiert.

Durch Intensivierung der Land- und Forstwirtschaft, durch Bebauung sowie militärische Nutzung kam es in diesem Jahrhundert zu einem drastischen Rückgang ehemals verbreiteter Pflanzengesellschaften der Flugsandgebiete (PHILIPPI u.a. 1971b, 1973; BREUNIG & KÖNIG 1989; BREUNIG 1994; ROHDE 1994). Vegetationskomplexe der Binnendünen mit Trockenwäldern und Sandtrockenrasen sind heute fast ausschließlich in Naturschutzgebieten erhalten geblieben, doch weisen auch einige der aktuell auf Dünen betriebenen Truppenübungsplätze wertvolle Sandvegetation auf. Nach militärischer Nutzung ist diese oft durch ausgedehnte Ruderalgesellschaften geprägt, doch konnten Arten der Sandtrockenrasen und anderer Dünengesellschaften teilweise randlich überdauern. Naturschutzgebiete, die ehemals militärisch genutzt wurden, sind u.a. ein Teil der Dünen bei Sandhausen in Baden-Württemberg, das NSG „Griesheimer Düne“ in Hessen oder der „Mainzer Sand“ in Rheinland-Pfalz.

Die Ruderalgesellschaften der Binnendünen wurden in ihrer Fülle von PHILIPPI (1971a) erkannt und als eigenständiger pflanzensoziologischer Verband, als *Salsolion *ruthenicae*, zusammengefaßt. *Salsolion*-Bestände sind heute typischer Bestandteil anthropogen gestörter Binnendünen am Oberrhein, fehlen aber auch nicht in langjährigen Schutzgebieten. Ihre floristische und ökologische Differenzierung ist Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

2. Entstehung der Binnendünen

Am nördlichen Oberrhein herrschen entsprechend der nahe gelegenen Erosionsbasis bei Bingen sandige Ablagerungen vor. Gegen Ende des Pleistozän wurde aus der trockengefallenen und nicht stärker durch Vegetation geschützten Niederterrasse kalkhaltiger Sand verweht. Es bildeten sich ausgedehnte Flugsanddecken (Abb. 1) und stellenweise Binnendünen, die rezent noch mehrere Kilometer lange Dünenzüge aufbauen können. LÖSCHER (1994) nennt nach ¹⁴C-Datierungen für Dünen des nördlichen Oberrheingrabs eine Entstehungsperiode vor rd. 11.000-10.000 Jahren. Bereits zur Zeit ihrer Bildung zeigten die Dünen engen Kontakt zu Gewässerläufen, die oft ihre Grenzen markierten und sie in der Folgezeit abtrugen. So durchbrach der Neckar zu Beginn des Holozän einen Dünenwall bei Mannheim. Zuvor war er – wie zahlreiche Zuflüsse des Rheins – parallel zum Mittelgebirgsrand verschleppt und mündete erst bei Groß-Gerau in den Rhein (in Abb. 1 nördl. Griesheim; BECKSMANN 1966: 25). Auch im Holozän kam es – nach erfolgter Wiederbewaldung nun anthropogen bedingt – noch in geringerem Umfang zur Umlagerung der Dünensande. VOLK nennt einen bronzezeitlichen Fund unter einer 20 m hohen Düne bei Oftersheim (1931: 89). ¹⁴C-Datierungen von LÖSCHER (1994) belegen Umlagerungen von Dünensanden zu Beginn dieses Jahrtausends.

Nahe Frankfurt schließen sich im Nordosten Flugsande des Mains an. Sie sind im Gegensatz zu den primär kalkhaltigen rheinischen Sedimenten auch tiefgründig kalkfrei (VOLK 1931: 89) und nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

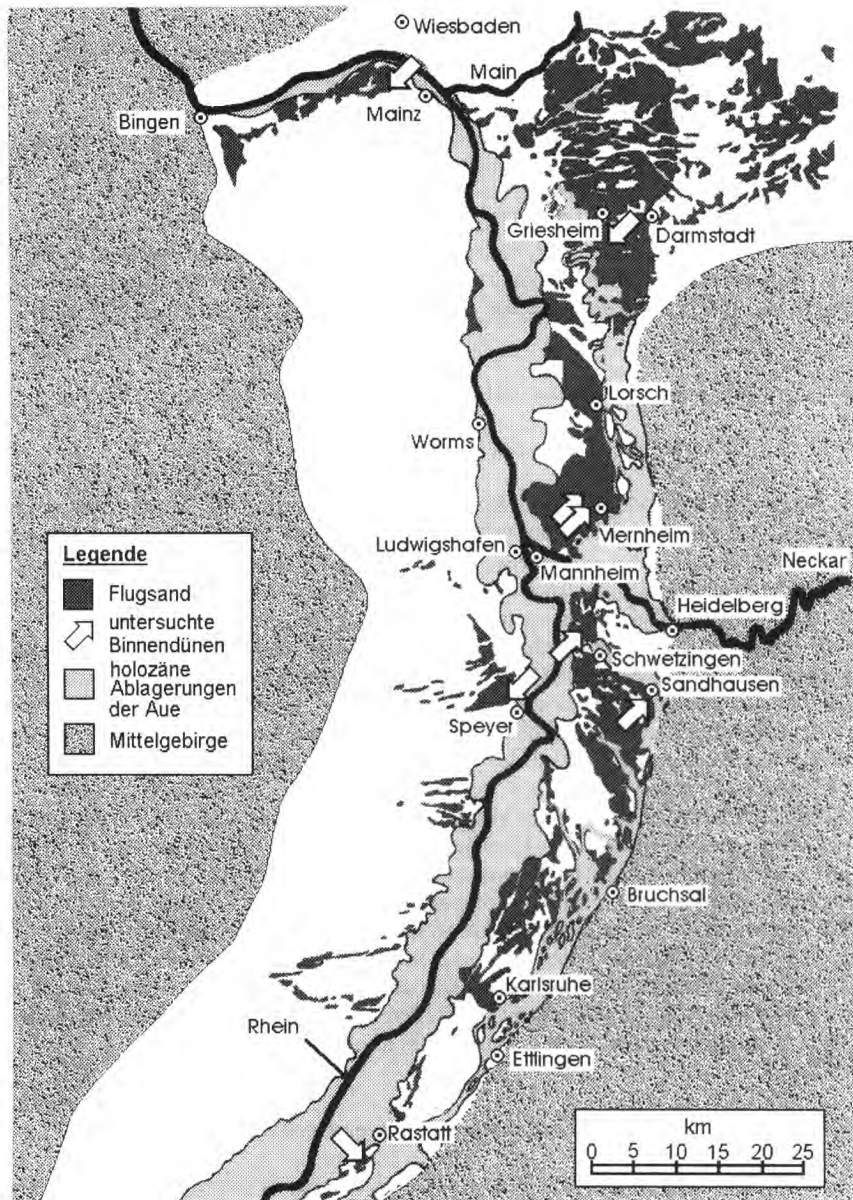


Abb. 1: Lage der Flugsandgebiete und untersuchten Binnendünen am nördlichen Oberrhein (umgezeichnet nach BRUNNER et al. 1989, Geol. Übersichtskarte v. Bad.-Württ. 1:500.000).

3. Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von Rastatt über Speyer, Sandhausen, Schwetzingen, Viernheim, Griesheim bis nach Mainz. Als Hauptfläche wurde das inzwischen aufgegebene Panzerübungsgelände westlich Viernheim ausgewählt, für das bereits PHILIPPI (1971a) größere Salsolion-Bestände angibt.

Die Niederschläge liegen im Süden des Untersuchungsgebiets nach SCHIRMER (1969) im langjährigen Mittel von 1931–1960 über 700 mm (z.B. Karlsruhe 761 mm) und fallen im Trockengebiet bei Mainz auf Werte um 500 mm. In Teilen Rheinhessens handelt es sich mit mittleren Jahresniederschlägen unter 500 mm sogar um die niederschlagsärmsten Gebiete der alten Bundesländer (l.c.: 115f). Die langjährigen Januarmittel sinken in der Regel nicht unter den Gefrierpunkt; die Julimittel übersteigen oft 19°C (Karlsruhe: 0.8/19.5°C; Mannheim: 0.5/19.6°C; Darmstadt: 0.2/18.5°C). Das Untersuchungsgebiet zählt somit zu den wintermild-sommerwarmen Teilen Deutschlands. Die mittlere Jahrestemperatur liegt um 10°C (Karlsruhe 10.1°C; Darmstadt 9.4°C).

4. Das Salsolion *ruthenicae und seine Kontaktgesellschaften am Oberrhein

4.1 Zur Geschichte des Salsolion *ruthenicae PHILIPPI 71

Bereits VOLK (1931: 106f) gibt für die Wiederbesiedlung offener Sandflächen am Oberrhein „Pioniergesellschaften von Therophyten“ mit *Salsola kali*, *Corispermum marshallii* und *Plantago arenaria* an. Aus den Niederlanden wurden später ähnliche Bestände als Bromo-Corispermetum SISSINGH 50 beschrieben und zu den einjährigen Ruderalgesellschaften des Sisymbrium gestellt. PHILIPPI (1971a) erkannte, daß es sich dabei um einen Gesellschaftskomplex handelt und teilte ihn anhand von Aufnahmen aus der nordbadischen Rheinebene in mehrere Assoziationen auf: Er unterschied das bereits zuvor enger gefaßte Corispermetum leptopteri und beschrieb als neue Assoziationen das Salsolium *ruthenicae und Plantaginietum indicae. Da bis auf letztere kaum Bezug zu den einjährigen Ruderalfluren des Sisymbrium zu erkennen war, schlug er den nach der Binnenlandsippe *Salsola kali* ssp. *ruthenica* (= *Salsola *ruthenica*) benannten Verband Salsolion *ruthenicae vor. Wenig später kam als weitere Gesellschaft das Chaenorhino-Chenopodietum botryos SUKOPP 72 hinzu, nachdem bereits PHILIPPI eine entsprechende Gesellschaft als bei Mannheim lokal gut umrissene Assoziation provisorisch dem Verband angeschlossen hatte. HÜLBUSCH (1977) stellte die Emendation des Bromo-Corispermetum SISSINGH 50 als auch den Verband des Salsolion wieder in Frage. MÜLLER (1981 in OBERDORFER 1983a) verwarf das Salsolium *ruthenicae als eigenständige Assoziation, hielt aber wie später HÜPPE & HOFMEISTER (1990), POTT (1992) und ELLENBERG (1996) am neuen Verband fest und beließ ihn innerhalb der Sisymbrietalia.

4.2 Methode und Sippenansprache

Nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (vgl. DIERSSEN 1990, DIERSCHKE 1994 u.a.) wurden im wesentlichen von Juni bis Oktober 1994 pflanzensoziologische Aufnahmen angefertigt und durch Tabellenarbeit zu Vegetationstypen zusammengefaßt (Anhang). Ein Teil der im Aufnahmematerial enthaltenen und im

folgenden beschriebenen floristischen Gesellschaftsdifferenzierungen wird durch Hauptkomponenten- und Korrespondenzanalyse graphisch wiedergegeben (Abb. 3, 7).

Determinationsprobleme traten teilweise bei *Oenothera*-Sippen auf. Erschwerend bilden *Oenothera biennis* agg. und *Oenothera parviflora* agg. mehrfach Mischbestände. Ferner konnten abgestorbene Exemplare von *Myosotis ramosissima* und *Myosotis stricta* sowie die oft nur wenige Zentimeter großen Individuen von *Chenopodium album* und *Chenopodium strictum* nicht immer klar angesprochen werden. Die Sippen sind in der Tabelle zusammengefaßt. Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach OBERDORFER 1983b.

Nach Abschluß der Tabellenarbeit wurden zwischen dem 25. und 27. Oktober 1994 von unterschiedlichen Salsolion- und Kontakt-Gesellschaften Bodenproben gesammelt und deren Acidität und Humusgehalt bestimmt. Die Ergebnisse sind in Abb. 6 am Ende des Kapitels zusammengestellt und gehen in die folgende Beschreibung der Gesellschaften ein.

Die Bodenproben umfaßten jeweils rund 200 g im Gelände auf 2 mm gesiebte Feinerde einer Mischprobe aus ca. 1–7 cm Bodentiefe. Die Bestimmung der Bodenacidität erfolgte elektrometrisch in deionisiertem Wasser (1 Teil Boden auf 2,5 Teile H₂O). Die Bestimmung des Humusgehalts nach Trocknung über den Glühverlust (5 Tage bei 80°C; 6 h bei 450°C).

4.3 Gesellschaften des Salsolion **ruthenicae* PHILIPPI 71 am Oberrhein

Abhängig vom Ausgangssubstrat sowie Art, Umfang und Häufigkeit der Störungen können deutlich verschiedene Ruderalgesellschaften auf den betrachteten Binnendünen angetroffen werden. An den oft xerothermen oder nährstoffarmen Standorten kommt es zur Entmischung andernorts vergesellschafteter Sippen, die durch wiederholte Störungen, besonders Bodenbewegung, noch verstärkt wird. Die bereits artenarmen Bestände neigen so zur Bildung von Dominanzgesellschaften. Bei seltener oder einmaliger Störung kommt es hingegen nicht zur Akkumulation der Salsolion-Arten, und es treten andere Ruderalarten oder direkt Sandrasenarten als Pioniere auf. Der Kern des Salsolion wird daher im Bereich von Dauerpioniergesellschaften gesehen.

Da die Taxonomie der bearbeiteten Gesellschaften auch heute noch nicht einheitlich ist, sind besonders die folgenden Benennungen niederer Syntaxa als Diskussionsbeitrag gedacht.

4.3.1 *Corispermetum leptopteri* (SISSINGH 50)

BERGER-LANDEFELDT et SUKOPP 65 –

Gesellschaft des Schmalflügligen Wanzensamens

Die Gesellschaft des Schmalflügligen Wanzensamens ist eine artenarme Pioniergesellschaft mit geringer Deckung auf humusarmen, basenreichen Lockersanden. Sie ist im Untersuchungsgebiet typisch für tiefergründig umgelagerte Sandböden und instabile Sandböschungen (Abb. 2). Gelegentlich kommt sie auch an frischen Sandschüttungen, rezenten Sandanwehungen oder im Auswurfbereich von Kaninchenbauten vor.

Die teilweise verwendete Benennung der Gesellschaft als „Bromo-Corispermum“ ist irreführend, da die Dachtrespe (*Bromus tectorum*) gegenüber anderen Salsolion-Gesellschaften von untergeordneter Bedeutung ist (vgl. PHILIPPI 1971a: 120). Neben *Corispermum leptopterum* wurde das seltene Klettgras (*Tragus racemosus*) mehrfach als Kennart der Gesellschaft angesehen. Übereinstimmend mit PHILIPPI kommen beide Arten jedoch nur ausnahmsweise gemeinsam vor. Dennoch stehen Klettgras-Bestände der Binnendünen dem Salsolion nahe (Anhang: Tab. 5).

Syntaxonomische Gliederung (Anhang: Tab. 1, 2): Im Übergang zur Sand-Wegerichflur wurde eine bereits deutlich artenreichere Variante mit *Plantago arenaria* ausgeschieden. An nährstoffreicheren, meist frischeren und entkalkten Standorten stellt sich eine als Subassoziation mit *Solanum nigrum* gefaßte Ausbildung ein. Ihre Differentialarten sind auch für andere Salsolion-Gesellschaften von Bedeutung. Durch syndynamische Beziehungen zu Sandtrockenrasen des Jurineo-Koelerietum entwickelt sich eine Variante mit *Koeleria glauca* (vgl. PHILIPPI 1971a, Tab. 1; Kap. 4.4.3).

4.3.2 *Corispermum marschallii*-Gesellschaft – Gesellschaft des Grauen Wanzensamens

Als floristische Besonderheit ist im Untersuchungsgebiet der osteuropäisch verbreitete Graue Wanzensame (*Corispermum marschallii*) mit Fundorten bei Schwetzingen, Mannheim, Sandhausen und Oftersheim bekannt geworden. Nach PHILIPPI und KORNECK (PHILIPPI 1971a: 122) besaß die Sippe noch bis in die 50er Jahre zahlreiche Vorkommen, doch brachen die Bestände zeitgleich mit der Ausbreitung von *Corispermum leptopterum* zusammen. KORNECK konnte den Grauen Wanzensamen 1971 noch bei Oftersheim nachweisen (l.c.), BAUMANN gelang 1990 eine Bestätigung der Sippe für Sandhausen (SEBALD et al. 1993: 591). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde die Art trotz eingehender Suche mit Kontrolle der Samenmerkmale nicht gefunden. Die Gesellschaften des Grauen Wanzensamens weicht floristisch kaum vom *Corispermum leptopteri* ab (5 Aufl. mit *C. marschallii* in PHILIPPI 1971a: 122f). AELLEN konnte mit Funden bei Mannheim Merkmalskombinationen bestätigen, die für eine Bastardierung beider Sippen sprechen (in HEGI 1979: 722). Sofern es sich beim Grauen Wanzensamen um einen Neophyten handelt (vgl. Kap. 7) sind beide *Corispermum*-Sippen ähnlich *Solidago canadensis* / *S. gigantea*, *Galinsoga ciliata* / *G. parviflora* oder *Elodea canadensis* / *E. nuttallii* als „Zwillings-Neophyten“ zu werten (vgl. MEUSEL & JÄGER 1992: 75).

4.3.3 *Plantaginetum indicae* PHILIPPI 71 – Gesellschaft des Sand-Wegerichs

Die Gesellschaft des Sand-Wegerichs (*Plantago arenaria* = *Pl. indica*) besitzt im Vergleich zum *Corispermum leptopteri* eine erheblich breitere Standortamplitude. Bereits PHILIPPI (1971a: 117) schreibt: „Oft handelt es sich um verfestigte, z.T. auch sandig-kiesige Böden und nur selten um frische Sandschüttungen. Der Boden ist meist kalkhaltig, doch finden sich auch Bestände auf kalkfreien Böden“. Das Substrat ist gegenüber der Wanzensamen-Gesellschaft bereits humusreicher (Abb. 6). Es neigt bei Befahrung teilweise zu Verdichtung und in Folge, im krassen



Abb. 2: oben: *Corispermum leptopteri* an einem Dünenanriß bei Schwetzingen (Hirschacker),
unten: *Plantaginietum indicae* (Vordergrund) und *Corispermum leptopteri* (Hintergrund vor
Kiefernforst) als Kontaktgesellschaften bei Viernheim (Fotos: M. NOBIS, 29.7.1994, 7.8.1993).

Gegensatz zu den Lockersanden des Corispermum, selten gar zu Staunässe. Gegenüber der Wanzensamen-Gesellschaft gewinnen u.a. *Bromus tectorum*, *Conyza canadensis* und *Lepidium densiflorum* an Bedeutung. Sie zeigen einen klaren Bezug der Gesellschaft zum Sisymbrium, den bereits PHILIPPI (l.c.: 122) nennt.

Syntaxonomische Gliederung (Tab. 1–3; Abb. 3): Im Kontakt zur Wanzensamen-Gesellschaft wurde eine Variante mit *Corispermum leptopterum* ausgeschieden. Bestände ton- oder schluffreicherer, oft verdichteter Standorte mit einem Differentialartenblock um *Matricaria inodora* wurden als Subassoziation gefaßt. Sie zeigt teilweise Kontakt zu Zwergbinsen-Gesellschaften und kann zu Agrostietea-Rasen abgebaut werden. Für kalkfreie Böden südlich Rastatt nennt PHILIPPI (1971a: Tab. 4/7–9) eine Ausbildung mit *Rhynchosinapis cheiranthos* (= *Coincya cheiranthos*), die im Rahmen der eigenen Arbeit auch an kalkhaltigen Standorten gefunden wurde. Acidophytische Bestände, u.a. mit *Scleranthus annuus*, sind auf Binnendünen selten und werden hier nicht durch Aufnahmen belegt. Wiederum treten in den genannten Ausbildungen Nährstoffzeiger der *Solanum nigrum*-Gruppe differenzierend hinzu (Abb. 3).

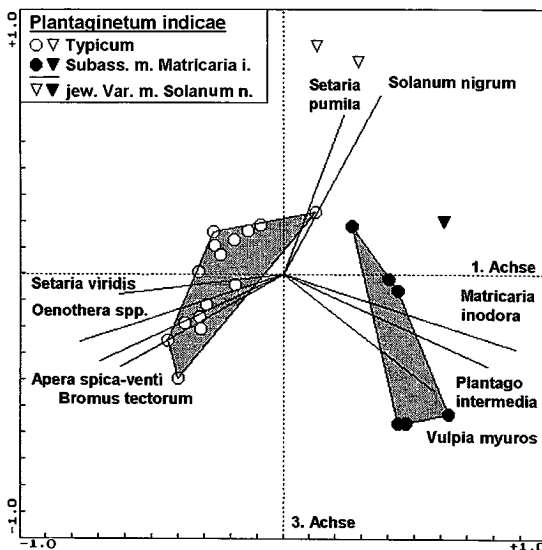


Abb. 3:
Floristische Differenzierung des
Plantaginetum indicae (Haupt-
komponentenanalyse der Aufn.
15–29 und Aufn. 43–51 nach
Histogramm-Transformation).

4.3.4 Salsolietum *ruthenicae PHILIPPI 71 – Gesellschaft des Ukrainer Salzkrauts

PHILIPPI nennt in seiner grundlegenden Arbeit zum Salsolion *ruthenicae provisorisch eine durch das Ukrainer Salzkraut charakterisierte Assoziation. MÜLLER (1981 in OBERDORFER 1983a: 71) verwarf mit KORNECK hingegen das Salsolietum, „da *Corispermum leptopterum* und *Salsola kali* ssp. *ruthenica* mit derselben Vitalität den gleichen Standort besiedeln“. Sie werten *Salsola* als schwaches Kennntaxon des Corispermum. Dennoch handelt es sich beim Salsolietum um eine in mehrfacher Hinsicht deutlich unterscheidbare Assoziation: Kommen größere Wanzensamen- und Salzkrautbestände gemeinsam in einem Dünengebiet breiter Standortamplitude

vor, so bevorzugt *Corispermum* stets rohe, lockere Sandböden; *Salsola* hingegen den ruderal beeinflussten Grenzbereich zu Kiefernwäldchen, auch Einzelbäumen oder Trockenrasen. Entsprechend zeigen Bodenproben im Vergleich zum *Corispermum leptopterum* geringere pH-Werte bei höherem Humusgehalt (Abb. 6). Das *Corispermum* ist eine typische Gesellschaft der Primärsukzession, das *Salsolium* hingegen der Sekundärsukzession auf bereits entwickelten Böden (vgl. PHILIPPI 1971a: 120). Schließlich sind gegenüber dem *Corispermum* als Trennarten *Corynephorus canescens* und *Erodium cicutarium* zu nennen, und es treten abweichende Kontaktgesellschaften auf.

Syntaxonomische Gliederung (Tab. 2): Durch syndynamische Beziehungen zu Sandtrockenrasen des *Allio-Stipetum capillatae* humoser Sandböden wurde bei Griesheim und Mainz eine Variante mit *Stipa capillata* beobachtet. An weniger xerothermen, oft betretenen Standorten kann die Gesellschaft zum *Bromo-Phleetum arenarii* KORNECK 74 tendieren (vgl. Aufn. 59). Entsprechend enthält diese *Sedo-Scleranthetea*-Gesellschaft auch *Salsolion*-Arten (vgl. OBERDORFER 1978: Tab. 80). An eher mesophytischen Standorten, gerne auf kiesigem Sand, kommt eine artenreichere Ausbildung mit Differentialarten um *Diploptaxis tenuifolia* vor. Ein Großteil der bei PHILIPPI (1971a: Tab. 3) und WITTIG (1994: Tab. 4) genannten Aufnahmen können ihr zugerechnet werden. Diese Ausbildung wird durch ausdauernde Ruderalfluren der *Artemisiete* oder halbruderalen Halbtrockenrasen der *Agropyrete* abgebaut.

4.3.5 *Chaenorrhino-Chenopodietum botryos* SUKOPP 72 – Gesellschaft des Klebrigen Gänsefußes

Die Gesellschaft des Klebrigen Gänsefußes (*Chenopodium botrys*) geht auf Erstbeschreibungen aus dem Stadtgebiet von Mannheim durch PHILIPPI und von Trümmerfeldern in Berlin durch SUKOPP zurück. Sie ist im wesentlichen auf „industriell-großstädtische“ Standorte (sensu SUKOPP 1972; vgl. MÜLLER 1981 in OBERDORFER 1983a: 70) beschränkt. Im Bereich der untersuchten Binnendünen wurde sie lediglich auf einem Schlackenweg bei Schwetzingen angetroffen. *Chaenorrhinum minus* gilt innerhalb des *Salsolion* als gute Differentialart der Gesellschaft. Auch in den Aufnahmen der übrigen *Salsolion*-Gesellschaften differenziert das Kleine Leinkraut Bestände aus dem Stadtgebiet von Mainz und von Bahnhöfen (Mächtigkeit 1-2a) gegen solche der Binnendünen (r-; geringere Stetigkeit).

4.3.6 *Eragrostio-Amarantheum blitoidis* ass. nov. – Gesellschaft des Westamerikanischen Amarants

Bei Verdichtung durch Tritt oder Befahrung wachsen auf Sandwegen im Untersuchungsgebiet verbreitete Vogelknöterich-Trittgesellschaften (*Polygonion avicularis*). Kommt es hingegen besonders an Wegkreuzungen zur oberflächlichen Bewegung der Sandböden, so fallen nahezu alle Gefäßpflanzen aus. Dennoch konnte mit großer Regelmäßigkeit an derartigen Standorten eine Gesellschaft des Westamerikanischen Amarants (*Amaranthus blitoides*) gefunden werden (Abb. 4). Da sie mit Fundorten bei Speyer, Schwetzingen, Viernheim, Griesheim und Mainz im



Abb. 4: **oben:** *Salsolietum* *ruthenicae* zwischen *Allio-Stipetum* *capillatae* und einem Sandweg im NSG „Mainzer Sand“ (vgl. Abb. 5.C), **unten:** *Eragrostio-Amarantherum* des „Mainzer Sand“, westlich der A 643; Bestand der Typusaufnahme (Fotos: M. NOBIS, jew. 28.9.1994).

Untersuchungsgebiet auf Binnendünen regelmäßig anzutreffen ist und *Amaranthus blitoides* seinen synökologischen Schwerpunkt bei oft gleichzeitig hoher Vitalität in ihr besitzt, sei sie als Assoziation beschrieben (Typusaufnahme: Nr. 34). Da in den artenarmen Beständen *Corispermum leptopterum*, *Plantago arenaria* und *Salsola *ruthenica* auftreten und *Amaranthus blitoides* auch in Dominanz-Beständen jener Arten enthalten ist, läßt sie sich gut dem Salsolion anschließen. Arten der Vogelknöterich-Trittgemeinschaften werden hingegen als Differentialarten gewertet. An den meist nährstoffreichen Standorten zeichnet sich die Gesellschaft ferner durch Arten der *Solanum nigrum*-Gruppe aus (*Portulaca oleracea*, *Solanum nigrum* u.a.).

Der Westamerikanische Amarant wurde mehrfach auch von Ackerflächen beschrieben. Bei Griesheim konnte er vergesellschaftet mit *Salsola *ruthenica* in Spargelparzellen und einer Erdbeerkultur gefunden werden. In Lößgebieten kann er vereinzelt auch in der Rebflur auftreten (z.B. Bad Dürkheim / Pfalz; Tokaj / Ungarn).

Syntaxonomische Gliederung: An frischen, stärker beschatteten Standorten wurde eine Variante mit *Impatiens parviflora* ausgeschieden.

4.4 Kontakt-Gesellschaften des Salsolion am Oberrhein

Unterbleibt eine erneute Störung durch Befahrung, Tritt oder Materialentnahme, so werden Salsolion-Bestände im Rahmen der Sukzession zu anderen Ruderalgesellschaften oder initialen Sandrasen abgebaut. Andererseits können sie durch Störung aus verschiedenen Gesellschaften neu hervorgehen. Das Salsolion steht daher in enger syndynamischer Beziehung zu bestimmten Gesellschaften der Binnendünen, die oft in Kontakt entwickelt sind. Sie konnten im Rahmen der vorliegenden Arbeit sicher nicht in ihrer Gesamtheit erfaßt werden, doch dürften im folgenden wesentliche Typen genannt sein. Beziehungen zwischen ausgewählten Gesellschaften werden in Abbildung 5 durch physiographische Skizzen veranschaulicht. Floristische Übergänge zwischen Salsolion- und Kontaktgesellschaften werden in Abbildung 7 durch Korrespondenzanalyse dargestellt.

4.4.1 Einjährige Ruderalvegetation des Sisymbrium

Floristische Gradienten im Aufnahmемaterial mit *Plantago arenaria* bei Viernheim legen eine Interpretation als Sukzessionslinie nahe (Tab. 3; Abb. 7). Danach wird der Abbau des Plantaginetum indicae (Typicum) durch Zunahme von *Apera spica-venti*, *Bromus tectorum*, *Conyza canadensis* und *Lepidium densiflorum* eingeleitet. Dies wird als Übergang zum Sisymbrium gewertet und die Bestände als **Bromo-Erigerontetum canadensis** (KNAPP 61) GUTTE 65 angesprochen (Aufn. 71–78). Mit Arten der Sedo-Scleranthetea ergeben sich kurzzeitig Beziehungen zum *Sileno conicae*-Cerastion semidecandri KORNECK 74. Diese treten jedoch in ungestörten Beständen, durch fortschreitende Sukzession zu einer *Calamagrostis epigejos*-Dominanz-Gesellschaft (Agropyreteia; Aufn. 79–83) wieder in den Hintergrund.

Während der Geländearbeiten fiel eine deutliche Korrelation der Riesenrauken-Fundorte mit denen des Salzkrauts auf. Bestätigt wird dies durch MUCINA (1993: 151), der *Salsola *ruthenica* in Österreich als Trenntaxon des **Sisymbrietum altissimi** BORNKAMM 74 wertet und diese Sisymbrium-Gesellschaft in Kontakt zum **Salsolion *ruthenicarum** beschreibt. Die Gesellschaft kommt nach MÜLLER (1981 in OBERDORFER 1983a: 68) nicht im Untersuchungsgebiet vor, wird neudings jedoch

angrenzend für den Stadtbereich von Frankfurt genannt (WITTIG 1994). Auf Binnendünen bevorzugt *Sisymbrium altissimum* gegenüber dem Salzkraut geringer ruderalisierte Standorte. Da sich dies auch in der floristischen Zusammensetzung der Bestände niederschlägt (Tab. 6), kann das *Sisymbrium altissimum* auch für die nördliche Oberrheinebene als Kontaktgesellschaft des Salsolion diskutiert werden. Sowohl Salzkraut als auch Riesenrauke kamen als Trümmerpflanzen im zerstörten Mannheim vor und bildeten damals „Massenbestände“ (REZNIK 1966: 98).

4.4.2 Ausdauernde Ruderalvegetation der Onopordetalia

Angaben für den Abbau des therophytischen Salsolion durch bienne und ausdauernde Arten zu Ruderalgesellschaften der Onopordetalia finden sich mehrfach in früheren Beschreibungen (z.B. PASSARGE 1957: 159, HÜLBUSCH 1977: 75). Meist dürfte jedoch ein *Sisymbrium*-Stadium vorausgehen.

Die Graukresse-Flur (*Berteroetum incanae* SISSINGH 50) ist eine selten flächig entwickelte Gesellschaft. Sie besitzt oft Ökoton-Charakter an schwach ruderalisierten Wegrändern. *Plantago arenaria* kann sich bei rückläufiger Störung in der Graukresse-Flur noch halten, wenn angrenzende Bestände des *Plantaginietum indicae* längst erloschen sind. Übereinstimmend nennt MÜLLER (l.c.: 253) den Sand-Wegerich als Differentialart der Graukresse-Flur. MUCINA & BRANDES (1985) geben ferner *Lepidium densiflorum* als Trennart an, die auch in den eigenen Salsolion-Aufnahmen die enge Beziehung der Gesellschaft zum *Plantaginietum indicae* betont.

Die Eselsdistel-Gesellschaft (*Onopordetum acanthii* BRAUN-BLANQUET ex. BR.-BL. et al. 36) kommt im Untersuchungsgebiet in einer östlichen Rasse mit *Carduus acanthoides* (AC) vor. Die Gesellschaft besiedelt unter anderem ehemalige Holzlagerplätze der Kiefernforste. In initialen Beständen konnte *Plantago arenaria* und *Salsola *ruthenica* beobachtet werden.

4.4.3 Sandtrockenrasen der Corynephorretalia (Sedo-Scleranthetea) und Festucetalia valesiacae (Festuco-Brometea)

Als Pionierassen kalkhaltiger Flugsande ist die Filzscharten-Blauschillergras-Gesellschaft (*Jurineo-Koelerietum glaucae* VOLK 31) im Gegensatz zu den acidophytischen Silbergrasfluren weitgehend auf Binnendünen beschränkt. Sie „stellt wahrscheinlich ein Relikt aus der spätglazialen Kiefernsteppenzeit dar“ und gehört heute „zu den am meisten bedrohten Pflanzengesellschaften“ (KORNECK 1976/77 in OBERDORFER 1978: 44). Um so bedeutender ist daher eine enge Beziehung des *Jurineo-Koelerietum* zum *Corispermum leptopterum*, als dessen Folgegesellschaft es auftreten kann (Abb 6, 7; vgl. Var. m. *Koeleria glauca* des *Corispermum* bei PHILIPPI 1971a). Die eigenen Aufnahmen enthalten vor allem Initialphasen, in denen sowohl *Corispermum leptopterum*, *Plantago arenaria* als auch *Salsola *ruthenica* auftreten (Tab. 3).

Obwohl in den Flugsandgebieten gegenüber der Schillergrasflur häufiger, ist die Frühlingspark-Silbergrasflur (*Spergulo-Corynephorretum canescentis* TÜXEN (28) 55) als Pionierassen kalkarmer Flugsande deutlich seltener am Abbau der im Kern basiphytischen Salsolion-Gesellschaften beteiligt.

Die Kopflauch-Pfriemengrasflur (*Allio-Stipetum capillatae* (KNAPP 44) KORNECK 74) gehört im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets zu den auffällig-

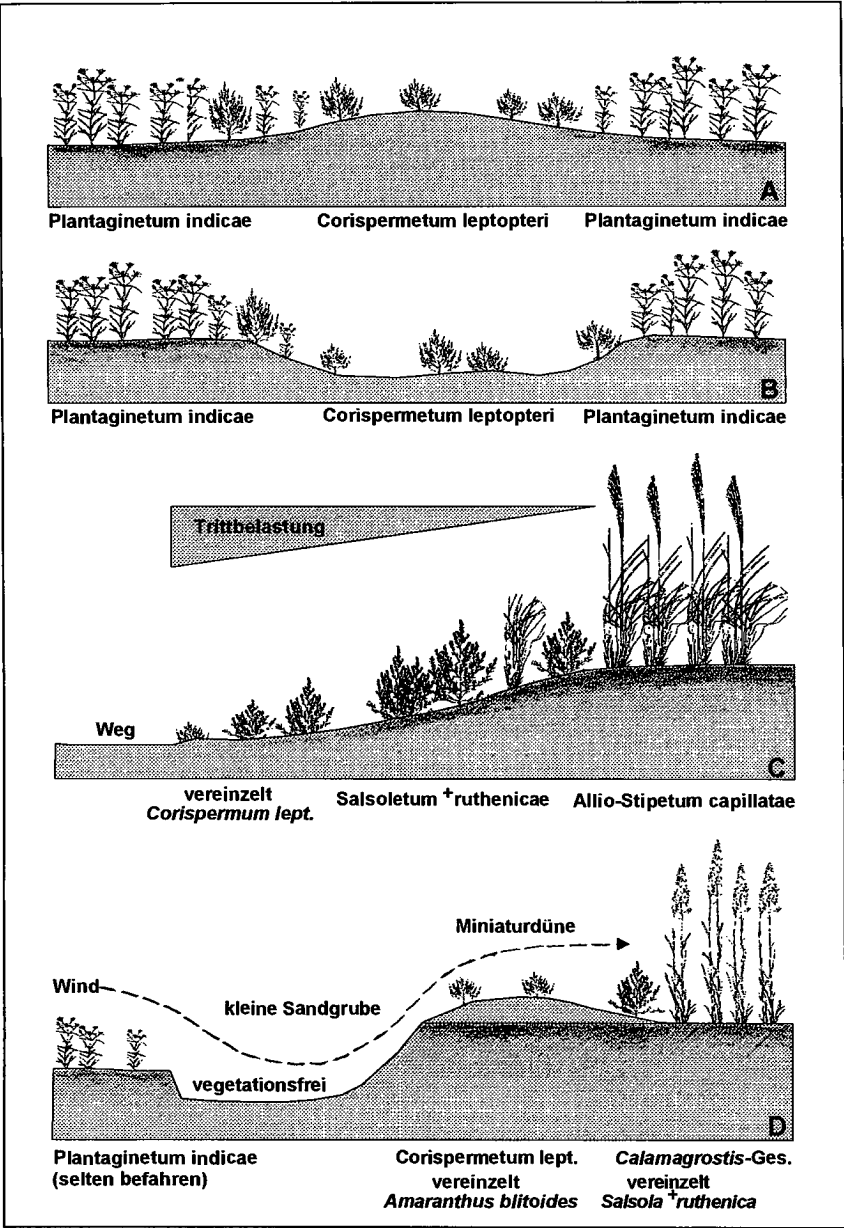


Abb. 5: Physiographische Skizzen ausgewählter Salsolion- und Kontaktgesellschaften (Darstellung der Arten nach ROTHMALER 1988; Humusgehalt der Böden durch Schattierung angedeutet).

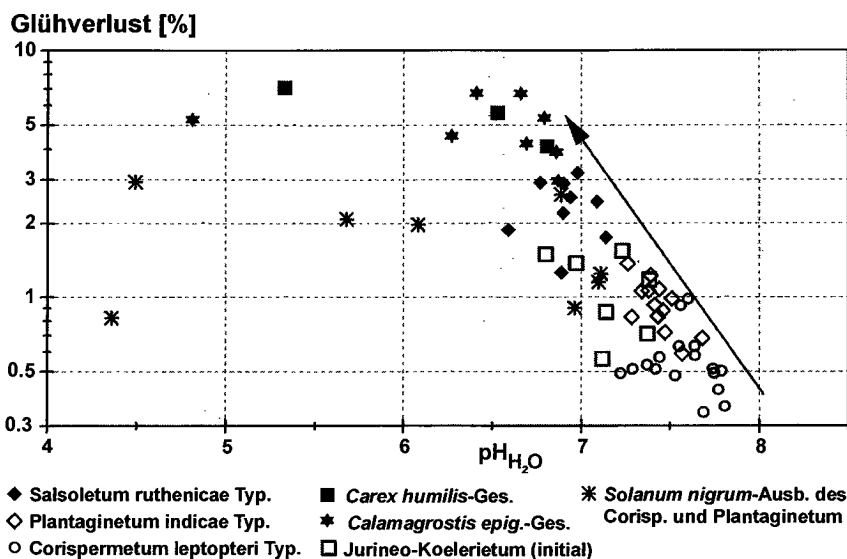


Abb. 6: Humusgehalt und Bodenacidität verschiedener Salsolion- und Kontaktgesellschaften.

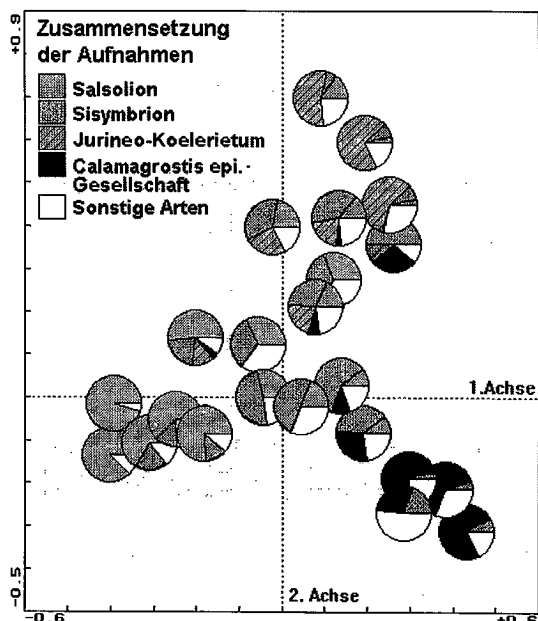


Abb. 7: Korrespondenzanalyse zur Darstellung floristischer Übergänge zwischen Salsolion, Sisymbrium, Jurineo-Koelerietum glaucae und der Calamagrostis epigejos-Dominanz-Gesellschaft (nähere Angaben vgl. Tab. 3 im Anhang).

sten Vegetationseinheiten der Binnendünen und wurden bereits ausführlich durch Aufnahmen belegt (in OBERDORFER 1978: Tab. 93, 94). Gegenüber dem Jurineo-Koelerietum zeichnet sich die Gesellschaft durch humusreichere Böden aus. Im NSG „Griesheimer Düne“ sowie im NSG „Mainzer Sand“ wurde das Salsoletum *ruthenicae in Kontakt zum Allio-Stipetum capillatae gefunden (vgl. Abb. 5.C). Beide Gesellschaften können durch ausbleibende oder erneute Störungen auseinander hervorgehen.

Bei Schwetzingen, Viernheim und Mainz fielen in Salsolion-Kontakt ferner durch *Carex humilis* dominierte Sandtrockenrasen auf (Tab. 4). Es handelt sich um sehr seltene, reife Ausbildungen der bei PHILIPPI (1971b) genannten *Helianthemum* **obscurum*-*Asperula cynanchica*-Gesellschaft. Sie wurde stets an Waldrändern oder Gehölzgruppen unter Kiefer oder Eiche gefunden. Bei Berücksichtigung des geringen Ausbreitungsvermögens der myrmekochoren Erd-Segge sind über lange Zeit ungestörte Standortbedingungen anzunehmen. Dies kommt auch durch Saum- und Gehölzarten zum Ausdruck. Die Gesellschaft dürfte teilweise als Folge-Gesellschaft des Jurineo-Koelerieten auftreten. An ihren humusreichen Xerothermstandorten konnte wie beim Allio-Stipetum randlich besonders *Salsola ruthenica* gefunden werden (vgl. Abb. 6).

Die auf Binnendünen am Oberrhein festzustellende, enge Beziehung des Salsolion zu Sandtrockenrasen gilt auch über das Untersuchungsgebiet hinaus. So werden für Ungarn die *Corispermum leptopterum* beziehungsweise *C. marschalii* nahestehenden Sippen *C. canescens* und *C. nitidum* ebenso wie *Plantago arenaria* als Kenn- oder Schwerpunktsarten für kontinentale Sandtrockenrasen angegeben (Festucion vaginatae, Festucetea vag.; SIMON 1992).

5. Keimverhalten und Phänologie

5.1 Methode

Das Keimverhalten der Arten im Jahresverlauf wurde bei Viernheim in Dauerquadraten (1m x 1m) untersucht, von denen lediglich eines in einem Bromo-Erigerontetum erhalten blieb. Hier konnten von Februar bis Dezember 1994 jeweils zwischen dem 22. und 28. des Monats insgesamt 11.792 Keimlinge gezählt und aus der Fläche entfernt werden (mind. 11.143 in 1994 gekeimt). Parallel fand im Gebiet eine grobe Dokumentation zur Phänologie statt (Abb. 9).

5.2 Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 8 zeigt die monatlichen Keimlingszahlen ausgewählter Arten. Trotz eines im Detail unterschiedlichen Keimverhaltens sind deutlich Herbstkeimer (*Arenaria*-Gruppe) und Frühlings-Sommerkeimer (*Setaria*-Gruppe) zu unterscheiden. *Lepidium densiflorum* und *Plantago arenaria* zeigen abweichend sowohl im Frühjahr als auch im Spätsommer eine Häufung ihrer Keimlinge. Die in Abbildung 9 als Frühlings- oder Sommerkeimer genannten Sippen schließen ihren Lebenszyklus bis zum Herbst ab - sie sind sommerannuell. Zu ihnen gehören bis auf den Sand-Wegerich alle Kennarten des Salsolion (einschl. *Amaranthus blitoides*). Als günstig für diesen Phänologietyp ist das allgemeine Sommermaximum der Niederschläge zu nennen, das sich auch im Witterungsverlauf 1994 zeigte.

Keimlinge / qm

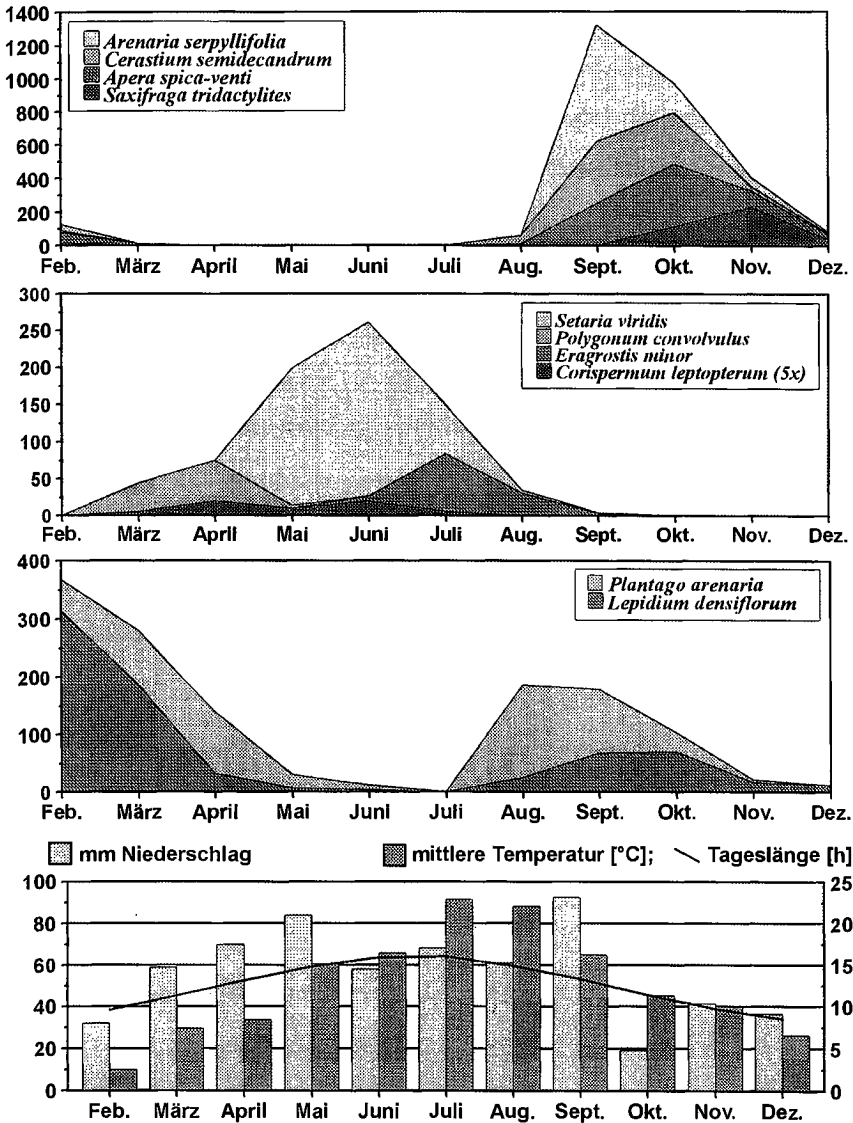


Abb. 8: Keimverhalten ausgewählter Arten im Jahresverlauf (Darstellung als Stapelflächen; Februarwerte entsprechen Keimlingsanzahl zu Beginn der Untersuchung; Angaben zur Witterung 1994 setzen sich aus der letzter Dekade des Vormonats und den ersten zwei Dekaden des angegebenen Monats zusammen. Sie stammen von der rd. 3 km entfernten Wetterwarte Mannheim-Vogelstang.

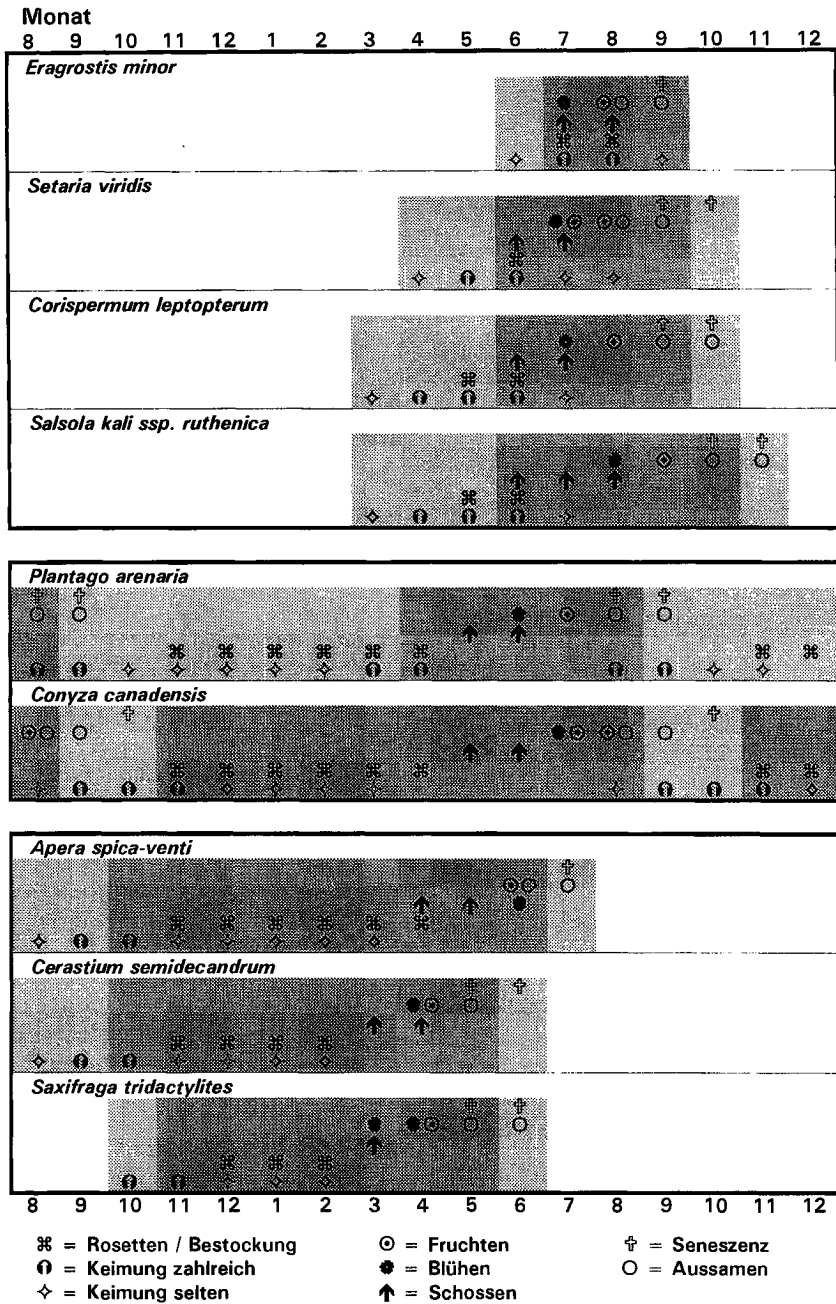


Abb. 9: Angaben zur Phänologie annueller Arten der Binnendünen (bei Überwinterungsstadien wurde die Signatur in das Vorjahr übertragen und im Fall überlappender Generationen auf eineinhalb Jahre extrapoliert; Januar-Werte nachträglich ergänzt; die Angaben entsprechen jeweils dem überwiegenden Anteil der Individuen).

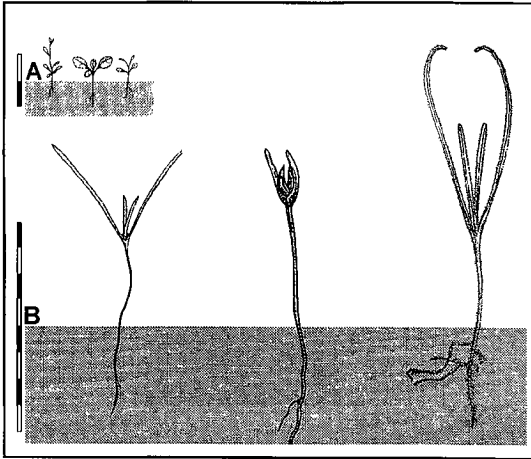


Abb. 10:
Keimlingshabitus annueller Arten
der Binnendünen.
(A) Winterannuelle (von links):
Saxifraga tridactylites, *Cerastium*
semidecandrum, *Erophila verna*;
(B) Salsolion-Arten: *Salsola kali*,
Corispermum leptopterum, *Plantago*
arenaria (nach MÜLLER 1978;
maßstäblich angepaßt; eine
Skaleneinheit entspricht 5 mm).

Herbstkeimer kommen teilweise als Winterannuelle (v.a. Sedo-Scleranthetea-Arten; Abb. 9 unten) im zeitigen Frühjahr oder mit wüchsigeren und tiefer wurzelnden Arten später im Jahr zur Samenreife (v.a. Sisymbrien-Arten). Letztere blühen teilweise quasi als „langlebig Annuelle“ noch parallel zu ersten Keimlingen der nächsten Generation (z.B. *Conyza canadensis*; Abb. 9). Die Herbstkeimer können – besonders nach Aktivierung der Samenbank durch Bodenbewegung – auch im Frühjahr keimen, doch gelangen die Pflanzen bei einsetzender Austrocknung des Oberbodens oft nicht zur Samenreife (SAUTTER 1994). *Plantago arenaria* mit seinen zwei Keimlingswellen blüht einheitlich im Sommer. Die Art ist somit zugleich sommerannuell als auch „langlebig annuell“. Dem entspricht die vermittelnde Rolle zwischen dem durch Sommerannuelle charakterisierten Salsolion und an Herbstkeimern reichen Sisymbrien.

Die jahreszeitliche Verteilung der Keimlinge erklärt jedoch nicht die Vorherrschaft Sommerannueller an besonders stark gestörten Dünenstandorten. Wegen teilweise xerothermer Bedingungen wären gerade Herbstkeimer zu erwarten. Diese verharren jedoch während des Winters in einem frühen Entwicklungsstadium (Dormanz) und besitzen so eine insgesamt längere Entwicklungszeit für reichliche Samenbildung (in Abb. 9 dunkelgrau hinterlegt). Sie sind daher besonders bei wiederholter Störung und Ausbildung von Dauerpionierbeständen gegenüber Sommerannuellen im Nachteil. Ein Größenvergleich der Keimlinge zeigt ferner, daß die der Sommerannuellen deutlich größer sind (Abb. 10). Auch wenn die Salsolion-Keimlinge im Gelände kleiner ausfallen als bei MÜLLER dargestellt, so gilt die qualitative Aussage und trifft bereits auf die Samengröße zu. Sie ist als wichtiger Faktor für die rasche Ausbildung von Wurzelsystem und Verdunstungsschutz anzusehen. Ein weiterer entscheidender Grund für die Dominanz Sommerannueller dürfte in vielen Beständen Flugsandbildung sein. Die kleinen Überdauerungsstadien der Herbstkeimer müssen dabei als besonders anfällig gegen Übersandung und Winderosion gelten, zumal nach VOLK (1931: 89) Verwehungen besonders in winterlichen Frostperioden auftreten. Trotz besonders kurzem Lebenszyklus dürfte daher auch *Eragrostis minor* nicht stärker im Salsolion vertreten sein, da sie für Sommerannuelle sehr kleine Keimlinge besitzt.

Nicht zuletzt konnten Keimlinge von *Corispermum leptopterum* und *Fumaria vaillantii* gefunden werden, obwohl die Arten adult dem Bestand fehlten. Da ihr Optimum im Sukzessionsverlauf vor dem Bromo-Erigerontetum liegt, sind sie als Relikte vorhergehender Gesellschaften zu werten, für die rezent keine geeigneten Etablierungsbedingungen mehr bestanden.

6. Das Salsolion – ein an C₄-Pflanzen reicher Verband

VOLK zeigte (1931: 140, 149), daß Winterannuelle der Binnendünen in der Regel nicht tiefer als 20 cm wurzeln und ihr Auftreten vom Wassergehalt der obersten Bodenschicht abhängt. Überraschenderweise nennt er auch für die Sommerannuellen *Corispermum marschallii* und *Salsola kali* lediglich Wurzeltiefen bis maximal 25 cm. Da gerade in der Wachstumsphase dieser Sippen die stärkste Austrocknung des Oberbodens erfolgt (l.c.: Abb. 21), müssen massive physiologische Anpassungen gegen Wasserstreß vorhanden sein. Ein Vergleich mit Literaturangaben zu C₄-Pflanzen (DOWNTON 1975, RAGHAVENDRA & DAS 1978) zeigt, daß es im Salsolion zu einer auffälligen Häufung von Arten mit diesem in unserer Flora seltenen Photosyntheseweg kommt. Taxonomisch fällt entsprechend der hohe Anteil an Chenopodiaceen, Amaranthaceen sowie panicoiden und eragrostoiden Poaceen auf. Unter den Kennarten des Salsolion sind *Amaranthus blitoides* und *Salsola *ruthenica* C₄-Pflanzen; von den Begleitern *Amaranthus albus*, *Eragrostis minor*, *Setaria viridis*, *S. pumila*, *Tragus racemosus* u.a. Eine geringere Bedeutung besitzen C₄-Pflanzen im Verband des Sisymbrium, der vergleichsweise mesophytisch dem eher xerothermen Salsolion gegenübersteht.

Sippe	Arealcharakter	
	Ozeanität	Zonalität
<i>Salsola *ruthenica</i>	kontinental	merid.-südl. temp.
<i>Corispermum leptopterum</i>	subkontinental	submerid.- temp.
<i>Chenopodium botrys</i>	kontinental	(sub)merid.
<i>Plantago arenaria</i>	kontinental	submerid.
<i>Amaranthus blitoides</i>	kontinental	merid.-südl. temp.
<i>Berteroa incana</i>	kontinental	submerid.- temp.
<i>Sisymbrium altissimum</i>	kontinental	merid.- temp.
<i>Jurinea cyanoides</i>	subkontinental	submerid.-südl. temp.
<i>Koeleria glauca</i>	kontinental	submerid.- temp.
<i>Stipa capillata</i>	kontinental	merid.- temp.

Tab. I:

Arealcharakter der Kennarten des Salsolion und ausgewählter Arten der Kontaktgesellschaften. (merid. = meridional; temp. = temperat; nach ROTHMALER - Exkursionsflora 1976, SEYBOLD in SEBALD et al. 1990, GARCKE - Illustrierte Flora 1972).

7. Ausbreitung, Verbreitung, Arealerweiterung

Tabelle I zeigt Arealeigenschaften für Arten des Salsolion und typischer Kontaktgesellschaften. Es ergibt sich ein deutlich kontinentaler Verbreitungsschwerpunkt. Heute wird meist davon ausgegangen, daß die genannten Salsolion-Arten – wie auch die meisten ihrer Begleiter – im Untersuchungsgebiet Neophyten sind. Dies ist für den nordamerikanischen *Amaranthus blitoides* offensichtlich, der erst mit Getreide oder Saatgut (Luzerne) nach Europa gelangt sein soll (AELLEN in HEGI 1979: 490). Der genaue Weg der Einschleppung des osteuropäischen *Corispermum marschallii* kann heute nicht mehr geklärt werden, doch ist kritisch zu bemerken, daß die Sippe am Oberrhein nach AELLEN (l.c.: 718) von östlichen Provenienzen morphologisch abweicht. Für *Corispermum leptopterum* ist im Untersuchungsgebiet belegt, daß er sich in Darmstadt nach Ansaat 1843 spontan

ausbreitete. Auch frühe Funde von *Salsola *ruthenica* gehen im Untersuchungsgebiet möglicherweise auf Ansaat zurück. Außerdem wurde die Sippe immer wieder durch Getreide, Wolle und Südfrüchte eingeschleppt. *Plantago arenaria* ist nach PHILIPPI (SEBALD et al. 1996: 252) ebenfalls erst mit dem Menschen in das Gebiet eingewandert. Aktuelle Fundorte außerhalb der Binnendünen legen für *Plantago arenaria* und *Salsola *ruthenica* Wanderbewegungen entlang von Bahnlinien nahe (Abb. 11). Dies ist in anderen Gebieten noch deutlicher, wenn die Sippen auf diese Lokalitäten beschränkt bleiben (vgl. BRANDES 1983: 40). Der Sand-Wegerich siedelt auch an Autobahnen, hier teilweise auf den Mittelstreifen. Darüber hinaus können Salsolion-Arten mit Aushubmaterial, Baustellenfahrzeugen oder im Rahmen militärischer Übungen in neue Gebiete gelangen. Für die Ausbreitung innerhalb der Bestände und auf benachbarte Flächen ist bei *Corispermum leptopterum* und *Salsola *ruthenica* der sonst in unserer Flora sehr seltene Ausbreitungstyp des Steppenrollers bemerkenswert. Nach ihrer Seneszenz brechen die Pflanzen basal ab, werden dann als größere Ausbreitungseinheiten vom Wind verfrachtet und setzen dabei Samen frei (Abb. 11). *Plantago arenaria* besitzt eine effektive Ausbreitung durch verschleimende Samen.

Die Verbreitung der Salsolion-Arten in den alten Bundesländern ohne Berlin zeigt heute ein erstaunlich gesetzmäßiges Muster (Abb. 12). Auffällig ist die Konzentration der Fundorte an großen Flüssen und im Bereich der Ballungsräume. Letztere begünstigen durch Hafen-, Bahn-, Industrieanlagen etc. und allgemein höheren Ruderalisierungsgrad Verschleppung und Etablierung der Arten auf den sandigen oder kiesigen Böden. Die gemeinsame Darstellung von Ballungsräumen und bedeutenden Vorkommen von Lockersedimenten entspricht weitgehend dem Verbreitungsmuster der Salsolion-Sippen (Abb. 13), in das sich weitere Arten zwanglos einreihen (z.B. *Lepidium densiflorum*, *Cynodon dactylon*). Außerhalb der Binnendünen kommen Salsolion-Arten am Oberrhein in abweichenden Gesellschaften vor. Sie gehören nur teilweise dem Salsolion an, dürften aber als „stepping stones“ oder Bestandteil von Metapopulationen von zentraler Bedeutung für die Arealerweiterung der Arten sein.

Der Schwerpunkt des Salsolion wird im Untersuchungsgebiet jedoch auf Binnendünen gesehen. Hier treten die Salsolion-Sippen am ehesten gemeinsam auf und bilden individuenreich die beschriebenen, standörtlich differenzierten Gesellschaften. Sie sind auf den Binnendünen typischer Bestandteil eines Vegetationskomplexes, dessen Reliktcharakter seit längerem von vegetationskundlicher Seite diskutiert wird. Zoologische Untersuchungen haben in den letzten Jahren Arten aufgezeigt, die als Relikte der nacheiszeitlichen Steppenfauna eingestuft werden (u.a. LEIST 1994). Sie umfassen Vertreter der endogäischen Mesofauna (RUSSEL et al. 1994), die einen Reliktcharakter auch offener und leicht bewachsener Sandböden nahelegen. Es könnte daher für einzelne Sippen des Salsolion (bes. *Corispermum marschalii*, *Salsola *ruthenica*, evtl. *Plantago arenaria*) an eine Überdauerung im Gebiet gedacht werden, obwohl das Verhalten als Adventivpflanzen und ihr rezenter Schwerpunkt auf anthropogen gestörten Dünen zunächst dagegen zu sprechen scheinen. Potentielle Reliktstandorte sind besonders an Fließgewässern der Flugsandgebiete im Bereich ausgedehnter, windexponierter Gleithänge und temporär durchflossener Gewässerrinnen zu suchen (vgl. Abschnitt 2, Abb. 5.D). Früh ist auch mit einem ruderalisierenden Einfluß des Menschen in diesem Bereich zu rechnen. PHILIPPI erscheinen jedoch Reliktstandorte an Flußböschungen allgemein fraglich. Er sieht als kritische Phase der Überdauerung einen Zeitraum im Übergang

zwischen Kiefern- und Haselzeit vor den ersten stärkeren Eingriffen durch den Menschen in der Jungsteinzeit (1971b: 94).

Fundorte des Salsolion sind heute aus Deutschland, den Niederlanden, Österreich, der Slowakei und Rumänien bekannt geworden (vgl. HÜLBUSCH 1977,



Abb. 11: oben: *Salsola ruthenica* im Gleisschotter des Hbhf. Darmstadt, unten: Steppenroller von *Corispermum leptopterum* auf einem Traktorentestgelände zwischen Viernheim und Lampertheim (Fotos: M. NOBIS, 27.9.1994, 29.9.1994)

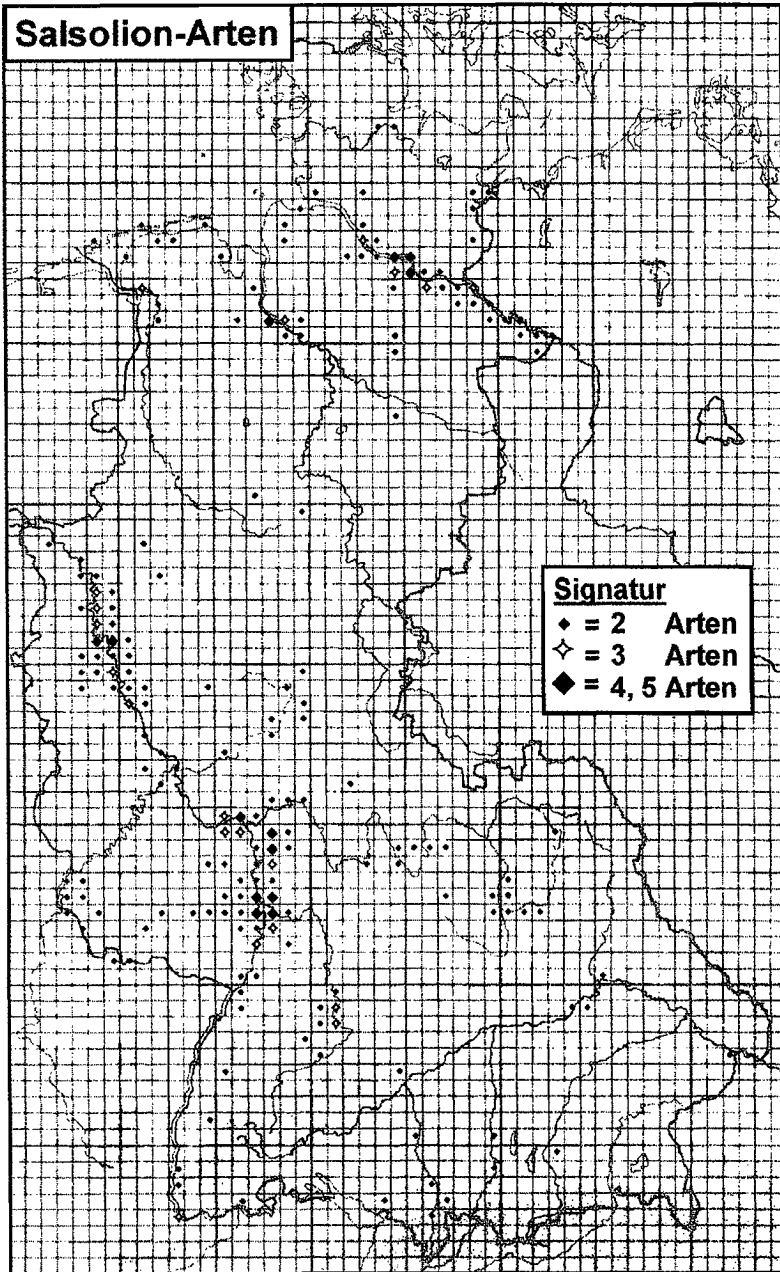


Abb. 12: Gemeinsame Verbreitung der Kennarten des Salsolion in Westdeutschland (*Amaranthus blitoides*, *Chenopodium botrys*, *Corispermum hyssopifolium* agg. (nahezu ausschließlich *C. leptopterum*), *Plantago arenaria*, *Salsola* **ruthenica*; Verbreitung der Einzelsippen nach HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988).

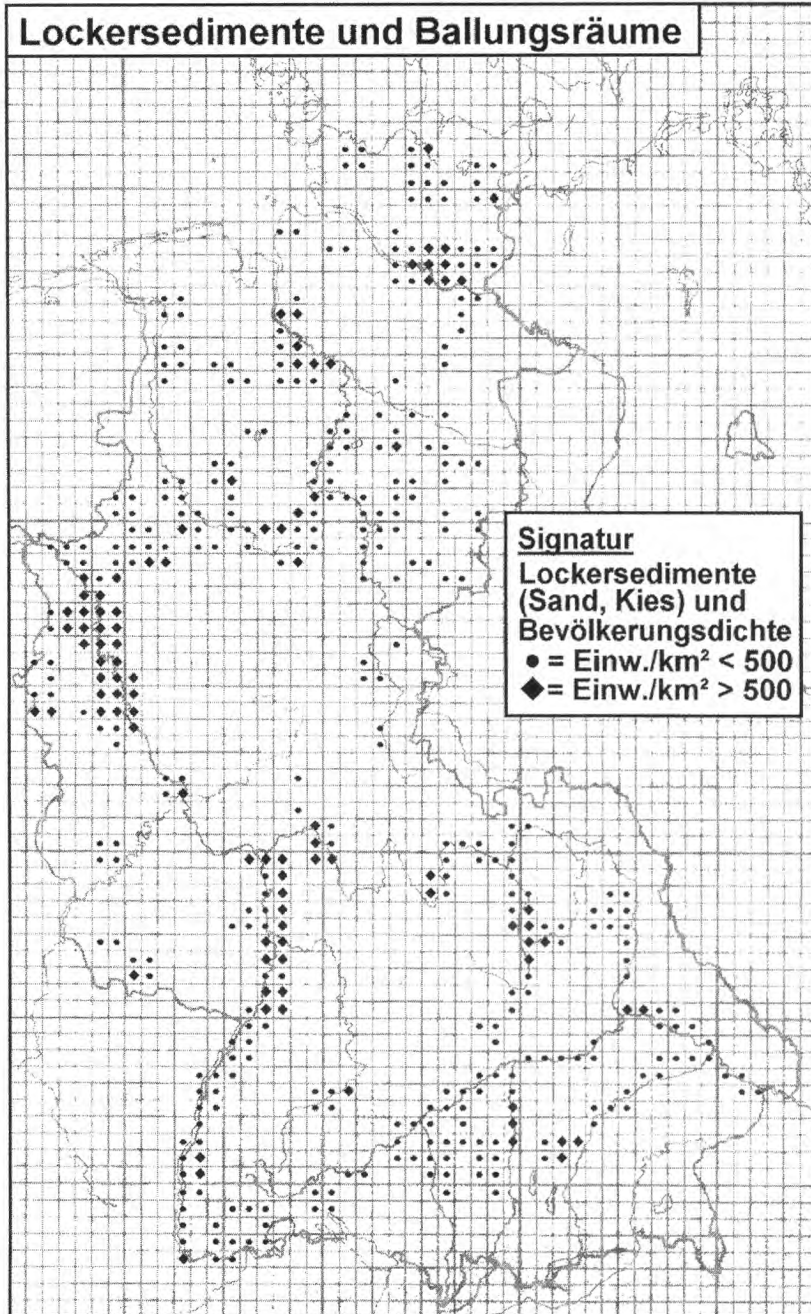


Abb. 13: Bedeutende Kies- und Sandlagerstätten in Westdeutschland und ihre Lage zu Ballungsräumen (Lagerstätten nach KOENSLER 1989; Bevölkerungsdichte nach DIERCKE Weltatlas 1977: 29/III).

MUCINA et al. 1993). Für Ungarn werden *Corispermum*-Arten (dort *C. canescens*, *C. nitidum*), *Plantago arenaria* und *Salsola *ruthenica* von Standorten beschrieben, die denen der Binnendünen am Oberrhein weitgehend entsprechen (BORHIDI 1956, SIMON 1992). Nach eigener Anschauung kommen in Brandenburg *Plantago arenaria* und *Corispermum leptopterum* wie im Untersuchungsgebiet auf Sandböden militärischer Übungsplätze vor (z.B. bei Zossen) und kann *Salsola *ruthenica* in Südfrankreich auf Sandböden in der naturnahen Aue der Ardeche gefunden werden. Die über diese Gebiete hinausgehende Verbreitung der Sippen läßt ein nach Osten deutlich größeres Areal des Verbands erwarten, der auf den Binnendünen am Oberrhein in einer nordwestlichen Exklave untersucht wurde.

8. Bemerkungen aus Sicht des Naturschutzes

Die Ruderalgesellschaften des Salsolion hängen heute im Untersuchungsgebiet stark von anthropogenen Eingriffen ab. Bleiben sie aus, beispielsweise in Schutzgebieten, brechen besonders die Bestände von *Corispermum leptopterum* als Lockersandpionier rasch zusammen. Das *Corispermum leptopterum* wird für die Naturschutzgebiete bei Sandhausen als „stark gefährdet“ eingestuft (BREUNIG 1994). In Schleswig-Holstein und Hamburg gilt der Schmalflügelige Wanzensame ebenfalls als „stark gefährdet“ (DIERSSEN & MIERWALD 1987). Die nahestehenden Arten *Corispermum canescens* und *C. nitidum* gehören in Ungarn zu den geschützten Pflanzen. Letztere gilt in Österreich als ausgestorben. Eine Gefährdung der Salsolion-Arten durch die allgemein hohen Kaninchenpopulationen der Binnendünen im Untersuchungsgebiet konnte im Gegensatz zu Arten anderer Gesellschaften dagegen nicht festgestellt werden.

Für den praktischen Naturschutz kann das Salsolion zur Abgrenzung von Bereichen dienen, die für die Etablierung hochgradig gefährdeter Sandtrockenrasen geeignet sind. Dies gilt für Typische Ausbildungen des *Corispermum* und *Salsoletum*, auf denen keine Aufforstungen mehr erfolgen sollten. Die bei militärischer Nutzung ausgedehnten Ruderalflächen sind auch in Schutzgebieten ein wichtiger Bestandteil der Vegetation. Sie werden durch Arten benachbarter Trockenrasen, die ihrerseits im Verlauf der Sukzession durch andere Pflanzengesellschaften verdrängt werden, neu besiedelt und sind daher für deren nachhaltigen Schutz unerlässlich (vgl. BREUNIG 1994, ROHDE 1994; Stichwort: Prozeßschutz). Darüber hinaus sind offene Sandflächen und Störstellen in dichteren Vegetationseinheiten für die Dünenfauna von großer Bedeutung (vgl. Saltatoria: KRÜSS 1994, Araneae: LEIST 1994, endogäische Mesofauna: RUSSEL et al. 1994) und beherbergen Salsolion-Arten verschiedene Insekten der Roten Liste (z.B. Wanzenarten an *Salsola *ruthenica*: *Polymerus cognatus*, *Polymerus vulneratus*, *Piesma salsolae*; VOIGT 1994). Schutzziel in größeren Dünengebieten muß daher ein reichhaltiger Gesellschaftskomplex von Ruderalfluren bis hin zu Trockenwäldern sein. In diesem Sinne sollten begrenzte Trittschäden, Störstellen durch Kaninchen oder gezielte Ruderalisierung geeigneter Flächen, wie in Sandhausen praktiziert, in Schutzkonzepten mit einbezogen werden.

Danksagung: Mein Dank gilt in besonderem Maße Frau Professor Dr. OTTI WILMANNs für die kritische Betreuung der Arbeit und der dabei gewährten inhaltlichen Freiheit. Hilfreiche Anregungen zur Syntaxonomie erhielt ich von Frau Prof. Dr. ANGELIKA SCHWABE-KRATOCHWIL (Darmstadt). Den Verantwortlichen der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege (BNL) in Karlsruhe, des Regierungspräsidiums Darmstadt sowie des Hessischen Forstamts Lampertheim sei für Zugangsberechtigungen, der Wetterwarte Mannheim-Vogelstang für die Überlassung lokaler Witterungsdaten gedankt.

Schrifttum

- BECKSMANN, E. (1966): In: Die Stadt- und Landkreise Heidelberg und Mannheim. – Amtl. Kreisbeschreibung – Bd. 1 – Hrsg.: Staatl. Archivverwaltung Bad.-Württ. m. den Städten u. Landkreisen Heidelberg u. Mannheim, 888 S., Karlsruhe (Braun).
- BRANDES, D. (1983): Flora und Vegetation der Bahnhöfe Mitteleuropas. – *Phytocoenologia* 11: 31–115, Stuttgart.
- BREUNIG, TH. & KÖNIG, A. (1989): Grundlagenuntersuchung über Dünenstandorte und Sandrasenvegetation. – Gutachten im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (unveröff.), 135 S. + 134 Erhebungsbögen, Karlsruhe.
- BREUNIG, TH. (1994): Flora und Vegetation der Sandhausener Dünen „Pferdstrieb“ und „Pflege Schönaugalgenbuckel“. – In: Die Sandhausener Dünen. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 80: 29–95, Hrsg.: Landesanstalt f. Umweltschutz Bad.-Württ., Karlsruhe.
- BORHIDI, A. (1956): Die Steppen und Wiesen im Sandgebiet der Kleinen Ungarischen Tiefebene. – *Acta Bot. Hung.*, 2: 241–274.
- BRUNNER, H., HÜTTNER, R. & SCHREINER, A. (1989): Geologische Übersichtskarte von Baden-Württemberg 1: 500.000. – Hrsg.: Geologisches Landesamt Bad.-Württ.
- DIERCKE, C. (Begr.) (1977): Weltatlas. – 22. Aufl. – 234 S., Braunschweig (Westermann).
- DIERSCHE, H. (1994): Grundlagen und Methoden der Pflanzensoziologie. – 683 S., Stuttgart (Ulmer).
- DIERSEN, K. & MIERWALD, U. (Hrsg.) (1987): Atlas der Flora Schleswig-Holsteins und Hamburg. – 654 S., Neumünster (Wachholtz).
- DIERSEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie. – 241 S., Darmstadt (Wissenschaftliche Buchgesellschaft).
- DOWNTON, W. J. S. (1975): The Occurrence of C_4 Photosynthesis Among Plants. – *Phytosynthetica* 9 (1): 96–105.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – 1096 S., Stuttgart (Ulmer).
- GARCKE, A. (Begr.) (1972): Illustrierte Flora – Deutschland und angrenzende Gebiete. – 23. Aufl. (1607 S., Berlin/Hamburg (Parey).
- HÜLBUSCH, K. H. (1977): *Corispermum leptopterum* in Bremen. – *Mitt. flor.-soz. Arb.gem. N. F.* 19/20: 73–81, Todenmann-Göttingen.
- HEG, G. [Begr.] (1979): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. – 2. Aufl. – Band III/2 – 631 S., München (Hanser).
- HAUPLER, H. & SCHÖNFELDER, P. (Hrsg.) (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – 768 S., Stuttgart (Ulmer).
- HÜPPE, J. & HOFMEISTER, H. (1990): Syntaxonomische Fassung und Übersicht über die Ackerunkrautgesellschaften der Bundesrepublik Deutschland. – *Ber. Reinh. Tüxen-Ges.* 2, 61–82.
- KOENSLER, W. (1989): Sand und Kies: Mineralogie, Vorkommen, Eigenschaften, Einsatzmöglichkeiten. – 123 S., Stuttgart (Enke).
- KRÜSS, A. (1994): Die Heuschrecken der Sandhausener Naturschutzgebiete „Pferdstrieb“ und „Pflege Schönaugalgenbuckel“. – In: Die Sandhausener Dünen. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 80: 147–151, Hrsg.: Landesanstalt f. Umweltschutz Bad.-Württ., Karlsruhe.
- LEIST, N. (1994): Zur Spinnenfauna zweier Binnendünen um Sandhausen bei Heidelberg (Arachnida: Araneae). – In: Die Sandhausener Dünen. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 80: 349–352, Hrsg.: Landesanstalt f. Umweltschutz Bad.-Württ., Karlsruhe.
- LÖSCHER, M. (1994): Zum Alter der Dünen auf der Niederterrasse im nördlichen Oberrheingraben. – In: Die Sandhausener Dünen. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 80: 17–22, Hrsg.: Landesanstalt f. Umweltschutz Bad.-Württ., Karlsruhe.
- MEUSEL, H., JÄGER, E. J. (Hrsg.) (1992): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. – Bd. 3 Text, 333 S., Jena (Fischer).
- MUCINA, L. & BRANDES, D. (1985): Communities of *Berteroa incana* in Europe and their geographical differentiation. – *Vegetatio* 59: 125–136.
- MUCINA, L., GRABHERR, G. & ELLMAUER, T. [Hrsg.] (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. – Teil 1, 578 S., Jena (Fischer).
- MULLER, F. M. (1978): Seedlings of the Northwestern European lowland. – 654 S., The Hague, Boston (Junk).
- OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1978/83a): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. – 2. Aufl. Teil II, 311 S., Teil III, 455 S., Jena (Fischer).

- OBERDORFER, E. (1983b): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 5. Aufl. (1051 S., Stuttgart (Ulmer).
- PASSARGE, H. (1957): Zur soziologischen Stellung einiger bahnbegleitender Neophyten in der Mark Brandenburg. – Mitt. flor. soz. Arb. gem. N.F. 6/7: 155–163.
- PHILIPPI, G. (1971a): Zur Kenntnis einiger Ruderalgesellschaften der nordbadischen Flugsandgebiete um Mannheim und Schwetzingen. – Beitr. naturk. Forsch. Südwest.-Dtl. 30: 113–131, Karlsruhe.
- PHILIPPI, G. (1971b): Sandfluren, Steppenrasen und Saumgesellschaften der Schwetzingener Hardt (nordbadische Rheinebene). – Veröff. Landesst. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 39: 67–130, Ludwigsburg.
- PHILIPPI, G. (1973): Sandfluren und Brachen kalkarmer Flugsande des mittleren Oberrheingebietes. – Veröff. Landesst. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 41: 24–62.
- POTT, R. (1992): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. – 427 S., Stuttgart (Ulmer).
- RAGHAVENDRA, A. S. & DAS, V. S. R. (1978): The occurrence of C_4 photosynthesis: A supplementary list of C_4 plants reported during late 1974. – Photosynthetica 12: 200–208.
- REZNIK (1966): In: Die Stadt- und Landkreise Heidelberg und Mannheim. – Amtl. Kreisbeschreibung – Bd. 1 – Hrsg.: Staatl. Archivverwaltung Bad.-Württ. m. den Städten u. Landkreisen Heidelberg u. Mannheim, 888 S., Karlsruhe (Braun).
- ROHDE, U. (1994): Gefahren für Sandrasen und Binnendünen. – In: Die Sandhausener Dünen. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 80: 349–352, Hrsg.: Landesanstalt f. Umweltschutz Bad.-Württ., Karlsruhe.
- ROTHMALER, W. (1976): Exkursionsflora – Kritischer Band. – 811 S., Berlin (Volk und Wissen).
- ROTHMALER, W. (Begr.) (1988): Exkursionsflora – Atlas der Gefäßpflanzen. – 752 S., Berlin (Volk und Wissen).
- RUSSEL, D. J. et al. (1994): Zur Mesofauna des Bodens der Sandhausener Dünen. – In: Die Sandhausener Dünen. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 80: 349–352, Hrsg.: Landesanstalt f. Umweltschutz Bad.-Württ., Karlsruhe.
- SCHIRMER, H. (1969): Langjährige Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur und des Niederschlags in der BRD für die Periode 1931–1960. – Ber. d. Dt. Wetterdienstes 115 – 4 S., 3 Tab. und 28 Karten, Offenbach (Selbstverlag).
- SAUTTER, R. (1994): Das Samenpotential des Bodens im Naturschutzgebiet „Pflege Schönaugalgenbuckel“ – In: Die Sandhausener Dünen. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 80: 129–146, Hrsg.: Landesanstalt f. Umweltschutz Bad.-Württ., Karlsruhe.
- SEBALD, O., SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G. (1990/93): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. – Bd. 1, 1./2. Aufl. – 613/624 S., Stuttgart (Ulmer).
- SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G. & WÖRZ, A. (1996): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. – Bd. 5, 1. Aufl. – 539 S., Stuttgart (Ulmer).
- SIMON, T. (1992): A Magyarországi Edényes Flóra Határozója. – 892 S., Budapest
- VOIGT, K. (1994): Die Wanzen der Sandhausener Dünengebiete. – In: Die Sandhausener Dünen. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 80: 349–352, Hrsg.: Landesanstalt f. Umweltschutz Bad.-Württ., Karlsruhe.
- VOLK, O. H. (1931): Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der oberrheinischen Tiefebene. – Zeitschrift für Botanik, Bd. 24: 81–185, Jena (Fischer).
- WITTIG, R. (1994): Die Stadtvegetation von Frankfurt. – Geobot. Kolloq., 10: 77–87, Frankfurt.

(Am 24. Januar 1997 bei der Schriftleitung eingegangen.)

Anhang (Vegetationstabellen)

Gebiete

D	Kiesschüttung nahe Bhf. Darmstadt-Arheilgen.
G	NSG 'Griesheimer Düne' zwischen Griesheim und Pfungstadt.
H	zwischen Schwetzingen und Rheinau; Gewann Hirschacker.
K	Böschung der ersten Brücke über die A 67 südl. des Darmstädter Kreuzes.
I	am Gleiskörper der Bahnlinie zwischen Lorsch und Bürstadt.
L	Lorsch; künstliche Düne zwischen Lorsch und Hüttenfeld nordwestl. der Abdeckerei.
M	altes NSG 'Mainzer Sand' und neue, angrenzende Bereiche westlich der A 643.
Ö	Mörsch; NSG 'Dreisnitz'.
P	Speyer; Standortübungsplatz im Dudenhofener Wald.
R	südl. Rastatt; zwischen B3 und B36; nördl. B500.
S	NSG 'Sandhausener Düne-Pferdstrieb'; öffentl. zugänglicher Bereich.
V	ehem. Standortübungsplatz westl. Viernheim.
v	Viernheimer Heide; Freiflächen nördl. A 6; zwischen Viernheim und Lampertheim.

syntaxonomische Abkürzungen

A, V, O, K	Kenntaxa der Assoziation, des Verbands, der Ordnung, der Klasse
G	bezeichnende Art einer ranglosen Gesellschaft
D, d, dd	Trenntaxa der Assoziation (DA) o. Ges., der Subass., der Variante
B	Begleiter
schw.	schwache Kenn- oder Trenntaxa
lok.	lokale Kenn- oder Trenntaxa

Übersicht und Nummerierung der Syntaxa (unsichere Zuordnungen in Klammern):

<u>Nr.</u>	<u>Tab.</u>	<u>Ass./Ges.</u>	<u>Verband</u>	<u>Ordnung</u>	<u>Klasse</u>
1	1, 2	Corispermetum leptopteri	Salsolion	Sisymbrietalia	Stellarietea
2	1, 2, 3	Plantaginetum indicae	"	"	"
3	1	Eragrostio-Amarantheum blitoidis	"	"	"
4	2	Salsoletum *ruthenicae	"	"	"
5	3	Bromo-Erigeronetum canadensis	Sisymbriion	"	"
6	3	<i>Calamagrostis epigejos</i> -Ges.	-	-	Agropyretea
7	3	Jurineo-Koelerietum glaucae	Koelerion gl.	Corynephorotalia	Sedo-Scleranthetea
8	4	<i>Helianthemum-Asperula</i> -Ges.	-	Festucetalia val.	Festuco-Brometea
9	4	<i>Tragus racemosus</i> -Ges.	(Salsolion)	Sisymbrietalia	Stellarietea
10	4	<i>Sisymbrium altissimum</i> -Ges.	Sisymbriion	Sisymbrietalia	Stellarietea

Tabelle 2

Corispermum I.		Plantaginatum ind.		Salsolium ruthenicae	
Subass. m.		Subass. m. Matricaria	Typ.	Typicum	Subass.
Solanum nigr.		Typ. Var.	V.m.Sol.	Typ. Var.	V.m.Stipa
Mittl. Artenzahl (Gefäßpfl.)	19,0	25,5		10,6	12,7
lfd. Nr.	41 42	43 44 45 46 47 48 49 50 51		52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65	
Deckung ges. (%)	15 70	65 40 35 50 30 30 35 70 80		25 30 30 85 10 95 70 95 95 75 90 25 35 40	
KS (%)	15 70	65 40 35 50 30 30 35 70 80		15 30 30 85 10 95 70 95 95 75 90 25 35 40	
MS (>1%)	-	- 3 10 - - - - -		15 - - 15 95 90 3 20 70 30 25 - -	
Artenzahl (Gefäßpfl.)	16 22	24 20 24 29 22 34 26 8 28		8 15 10 11 9 11 13 8 13 13 12 12 17 26	
Aufnahmefläche [qm]	30x30	5x5 4x2 15x1 5x5 5x5		2x1 2x1 4x2 6x3 3x1 5x3 5x3	
	3x3	7x7 5x10 5x2 3x3		2x1 3x3 2x2 5x2 3x3 4x2 5x3	
Gebiet	v v	V V M R V V R v v		V V M V S S v M G G G M D D	
A1, V1-4	Corispermum leptopterum	b b			
A2, V1-4	Plantago arenaria	+ +			
A4, V1-4	Salsola kali ssp. ruthenica	+ +			
DA4 (schw.)	Erodium cicutarium				
d2	Corynephorus canescens				
	Malicaria odorata				
	Taraxacum officinale agg.				
	Plantago intermedia				
	Cerastium holosteoides				
	Lactuca serriola				
	Vulpia myuros				
	Plantago major				
	Potentilla supina				
	Prunella vulgaris				
d1, dd2	Solanum nigrum				
	Polygonum lapathifolium				
	Setaria pumila				
dd4	Echinochloa crus-galli				
	Strauchflechten (>1%)				
d4	Stipa capillata				
	Diplaxis tenuifolia				
	Artemisia vulgaris				
	Convolvulus arvensis				
V1-4	Amaranthus blitoides				
O1-5	Setaria viridis				
	Coryza canadensis				
	Bromus tectorum				
	Lepidium densiflorum				
	Sisymbrium altissimum				
K1-5	Erigeron annuus				
	Chenopodium album/strictum				
	Eragrostis minor				
	Digitaria sanguinalis				
	Chaenorrhhinum minus				
	Apera spica-venti				
Sonstige	Arenaria serpyllifolia agg.				
	Oenothera spp. (Rosetten)				
	Euphorbia cyparissias				
	Medicago lupulina				
	Polygonum aviculare agg.				
	Polygonum convolvulus				
	Echium vulgare				
	Plantago lanceolata				
	Elymus repens				
	Cerastium semidecandrum				
	Carduus arvensis				
	Oenothera spp. (blüh. Pfl.)				

ferner (weitere Arten der Solanum nigrum-Gruppe unterstrichen) in Aufn. 41: 1 Amaranthus chlorostachys, 1 Chenopodium pumilio, 1 Senecio vulgaris, 1 Populus x canadensis (juv.), 1 Tussilago farfara; 42: + Asparagus officinalis, + Poa compressa, + Rumex acetosella agg., + Artemisia absinthium, 1 Scleranthus annuus; 43: 1 Lolium perenne, 1 Veronica praecox, + Medicago minima, + Rumex crispus, 1 Achillea millefolium agg., 1 Berteroa incana, 1 Bromus hordeaceus ssp. hordeaceus, 1 Melandrium album; 44: 1 Scleranthus annuus, + Veronica persica, 1 Cynoglossum officinale; 45: 1 Calamagrostis epigejos, 1 Crepis capillaris, 1 Epilobium lamyi, 1 Filago minima, 1 Solidago gigantea, + Anagallis arvensis, + Trifolium arvense, + Veronica praecox, + Viola arvensis, + Filago vulgaris, 1 Agrostis capillaris; 46: a Mellilotus albus, a Solidago gigantea, 1 Anagallis arvensis, 1 Epilobium adenocaulon, 1 Hypericum perforatum, 1 Potentilla reptans, 1 Saponaria off., + Brachypodium sylvaticum, + Pinus sylvestris (juv.), + Scrophularia nodosa, + Trifolium arvense, + Teucrium scorodonia, + Verbena officinalis, + Verbascum pulverulentum, + Centraurium pulchellum, 1 Rubus fruticosus agg. (juv.); 47: 1 Agrostis capillaris, 1 Agrostis stolonifera, + Crepis tectorum, + Hypericum perforatum, + Trifolium campestre, 1 Archium lappa; 48: 1 Bromus hordeaceus ssp. hordeaceus, + Agrostis stolonifera, + Hordeum murinum, + Poa compressa, + Trifolium arvense, + T. repens, 1 Archium lappa, 1 Crepis tectorum, 1 Dactylis glomerata; 49: 1 Capsella bursa-pastoris, 1 Chenopodium polyspermum, 1 Coronopus didymus, 1 Veronica persica, + Gnaphalium uliginosum, + Juncus bufonius, + Oxalis fontana, + Ranunculus repens, + Euphorbia pepus, + Trifolium repens, 1 Lolium perenne, 1 Lotus comiculatus, 1 Trifolium pratense; 50: 1 Rumex acetosella agg.; 51: 1 Achillea millefolium agg., 1 Artemisia absinthium, + Bromus hordeaceus ssp. hordeaceus, + Chrysanthemum vulgare, 1 Chenopodium pumilio, 1 Poa compressa, 1 Rumex acetosella agg., 1 Scleranthus annuus; 52: + Calamagrostis epigejos; 53: + Dactylis glomerata, 1 Sambucus nigra, 1 Solanum nitidibaccatum; 54: + Digitaria ischaemum, + Phleum arvense, 1 Artemisia campestris, 1 Thymus serpyllum; 55: + Calamagrostis epigejos, 1 Poa angustifolia; 56: + Agrostis capillaris, + Fragaria viridis, + Rubia pseudacalia (juv.), + Sedum acre; 57: m Sedum acre, + Digitaria ischaemum, + Stachys recta, 1 Vincetoxicum hirundinaria; 58: 1 Euphorbia seguierana, + Calamintha acinos, + Koeleria glauca, + Papaver dubium; 59: 2a Phleum arvense, 1 Medicago minima, + Digitaria ischaemum; 60: 1 Centauria stoebe, + Helichrysum arvense, + Ononis repens; 61: + Crepis tectorum, + Medicago minima, + Ononis repens; 62: 1 Myosotis ramosissima/stricta, + Ononis repens; 63: + Amaranthus retroflexus, 1 Amaranthus albus; 64: + Equisetum arvense, + Linaria vulgaris, + Poa angustifolia, + Polygonum persicaria, 1 Saponaria officinalis, 1 Viola arvensis; 65: 1 Achillea millefolium agg., + Asparagus officinalis, + Geranium molle, + Melandrium album, + Saponaria officinalis, + Solanum nitidibaccatum, + Poa angustifolia, + Solidago canadensis, + Viola arvensis, 1 Amaranthus retroflexus, 1 Hypericum perforatum, 1 Silene vulgaris

Tabelle 3

		Abbau des Plantaginietum indicae typicum			Jurineo- Koelerietum glaucae (Fragmentcharakter p.p.)
		Setario-Plantaginietum indicae typicum Abbauphase	Bromo-Erigeretu mit Arten des Sileno-Cerastion	Agro- pyreteaa Gesellsch.	
Mittl. Artenzahl (Gefäßpfl.)		15,2	22,4	16,0	15,3
lfd. Nr.		15,2	22,4	16,0	15,3
Deckung ges. (%)		23 4 4 2 4 7 6 7 8 8 6 9 9 9 7 9 8	3 1 2 2 2 2 5 7 8 7 9 8	3 1 2 2 2 2 5 7 8 7 9 8	3 1 2 2 2 2 5 7 8 7 9 8
Krautschicht (%)		0 0 0 5 0 0 5 5 0 5 0 5 0 5 8 0 8 0	3 7 5 0 0 0 5 0 0 0 0 0 5	3 7 5 0 0 0 5 0 0 0 0 0 5	3 7 5 0 0 0 5 0 0 0 0 0 5
Moosschicht (>1%)		0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Artenzahl (Gefäßpfl.)		15,2	22,4	16,0	15,3
Aufnahmefläche [qm]		6 2 2 3 1 3 9 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	6 2 2 3 1 3 9 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	6 2 2 3 1 3 9 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	6 2 2 3 1 3 9 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
Gebiet		V V V V V V V V V V V V V V V V V V V V	V V V V V V V V V V V V V V V V V V V V	V V V V V V V V V V V V V V V V V V V V	V S V V V V V V V V V V V V V V V V V V
Salsolion					
DA2 (schw.)	Saponaria officinalis	. 1 + . 1 + . r			
DA2 (schw.)	Ononis repens	. m + . r r + . . b			
DA2 (schw.)	Polygonum convolvulus	. m + 1 1 + 1 +			
O1-5 (V1-4)	Senecio viridis	. m m a m m m . 1			
V1-4, A2	Plantago arenaria	. m 1 1 1 m 1 3 m m + . i +			
V1-4, A1	Corispermum leptopterum	. r			
Sisymbrium					
BD1-5	Apera spica-vanti	. m a b b a 1 a m m m m . +			
O1-5	Bromus tectorum	. a m a 1 a m b a a a m			
V5	Lepidium densiflorum	. 1 1 1 1 . m + r m m . + 1 m			
V5 (O1-5)	Coryza canadensis	. + 1 1 1 . b a + 3 m m a m m m 1 1 +			
V5 (O1-5)	Bromus hordeaceus ssp. hord				
DA5	Erigeron annuus				
DA5	Dactylis glomerata				
Agropyreteaa					
D5-6	Hypericum perforatum				
	Erodium cicutarium				
	Melandrium album				
	Eryngium campestre				
	Diploaxis tenuifolia				
	Elymus repens				
	Carduus acanthoides				
	Potentilla argentea				
G6	Calamagrostis epigejos				
O6	Poa angustifolia				
Jur.-Koelerietum					
A7, V7	Koeleria glauca				
DA7 (lok.)	Euphorbia seguierana				
O7	Corynephorus canescens				
O7	Thymus serpyllum				
Sileno-Cerastion					
V	Cerastium semidecandrum	. m 1 1 1 . m 1 m m m m m m			
K	Saxifraga tridactylites				
K	Veronica praecox				
Sonstige					
	Arenaria serpyllifolia	. m m m m m m m m m m m m m m m m m			
	Oenothera spp. (Rosetten)	. 1 1 1 1 1 + . 1 1 1 1 m m + 1 +			
	Oenothera spp. (blüh. Pfl.)	. a + + b a + + + a a 1 . b + a +			
	Oenothera spp. (abgestorben)	. 1 + r + . . . + 1 1 1 +			
	Euphorbia cyparissias	. + r r + + + 1 . b . 1 +			
	Verbascum lychnitis				
	Petrorhagia prolifera				
	Papaver dubium	. 1 r 1 + . . . r +			
	Echium vulgare				
	Calamintha acinosa				
	Asparagus officinalis				
	Myosotis ramosissima/stricta				
	Salsola kali ssp. ruthenica				
	Poa compressa				
	Sedum acre	. m			
	Crepis tectorum				
	Sisymbrium altissimum				

ferner in Aufn. 67: + Eragrostis minor; 68: + Eragrostis minor; 69: 1 Agrostis stolonifera, + Medicago lupulina; 70: 1 Agrostis stolonifera; 72: r Sanecio vernalis; 75: r Plantago lanceolata; 76: + Erodium cicutarium, + Hypochaeris radiata; 77: + Erodium cicutarium, + Hypochaeris radiata, r Pimpinella saxifraga, r Vicia villosa ssp. villosa; 78: + Hypochaeris radiata, r Prunus serotina (lwf.); 79: 1 Galium varum, + Achillea millefolium, + Turnitis glabra, r Cynoglossum officinale, r Trigonopogon dubius; 80: 1 Arabidopsis thaliana, 1 Asperula cynanchica; 82: a Ajuga renevenensis, a Fregeria viridis, + Arabidopsis thaliana, + Potentilla arenaria, r Viola rupestris; 83: b Potentilla arenaria, 1 Dianthus cathasianorum; 85: 1 Robinia pseudacacia, + Digitaria sanguinalis, + Silene conica, r Jurinea cynoides; 87: 1 Eragrostis minor, + Chenopodium album/strictum, + Cynoglossum officinale; 92: + Rumex acetosella agg., r Jasione montana; 93: + Senecio vernalis; 95: 1 Trifolium arvense, 1 Trifolium campastre, + Achillea millefolium agg., + Jasione montana, + Pinus sylvestris, + Rumex acetosella agg.; 96: a Artemisia campestris, 1 Hieracium pilosella agg., 1 Sedum rupestris, + Armena elongata, + Silene nutans.

Anmerkungen zu Abbildung 7: In die Berechnung gingen die Aufn. 1-29 (Tab. 1) und Aufn. 66-96 (Tab. 3) ein. Stärker überlappende Bestände sind nicht dargestellt. Die Klassifizierung der Arten entspricht bis auf Bromus hordeaceus, Erigeron annuus und Dactylis glomerata, die zur Agropyreteaa-Gruppe gerechnet wurden, Tabelle 3. In der Salsolion-Gruppe ferner: Amaranthus blitoides, Chaenorrhinum minus, Digitaria sanguinalis, Eragrostis minor, Fumaria vailantii, Polygonum aviculare agg., Salsola ruthenica, Sisymbrium altissimum. Sisymbrium-Gruppe ferner mit: Oenothera spp. (blühend). Die Berechnung der Koordinaten erfolgte nach Histogramm-Transformation, die der Gruppenanteile auf Basis der mittleren Deckung der Mächtigkeitsklassen (a=10% ... 5 = 87,5%; für r=1%, +=2%, 1=3%, m=4%) unter Verwendung von CANOCO / CANODRAW.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 1994-1997

Band/Volume: [NF_16](#)

Autor(en)/Author(s): Nobis Michael

Artikel/Article: [Zur Pioniervegetation anthropogen gestörter Binnendünen in der nördlichen Oberrheinebene \(1997\) 549-579](#)