Mainzer naturwiss. Archiv	52	S. 137-154	6 Abb., 10 Tab.	Mainz 2015

Moose (Bryophyta, Marchantiophyta) der Kalkflugsande Rheinhessens (Rheinland-Pfalz) und ihre pflanzengeographischen Beziehungen

Albert Oesau

Kurzfassung

Das Kalkflugsandgebiet zwischen Mainz und Gau-Algesheim in Rheinhessen ist eines der vegetationskundlich bedeutendsten Gebiete Deutschlands und weitgehend unter Schutz gestellt. Elf Naturschutzgebiete umfassen eine Fläche von ca. 2.500 ha. Bryologische Untersuchungen in den Jahren 1992 bis 2013 ergaben einen Besatz von 218 Taxa. Bezüglich ihrer pflanzengeographischen Beziehungen zeigte sich, dass subboreale und subatlantische Arten dominieren, während submediterrane und kontinentale Arten auffallend gering vertreten waren. Ausschließlich an das Kalkflugsandgebiet gebundene Moose wurden nicht festgestellt. Bemerkenswert sind *Didymodon cordatus*, *Entodon concinnus*, *Phascum curvicolle*, *Pleurochaete squarrosa* und *Pterygoneurum subsessile*. Bei ihnen handelt es sich um Rote-Liste-Arten, die insgesamt einen Anteil von 34 % am Gesamtartenbestand haben. Als neu für das Gebiet (und gleichzeitig neu für Rheinland-Pfalz) wurde *Campylium decipiens* gefunden. Der Anteil von 14 Lebermoosen (6 %) ist relativ gering und zeigt die ungünstigen Lebensbedingungen auf den Sanden aufgrund schneller Austrocknung im Sommer an.

Abstract

Mosses (Bryophyta et Marchantiophyta) of the calcareous eolian sand in Rhenish Hesse (Rhineland-Palatinate) and their phytogeographic relations

The area of the calcareous eolian sand in Rhenish Hesse is one of the phytogeographically most important areas in Germany. There exist eleven nature reserves where the bryophyte flora has been investigated between 1992 and 2013. 218 species were registered on an area of 2.500 ha. Regarding their main distribution areas subboreal and subatlantic species dominate, whereas submediterranean and continental mosses are conspicuously rare. Species exclusively growing on calcareous eolian sand have not been detected. Remarkable mosses are *Didymodon cordatus*, *Entodon concinnus*, *Phascum curvicolle*, *Pleurochaete squarrosa*, and *Pterygoneurum subsessile*, which are endangered species representing 34 % of the whole stand. *Campylium decipiens* has been detected for the first time in the area (and is also new for Rhineland-Palatinate). The share of 14 Hepaticae (6 %) is rather low, indicating the unfavourable site conditions in the sand region due to the fast desiccation in summer.

Key words

Bryophyte flora, Rhenish Hesse, Rhineland-Palatinate, calcareous eolian sand, phytogeographic relations, Red Data Book species, Hepaticae index

Inhalt

1.	Einleitung	138
2.	Naturräumliche Verhältnisse	138
3.	Methoden	140
4.	Ergebnisse	141
4.1	Pflanzengeographische Beziehungen	141
4.1.1	Boreale und subboreale Arten	141
4.1.2	Atlantische und subatlantische Arten	142
4.1.3	Submediterrane Arten	145
4.1.4	Subkontinentale Arten	148
4.1.5	Subatlantisch-submediterrane Arten und submediterran-subatlantische Arten	148
4.1.6	Temperate Arten	148
4.2	Rote-Liste-Arten	149
4.3	Lebermoosindex	149
4.4	Diskussion	152
5.	Danksagung	153
6.	Literatur	153

1. Einleitung

Das Kalkflugsandgebiet zwischen Mainz und Gau-Algesheim ist eines der vegetationskundlich bedeutendsten Gebiete Deutschlands und hat schon seit langem das Interesse von Botanikern auf sich gezogen. Bereits JÄNNIKKE (1892) erkannte als einer der ersten die florengeschichtliche Bedeutung der Flugsandflächen. Er kennzeichnete die Vegetation als ein „Relikt aus der Steppenzeit" und stellte besonders den subkontinentalen Florencharakter heraus. Danach erschienen eine umfangreiche Reihe von Beiträgen zur Flora und Vegetation der Kalkflugsande, insbesondere zum NSG „Mainzer Sand". Sie wurden von HECKER (1987) aufgelistet. Hinzu kommen Beiträge von OESAU (1979, 1991,1995). Bryologische Erhebungen begannen relativ spät. Die ersten Hinweise auf Moose der Kalkflugsande veröffentlichten VOLK (1931) und KÜMMEL (1935). Auch KORNECK (1974, 1987) berichtet in seinen Untersuchungen über die Xerothermvegetation in Rheinland-Pfalz über Moose auf den Kalkflugsanden Rheinhessens. Die bisher umfangreichsten bryologischen Arbeiten legten FISCHER (1987), MATTERN (1990) und OESAU (2003) vor. Sie bearbeiteten Sandgebiete unmittelbar westlich von Mainz. Aus den übrigen Räumen sind dagegen nur wenige Daten bekannt. Mit der vorliegenden Ausarbeitung wird versucht, die bereits vorliegenden Ergebnisse mit neuen unveröffentlichten Befunden des Autors zusammenzufassen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den pflanzengeographischen Beziehungen der Arten und ihrem ökologischen Verhalten.

2. Naturräumliche Verhältnisse

Die Flugsandfelder im nördlichen Rheinhessen zählen naturräumlich zum Rheinhessischen Tafel- und Hügelland und ziehen sich über eine Strecke von ca. 15 km in wechselnder Mächtigkeit von Mainz über Ingelheim bis nach Gau-Algesheim. Der Sand wurde postglazial aus Flussterrassen verweht und überlagert die sich anschließenden Terrassenschotter und Kalktafeln bis zu einer Mächtigkeit von 10 m. Detaillierte Informationen zur geologischen Entwicklung der rheinhessischen Flugsandfelder geben u. a. AMBOS & KANDLER (1987), ROTHAUSEN & SONNE (1984) und LESER (1969). Klimatisch gehört der Mainzer Raum zum subozeanischen Klima der kühlgemäßigten Zone. Begrenzt von Mittelgebirgen im Westen, Norden und Osten schirmen sie die Region gegen maritime Einflüsse ab und geben damit dem



Abb. 1: Kleinstrukturierte Landschaft im Kalkflugsandgebiet bei Heidesheim (Foto: A. Oesau).

Oberrheintal ein kontinentales Gepräge. Die langjährigen Jahresmitteltemperaturen liegen über 10 °C (Bingen-Gaulsheim 11,0 °C, Gau-Algesheim 10,7 °C, Ingelheim 10,1 °C), und zählen damit zu den höchsten in Deutschland. Die langjährigen mittleren Niederschläge bewegen sich zwischen 494 mm in Bingen-Gaulsheim, 518 mm in Gau-Algesheim und 576 mm in Ingelheim (agrarmeteorologie.rlp), sie kennzeichnen damit das Untersuchungsgebiet als eine der trockensten Regionen Deutschlands.

Die Flugsandfelder reichen von der Rheinniederung bis auf das Rheinhessische Plateau. Ihre Formen werden durch die differenzierte geologische Struktur des Untergrundes vorgezeichnet. Langgestreckte Dünenzüge werden unterbrochen durch Erosionsrinnen kleiner Bäche, aus schwachen Hängen ragen gelegentlich kleine Kalkfelsen, einige Steinbrüche und Sandgruben haben sich in sie hineingefressen, und alles wird durchschnitten von Feldwegen, Straßen, Autobahnen und Gleisen der Bundesbahn. Während der größte Teil des Gebietes noch vor einigen Jahrzehnten landwirtschaftlich intensiv genutzt wurde, hat sich die Landwirtschaft heute über weite Teile aus der Fläche zurückgezogen, nur auf kleinen Arealen ist die ehemalige Vielfalt der kleinparzellierten Äcker, Obstanlagen und Weinberge erhalten geblieben (Abb. 1). Heute beherrschen Brachen weitläufig das Bild. Sie werden zunehmend von Gehölzen (*Cornus sanguinea*, *Prunus mahaleb*, *Quercus petraea*) besiedelt, die aus den wenigen Wäldern und Gebüschen ihren Ausgang nehmen.

Im naturnahen Zustand sind die Flugsande kalkreich und nährstoffarm (Tab. 1, Nr. 1-4). Da der Kalk durch Niederschläge allmählich ausgewaschen wird, konnten sich im niederschlagsarmen Rheinhessen kalkreiche Dünen erhalten, allerdings zeigen (nach Brechtel 1987) etwa die Hälfte Entkalkungserscheinungen. Kalkarme Böden wurden im Rahmen der Untersuchungen bei der geringen Zahl der Stichproben nicht erfasst. Während die Böden unter Wäldern und Halbtrockenrasen relativ nährstoffarm sind, reichern sie sich bei landwirtschaftlicher Nutzung erheblich mit Nährstoffen an (Tab. 1).

Tabelle 1: Ergebnisse von Bodenuntersuchungen im Untersuchungsgebiet. Entnahme der Proben aus dem Ah-Horizont.

Nr.	Herkunft der Bodenproben	$CaCO_3$% (in CAL)	pH (in $CaCl_2$)	P_2O_5 mg/100g (in CAL)	K_2O mg/100g (in CAL)	Mg mg/100g (in CAL)
1	Artenreicher Trockenrasen am östlichen Ortsrand von Ingelheim	10,8	7,5	3	4	1
2	Wäldchen „Heideborn“ südwestlich Heidesheim	5,8	7,2	5	16	7
3	Halbtrockenrasen im ehemaligen Steinbruch südwestlich Heidesheim	15,7	7,4	7	14	7
4	Wäldchen auf einer Kalkflugsanddüne westlich Heidesheim	8,5	7,3	29	9	7
5	Streuobstwiese ca. 400 m südwestlich Heidesheim	12,3	7,4	44	40	6
6	Weinberg auf dem „Rabenkopf“ bei Wackernheim	18,2	7,3	72	73	9
7	Streuobstwiese am Rand einer Sandgrube westlich Heidesheim	5,8	7,3	42	15	4

3. Methoden

Die Fläche der Kalkflugsande im nördlichen Rheinhessen beträgt ca. 2.500 ha. Sie ist durch Naturschutzgebiete (NSG) weitgehend erfasst. Die bryologischen Arbeiten erstreckten sich in den Jahren 1992 bis 2013 über sämtliche Gebiete (Tab. 2) und fielen ausschließlich in die Herbst- und Wintermonate. Sie begannen im Herbst nach den ersten Frösten und der damit eintretenden Ruheperiode der Vegetation und wurden im Frühjahr mit beginnendem Austrieb der Vegetation beendet. In der dazwischen liegenden Zeit wurden die Kalkflugsande nur gelegentlich und ausschließlich auf öffentlichen Wegen betreten. Von den Flächen Nr. 1, 7, 8, 9, und 11 liegen bereits Veröffentlichungen vor (Oesau 2000, 2003, 2010a), die Ergebnisse wurden in die vorliegende Darstellung eingearbeitet. Die Flächen der Arbeitsgebiete richteten sich nach den Rechtsverordnungen über die Naturschutzgebiete (www.naturschutz.rlp.de), sie werden hier nicht im Einzelnen dargestellt. Aus der Rechtsverordnung für das NSG „Nordausläufer Westerberg“ wird, stellvertretend für die anderen NSG, folgender Schutzzweck wiedergegeben:

„Erhaltung und Entwicklung eines insbesondere durch offene Sandflächen, Sandpionierfluren, Sandrasen, Hecken, Baumgruppen, Alt- und Totholz, naturnahe Gehölze und Hohlwege, Streuobstbestände und Sukzessionsflächen unterschiedlichster Entwicklungsphasen reichstrukturierter Kulturlandschaftsbereichs mit seinen besonderen vornehmlich von Kalkflugsanden mit einzelnen Dünen geprägten Lebensbedingungen, wegen Bedeutung des Kalkflugsandgebietes Mainz-Ingelheim, einem Biotopsystem von nationaler und mitteleuropäischer Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz wegen seiner Seltenheit, besonderen Eigenart und hervorragenden Schönheit“ (www.naturschutz.rlp.de).

Tabelle 2: Naturschutzgebiete mit bryologischen Erhebungen auf Kalkflugsanden in Rheinhessen.

Nr.	Bezeichnung des NSG	Flächenumfang ha	Jahr der Unterschutzstellung
1	Am Rothen Sand	68	1994
2	Am Rothen Weg/Berggewann	331	2000
3	Hangflächen südöstlich Heidesheim	152	2000
4	Hangflächen um den Heidesheimer Weg	335	2003
5	Höllenberg	151	1995
6	Ingelheimer Dünen und Sande	340	2003
7	Lennebergwald	800	1996
8	Mainzer Sand	32	1984
9	Mainzer Sand II	100	1997
10	Nordausläufer Westerberg	180	2003
11	Sandgrube am Weilersberg	10	1986

Eingezäunte Privatgrundstücke und dichte Gebüsche wurden nicht begangen. Obstbäume konnten dank der Benutzung einer Leiter bis in eine Höhe von ca. 4 m abgesucht werden. Die Bestimmung der Moose richtete sich nach FRAHM & FREY (2004), SMITH (2004) und NEBEL & PHILIPPI (2000, 2001, 2005), die Nomenklatur nach KOPERSKI et al. (2000). Die ökologischen Zeigerwerte der Moose entstammen DÜLL (2001), die Arealtypen DÜLL & MEINUNGER (1989) bzw. DÜLL (1994a, 1994b) und die Angaben der Gefährdungsgrade einzelner Arten LUDWIG et al. (1996) bzw. KORNECK et al. (1996). Die in den Tabellen 3-9 verwendeten Gefährdungsgrade der Roten Liste (RL) bedeuten: (1): vom Aussterben bedroht. In der RL für Rheinland-Pfalz nicht enthalten, Bewertung nach eigenem Ermessen; 2: stark gefährdet; 3: gefährdet; R: extrem selten; V: zurückgehend; D: Daten mangelhaft. Die nach DÜLL (2001) berechneten Feuchtezahlen geben das Vorkommen der Moose im Gefälle der Bodenfeuchtigkeit von trockenen Dünensanden (1) bis zu vernässten Quellfluren (9) an.

Für eine Übersicht über die Verbreitungsschwerpunkte der Moose und Blütenpflanzen der Kalkflugsande im Bereich der NSG wurden Veröffentlichungen von HECKER (1987), KORNECK (1974), OESAU (1979, 1991, 1995) und weitere eigene nicht veröffentlichte Daten herangezogen. Die Areale der Blütenpflanzen wurden OBERDORFER (1990) entnommen.

4. Ergebnisse

Der Bestand an Moosarten im Untersuchungsgebiet liegt bei 218. Da das Kalkflugsandgebiet relativ umfangreich und vielgestaltig ist, können einzelne Arten übersehen oder verkannt worden sein. Pflanzengeographische Areale der Moose, die in Größe, Form und Verbreitung annähernd gleich sind, werden im Folgenden zu einem Arealtyp zusammengefasst, der charakteristische pflanzengeographische Beziehungen der Moose erkennen lässt. Anhand eines Arealtypenspektrums lassen sich Aussagen über die klimatische Tönung des Untersuchungsgebietes machen.

4.1 Pflanzengeographische Beziehungen

4.1.1 Boreale und subboreale Arten

Mit 43 (20 %) haben die borealen und subborealen Arten nach den temperaten Vertretern den weitaus größten Anteil am Gesamtartenspektrum. Die Mehrzahl der Taxa ist selten und oft nur an einem oder wenigen Standorten zu finden. An Beispielen seien

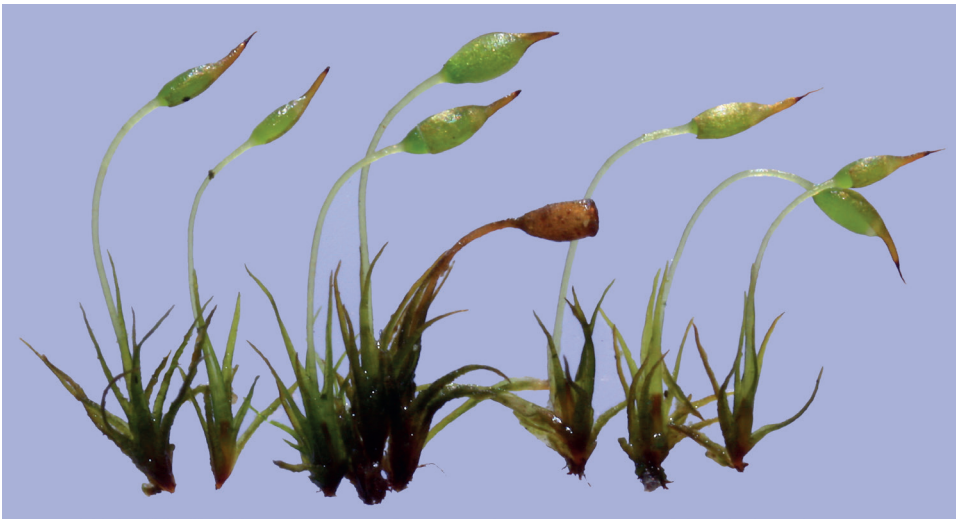


Abb. 2: Die subboreal-montane *Seligeria recurvata* besiedelt im Kalkflugsandgebiet beschattete Tertiärkalksteine. Höhe der Pflanzen ca. 5 mm (Foto: A. Oesau).

Barbilophozia barbata, *Chiloscyphus pallescens*, *Dicranum spurium*, *Ptilidium ciliare* oder *Seligeria recurvata* (Abb. 2) genannt. Keine der Arten tritt flächendeckend auf oder beherrscht die Physiognomie ihres Lebensraumes. Letztere besiedelt z. B. einige größere Tertiärkalksteine und wird dort erheblich von dem Ubiquisten *Hypnum cupressiforme* bedrängt. Häufiger und etwas größere Bestände entwickeln *Brachythecium albicans*, *Cirriphyllum piliferum*, *Dicranum scoparium*, *Plagiomnium cuspidatum* und *Rhytidiadelphus triquetrus*. Alle diese Arten siedeln in Rheinhessen nicht ausschließlich auf Kalkflugsanden, sondern sind auch in anderen zusagenden Lebensräumen zu finden.

4.1.2 Atlantische und subatlantische Arten

Atlantische Arten sind eng an die Küstennähe des Atlantiks gebunden. Subatlantische Arten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im Übergangsbereich zwischen atlantischen und temperaten Gebieten. Die meisten Arten bilden keine größeren Bestände, Ausnahmen machen *Campylopus introflexus*, *Eurhynchium striatum* und *Hypnum jutlandicum*. Seltene Vertreter im Untersuchungsgebiet sind *Bryum klinggraeffii*, *Campylium decipiens*, *Entodon concinnus*, *Lejeunea cavifolia* und *Leucobryum glaucum*. Von ihnen soll besonders *Campylium decipiens* erwähnt werden, die von einem einzigen Standort auf einer naturnahen Fläche bei Ingelheim bekannt wurde. Wie eine Verbreitungskarte bei Meinunger & Schröder (2007) zeigt, ist diese Species vor allem aus Norddeutschland, aber bisher noch nicht aus Rheinland-Pfalz bekannt. In der Tab. 4 sind sämtliche 28 (13 %) atlantisch und subatlantisch verbreitete Arten aufgelistet. Sie sind nach den borealen und subborealen Arten die zweithäufigste Gruppe.

Zwei Taxa, *Campylopus introflexus* und *Orthodontium lineare*, werden zu den in jüngerer Zeit eingeschleppten Arten gezählt. Frahm (2006) stellt auch noch *Phascum leptophyllum* (Tab. 5) in diesen Kreis. Bemerkenswert ist, dass alle drei aus der Südhemisphäre stammen.

Tabelle 3: Boreale und subboreale Moose in den Naturschutzgebieten der Kalkflugsande. Die Kennzeichnung der Gebiete wird in der Tab. 2 erläutert.

Arten	RL	Naturschutzgebiete										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Barbilophozia barbata (Schreb.) Loeske	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Brachythecium albicans (Hedw.) Schimp.	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Brachythecium glareosum (Spruce) B. S. G.	-	x	x	-	-	-	-	x	x	x	x	-
Brachythecium rivulare Schimp.	-	x	-	-	-	-	x	x	-	-	-	x
Brachythecium salebrosum (Web. & Mohr) B. S. G.	-	x	x	x	x	-	x	x	x	x	-	-
Campylium chrysophyllum (Brid.) J. Lange	-	-	-	-	x	-	-	x	-	x	-	-
Campylium stellatum (Hedw.) C. E. O. Jensen	(1)	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
Chiloscyphus pallescens (Hoffm.) Dumort.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Cirriphyllum piliferum (Hedw.) Grout	-	x	x	x	-	-	-	x	-	-	x	x
Climacium dendroides (Hedw.) Weber & D. Mohr	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Dicranella schreberiana (Hedw.) Hilf ex H. A. Crum & L. E. Anderson	-	x	x	x	-	-	-	x	x	-	x	-
Dicranum montanum Hedw.	-	x	-	-	x	-	-	x	x	x	-	-
Dicranum polysetum Sw.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Dicranum scoparium Hedw.	-	x	-	x	x	-	x	x	x	x	-	x
Dicranum spurium Hedw.	3	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Dicranum tauricum Sap.	-	x	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-
Didymodon fallax (Hedw.) R. H. Zander	-	x	-	-	x	-	x	x	x	x	x	x
Ditrichum cylindricum (Hedw.) Grout	-	x	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-
Ditrichum flexicaule (Schwaegr.) Hampe	V	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-
Encalypta streptocarpa Hedw.	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x
Hedwigia ciliata (Hedw.) Ehrh. ex P. Beauv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
Hedwigia stellata Hedenäs	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Herzogiella seligeri (Brid.) Z. Iwats.	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-
Homomallium incurvatum (Brid.) Loeske	-	-	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-
Hylocomium splendens (Hedw.) Schimp.	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-
Paraleucobryum longifolium (Hedw.) Loeske	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Plagiochila porelloides (Torrey ex Nees) Lindenb.	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Plagiomnium cuspidatum (Hedw.) T. J. Kop.	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x
Plagiomnium elatum (Bruch & Schimp.) T. J. Kop.	V	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Plagiothecium denticulatum (Hedw.) Schimp.	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-
Plagiothecium laetum Schimp.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-
Pleurozium schreberi (Brid.) Mitt.	-	-	-	-	x	-	-	x	x	x	-	-
Pohlia nutans (Hedw.) Lindb.	-	-	-	-	x	-	-	x	x	x	-	-
Pterigynandrum filiforme Hedw.	3	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Ptilidium ciliare (L.) Hampe	3	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Pylaisia polyantha (Hedw.) Schimp.	3	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x
Racomitrium canescens (Hedw.) Brid.	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-
Radula complanata (L.) Dumort.	-	x	x	x	x	x	-	x	-	-	x	-
Rhodobryum roseum (Hedw.) Limpr.	-	-	-	-	-	x	-	x	x	x	-	x
Rhytidiadelphus squarrosus (Hedw.) Warnst.	-	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x
Rhytidiadelphus triquetrus (Hedw.) Warnst.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Rhytidium rugosum (Hedw.) Kindb.	-	-	-	-	x	-	-	x	x	x	-	-
Seligeria recurvata (Hedw.) Bruch & Schimp.	3	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-

Tabelle 4: Atlantische und subatlantische Arten in den Naturschutzgebieten der Kalkflugsande. Die Kennzeichnung der Gebiete wird in der Tab. 2 erläutert.

Arten	RL	Naturschutzgebiete										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Amblystegium fluviatile (Hedw.) Schimp.	3	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brachythecium plumosum (Hedw.) Schimp.	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Bryum gemmiferum Wilczek & Demaret	3	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-
Bryum klinggraeffii Schimp.	3	-	x	x	x	-	-	-	-	-	x	-
Bryum ruderale Crundw. & Nyholm	3	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-	-
Bryum violaceum Crundw. & Nyholm	-	x	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Campylium decipiens (Warnst.) Walsemann	(1)	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Campylopus flexuosus (Hedw.) Brid.	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-
Campylopus introflexus (Hedw.) Brid.	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-	-	-
Campylopus pyriformis (Schultz) Brid.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Dicranella staphylina Whitehouse	-	x	x	x	x	-	x	x	x	-	x	-
Dicranoweisia cirrata (Hedw.) Lindb. ex Milde	-	x	x	x	x	-	x	x	x	x	-	x
Entodon concinnus (De Not.) Paris	3	-	-	-	x	-	x	x	x	-	-	x
Eurhynchium striatum (Hedw.) Schimp.	-	-	-	x	x	-	-	x	x	x	-	x
Hypnum jutlandicum Holmen & E. Warncke	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-
Isothecium myosuroides Brid.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
Lejeunea cavifolia (Ehrh.) Lindb.	V	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Leucobryum glaucum (Hedw.) Ångstr.	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-	x	-
Mnium hornum Hedw.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Nowellia curvifolia (Dicks.) Mitt.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Orthodontium lineare Schwägr.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Orthotrichum stramineum Hornsch. ex Brid.	3	-	x	-	-	-	-	x	-	x	-	-
Orthotrichum striatum Hedw.	3	x	x	-	x	x	x	x	-	x	x	-
Rhizomnium punctatum (Hedw.) T. J. Kop.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Thuidium philibertii Limpr.	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-
Thuidium tamariscinum (Hedw.) B. S. G.	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Ulota bruchii Hornsch. ex Brid.	-	x	x	-	x	-	-	x	x	x	-	x
Zygodon viridissimus (Dicks.) Brid. var. *viridissimus*	3	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-

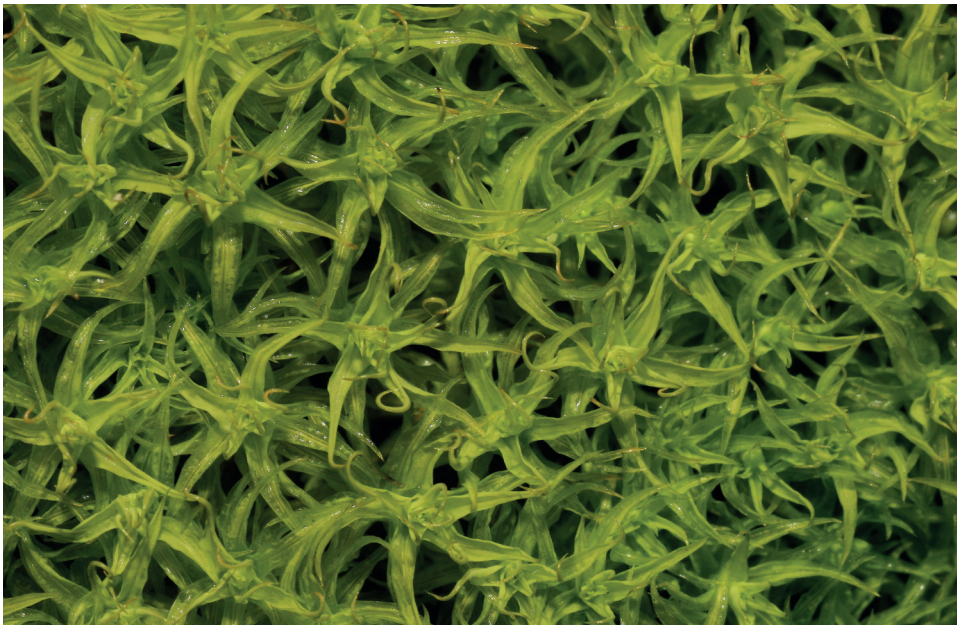


Abb. 3: *Pleurochaete squarrosa* ist eine der häufigsten submediterranen Arten im Kalkflugsandgebiet (Foto: A. Oesau).

4.1.3 Submediterrane Arten

Die vorangegangenen Arten (Kap. 4.1-4.2) haben ihr Hauptverbreitungsgebiet in feuchtkühlen Florenregionen. Aufgrund spezifischer Konstellationen des Mikroklimas konnten sie sich im Flugsandgürtel einbürgern, ihren angestammten Status erhalten und sich gegenüber der Konkurrenz temperater Arten behaupten. Im Folgenden werden Taxa warm-trockener Bereiche angesprochen. Sie stammen überwiegend aus mediterranen Gebieten mit einer ausgeprägten sommerlichen Trockenzeit und hohen Temperaturen, während kalte, schneereiche Winter weitgehend fehlen. Das Oberrheintal fällt zwar in die temperate Florenregion, bietet aber aufgrund seines xerothermen Regionalklimas auch submediterranen Arten vielfältige Existenzmöglichkeiten. In der Flugsandregion haben 26 (12 %) submediterrane Arten Lebensraum an sonnenexponierten Abhängen, an Wegrändern, auf jungen Brachen und Mauern gefunden, an denen aufgrund der extrem trockenen und warmen Lebensbedingungen nur eine geringe Konkurrenz durch mitteleuropäische, temperate Arten besteht. Bemerkenswerte Siedler sind *Acaulon triquetrum*, *Didymodon cordatus*, *Encalypta vulgaris*, *Grimmia crinita*, *Phascum curvicolle*, *Pleurochaete squarrosa* (Abb. 3) und *Rhynchostegium megapolitanum*. Der winzige *Phascum curvicolle* kann sehr leicht übersehen oder von Flugsanden bedeckt werden (Abb. 4). Eine Ausnahme der auf Trockenheit und Wärme angewiesenen Arten ist *Eucladium verticillatum*. Dieser submediterran-montane Typ besiedelt im NSG „Lennebergwald“ von einem kleinen Bach periodisch überflossene Tertiärkalksteine.

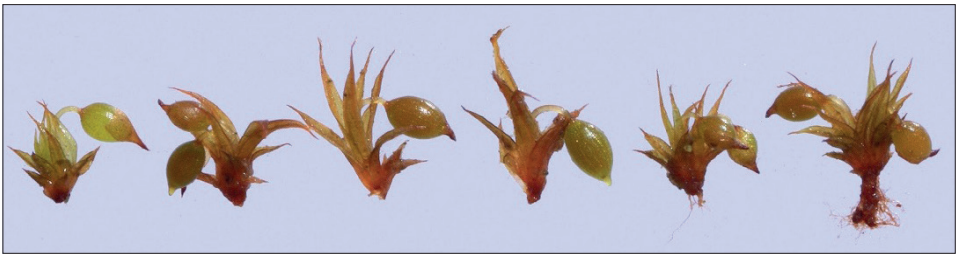


Abb. 4: Der submediterrane *Phascum curvicolle* ist auf den Kalkflugsanden eine seltene Art. Höhe der Pflanzen ca. 1 mm (Foto: A. Oesau).

Tabelle 5: Submediterrane Arten in den Naturschutzgebieten der Kalkflugsande. Die Kennzeichnung der NSG wird in der Tab. 2 erläutert.

Arten	RL	Naturschutzgebiete										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Acaulon triquetrum (Spruce) Müll.	3	x	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-
Aloina aloides (Schultz) Kindb.	1	-	x	-	-	-	-	x	-	-	x	-
Aloina ambigua (B. S. G.) Limpr.	3	-	x	-	-	x	x	x	x	x	-	-
Bryum barnesii J. B. Wood	-	-	x	x	x	x	-	x	x	x	x	-
Bryum bicolor Dicks.	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
Didymodon acutus (Brid.) K. Saito	3	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-
Didymodon cordatus Jur.	3	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Didymodon luridus Hornsch. ex Spreng.	-	-	x	x	x	-	x	x	-	-	x	x
Didymodon vinealis (Brid.) R. H. Zander var. *vinealis*	-	x	x	x	x	-	x	x	-	x	x	-
Encalypta vulgaris Hedw.	V	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-
Ephemerum recurvifolium (Dicks.) Bouley	1	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Eucladium verticillatum (Brid.) Bruch & Schimp.	V	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-
Eurhynchium schleicheri (R. Hedw.) Jur.	3	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Fissidens incurvus Starke ex Röhl.	3	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
Fissidens viridulus (Sw.) Wahlenb.	V	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grimmia crinita Brid.	3	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-
Phascum curvicolle Hedw.	3	-	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-
Phascum cuspidatum var. *papillosum* (Lindb.) C. Hartm.	3	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-
Phascum leptophyllum Müll. Hal.	R	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pleurochaete squarrosa (Brid.) Lindb.	V	-	-	-	x	-	x	x	x	x	-	x
Pottia bryoides (Dicks.) Mitt.	V	x	x	-	x	x	-	x	x	x	x	x
Pottia davalliana (Sm.) C. E. O. Jensen	3	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x	-
Rhynchostegium megapolitanum (F. Weber & D. Mohr) Schimp.	3	x	-	x	x	-	x	x	x	x	x	x
Tortula calcicolens W. A. Kramer	3	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x
Tortula crinita (De Not.) De Not.	3	x	-	x	-	-	x	-	-	-	x	-
Weissia fallax Sehlm.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-

Tabelle 6: Kontinentale und subkontinentale Arten in den Naturschutzgebieten der Kalkflugsande. Die Kennzeichnung der NSG wird in der Tab. 2 erläutert.

Arten	RL	Naturschutzgebiete										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Anomodon attenuatus (Hedw.) Huebener	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Lophocolea minor Nees	-	-	-	-	x	x	-	-	-	x	-	x
Orthotrichum obtusifolium Brid.	3	x	x	x	x	x	-	x	-	x	x	x
Orthotrichum speciosum Nees	3	-	x	x	x	-	x	x	x	x	x	-
Platygyrium repens (Brid.) Schimp.	-	x	-	-	-	-	-	x	x	x	-	x
Pterygoneurum subsessile (Brid.) Jur.	2	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-	-
Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-

Tabelle 7: Subatlantisch-submediterrane Arten in den Naturschutzgebieten der Kalkflugsande. Die Kennzeichnung der NSG wird in der Tab. 2 erläutert.

Arten	RL	Naturschutzgebiete										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bryum radiculosum Brid.	3	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Cryphaea heteromalla (Hedw.) D. Mohr	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-
Didymodon sinuosus (Mitt.) Delogne	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-
Entosthodon fascicularis (Hedw.) Müll. Hal.	3	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
Eurhynchium crassinervium (Wilson) Schimp.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Orthotrichum lyelii Hook & Taylor	V	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
Pseudocrossidium revolutum (Brid.) R. H. Zander	V	-	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-
Thamnobryum alopecurum (Hedw.) Gang.	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-
Tortula laevipila (Brid.) Schwägr.	2	-	x	-	-	x	-	x	-	-	x	-
Tortula ruraliformis (Besch.) Ingham	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Zygodon rupestris Schimp. ex Lorentz	3	-	-	-	-	-		x	-	x	-	-

Tabelle 8: Submediterran-subatlantische Arten in den Naturschutzgebieten der Kalkflugsande. Die Kennzeichnung der NSG wird in der Tab. 2 erläutert.

Arten	RL	Naturschutzgebiete										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Didymodon vinealis var. *flaccidus* (Bruch & Schimp.) R. H. Zander	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	x	x
Eurhynchium striatulum (Spruce) Schimp.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Orthotrichum tenellum Bruch ex Brid.	3	-	x	x	-	x	x	-	x	-	x	-
Phascum floerkeanum Web. & Mohr	2	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Pseudocrossidium hornschuchianum (Schultz) R. H. Zander	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x
Rhynchostegiella tenella (Dicks.) Limpr.	V	-	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-
Rhynchostegium confertum (Dicks.) B. S. G.	-	x	-	-	x	x	x	x	x	-	x	-
Rhynchostegium rotundifolium (Brid.) Schimp.	1	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-

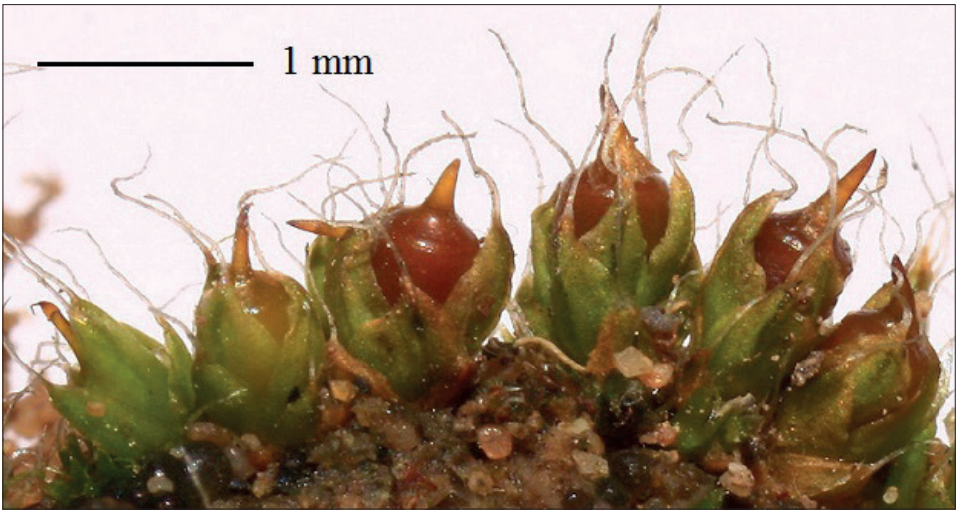


Abb. 5: Der kontinentale *Pterygoneurum subsessile* ist eine seltene Art auf den Kalkflugsanden (Foto: A. Oesau).

4.1.4 Kontinentale und subkontinentale Arten

Während das Kalkflugsandgebiet und insbesondere das NSG „Mainzer Sand" wegen seiner kontinentalen bzw. subkontinentalen Blütenpflanzen berühmt ist, fehlen entsprechende Vertreter der Moose weitgehend. Es wurden in dem gesamten ca. 2500 ha großen Untersuchungsgebiet nur 7 Arten festgestellt, das sind 3 % der Gesamtartenzahl. Sämtliche Arten sind in der Tab. 6 aufgelistet. Von ihnen soll *Pterygoneurum subsessile* herausgegriffen werden (Abb. 5). Im Oberrheintal wächst er am Westrand seines Areals und tritt dort überwiegend auf Löß auf. Vorkommen auf Kalkflugsand sind relativ selten, sie befinden sich auf offenen Böden in Streuobstanlagen und Weinbergen, an Wegrändern und lokal häufig an Böschungen der Autobahn.

4.1.5 Subatlantisch-submediterrane Arten und submediterran-subatlantische Arten

Diese beiden Gruppen bestehen aus Arten mit einem weiten Hauptverbreitungsgebiet, welches sowohl in subatlantische als auch in submediterrane Regionen hineinragen kann. Je nach Schwergewicht ihres Auftretens werden sie als subatlantisch-submediterran oder submediterran-subatlantisch bezeichnet. Von der ersteren Gruppe liegen 11 (5%) und von der letzteren 8 (4%) Vertreter vor (Tab. 7 und 8).

4.1.6 Temperate Arten

Etwa die Hälfte der Arten hat ihren Verbreitungsschwerpunkt in der gemäßigten Zone Mitteleuropas. Es handelt sich um 95 Taxa (44 %). Sie sind in der Tab. 9 aufgelistet. Die Mehrzahl der Arten ist in entsprechenden Biotopen in Rheinhessen weit verbreitet. Besonders bemerkenswerte Moose sind *Bryum pseudotriquetrum* var. *bimum* und *Phascum cuspidatum* var. *elatum* (Abb. 6).

Bryum pseudotriquetrum var. *bimum* kommt zerstreut im NSG „Sandgrube Weilersberg" bei Heidesheim auf quellfeuchtem, kalkhaltigem Sand vor (Oesau 2010a). Meinunger & Schröder (2007) geben einen derartigen Standort als charakteristischen Lebensraum dieser Art an, er dürfte der einzige im Untersuchungsgebiet sein. Begleitarten sind *Aneura pinguis*, *Cratoneuron filicinum*, *Didymodon tophaceus*, *Drepanocladus aduncus* und *Leptodictyum riparium*.

Phascum cuspidatum var. *elatum* wurde bereits aus Rheinhessen erwähnt und beschrieben (Oesau 2010b). Es bestätigten sich die bisherigen Befunde, dass dieses Taxon nur auf sandigen und trockenen Standorten auftritt. Hauptstandorte sind offene, nährstoffreiche Böden in Weinbergen und in extensiv bewirtschafteten Obstanlagen. Begleitarten sind z. B. *Barbula unguiculata*, *Didymodon luridus*, *Phascum cuspidatum* var. *cuspidatum*, *Pseudocrossidium hornschuchianum* und *Pterygoneurum ovatum*.

4.2 Rote-Liste-Arten

Die Anzahl der Rote Liste-Arten beträgt 74. Dies bedeutet, dass etwa ein Drittel (34 %) der Moose in den NSG der Kalkflugsande in ihrer Existenz gefährdet ist. Zur Ergänzung sei angefügt, dass von den Blütenpflanzen 54 Arten (12 %) in der Roten Liste vermerkt sind (Korneck et al. 1996). Wie schon Fischer (1987) im NSG „Mainzer Sand" feststellte, fehlen auf den Kalkflugsanden spezifische Bryophyten. Dieses gilt nach eigenen Untersuchungen auch für die gesamten Flugsande in Rheinhessen. Gleichwohl haben sie eine hohe Bedeutung für den Schutz seltener und vom Aussterben bedrohter Arten. An Beispielen seien *Campylium decipiens*, *Didymodon cordatus*, *Entodon concinnus*, *Phascum curvicolle*, *Pleurochaete squarrosa* und *Pterygoneurum subsessile* genannt.

Bemerkenswert ist der stark schwankende Anteil gefährdeter Spezies mit unterschiedlichen pflanzengeographischen Verbreitungsschwerpunkten. So unterliegen nur 21 % der temperaten (mitteleuropäischen) Arten einer Gefährdung, während dieser Wert bei den submediterranen Arten auf 85 % steigt. Es ist anzunehmen, dass mitteleuropäische Arten den Umweltbedingungen besser angepasst und somit konkurrenzstärker sind als Arten an vorgeschobenen Grenzen ihres Areals. Sämtliche gefährdeten Arten können den Tab. 3-9 entnommen werden.

4.3 Lebermoosindex

In den NSG der Kalkflugsande ergaben die bryologischen Erhebungen einen Besatz von 14 Lebermoosen (6 %). In Relation zu den 204 Laubmoosen ergibt sich ein Lebermoosindex von 1 : 15. Da der Normalwert nach Düll (1995) bei 1 : 4 liegt, ist das Kalkflugsandgebiet als lebermoosfeindlich zu werten. Ursache mögen die relativ geringen Nieder-



Abb. 6: *Phascum cuspidatum* var. *elatum* ist in Rheinhessen bisher nur von Sandböden bekannt. Bei einigen Pflanzen wurde jeweils ein Perichaetialblatt entfernt, um die Länge der diagnostisch wichtigen Seta sichtbar zu machen. Höhe der Pflanzen ca. 1,5 mm (Foto: A. Oesau).

Tabelle 9: Temperate (mitteleuropäische) Arten in den Naturschutzgebieten der Kalkflugsande. Die Kennzeichnung der NSG wird in der Tab. 2 erläutert.

Arten	RL	Naturschutzgebiete										
		1	2	3	4	5	6	7	8	**9**	10	11
Aloina rigida (Hedw.) Limpr.	3	x	x	-	-	x	-	-	x	x	x	-
Amblystegium serpens (Hedw.) Schimp.	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Amblystegium tenax (Hedw.) C. E. O. Jensen	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amblystegium varium (Hedw.) Lindb.	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x
Aneura pinguis (L.) Dumort.	V	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x	x
Anomodon viticulosus (Hedw.) Hook. & Taylor	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-
Atrichum undulatum (Hedw.) P. Beauv.	-	-	-	-	x	-	-	x	x	x	-	-
Aulacomnium androgynum (Hedw.) Schwägr.	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-	-
Barbula convoluta Hedw.	-	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x
Barbula unguiculata Hedw.	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Brachythecium mildeanum (Schimp.) Schimp. ex Milde	-	x	-	-	-	-	x	x	-	-	x	x
Brachythecium populeum (Hedw.) B. S. G.	-	x	-	x	x	x	-	x	x	x	-	-
Brachythecium rutabulum (Hedw.) Schimp.	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Brachythecium velutinum (Hedw.) B. S. G.	-	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	-
Bryoerythrophyllum recurvirostrum (Hedw.) Chen	-	x	x	-	x	x	-	x	x	x	x	x
Bryum argenteum Hedw.	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
Bryum caespiticium Hedw.	-	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x
Bryum capillare Hedw.	-	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x
Bryum imbricatum (Schwägr.) Bruch & Schimp.	2	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
Bryum pseudotriquetrum var. *bimum* (Schreb.) Lilj.	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Bryum rubens Mitt.	-	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-
Bryum subelegans Kindb.	-	-	-	-	-	x	-	x	x	x	-	x
Calliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske	-	x	x	-	x	-	-	x	-	x	-	x
Campylium calcareum Crundw. & Nyholm	3	x	-	-	x	x	-	x	-	x	-	x
Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid.	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cratoneuron filicinum (Hedw.) Spruce	-	x	-	x	-	x	-	x	-	-	-	x
Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.	-	-	-	-	x	x	-	x	x	-	-	-
Dicranella heteromalla (Hedw.) Schimp.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Dicranella howei Renauld & Cardot	D	-	x	-	-	-	x	x	x	x	-	x
Dicranella varia (Hedw.) Schimp.	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	x
Didymodon rigidulus Hedw.	-	-	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x
Didymodon tophaceus (Brid.) Lisa	-	x	-	-	-	-	-	x	-	x	x	x

Drepanocladus aduncus (Hedw.) Warnst.	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	x
Eurhynchium hians (Hedw.) Sande Lac.	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eurhynchium praelongum (Hedw.) Schimp.	-	x	x	x	x	x	-	x	x	x	-	x
Eurhynchium speciosum (Brid.) Jur.	D	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-
Fissidens bryoides Hedw.	-	-	x	x	-	x	-	x	-	-	-	-
Fissidens dubius P. Beauv.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-
Fissidens taxifolius Hedw.	-	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-
Frullania dilatata (L.) Dumort.	V	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Funaria hygrometrica Hedw.	-	x	x		x	-	-	x	x	x	-	x
Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm.	-	x	x	x	x	-	-	x	x	x	-	x
Homalia trichomanoides (Hedw.) B. S. G.	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-
Homalothecium lutescens (Hedw.) H. Rob.	-	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x
Homalothecium sericeum (Hedw.) B. S. G.	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	-
Hypnum cupressiforme var. *cupressiforme* Hedw.	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x
Hypnum cupressiforme var. *lacunosum* Brid.	-	-	x	x	x	-	x	x	x	x	x	x
Isothecium alopecuroides (Dubois) Isov.	-	-	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-
Leptodictyum riparium (Hedw.) Warnst.	-	x	-	-	-	-	-	x	-	x	x	x
Leskea polycarpa Hedw.	-	x	-	-	x	-	x	x	-	x	-	-
Leucodon sciuroides (Hedw.) Schwaegr.	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Lophocolea bidentata (L.) Dumort.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	x
Lophocolea heterophylla (Schrad.) Dumort.	-	-	-	-	x	-	-	x	x	x	-	-
Marchantia polymorpha L.	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metzgeria furcata (L.) Dumort.	-	-	-	-	-	x	-	x	-	x	-	-
Neckera complanata (Hedw.) Huebener	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-
Orthotrichum affine Schrad. ex Brid.	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Orthotrichum anomalum Hedw.	-	x	x	-	x	-	-	x	-	x	-	x
Orthotrichum diaphanum Brid.	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Orthotrichum pumilum Sw.	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pellia endiviifolia (Dicks.) Dumort.	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
Phascum cuspidatum Schreb. ex Hedw. var. *cuspidatum*	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Phascum cuspidatum var. *elatum* (Brid.) Mönk.	-	-	x	x	x	-	x	-	x	x	-	-
Phascum cuspidatum var. *mitraeforme* Limpr.	3	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-
Plagiochila asplenioides (L.) Dumort.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Plagiomnium affine (Funck) Kop.	-	x	-	-	x	-	x	x	x	x	-	-
Plagiomnium undulatum (Hedw.) T. J. Kop.	-	x	x	x	x	-	-	x	-	-	-	-
Plagiothecium nemorale (Mitt.) A. Jaeger	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-

Plagiothecium succulentum (WILSON) LINDB.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Platyhypnidium riparioides (HEDW.) DIXON	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-	x
Pohlia melanodon (BRID.) A. J. SHAW	-	x	x	-	x	-	-	x	-	-	-	x
Polytrichum formosum HEDW.	-	-	-	-	x	-	-	x	-	x	-	-
Polytrichum juniperinum HEDW.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Porella platyphylla (L.) PFEIFF.	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-	-
Pottia intermedia (TURN.) FUERNR.	-	x	-	x	-	-	-	x	-	x	-	x
Pottia lanceolata (HEDW.) C. MÜLL.	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
Pottia truncata (HEDW.) BRUCH & SCHIMP.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
Pterygoneurum ovatum (HEDW.) DICKSON	V	x	x	-	x	-	x	-	-	-	x	-
Rhynchostegium murale (HEDW.) SCHIMP.	-	x	x	x	x	-	x	x	x	x	-	x
Schistidium crassipilum H. H. BLOM	-	x	-	x	x	-	x	x	x	x	x	x
Scleropodium purum (HEDW.) LIMPR.	-	x	-	x	x	-	-	x	x	x	-	x
Thudium delicatulum (HEDW.) SCHIMP.	3	-	-	-	x	-	-	x	x	x	-	-
Thuidium abietinum (HEDW.) SCHIMP.	V	x	-	x	x	-	x	x	x	x	-	x
Tortella inclinata (R. HEDW.) LIMPR.	V	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-
Tortula latifolia BRUCH ex HARTM.	3	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
Tortula muralis HEDW.	-	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	-
Tortula papillosa WILSON	V	x	x	-	x	x	x	x	x	x	-	-
Tortula ruralis (HEDW.) P. GAERTN., E. MEY & SCHERB.	-	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x
Tortula virescens (DE NOT.) DE NOT.	3	x	x	x	-	x	-	x	x	x	x	x
Ulota crispa (HEDW.) BRID.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	x	-
Weissia brachycarpa (NEES & HORNSCH.) JUR.	3	-	-	x	-	x	-	x	x	x	-	-
Weissia condensa (STURM) LINDB.	3	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Weissia controversa HEDW.	V	-	-	-	-	-	x	-	x	x	-	-
Weissia longifolia MITT.	-	-	-	-	x	-	x	x	x	x	-	-

schläge im nördlichen Oberrheintal sein, das zu den trockensten Regionen Deutschlands zählt. Auch die schnell austrocknenden Sande sind für Moose ungünstige Standorte. So ist auch die Anzahl der kurzlebigen Therophyten mit 12 Arten (6 %) sehr gering. Für sie bleiben oft nur wenige Monate im Winterhalbjahr, um ihren Lebenszyklus zu durchlaufen.

4.4 Diskussion

Bei der Darstellung von Blütenpflanzen der Kalkflugsandgebiete wird gelegentlich auf kontinentale Arten hingewiesen, die dem Gebiet seine bekannte Prägung verleihen (Literatur bei HECKER 1987). Es erschien deshalb informativ, neben dem Arealtypenspektrum der Moose auch eins der Blütenpflanzen zu erstellen. Das Ergebnis zeigt die Tab. 10. Es ist zu erkennen, dass bei Blütenpflanzen submediterrane Taxa weitaus überwiegen, gefolgt von kontinental-subkontinentalen. Boreale und atlantische Arten sind dagegen von untergeordneter Bedeutung. Eine entsprechende Zusammenstellung der Arealtypen der Moose ergibt ein gegensätzliches Bild. Von den Taxa, die sich an den Arealgrenzen ihrer Verbreitung befinden, überwiegen boreale und

Tabelle 10: Arealtypenspektren von Moosen und Blütenpflanzen in den Naturschutzgebieten der Kalkflugsande (relativ).

Arealtypen	Moose	Blütenpflanzen
kontinental-subkontinental	7	16
submediterran-subatlantisch	8	4
subatlantisch-submediterran	11	7
submediterran	25	33
atlantisch-subatlantisch	26	10
boreal-subboreal	43	6
temperat	95	19
Neophyten	3	5
Anzahl der erfassten Arten (abs.)	218	445

atlantische Arten. Submediterrane Arten sind dagegen von untergeordneter Bedeutung. Dies deutet darauf hin, dass für Blütenpflanzen im Untersuchungsgebiet das Makroklima von ausschlaggebender Bedeutung ist, während sich Moose in spezifische mikroklimatische Lebensräume einfügen. Ferner ist zu berücksichtigen, dass Moose aufgrund ihrer geringen Dimensionen eine untergeordnete Rolle in der Vegetation spielen und sie in der Regel ökologische Nischen besetzen. Dementsprechend charakterisieren sie gegenüber den Blütenpflanzen ihres Lebensraumes unterschiedliche Standorte. Mit vergleichbaren Arealtypen kann deshalb nicht gerechnet werden.

5. Danksagung

Herrn L. Meinunger und Frau W. Schröder danke ich herzlich für die Bestimmung von *Bryum pseudotriquetrum* var. *bimum* und *Campylium decipiens*. Die Genehmigungs- und Strukturbehörde Neustadt/W. gestattete freundlicherweise die Begehung der Naturschutzgebiete in den Jahren 1997 bis einschließlich 2013. Die Bodenanalysen führte die Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt in Speyer durch.

6. Literatur

Ambos, R. & Kandler, O. (1987): Einführung in die Naturlandschaft. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv **25**: 1-28. Mainz.

Brechtel, F. (1987): Konzeptionelle Überlegungen zu einem Biotopsystem „Rheinhessische Kalkflugsande“ unter besonderer Berücksichtigung des Naturschutzgebietes „Mainzer Sand“. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv **25**: 559-582. Mainz.

Düll, R. (1994a): Deutschlands Moose. Teil **2**. 211 S., Bad Münstereifel-Ohlerath.

Düll, R. (1994b): Deutschlands Moose. Teil **3**. 256 S., Bad Münstereifel-Ohlerath.

Düll, R. (1995): Moosflora der nördlichen Eifel und angrenzender Gebiete. – 236 S. Bad Münstereifel.

Düll, R. (2001): Zeigerwerte von Laub- und Lebermoosen. – 175-220. In: Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V. & Werner, W.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica **18**. 3. Aufl., 262 S., Göttingen.

Düll, R. & Meinunger, L. (1989): Deutschlands Moose. Teil **1**. 368 S., Bad Münstermaifeld.

Fischer, E. (1987): Die Moosvegetation des Naturschutzgebietes „Mainzer Sand“. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv **25**: 73-84. Mainz.

Frahm, J.-P. (2006): Moose. Eine Einführung. – 237 S., Jena.

Frahm, J.-P. & Frey, W. (2004): Moosflora. 4. Aufl., 538 S.,Ulmer. Stuttgart.

Hecker, U. (1987): Die Farn- und Blütenpflanzen des Mainzer Sandes. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv **25**: 85-133. Mainz.

Jännicke, W. (1892): Die Sandflora von Mainz, ein Relict aus der Steppenzeit. 28 S., Knauer. Frankfurt a. M.

Koperski, M., Sauer, M. Braun, W. & Gradstein, S. R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. – Schriftenreihe für Vegetationskunde Heft **34**, 519 S. Bonn-Bad Godesberg.

Korneck, D. (1974): Xerothermvegetation in Rheinland-Pfalz und Nachbargebieten. – Schriftenreihe für Vegetationskunde **7**: 196 S. + Tab., Bonn-Bad Godesberg.

KORNECK, D. (1987): Die Pflanzengesellschaften des Mainzer Sandgebietes. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv **25**: 135-200. Mainz.

KORNECK, D., SCHNITTLER, M. & VOLLMER, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands. – Schriftenreihe für Vegetationskunde **28**: 21-187. Bonn-Bad Godesberg.

KÜMMEL, K. (1935): Pflanzensoziologische Untersuchungen im Mainzer Sand. – Jahrbuch des Nassauischen Vereins für Naturkunde **82**: 41-60. Wiesbaden.

LESER, H. (1969): Landeskundlicher Führer durch Rheinhessen. – Sammlung geographischer Führer **5**: 253 S., Borntraeger. Berlin, Stuttgart.

LUDWIG, G., DÜLL, R., PHILIPPI, G., AHRENS, M., CASPARI, S., KOPERSKI, M., LÜTT, S., SCHULZ, F. & SCHWAB, G. (1996): Rote Liste der Moose (Anthocerophyta et Bryophyta) Deutschlands. – Schriftenreihe für Vegetationskunde **28**: 189-306. Bonn.

MATTERN. G. (1990): Die Moose des Lennebergwaldes und ihre Beziehungen zu Habitaten und Bodeneigenschaften (pH, N-Gehalt). – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv **28**: 23-45. Mainz.

MEINUNGER, L. & SCHRÖDER, W. (2007): Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands. Band **1**: 636 S., Herausgegeben von O. DÜRHAMMER für die Regensburgische Botanische Gesellschaft, Regensburg.

NEBEL, M. & PHILIPPI, G. (Hrsg.) (2000): Die Moose Baden-Württembergs. Band **1**. 512 S., Ulmer. Stuttgart.

NEBEL, M. & PHILIPPI, G. (2001): Die Moose Baden-Württembergs. Band **2**. 529 S., Ulmer. Stuttgart.

NEBEL, M. & PHILIPPI, G. (2005): Die Moose Baden-Württembergs. Band **3**. 487 S., Ulmer. Stuttgart.

OBERDORFER, E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 6. Aufl., 1050 S., Ulmer. Stuttgart.

OESAU, A. (1979): Untersuchungen über die Unkrautgesellschaft des Sandmohns (Papaveretum argemone) im nördlichen Oberrheintal. – Mitteilungen der Pollichia **67**: 174-183. Bad Dürkheim.

OESAU, A. (1991): Die Getreidewildkrautgesellschaft des Sandmohns (Papaveretum argemone (Libb. 32) Krusem. et Vlieg. 39) auf den Kalkflugsanden Rheinhessens (Rheinland-Pfalz). – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv **29**: 113-141. Mainz.

OESAU, A. (1995): Vegetationskundliche Untersuchungen in rheinhessischen Obstanlagen (Rheinland-Pfalz). – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv **33**: 119-191. Mainz

OESAU, A. (2000): Zur Moosflora des Rabenkopfes bei Heidesheim in Rheinhessen (Rheinland-Pfalz) und seiner Umgebung. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv **38**: 93-100. Mainz.

OESAU, A. (2002): Zum Einfluss von Herbiziden auf die Moosflora im Obstbau. – Limprichtia **20**: 47-68. Bonn.

OESAU, A. (2003): Untersuchungen zur Moosflora der Naturschutzgebiete Mainzer Sand I, II und des Naturschutzgebietes Lennebergwald. – Limprichtia **22**: 125-146. Bonn.

OESAU, A. (2010a): Moose im Naturschutzgebiet „Sandgrube am Weilersberg“ bei Heidesheim in Rheinhessen (Rheinland-Pfalz). – Archive for Bryology **72**: 1-8. Bonn.

OESAU, A. (2010b): Ein Beitrag zur Formenvielfalt des Mooses *Phascum cuspidatum* SCHREB. ex HEDW. (Pottiaceae) in Rheinhessen (Rheinland-Pfalz). – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz **11** (4): 1099-1116. Landau.

ROTHAUSEN, K. & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken. – Sammlung geologischer Führer **79**: 203 S., Borntträger. Berlin, Stuttgart.

SMITH, A. J. E. (2004): The moss flora of Britain and Ireland. 2nd ed., 1012 S., Cambridge University Press. Cambridge.

VOLK, O. H. (1931): Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der oberrheinischen Tiefebene. – Zeitschrift für Botanik **24**: 81-185. Jena.

Anschrift des Verfassers:

Albert Oesau
Auf dem Höchsten 19
D-55270 Ober-Olm
E-Mail: Albert.Oesau@t-online.de

Manuskript eingegangen: 25.01.2015

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mainzer naturwissenschaftliches Archiv

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: 52

Autor(en)/Author(s): Oesau Albert

Artikel/Article: Moose (Bryophyta, Marchantiophyta) der Kalkflugsande Rheinhessens (Rheinland-Pfalz) und ihre pflanzengeographischen Beziehungen 137-154