

Mainzer naturwiss. Archiv	52	S. 119-135	6 Abb., 10 Tab.	Mainz 2015
---------------------------	----	------------	-----------------	------------

Ökologisches Verhalten der Moose (Bryophyta, Marchantiophyta) in den Nahe- und Rheinauen Rheinhessens (Rheinland-Pfalz)

ALBERT OESAU

Kurzfassung

In den Jahren 1998 bis 2014 untersuchte der Autor die Moose der Nahe- und Rheinauen Rheinhessens und ihr ökologisches Verhalten. Das Schwergewicht lag auf den Naturschutzgebieten, die eine Größe von insgesamt 1.423 ha aufweisen. Die 202 aufgefundenen Moose gliederten sich bezüglich ihres ökologischen Verhaltens in 42 Trockniszeiger, 117 Frischezeiger und 43 Feuchtezeiger. Weitaus die größte Anzahl der Moose in den Untersuchungsgebieten zählt zu den Arten, die das Zentrum ihrer Häufigkeit im mitteleuropäischen Raum haben (56 %). Arten mit Schwerpunkt in anderen Verbreitungsgebieten sind wesentlich seltener. Fasst man diejenigen aus borealen/subborealen und ozeanischen Gebieten zusammen, so handelt es sich um 22 % der Moose, während solche mit Verbreitung in submediterranen Gebieten einen Anteil von 19 % stellen. Kontinentale Arten sind mit durchschnittlich 4 % vertreten. Im Mittel sämtlicher Untersuchungsflächen ist etwa ein Viertel der Arten (26 %) eines NSG in ihrer Existenz gefährdet. Hierzu zählen z. B. Trockniszeiger der Nahe- und Rheindämme wie *Acaulon triquetrum*, *Entodon concinnus* und *Thuidium abietinum*, Frischezeiger an alten *Salix*- und *Populus*-Stämmen wie *Dialytrichia fragilifolia*, *Scleropodium cespitosum* und *Ulotia phyllanta* oder Feuchtezeiger abtrocknender Schlickflächen wie *Bryum gemmiferum*, *Ephemerum cohaerens* und *Riccia gothica*.

Abstract

Ecological adaptation of bryophyte species (Bryophyta, Marchantiophyta) within the flood-plain forests of the Nahe and Rhine valley in Rheinhessen (Rhineland-Palatinate)

Between 1998 and 2014 the author investigated the ecological adaptation of bryophyte species within the flood-plain forests of the Nahe and Rhine valley and their ecological behaviour. The investigation area concentrated on nature reserves covering an area of 1.423 ha. Regarding the spectrum of ecological biotypes, the 202 bryophyte species could be subdivided into 42 indicators of drought, 117 indicators of moist and 43 indicators of fresh habitats. Concerning the geographical distribution, temperate species with a natural distribution area in Central Europe dominate (56 %). Boreal/subboreal and oceanic (22 %), submediterranean (19 %) and continental (4 %) species follow up. 26 % of the moss species found within the investigation area are endangered. This includes especially the following species: indicators of dry Nahe and Rhine dams like *Acaulon triquetrum*, *Entodon concinnus*, and *Thuidium abietinum*, indicators of moisture on old *Salix*- and *Populus*-trunks like *Dialytrichia fragilifolia*, *Scleropodium cespitosum*, and *Ulotia phyllanta*, and humidity indicators in drying mud areas like *Bryum gemmiferum*, *Ephemerum cohaerens*, and *Riccia gothica*.

Key words

Bryophyte flora, ecological adaptation, ecological indicator value, areal types, Red Data Book species, Upper Nahe valley, Rhine valley

Inhalt

1.	Einleitung.....	120
2.	Das Untersuchungsgebiet.....	120
3.	Methoden.....	122
4.	Ergebnisse	123
4.1	Ökologische Zeigerwerte	123
4.1.1	Trockniszeiger	124
4.1.2	Frischezeiger.....	124
4.1.3	Feuchtezeiger.....	126
4.1.4	Weitere ökologischen Zeigerwerte.....	129
4.2	Arealtypen.....	130
4.3	Rote-Liste-Arten.....	132
4.4	Lebermoosindex	133
5.	Danksagung	134
6.	Literatur.....	134

1. Einleitung

Aus den Nahe- und Rheinauen in Rheinhessen liegen bisher nur wenige bryologische Erhebungen vor. KORNECK (1959) wies auf einige bemerkenswerte Wassermoose bei Mainz hin. PHILIPPI (1967, 1968) beschrieb die Verbreitung ausgewählter Taxa zwischen Bodensee und Mainz und stellte in einer folgenden Publikation die Moosgesellschaften der Rheinaue zwischen Basel und Mannheim vor (PHILIPPI 1972). Aus der Nahe erwähnen BLAU-FUSS et al. (1981) Moose in Beständen von *Ranunculus fluitans*. Schließlich hat auch der Autor Erhebungen zur Moosflora des rheinhessischen Anteils der Rheinufer durchgeführt (OESAU 1999). Weitere Untersuchungen zur Moosflora liegen mit einer Erhebung der epiphytischen Moose der im Auengebiet eingestreuten Obstanlagen (OESAU 2001) sowie mittels eines Monitorings epiphytischer Moose auf Hybrid-Pappeln (*Populus x canadensis*) vor (OESAU 2008, 2012). Aus dem südlichen Oberrheintal in Baden und dem mittleren Abschnitt des Oberrheintals in der Pfalz stammen umfangreiche Informationen von PHILIPPI (1972) und LAUER (2005). Aus dem nördlichen Oberrheintal zwischen Worms und Bingen und dem unteren Nahetal kamen vor kurzem eine Anzahl Ausarbeitungen hinzu, so dass die Moosflora nunmehr auch dort recht gut bekannt sein dürfte (OESAU 2013a-

e, 2014a-f). Da diese Informationen in der Literatur verstreut sind, wird im Folgenden ein zusammenfassender Überblick über die Moosflora der rheinhessischen Nahe- und Rheinauen gegeben. Dabei steht das ökologische Verhalten der Moose im Vordergrund.

2. Das Untersuchungsgebiet

Die Rheinauen begleiten eine der wichtigsten Schifffahrtsstraßen Deutschlands und haben weitreichende Veränderungen hinnehmen müssen. Das einschneidendste Ereignis war die Rheinkorrektur von Johann Gottfried Tulla zwischen 1817 und 1876, durch die eine ganzjährig befahrbare Wasserstraße geschaffen wurde. Hinzu kam der Bau von Dämmen, die die Rheinniederung heute zwar gänzlich vor Hochwassern schützen, aber eine erhebliche Inanspruchnahme der Landschaft durch Nutzungen von Landwirtschaft, Verkehr, Gewerbe, Freizeit und Erholung nach sich zog. Trotzdem sind einige naturnahe Relikte der Auenlandschaft in Rheinhessen erhalten geblieben. Hierbei handelt es sich um etwa 12 größere Areale am Rhein und der Nahe zwischen Worms und Bingen bzw. Bad Kreuznach und Bingen, die einem gesetzlichen Schutz unterliegen und fast die gesamte naturnahe Auenlandschaft einbeziehen (Abb. 1 und 2). Sie haben insgesamt eine



Abb. 1: Blick über das Röhricht im NSG Eich-Gimbsheimer Altrhein (Foto: A. OESAU).

Flächengröße von 1423 ha. In diesem Maß sind auch Gewässer, Schilfgebiete und Grünland enthalten. Den Anteil der Auenwälder geben DORSCHER et al. (1999) mit 554 ha an. Umgeben im Westen, Norden und Osten von den höheren Gebirgszügen des Hunsrücks, des Taunus und des Odenwaldes ist das Klima Rheinhessens durch Wärme und Trockenheit gekennzeichnet. Die Jahresdurchschnittstemperaturen ausgewählter Stationen in Rheinnähe liegen über 10 °C und der mittlere Jahresniederschlag erreicht kaum 600 mm (Tab. 1). Im westlich angrenzenden Höhenzug des Hunsrücks werden dagegen Jahresdurchschnittstemperaturen von ca. 8-9 °C und mittlere Jahresniederschläge von

ca. 800 mm gemessen (AGRARMETEOROLOGIE RHEINLAND-PFALZ, www.am.rlp.de). Vorherrschende Sedimente in den Mäandersonen des Rheins sind kalkhaltige Schlufflehme, aus denen sich, soweit sie überflutet werden, kalkhaltige Auenböden entwickelt haben. Wo die Überflutung durch Dämme verhindert wird, entwickeln sich diese Böden zu terrestrischen Böden weiter (Pararendzina, Kalkbraunerde). Schlufflehme gehören zu den nährstoffreichsten Böden in Rheinhessen, deshalb wurden die Auenwälder dort frühzeitig gerodet und landwirtschaftlich genutzt. Böden auf Kiesbänken oder mit einem höheren Sandanteil spielen nur eine untergeordnete Rolle (DORSCHER et al. 1999). Einen

Tabelle 1: Jahresmittelwerte von Klimadaten einiger ausgewählter Stationen im rheinhessischen Rheintal. (AGRARMETEOROLOGIE RHEINLAND-PFALZ, www.am.rlp.de).

Nr.	Stationen	Temperatur [°C]	Niederschlag [mm]	Luftfeuchte [%]	Sonnenstunden [h]
1	Eich	11,0	597	79	1960
2	Oppenheim LA	10,4	581	81	2017
3	Heidesheim-Heidenfahrt	10,8	600	79	2007

Tabelle 2: Ergebnisse von Bodenuntersuchungen in den Bearbeitungsgebieten.

Nr.	Herkunft der Bodenproben: (Name des Naturschutzgebietes)	Anzahl Analysen	CaCO ₃ % (in CAL)	pH (in CaCl ₂)	P ₂ O ₅ mg/100g (in CAL)	K ₂ O mg/100g (in CAL)	Mg mg/100g (in CAL)
1	Untere Nahe	8	0,4	6,3	22	20	23
2	Fulder Aue – Ilmen Aue	5	14	7,1	29	23	24
3	Sandlache	5	15	7,2	19	21	15
4	Hader Aue – Königsklinger Aue	4	11	7,3	27	10	13
5	Mombacher Rheinufer	4	10	7,2	29	19	18
6	Laubenheimer- Bodenheimer Ried	4	10	7,1	11	20	47 ¹⁾
7	Eiskarb	2	12	7,4	11	19	17
8	Oppenheimer Wäldchen	2	10	7,3	5	11	13
9	Große Viehweide	4	14	7,5	10	17	18
10	Fischsee	3	11	7,5	12	9	19
11	Eich-Gimbsheimer Altrhein	3	12	7,4	5	31	32
12	Wormser Ried	3	11	7,3	19	40	33

Anmerkung: ¹⁾ ein Extremwert von 118 mg wurde nicht in die Berechnung des Mittelwertes einbezogen.

Überblick über Untersuchungsergebnisse von Böden aus den Naturschutzgebieten des Untersuchungsgebiets zeigt die Tab. 2.

Aus dieser Tabelle ist zu entnehmen, dass die Auenböden sehr kalkhaltig sind und einen neutralen pH-Wert aufweisen. Eine Ausnahme machen lediglich die Böden der Naheniederung, die aus nahezu kalkfreien Sedimenten aufgebaut sind. Diese bewirken, dass der pH-Wert um etwa eine Einheit tiefer liegt als der der Böden in der Rheinaue. Die Versorgung mit pflanzenverfügbaren Nährstoffen ist als reich zu bezeichnen, die Nährstoffgehalte liegen in der Regel weit über den (für landwirtschaftliche Nutzpflanzen) optimalen Werten. Es ist anzunehmen, dass die Ursache in den regelmäßigen Überflutungen mit nährstoffreichem Nahe- bzw. Rheinwasser liegt. Der in den Flächen Nr. 6 angeführte extreme Magnesiumgehalt liegt im hohen Tonanteil des Bodens in einer ehemaligen Tongrube an der Basis einer Abgrabung begründet. Nach SCHACHTSCHABEL et al.

(1998) sind in ton- und schluffhaltigen Böden die höchsten Magnesiumgehalte zu finden.

3. Methoden

Die Erhebung der Moosflora erfolgte von 2004 bis 2013. Dabei fanden die Begehungen für die vorliegenden Untersuchungen nur innerhalb der von der Landesverordnung über die Naturschutzgebiete vorgegebenen Grenzen statt und zwar vor allem in den Wintermonaten. Privatgelände und befriedete Parzellen blieben unberücksichtigt, ebenso dichtes Röhricht und Gebüsche. Nicht rechtlich geschützte naturnahe Gebiete wurden zwar ebenfalls begangen, ihre Moosflora wich jedoch grundsätzlich nicht von den bereits unter Schutz stehenden Gebieten ab und wurde für die vorliegende Ausarbeitung nicht mit herangezogen. Es fanden in jedem NSG 4-6 Begehungen statt, in größeren und artenreichen Gebieten bis

Tabelle 3: Die bearbeiteten Naturschutzgebiete in den Nahe- und Rheinauen Rhein Hessens.

Nr.	Name des Naturschutzgebietes	Lage in der (den) Topographischen Karte (n) 1 : 25.000	Flächenumfang [ha]
1	Untere Nahe	6013, 6113	280
2	Fulder Aue – Ilmen Aue	6013, 6014	341
3	Hader Aue – Königsklinger Aue	5914	165
4	Sandlache	5914, 6014	60
5	Mombacher Rheinufer	5915	64
6	Laubenheimer-Bodenheimer Ried	6015	71
7	Eiskarb	6116	17
8	Oppenheimer Wäldchen	6116	26
9	Große Viehweide	6116	19
10	Fischsee	6116, 6216	71
11	Eich-Gimbsheimer Altrhein	6216	274
12	Wormser Ried	6316	35

zu 10. 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 entstammen DÜLL (2001), die Arealtypen DÜLL & MEINUNGER (1989) bzw. DÜLL (1994a, 1994b), die Rote-Liste-Angaben LUDWIG et al. (1996). Letztere sind in den Tabellen 3-5 durch Fettschrift hervorgehoben. Die in den Tabellen 4-6 aufgelisteten Arten stammen aus 12 Naturschutzgebieten (Tab. 3).

4. Ergebnisse

Die Anzahl der in den untersuchten Naturschutzgebieten (NSG) festgestellten Moose beträgt insgesamt 202. Am artenreichsten sind diejenigen NSG, die direkte Anbindung an die Nahe bzw. den Rhein haben. Bei ihnen beträgt die Artenanzahl im Mittel 105, während sie in den von der Dynamik der Flüsse abgeschnittenen Gebieten im Mittel bei 61 liegt. Die Anzahl der Arten, die in sämtlichen Untersuchungsgebieten wuchsen, beträgt 24. Bei ihnen handelte es sich um ubiquitäre Taxa, wie *Barbula unguiculata*, *Bryum argenteum* oder *Hypnum cupressiforme*. Die Anzahl der Arten, die nur in einem der 12 NSG gefunden wurden, beläuft sich dagegen auf 46.

Dieses sind naturgemäß seltene Arten wie *Ephemerum sessile*, *Orthotrichum pulchellum* oder *Rhynchostegiella tenella*, aber auch häufigere Arten, die nur zufällig eine passende ökologische Nische vorfanden wie *Acaulon triquetrum*, *Phascum leptophyllum* oder *Pottia truncata*. Im Folgenden werden die Moose der Rheinauen nach ihrem ökologischen Verhalten bewertet.

4.1 Ökologische Zeigerwerte

Ökologische und botanische Beobachtungen und Erfahrungen führten zu Kenngrößen für einzelne Pflanzenarten. Sie werden in Ziffern beschrieben, die das ökologische Verhalten zu den wichtigsten Standortfaktoren unter dem Konkurrenzdruck im Gelände ausdrücken. Bei der Bewertung ist zu berücksichtigen, dass sich das ökologische Verhalten einer Art im Bereich seines Areals ändern kann. Allgemein gilt für viele Moose, dass sie sich im Bereich der Areal- bzw. Existenzgrenzen durch eindeutige Zeigerwerte auszeichnen, hingegen im Zentrum der Hauptverbreitung wesentlich größere Reaktionsbreiten tolerieren (DÜLL 2001).



Abb. 2: Ein Seitenarm der Nahe bei Niedrigwasser mit angrenzenden Relikten von Auenwäldern im NSG „Untere Nahe“ (Foto: A. OESAU).

Das ökologische Verhalten der Arten zu den wichtigsten Standortsfaktoren wird in Zahlenwerten, den ökologischen Zeigerwerten, bezeichnet. Da die Feuchtezahl, mit der das durchschnittliche ökologische Verhalten gegenüber der Bodenfeuchtigkeit bzw. dem Wasser gekennzeichnet wird, am besten gesichert ist (ELLENBERG et al. 2001), wird sie in den folgenden Ausführungen zur Einstufung der Taxa herangezogen, zumal die Feuchtigkeit einer der wichtigsten Faktoren in Auengebieten ist. Die neun Feuchtezahlen nach DÜLL (2001) werden im Folgenden in drei Gruppen zusammengefasst. Die Werte 1-3 (Trockniszeiger) zur Feuchtezahl 1, die Werte 4-6 (Frischezeiger) zur Feuchtezahl 2 und die Werte 7-9 (Feuchtezeiger) zur Feuchtezahl 3.

4.1.1 Trockniszeiger (Feuchtezahlen 1-3)

Trockniszeiger siedeln vor allem auf den Stämmen bzw. Ästen von Bäumen und größeren Sträuchern, also in sonnenexponierten

und schnell austrocknenden Lebensräumen. Es handelt sich aber nicht nur um typische Epiphyten wie *Orthotrichum tenellum* oder *Tortula papillosa* (Abb. 3), sondern auch gesteinbewohnende Arten wie *Grimmia pulvinata* oder *Tortula muralis* finden dort geeignete Habitate. Eine der seltensten Arten ist *Orthotrichum pulchellum* (Abb. 6). Aus dem Standortverhalten der 42 Arten errechnete sich eine mittlere Feuchtezahl von 2,3. Die Trockniszeiger sind in der Tab. 4 zusammengefasst.

4.1.2 Frischezeiger (Feuchtezahlen 4-6)

Als Frischezeiger gelten diejenigen Moose, die auf mittelfeuchten, gelegentlich auch auf dauerfeuchten Böden konkurrenzstark sind. Sie bevorzugen luftfeuchte Lagen und frühjahrsfeuchte Standorte. Im Untersuchungsgebiet stellen sie mit 117 die Mehrzahl der Arten. Luftfeuchte Lagen mit Moosen, die an Tau- und Nebelfeuchte angepasst sind, bestehen vor allem im Bereich von Teichen

Tabelle 4: Trockeniszeiger in den Nahe- und Rheinauen (Erklärung der Nr. des NSG siehe Tab. 3).

Arten	Nr. des Naturschutzgebietes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Acaulon triquetrum</i> (SPRUCE) MÜLL. HAL.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Barbula convoluta</i> HEDW.	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-
<i>Barbula unguiculata</i> HEDW.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Brachythecium albicans</i> (HEDW.) SCHIMP.	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+
<i>Brachythecium campestre</i> (MÜLL. HAL.) SCHIMP.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Brachythecium populeum</i> (HEDW.) SCHIMP.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>Bryum argenteum</i> HEDW.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bryum radiculosum</i> BRID.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratodon purpureus</i> (HEDW.) BRID.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Didymodon acutus</i> (BRID.) K. SAITO	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Didymodon fallax</i> (HEDW.) R.H. ZANDER	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-
<i>Didymodon luridus</i> HORNSCH. ex SPRENG.	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
<i>Didymodon vinealis</i> (BRID.) R.H. ZANDER	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Entodon concinnus</i> (DE NOT.) PARIS	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Grimmia ovalis</i> (HEDW.) LINDB.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Grimmia pulvinata</i> (HEDW.) SM.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Homalothecium lutescens</i> (HEDW.) H. ROB.	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-
<i>Homalothecium sericeum</i> (HEDW.) SCHIMP.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hypnum cupressiforme</i> HEDW. var. <i>lacunosum</i> BRID.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Orthotrichum anomalum</i> HEDW.	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-
<i>Orthotrichum diaphanum</i> SCHRAD. ex BRID.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Orthotrichum pulchellum</i> BRUNT.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Orthotrichum sprucei</i> MONT.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Orthotrichum stramineum</i> HORNSCH. ex BRID.	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Orthotrichum tenellum</i> BRUCH ex BRID.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Phascum curvicolle</i> HEDW.	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudocrossidium hornschi</i> ZANDER (SCHULTZ)	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+
<i>Pterygoneurum ovatum</i> (HEDW.) DICKS.	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchostegiella tenella</i> (DICKS.) LIMPR.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchostegium megapolitanum</i> (F. WEBER & D. MOHR) SCHIMP.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Schistidium apocarpum</i> (HEDW.) BRUCH & SCHIMP.	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Schistidium crassipilum</i> H. H. BLOM	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
<i>Schistidium singarense</i> (SCHIFFEN.) LAZ.	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thuidium abietinum</i> (HEDW.) SCHIMP.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tortula laevipila</i> (BRID.) SCHWÄGR.	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+
<i>Tortula muralis</i> (L.) HEDW.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tortula pagorum</i> (MILDE) DE NOT.	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Tortula papillosa</i> WILSON	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tortula ruraliformis</i> (BESCH.) INGHAM	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Tortula ruralis</i> L. ex HEDW.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tortula virescens</i> (DE NOT.) DE NOT.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
<i>Weissia brachycarpa</i> (NEES & HORNSCH.) JUR.	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-



Abb. 3: Das temperate Moos *Tortula papillosa* ist ein Trockenzeiger und wächst bevorzugt an freistehenden Bäumen im gesamten Untersuchungsgebiet (Foto: A. OESAU).

und Altrheinarmen und der sie umgebenden Auengebüsche und -wälder. Diese Lebensstätten überwiegen im Untersuchungsgebiet, weshalb sich hier auch die Artenvielfalt konzentriert. Charakteristisch für diese Biotope sind *Bryum subelegans*, *Leskea polycarpa*, *Orthotrichum speciosum* (Abb. 4) und *Tortula latifolia* (Abb. 5). Beispiele für Arten, die mittel-feuchte Böden besiedeln sind *Eurhynchium striatum*, *Fissidens taxifolius* und *Plagiomnium affine*. Dauerfeuchte Böden sind im Gebiet in grundwassernahen Senken, am Rande von Gräben und in Flutrinnen ausgebildet. Auf ihnen finden *Pottia davalliana*, *Thamnobryum alopecurum* und *Weissia longifolia* zusage Standorte. Die mittlere Feuchtezahl der Frischezeiger beträgt 5. In der Tab. 5 sind die Frischezeiger der NSG in den Nahe- und Rheinauen zusammengestellt.

4.1.3 Feuchtezeiger (Feuchtezahlen 7-9)

Als Feuchtezeiger werden Arten betrachtet, die auf gut durchfeuchteten bis vernässen Standorten im Einflussbereich der Altrheine oder auf Stromtalwiesen leben. Auch auf oder im Wasser schwimmende Moose zählen dazu, wie *Riccia rhenana* oder *Ricciocarpus natans*. Obwohl das Untersuchungsgebiet in der Rheinaue liegt, ist die Anzahl der Feuchtezeiger relativ gering, es handelt sich um 43 Arten (Tab. 6). Dieses ist wohl nicht nur die Folge der geringen jährlichen Niederschlagsmenge, sondern auch der Rheinausbau und ein umfangreiches System von Entwässerungsgräben zeigen ihre austrocknende Wirkung. Häufigere Feuchtezeiger sind *Brachythecium mildeanum*, *Calliergonella cuspidata*, *Drepanocladus aduncus* und *Leptodictyum riparium*. Selten anzutreffen sind dagegen *Anacura pinguis*, *Ephemerum cohaerens* und *Riccia gothica*. Die mittlere Feuchtezahl beträgt 7,5.

Tabelle 5: Frischezeiger in den Nahe- und Rheinauen (Erklärung der Nr. des NSG siehe Tab. 3).

Arten	Nr. des Naturschutzgebietes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Aloina rigida</i> (HEDW.) LIMPR.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Amblystegium humile</i> (P. BEAUV.) CRUNDW.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Amblystegium serpens</i> (HEDW.) SCHIMP.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Amblystegium varium</i> (HEDW.) LINDB.	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-
<i>Anomodon attenuatus</i> (HEDW.) HUEBENER	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Anomodon viticulosus</i> (HEDW.) HOOK & TAYLOR	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Aulacomnium androgynum</i> (HEDW.) SCHWÄGR.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brachythecium glareosum</i> (SPRUCE) SCHIMP.	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Brachythecium rutabulum</i> (HEDW.) SCHIMP.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Brachythecium salebrosum</i> (F. WEBER & D. MOHR) SCHIMP.	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-
<i>Brachythecium velutinum</i> (HEDW.) SCHIMP.	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i> (HEDW.) P.C. CHEN.	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Bryum barnesii</i> J.B. WOOD	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Bryum bicolor</i> DICKS.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bryum caespitium</i> HEDW.	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Bryum capillare</i> HEDW.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Bryum elegans</i> NEES ex BRID.	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-
<i>Bryum imbricatum</i> (SCHWÄGR.) BRUCH & SCHIMP.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Bryum microerythrocarpum</i> MÜLL. HAL. & KINDB.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryum rubens</i> MITT.	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-
<i>Bryum ruderale</i> CRUNDW. & NYHOLM	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
<i>Bryum subelegans</i> KINDB.	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Bryum violaceum</i> CRUNDW. & NYHOLM	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-
<i>Cirriphyllum piliferum</i> (HEDW.) GROUT	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+
<i>Climacium dendroides</i> (HEDW.) F. WEBER & D. MOHR	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cryphaea heteromalla</i> (HEDW.) D. MOHR	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
<i>Dialytrichia fragilifolia</i> (BIZOT & J. ROUX) F. LARA	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Dialytrichia mucronata</i> (BRID.) BROTH.	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicranella howei</i> RENAULT & CARDOT	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Dicranoweisia cirrata</i> (HEDW.) LINDB. ex MILDE	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
<i>Dicranum montanum</i> HEDW.	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Dicranum scoparium</i> HEDW.	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+
<i>Dicranum tauricum</i> SÄPJEIN	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Didymodon rigidulus</i> HEDW.	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Didymodon sinuosus</i> (MITT.) DELOGNE	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Didymodon vinealis</i> var. <i>flaccidus</i> (BRUCH & SCHIMP.) R.H. ZANDER	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Ditrichum cylindricum</i> (HEDW.) GROUT	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Entosthodon fascicularis</i> (HEDW.) C. MUELL.	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ephemerum recurvifolium</i> (DICKS.) BOULEY	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Ephemerum serratum</i> (HEDW.) HAMPE	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ephemerum sessile</i> (BRUCH) MÜLL. HAL.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Eurhynchium crassinervium</i> (WILSON) SCHIMP.	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Eurhynchium bians</i> (HEDW.) SANDE LAC.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eurhynchium praelongum</i> (HEDW.) SCHIMP.	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+
<i>Eurhynchium striatum</i> (HEDW.) SCHIMP.	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Fissidens bryoides</i> HEDW.	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-
<i>Fissidens incurvus</i> STARKE ex RÖHL	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Fissidens taxifolius</i> HEDW.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Fissidens viridulus</i> (SW.) WAHLENB.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Frullania dilatata</i> (L.) DUMORT.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Funaria hygrometrica</i> HEDW.	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-

<i>Herzogiella seligeri</i> (BRID.) Z. IWATS.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Homalia trichomanoides</i> (HEDW.) SCHIMP.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Homomallium incurvatum</i> (BRID.) LOESKE	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Hygrohypnum luridum</i> (HEDW.) JENN.	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Hypnum cupressiforme</i> HEDW.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Isothecium alopecuroides</i> (BRID.) LOESKE	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-
<i>Isothecium myosuroides</i> BRID.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Leptobryum pyriforme</i> (HEDW.) WILSON	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leskea polycarpa</i> EHRH. ex HEDW.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Leucodon sciuroides</i> (HEDW.) SCHWÄGR.	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) DUMORT.	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Lophocolea heterophylla</i> (SCHRAD.) DUMORT.	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-
<i>Lophocolea minor</i> NEES	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Lunularia cruciata</i> (L.) DUMORT. ex LINDB.	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Marchantia polymorpha</i> L.	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) DUMORT.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
<i>Mnium hornum</i> HEDW.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mnium lycopodioides</i> SCHWÄGR.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mnium stellare</i> HEDW.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Orthotrichum affine</i> SCHRAD. ex BRID.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Orthotrichum lyelii</i> HOOK. & TAYLOR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Orthotrichum obtusifolium</i> BRID.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Orthotrichum pallens</i> BRUCH ex BRID.	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Orthotrichum patens</i> BRUCH ex BRID.	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-
<i>Orthotrichum pumilum</i> SM.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
<i>Orthotrichum speciosum</i> NEES	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-
<i>Orthotrichum striatum</i> HEDW.	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
<i>Phascum cuspidatum</i> SCHREB. ex HEDW.	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-
<i>Phascum floerkeanum</i> F. WEBER & D. MOHR	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Phascum leptophyllum</i> MÜLL. HAL.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plagiomnium affine</i> (BLANDOW) T. J. KOP.	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (HEDW.) T. J. KOP.	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-
<i>Plagiomnium undulatum</i> (HEDW.) T. J. KOP.	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-
<i>Plagiothecium succulentum</i> (WILSON) LINDB.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Platygyrium repens</i> (BRID.) SCHIMP.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pleuridium acuminatum</i> LINDB.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pleurozium schreberi</i> (BRID.) MITT.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poblia annotina</i> (HEDW.) LINDB.	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Poblia bulbifera</i> (WARNST.) WARNST.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poblia lutescens</i> (LIMPR.) H. LINDB.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poblia melanodon</i> (BRID.) A.J. SHAW	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Polytrichum formosum</i> HEDW.	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Porella platyphylla</i> (L.) PFEIFF.	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-
<i>Pottia davalliana</i> (Sm.) C.E.O. JENSEN	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>Pottia intermedia</i> (TURNER) FURNR.	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Pottia lanceolata</i> (HEDW.) MÜLL. HAL.	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pylaisia polyantha</i> (HEDW.) SCHIMP.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Radula complanata</i> (L.) DUMORT.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rhizomnium punctatum</i> (HEDW.) T. J. KOP.	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Rhynchostegium confertum</i> (DICKS.) SCHIMP.	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+
<i>Rhynchostegium murale</i> (HEDW.) SCHIMP.	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Rhytidadelphus squarrosus</i> (HEDW.) WARNST.	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Riccia sorocarpa</i> BISCH.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scleropodium cespitosum</i> (MÜLL. HAL.) L. F. KOCH	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scleropodium purum</i> (HEDW.) LIMPR.	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+
<i>Thamnobryum alopecurum</i> (HEDW.) NIEUWL. ex GANGULEE	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+

<i>Thuidium delicatulum</i> (HEDW.) SCHIMP.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tortula latifolia</i> BRUCH ex HARTM.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Tortula subulata</i> HEDW.	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulota bruchii</i> HORNSCH. ex BRID.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ulota crispa</i> (HEDW.) BRID.	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Ulota phyllantha</i> BRID.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Weissia longifolia</i> MITT.	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+
<i>Zygodon conoideus</i> (DICKS.) HOOK & TAYLOR	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Zygodon rupestris</i> SCHIMP. ex LORENTZ	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>Zygodon viridissimus</i> (DICKS.) BRID. var. <i>viridissimus</i>	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-

4.1.4 Weitere ökologischen Zeigerwerte

Neben der Feuchtezahl geben auch weitere ökologischen Zeigerwerte Einblicke in das Umweltverhalten der Moose in den Untersuchungsgebieten (Tab. 7). Grundlage dieser Tabelle ist das ökologische Verhalten sämtlicher Moose an den 12 Fundorten.

Die Lichtzahl gibt ihr Auftreten zur relativen Beleuchtungsstärke an. Sie streut geringfügig von Halblichtpflanzen zu Lichtpflanzen. Dieses bedeutet, dass die Moose meist im vollen, direkten Licht stehen, aber auch noch im Schatten vorkommen können. Am anspruchslosesten gegenüber der Belichtung sind die Frischezeiger mit einer Lichtzahl von 6,3. Die Temperaturzahlen besagen, dass es

sich um „Mäßigwärmezeiger“ handelt, bei denen der Schwerpunkt der Verbreitung in submontan-temperaten Bereichen liegt. Auch bezüglich der Temperaturzahl ist zu erkennen, dass Frischezeiger in kühlere Bereiche ausweichen. Im Kontinentalitätsgefälle von der Atlantikküste bis ins Innere Eurasiens stammt die Mehrzahl der Arten bei nahezu übereinstimmenden Werten aus intermediären, d. h. aus temperaten bzw. schwach subozeanischen bis schwach subkontinentalen bzw. submediterranen und subborealen Bereichen. Die Dominanz schwach saurer bis neutraler Böden im Untersuchungsgebiet drückt sich in Reaktionszahlen von 6,2 bis 6,7 aus.

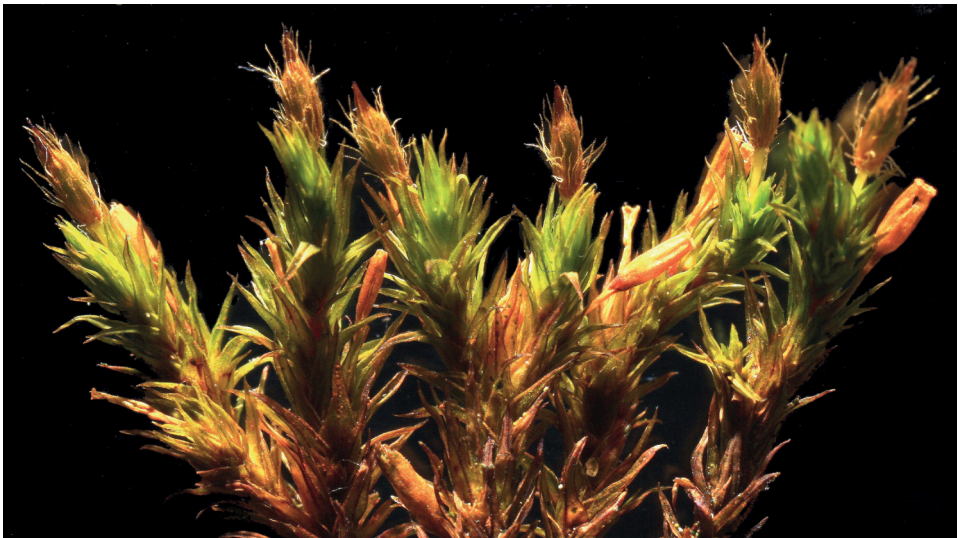


Abb. 4: Der Frischezeiger *Orthotrichum speciosum* ist in den Rheinauen recht häufig anzutreffen (Foto: A. OESAU).



Abb. 5: Der Frischezeiger *Tortula latifolia* findet in den Rheinauen viele zusagende Lebensstätten (Foto: A. OESAU).

4.2 Arealtypen

Das Arealzentrum ist das Häufigkeitszentrum mit der höchsten Vorkommensdichte und Vitalität einer Art. Es kann als das Gebiet interpretiert werden, in welchem die Art ihr ökologisches Optimum vorfindet. Im (theoretischen) Idealfall nehmen vom Arealzentrum über das Hauptareal zum Arealrand des Vorkommens Häufigkeit und Vorkommensdichte ab, bis das kontinuierlich besiedelte Gebiet aufhört und die Art nur noch mehr oder weniger isolierte Vorposten bildet (www.floraweb.de).

Da sich mit zunehmender Entfernung von den Küsten das Klima verändert, hat dies Auswirkungen auf die Verbreitung (bzw. die Verbreitungsgrenzen) von Pflanzen. So sind die Temperatur- und Niederschlagsbedingungen im Jahresverlauf in Küstennähe wesentlich ausgeglichener (ozeanisch) als im (kontinentalen) Inneren des Festlandes, wo die Schwankungen zwischen Sommer und Winter zunehmend größer werden. Außerdem nimmt der Niederschlag von den Küsten

Europas bis hinein nach Zentralasien stark ab, so dass kontinental verbreitete Pflanzen oft eine höhere Toleranz gegenüber Temperaturschwankungen und Trockenheit haben.

Weitaus die größte Anzahl der Moose in den Untersuchungsgebieten zählt zu den Arten, die das Zentrum ihrer Häufigkeit im mitteleuropäischen Raum haben. Es handelt sich je nach NSG um ca. 50-60 % der Arten (Tab. 8). Arten mit Schwerpunkt in anderen Verbreitungsgebieten sind wesentlich seltener. Fasst man diejenigen aus nordischen und ozeanischen Gebieten zusammen, so handelt es sich um 22 % der Moose, während solche mit Verbreitung in submediterranen Gebieten einen Anteil von 19 % stellen. Kontinentale Arten sind mit durchschnittlich 4 % vertreten. Bemerkenswert ist die relative Konstanz der Artenzahlen im Vergleich der NSG. Dieses kann damit erklärt werden, dass die ökologischen Voraussetzungen in den Untersuchungsgebieten weitgehend übereinstimmen. Die absolute Artenzahl streut in dessen erheblich.

Tabelle 6: Feuchtezeiger in den Nahe- und Rheinauen (Erklärung der Nr. des NSG siehe Tab. 3).

Arten	Nr. des Naturschutzgebietes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Acaulon muticum</i> (HEDW.) MÜLL. HAL.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amblystegium fluviatile</i> (HEDW.) SCHIMP.	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amblystegium tenax</i> (HEDW.) C.E.O. JENSEN	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Aneura pinguis</i> (L.) DUMORT.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Aphanorrhagma patens</i> (HEDW.) LINDB.	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-
<i>Brachythecium mildeanum</i> (SCHIMP.) SCHIMP. ex MILDE	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Brachythecium plumosum</i> (HEDW.) SCHIMP.	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>Brachythecium rivulare</i> SCHIMP.	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+
<i>Bryum gemmiferum</i> R. WILCZEK & DEMARET	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Bryum klinggraeffii</i> SCHIMP.	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (HEDW.) P. GAERTN., E. MEY & SCHERB.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Calliergonella cuspidata</i> (HEDW.) LOESKE	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Campylium stellatum</i> (HEDW.) C.E.O. JENSSSEN	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cinclidotus danubicus</i> SCHIFFN. & BAUMGARTN.	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Cinclidotus fontinaloides</i> (HEDW.) P. BEAUV.	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Cinclidotus riparius</i> (BRID.) ARN.	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Cratoneuron filicinum</i> (HEDW.) SPRUCE	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Dicranella schreberiana</i> (HEDW.) HILF. ex CRUM & ANDERSON	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-
<i>Dicranella staphylina</i> H. WHITEHOUSE	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Dicranella varia</i> (HEDW.) SCHIMP.	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
<i>Didymodon nicholsonii</i> CULM.	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Didymodon tophaceus</i> (BRID.) LISA	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-
<i>Drepanocladus aduncus</i> (HEDW.) WARNST.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ephemerum cohaerens</i> (HEDW.) HAMPE	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eurhynchium speciosum</i> (BRID.) JUR.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fissidens crassipes</i> WILSON ex BRUCH & SCHIMP.	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Fontinalis antipyretica</i> HEDW.	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Leptodictyum riparium</i> (HEDW.) WARNST.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>Octodiceras fontanum</i> (BACH. PYL.) LINDB.	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pellia endriviifolia</i> (DICKS.) DUMORT.	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pellia epiphylla</i> (L.) CORDA	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Physcomitrium pyriforme</i> (HEDW.) BRID.	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-
<i>Plagiomnium elatum</i> (BRUCH & SCHIMP.) KOP.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Platyhypnidium riparioides</i> (HEDW.) DIXON	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pottia bryoides</i> (DICKS.) MITT.	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-
<i>Pottia truncata</i> (HEDW.)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Riccia cavernosa</i> HOFFM. emend. RADDI	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-
<i>Riccia fluitans</i> L. emend. LORB.	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Riccia glauca</i> L.	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Riccia gothica</i> DAMH. & HALLINGBÄCK	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Riccia rhenana</i> LORB. ex MÜLL. FRIB.	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Ricciocarpus natans</i> (L.) CORDA	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-
<i>Sanionia uncinata</i> (HEDW.) LOESKE	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-

Tabelle 7: Mittlere ökologischen Zeigerwerte der Moose in den Untersuchungsgebieten, aufgeschlüsselt nach ihrem Vorkommen im Gefälle der Bodenfeuchtigkeit.

	Zeiger- werte	Lichtzahl (1-9)	Temperatur- zahl (1-9)	Kontinentalitäts- zahl (1-9)	Feuchte- zahl (1-9)	Reaktions- zahl (1-9)
Trockniszeiger	1-3	7,9	4,8	4,7	2,3	6,7
Frischezeiger	4-6	6,3	4,1	4,9	4,9	6,2
Feuchtezeiger	7-9	7,7	4,3	4,7	7,5	6,2

4.3 Rote-Liste-Arten

Im Mittel sämtlicher Untersuchungsflächen gelten nach LUDWIG et al. (1996) etwa ein Viertel der Arten (26 %) eines NSG als in ihrer Existenz gefährdet (Tab. 9). Hierzu zählen z. B. Trockniszeiger der Dämme wie *Acaulon triquetrum*, *Entodon concinnus* oder *Thuidium abietinum*, Frischezeiger alter Weiden- und Pappelstämme wie *Dialytrichia fragilifolia*, *Scleropodium cespitans* und *Ulota phyllanta* oder Feuchtezeiger abtrocknender Schlickflächen wie *Bryum gemmiferum*, *Ephemerum cohaerens* und *Riccia gothica*. Insgesamt ergibt sich ein Bestand an Rote-Liste-Arten in den Nahe- und Rheinauenwäldern von 68. Der Bestand an gefährdeten Arten streut im Vergleich der NSG erheblich: von 8 bis 36. Bei relativer Betrachtung glättet sich diese Streuung jedoch,

die Anteile errechnen sich dann zwischen 20 % und 31 %.

Zum Vergleich sei die Moosvegetation der Wälder in der Rheinaue zwischen Basel und Mannheim herangezogen. PHILIPPI (1972) fand seinerzeit einen Bestand von 115 Taxa. Von ihnen sind nach SAUER & AHRENS (2006) 13 gefährdet (11 %). Aktuellere Daten liegen dem Autor nicht vor.



Abb. 6: *Orthotrichum pulchellum* ist eine Art mit ausgesprochen ozeanischem Verbreitungscharakter und eines der seltensten Moose in den rheinhessischen Rheinauen (Foto: A. OESAU).

Tabelle 8: Arealzugehörigkeit der Moose in Naturschutzgebieten (relativ zur Gesamtartenanzahl) (Erklärung der Nr. des NSG siehe Tab. 3).

Arealtypen	Nr. des Naturschutzgebietes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
temperat	60	50	57	56	54	60	55	52	56	54	64	54
boreal	3	7	3	3	3	1	3	5	4	4	1	5
subboreal	7	11	5	8	9	7	8	11	6	9	11	12
ozeanisch	0	0	0	0	2	1	1	2	1	0	1	0
subozeanisch	6	6	7	10	8	10	5	7	11	13	7	10
submediterran-subocean	4	7	11	4	5	7	5	3	4	6	3	7
subocean-submediterran	11	7	4	6	8	3	11	7	6	3	5	5
submediterran	7	9	7	10	7	7	7	7	8	7	4	5
subkontinental	2	3	6	3	4	4	5	6	4	4	4	2
Anzahl der Arten absolut	117	127	99	118	110	98	75	107	71	54	76	45

Tabelle 9: Rote-Liste-Arten in den Naturschutzgebieten der Nahe- und Rheinauen (Erklärung der Nr. des NSG siehe Tab. 3).

Artenanzahl	Nr. des Naturschutzgebietes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
absolut	25	36	25	34	28	32	19	24	22	14	18	8
relativ	22	31	25	29	27	33	25	23	31	26	24	20

Tabelle 10: Die Anzahl der Lebermoose in den Naturschutzgebieten der Nahe- und Rheinauen (Erklärung der Nr. des NSG siehe Tab. 3).

Artenanzahl	Nr. des Naturschutzgebietes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
absolut	5	12	8	11	10	6	8	9	4	3	6	2
relativ	5	11	8	9	9	6	10	8	6	6	8	5

4.4 Lebermoosindex

In den Nahe- und Rheinauen ergaben die bryologischen Erhebungen einen Besatz mit insgesamt 19 Lebermoosen. In Relation zu den 183 Laubmoosen ergibt sich daraus ein Lebermoosindex von 1 : 10. Da der Normalwert nach DÜLL (1985) bei 1 : 4 liegt, ist das gesamte Auengebiet als „lebermoosfeindlich“ zu bezeichnen. Ursache mögen die relativ geringen Niederschläge im nördlichen Oberrheintal sein, das zu den trockensten

Regionen Deutschlands zählt. Für die Auenwälder des südlichen Oberrheintals zwischen Basel und Mannheim errechnet sich nach den Angaben von PHILIPPI (1972) ein Lebermoosindex von 1 : 3, womit dort für Lebermoose optimale Klimabedingungen vorliegen. Die Ursache mögen höhere Niederschlagswerte sein, die bei 600-850 mm und im Hochrheingebiet sogar bei 900-1100 mm im Jahr liegen (PHILIPPI 1972).

5. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. L. MEINUNGER und Frau W. SCHRÖDER, Ludwigsstadt-Ebersdorf, für die Bestimmung einiger Moose, vor allem von *Orthotrichum pulchellum*, *Riccia gothica* und *Scleropodium cespitans*. Herrn F. LARA, Madrid, verdanke ich die Ansprache von *Orthotrichum sprucei*. Der Verfasser dankt ferner der Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd, Neustadt (Weinstr.) für die Erlaubnis der Begehung der NSG. Die Bodenuntersuchungen führte die Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Speyer durch.

6. Literatur

- BLAUFUSS, A., NIEHUIS, M. & SCHNEIDER, W. (1981): Zur Bedeutung des geplanten Naturschutzgebietes „Unteres Nahetal“. – Naturschutz und Ornithologie in Rheinland-Pfalz 2 (1): 10-40. Landau.
- DORSCHER, S., GUSE, G.-W., HANKE, L. HOLZHÄUSER, R., JÄGER, R., KASSEL, R., KOCH, J., LICHT, W. & MEYER, K. (1999): Wälder in Rheinhessen – eine ökologische Betrachtung der Waldstrukturen. – Schriftenreihe der Schutzgemeinschaft Deutscher Wald Rheinland-Pfalz e.V. 13: 56 S., Obermoschel.
- DÜLL, R. (1994a): Deutschlands Moose. Teil 2. 211 S., IDH. Bad Münstereifel-Ohlerath.
- DÜLL, R. (1994b): Deutschlands Moose. Teil 3. 256 S., IDH. Bad Münstereifel-Ohlerath.
- 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., IDH. Bad Münstermaifeld.
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica 18: 3. Aufl., 262 S., Göttingen.
- FRAHM, J.-P. & FREY, W. (2004): Moosflora. 4. Aufl., 538 S., Ulmer. Stuttgart.
- KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W. & GRADSTEIN, S. R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. – Schriftenreihe für Vegetationskunde 34: 1-519. Bonn.
- KORNECK, D. (1959): Wassermoose des Rheins in Mainz. – Hessische Floristische Briefe 8 (90): 3. Darmstadt.
- LAUER, H. (2005): Die Moose der Pfalz. – Pollichia-Buch 46: 1219 S., Bad Dürkheim.
- 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.
- 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.
- OESAU, A. (1999): Zur Verbreitung und Soziologie von Wassermooseen im Rhein zwischen Worms und Bingen. – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 9 (1): 7-19. Landau.
- OESAU, A. (2001): Der Beitrag des Obstbaus zur Artenvielfalt epiphytischer Moose. – Schriftenreihe für Pflanzenbau und Pflanzenschutz 11: 87 S., Mainz.
- OESAU, A. (2008): Ein Monitoring epiphytischer Moose auf Hybrid-Pappeln (*Populus x canadensis*) in Rheinhessen (Rheinland-Pfalz, Deutschland). – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 46: 173-186. Mainz.
- OESAU, A. (2012): Ergebnisse eines 10jährigen Monitorings epiphytischer Moose auf Hybrid-Pappeln (*Populus x canadensis*) in Rheinhessen (Rheinland-Pfalz). – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 12 (2): 425-437. Landau.
- OESAU, A. (2013a): Moose (Bryophyta et Marchantiophyta) und ihre ökologischen Zeigerwerte im Naturschutzgebiet „Fulder Aue - Ilmen Aue“ bei Bingen am Rhein (Rheinland-Pfalz). – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 12 (3): 813-826. Landau.
- OESAU, A. (2013b): Untersuchungen zur Artenvielfalt und zum ökologischen Verhalten der Moose (Bryophyta et Marchantiophyta) im Naturschutzgebiet „Untere Nahe“ (Rheinland-Pfalz). – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 12 (3): 827-843. Landau.
- OESAU, A. (2013c): Zur Biodiversität der Moosflora des Naturschutzgebietes „Sandlache“ bei Ingelheim am Rhein (Rheinhessen, Rheinland-Pfalz). – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 12 (3): 845-860. Landau.
- OESAU, A. (2013d): Zur Moosflora des Naturschutzgebietes „Haderau-Königsklinger Aue“ bei Budenheim am Rhein (Rheinhessen, Rheinland-Pfalz). – Limprichtia 30 (2): 1-13. Bonn.
- OESAU, A. (2013e): Moose (Bryophyta et Marchantiophyta) im Naturschutzgebiet „Mombacher Rheinufer“, einem Auenwald im Stadtgebiet von Mainz (Rheinland-Pfalz). – Limprichtia 30 (1): 1-12. Bonn.
- OESAU, A. (2014a): Moose des Naturschutzgebietes „Laubenheimer-Bodenheimer Ried“ bei Mainz (Rheinland-Pfalz). – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 51: 221-230. Mainz.
- OESAU, A. (2014b): Moose der Naturschutzgebiete „Eiskarb“ und „Oppenheimer Wäldchen“ in der Rheinaue bei Oppenheim (Rheinhessen, Rheinland-Pfalz). – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 12 (4): 1221-1236. Landau.
- OESAU, A. (2014c): Moose im Naturschutzgebiet „Große Viehweide“ bei Dienheim in Rheinhessen (Rheinland-Pfalz). – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 12 (4): 1251-1262. Landau.
- OESAU, A. (2014d): Moose im Naturschutzgebiet „Fischsee“ bei Guntersblum (Rheinhessen, Rhein-

- land-Pfalz). – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 12 (4): 1237-1250. Landau.
- OESAU, A. (2014e): Zur Moosflora des Naturschutzgebietes „Eich-Gimbsheimer Altrhein“ (Rheinessen, Rheinland-Pfalz). – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 12 (4): 1275-1286. Landau.
- OESAU, A. (2014f): Moose im Naturschutzgebiet „Wormser Ried“ bei Worms (Rheinland-Pfalz). – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 12 (4): 1263-1273. Landau.
- PHILIPPI, G. (1967): Zur Kenntnis des Wassermoses *Cinclidotus danubicus* Schiffn. et Baumgartn. und seiner Verbreitung in Europa. – Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwest-Deutschland 26: 77-81. Karlsruhe.
- PHILIPPI, G. (1968): Zur Verbreitung einiger hygrophytischer und hydrophiler Moose im Rheingebiet zwischen Bodensee und Mainz. – Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwest-Deutschland 27: 61-81. Karlsruhe.
- PHILIPPI, G. (1972): Die Moosvegetation der Wälder in der Rheinaue zwischen Basel und Mannheim. – Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwest-Deutschland 31: 5-64. Karlsruhe.
- SAUER, N. & AHRENS, M. (2006): Rote Liste und Artenverzeichnis der Moose Baden-Württembergs.1. Aufl., Stand 2005.142 S., Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe.
- SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, H.-P., BRÜMMER, G., HARTGE, K. H. & SCHWERTMANN, U. (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. 14. Aufl., 312 S., Enke. Stuttgart.
- SMITH, A. J. E. (2003): The moss flora of Britain and Ireland. 2nd ed., 1012 pp., Cambridge University Press. Cambridge.

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: [Ökologisches Verhalten der Moose \(Bryophyta, Marchantiophyta\) in den Nahe- und Rheinauen Rheinhessens \(Rheinland-Pfalz\) 119-135](#)