

TELMA	Band 41	Seite 67 - 88	8 Abb., 2 Tab.	Hannover, November 2011
-------	---------	---------------	----------------	-------------------------

## Zum Vorkommen des Ufer-Torfmooses *Sphagnum riparium* ÅNGSTR. im Arnsberger Wald (Nordrhein-Westfalen)

*Sphagnum riparium* ÅNGSTR. in the Arnsberger Wald  
(North Rhine-Westphalia)

HANS JÜRGEN GEYER und BERND SCHRÖDER

### Zusammenfassung

*Sphagnum riparium* besitzt im Arnsberger Wald einen regionalen Verbreitungsschwerpunkt, wobei es sich um das am weitesten nach Nordwesten exponierte Teilareal dieser Art in Mitteleuropa handelt. Das Torfmoos kommt v. a. in lichten, quellnahen Sumpf- und Moorwäldern in den höheren Lagen dieses Waldgebietes vor und hat hier unter Optimalbedingungen relativ ausgedehnte und vitale Bestände aufgebaut. Die hydrochemischen Messwerte belegen, dass sich die Standorte der überprüften *Sphagnum riparium*-reichen Phytozönosen im Arnsberger Wald durch eingeschränkte Nährstoffverfügbarkeiten, aber auch durch günstigere Basengehalte auszeichnen. Sie sind pflanzensoziologisch überwiegend den Niedermoor-Gesellschaften des *Caricion nigrae* anzuschließen und lassen sich in fünf floristisch und z. T. auch ökohydrologisch gut charakterisierbare Vegetationseinheiten gruppieren.

### Abstract

The range extension, phytosociology and ecology of *Sphagnum riparium* for the Arnsberger Wald, the largest forest area in North Rhine-Westphalia (Germany) are discussed in detail. The occurrence of *Sphagnum riparium* in the Arnsberger Wald seems to be the furthestmost northwest exposed subarea in central Europe of this species. Major aspects are the distinct floristic structure primarily referring to communities of open fens and the specific habitat preferences illustrating a remarkable hydrological and micro-climatically stability. The analysis of the hydrochemical properties indicates poor nutrition conditions, but moderate base availabilities at the sites examined. In addition the endangerment of the *Sphagnum riparium*-rich habitats in the Arnsberger Wald is described.

## 1. Einleitung

Im Rahmen einer in den Jahren 2004 bis 2009 durchgeführten Kartierung der Torfmoose des Arnberger Waldes wurde festgestellt, dass *Sphagnum riparium*, das in der Roten Liste Nordrhein-Westfalens (NRW) (SCHMIDT & HEINRICHS 1999) als stark gefährdet eingestuft wird und auch im übrigen Deutschland ziemlich selten ist (MEINUNGER & SCHRÖDER 2007: 256-257, 576), hier mit 22 Fundpunkten einen regionalen Verbreitungsschwerpunkt besitzt (GEYER & SCHRÖDER 2010). Es handelt sich dabei ausnahmslos um Erstfunde; die Art war bis dahin im Untersuchungsgebiet noch nicht nachgewiesen worden. Dieser Sachverhalt ist Anlass dafür, ausführlicher über das Vorkommen des Ufer-Torfmooses *Sphagnum riparium* im Arnberger Wald zu berichten.

## 2. Untersuchungsgebiet

Der Arnberger Wald ist ein ca. 360 km<sup>2</sup> großes Waldgebiet am nördlichen Rand der südwestfälischen Mittelgebirge. Er steigt von West nach Ost von 200 m auf 580 m ü. NN an und geht dann allmählich in das Hochsauerland über (Abb. 1). Den geologischen Untergrund des Gebirges bilden die Oberen Arnberger Schichten des Oberkarbons, die aus

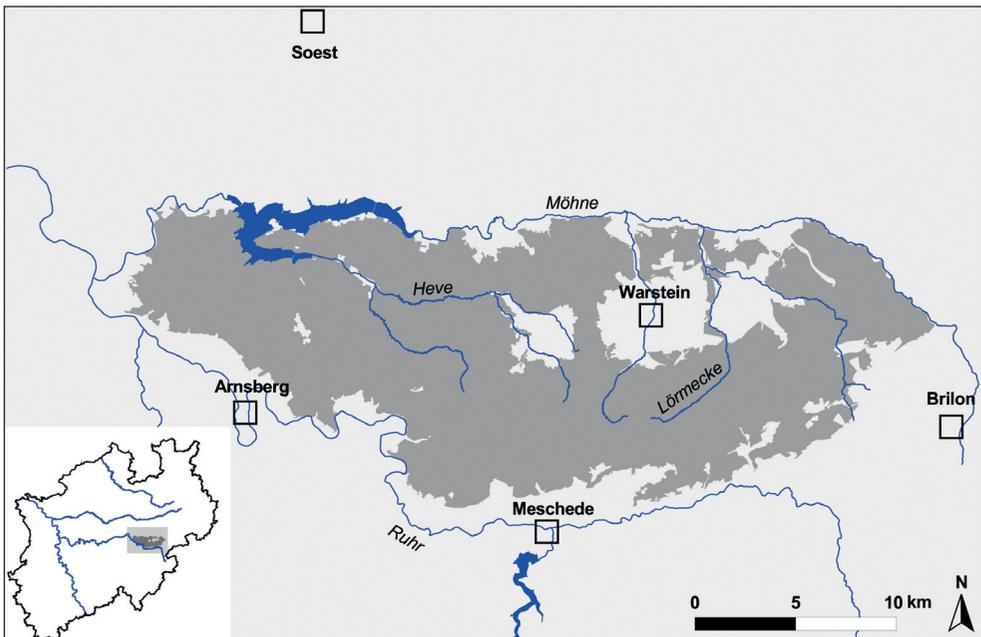


Abb. 1: Lage des Arnberger Waldes in Nordrhein-Westfalen  
Location of the Arnberger Wald in North Rhine-Westphalia

Wechselagerungen von karbonatarmen Ton- und Sandsteinen, Grauwacken und Konglomeraten bestehen und zu nährstoff- und basenarmen Böden verwittern. Das Klima ist in dem westlichen und nordwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes mit Jahresniederschlagssummen von etwa 950 mm und Jahresdurchschnittstemperaturen von etwa 8,8 °C deutlich atlantisch getönt, hat aber in den mittleren und östlichen Hochlagen mit Niederschlägen von etwa 1000 mm und Durchschnittstemperaturen von etwa 6,5 °C bereits boreo-montanen Charakter (MINISTER FÜR UMWELT, RAUMORDNUNG UND LANDWIRTSCHAFT DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN 1989).

Die Vegetation des Arnsberger Waldes wird von Hainsimsen-Buchenwäldern im Übergang zu Hülsen-Buchenwäldern bestimmt, die auf grundwassernahen Böden der Quellmulden und Talsohlen in unterschiedliche Formen von Sumpf- und Moorgehölzen mit *Alnus glutinosa* und *Betula pubescens* agg. übergehen. Das Gebiet wurde vom 19. Jahrhundert an in großem Umfang mit *Picea abies* aufgeforstet, so dass heute Fichtenforste vorherrschen.

### 3. Methodik

Um die Wuchsbedingungen von *Sphagnum riparium* im Arnsberger Wald möglichst präzise zu ermitteln, wurden mit Hilfe eines speziell konzipierten Aufnahmebogens Angaben zur Topographie, Hydrologie und Begleitflora sowie zu den Substratverhältnissen gesammelt und ausgewertet (insgesamt 38 Aufnahmen von 18 Fundstellen). Darüber hinaus wurden von vier unter ökologischen und topographischen Gesichtspunkten repräsentativen Wuchsorten jeweils vier Wasserproben zu unterschiedlichen Jahreszeiten entnommen (Probennahmen im April 2009, November 2009, Mai 2010 und September 2010), die vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Labor Lippstadt, hinsichtlich ausgewählter physikalischer und chemischer Gewässerparameter analysiert wurden.

Die Bestimmung der Torfmoose erfolgte in Anlehnung an DANIELS & EDDY (1990), DIERSSEN (1996a), BOUMAN (2002) und HÖLZER (2005); Nomenklatur und Taxonomie orientieren sich an BUTTLER & HAND (2008) und SCHMIDT & HEINRICHS (1999).

### 4. Verbreitung

In diesem Kapitel wird die historische und rezente Fundsituation von *Sphagnum riparium* in NRW beschrieben und anschließend das aktuelle Verbreitungsmuster im Arnsberger Wald erläutert.

## 4.1 Historische Fundangaben und rezente Verbreitung in NRW

In Nordrhein-Westfalen war *Sphagnum riparium* vor 1990 nur aus dem Ebbegebirge („Wolfsbruch“, A. Schuhmacher 1942, in: KOPPE 1952), der „Hildener Heide“ (S. Woike 1953, in: WOIKE 1958, siehe auch DÜLL 1980: 322) und dem „Venner Moor“ (Hinz 1961, in: KOPPE 1965) bekannt (vgl. Abb. 2). Ein weiteres Vorkommen im Ebbegebirge wurde von A. Schuhmacher im „Piwitt“ entdeckt (ausweislich eines Briefwechsels von A. Schuhmacher mit H. Bäßler, Drolshagen). Die früheren Fundangaben wurden bestätigt („Wolfsbruch“: B. Schröder 1992; „Hildener Heide“: S. Woike 1996; „Venner Moor“: C. Schmidt 2009), so dass die älteren Vorkommen anscheinend alle noch vorhanden sind. Allerdings wurde das Vorkommen im „Piwitt“ nicht überprüft. Neuere Fundmeldungen liegen aus dem Schwalmthal (J. Heinrichs 1991, in: ABTS & FRAHM 1992), dem „Großen Torfmoor“ (A. Tobias 1996), dem „Oppenweher Moor“ (K. Wittjen 1997), dem südlichen Eggegebirge (A. Solga 1997) und dem Ederquellgebiet („Weißbruch“, P. Erzberger 1999) vor (Abb. 3). Rezente Funde sind in Deutschland erst wieder aus den höheren herzynischen Mittelgebirgen (Harz, Thüringer Wald, Fichtelgebirge, Erzgebirge, Bayerischer Wald, Schwarzwald) und der nordwest-, nord- und nordostdeutschen Tiefebene bekannt. Im Alpenvorland, mit einer Ausnahme im schwäbischen Alpenvorland, und in den deutschen Alpen fehlt die Art dagegen (vgl. Raster-Verbreitungskarte für Deutschland in MEINUNGER & SCHRÖDER 2007: 576).

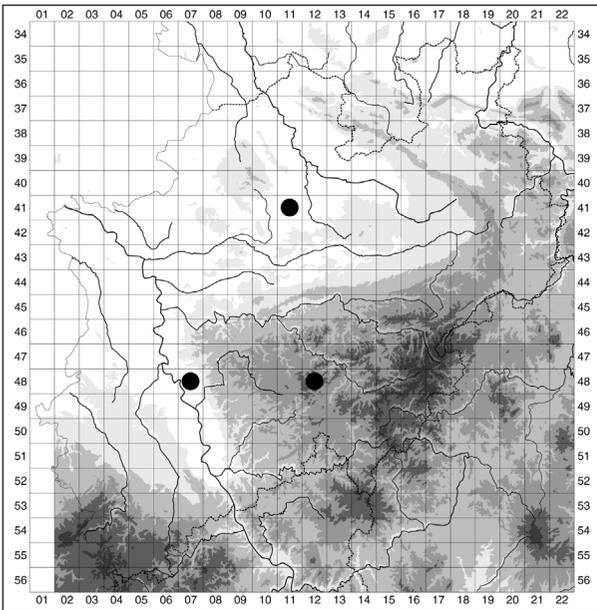


Abb. 2: TK 25-Rasterkarte mit *Sphagnum riparium*-Nachweisen in Nordrhein-Westfalen vor 1990  
Dot distribution map based on the 1:25000 topographical map grid with records of *Sphagnum riparium* in North Rhine-Westphalia before 1990

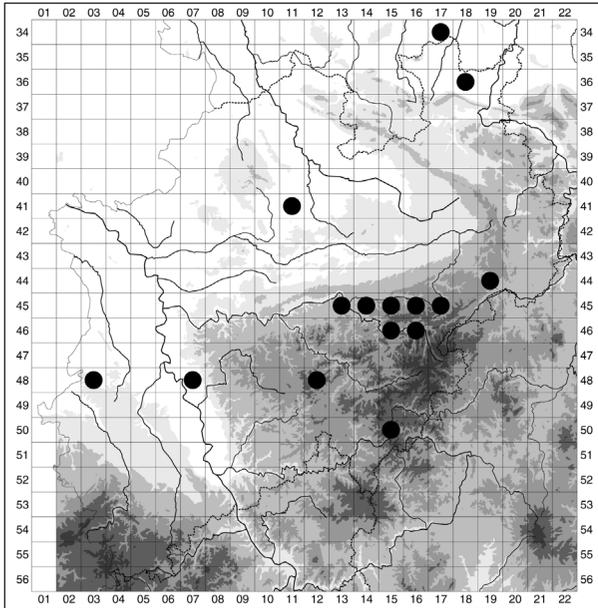


Abb. 3: TK 25-Rasterkarte mit *Sphagnum riparium*-Nachweisen in Nordrhein-Westfalen seit 1990  
Dot distribution map based on the 1:25000 topographical map grid with records of *Sphagnum riparium* in North Rhine-Westphalia since 1990

Bei einer näheren Betrachtung der Fundchronologie fällt der ungewöhnlich späte Erstfund von *Sphagnum riparium* im Vergleich zu vielen anderen Sphagnen in NRW auf, obwohl die Art eigentlich zu den bereits im Gelände gut kenntlichen Torfmoosen gehört. Zudem ist der überwiegende Teil der Fundpunkte erst in jüngerer und jüngster Zeit hinzugekommen. Auch wenn die Neufunde sicherlich in Zusammenhang mit den gestiegenen Kartieraktivitäten zu sehen sind, so deuten doch diese Indizien darauf hin, dass sich *Sphagnum riparium* möglicherweise in Expansion befindet. MEINUNGER & SCHRÖDER (2007: 256-257) vermuten jedenfalls eine leichte Ausbreitungstendenz der Art. Aus dem Schwarzwald wird für *Sphagnum riparium* kein einheitlicher Bestandstrend angegeben (HÖLZER 2005: 79), während in den Niederlanden noch von einem Rückgang der Art ausgegangen wird (SIEBEL et al. 2000).

*Sphagnum riparium* gehört in Europa dem boreo-montanen Arealtyp an und ist circum-polar in der subarktischen und nordborealen Zone der nördlichen Hemisphäre verbreitet (Europa, östliches Nord-Amerika, Asien, Japan). Die Art gilt im nördlichen Fennoskandinavien als eines der dominierenden Torfmoose; im temperaten Europa wird die Art seltener und bleibt schließlich in ihrem südlichen Arealbereich auf disjunkte Vorkommen in der Montanstufe beschränkt (DIERSSEN 1983, DANIELS & EDDY 1990, HÖLZER 2005).

#### 4.2 Verbreitung im Arnberger Wald

Aktuell liegen 22 Nachweise von *Sphagnum riparium* im Arnberger Wald vor, die schwerpunktmäßig das orographische Zentrum dieses Waldgebietes betreffen (Abb. 4). 14 Fundpunkte stammen aus dem Bachsystem der Lörmecke (Quellbereiche und Oberläufe sowie einige Seitenbäche), wodurch die lokalklimatische Sonderstellung dieses Bachtales innerhalb des Untersuchungsgebietes zum Ausdruck kommt. Drei räumlich und teilweise auch ökologisch differenzierte Funde der Art stammen von dem nördlichen und westlichen Rand des Arnberger Waldes sowie aus dem sich westlich des Ruhrtales anschließenden Luerwald.

Die Höhenverbreitung der Art reicht zwar von 200 m bis 540 m, es überwiegen jedoch eindeutig die Fundorte oberhalb 400 m (nur die Außenfundorte sowie ein weiterer im westlichen Teil des Waldgebietes liegen unterhalb 400 m). Es verwundert insofern wenig, dass eine auffällige räumliche Übereinstimmung mit weiteren, in Mitteleuropa schwerpunktmäßig boreo-montan verbreiteten Arten vorliegt; zu diesen zählen im Untersuchungsgebiet u. a. *Barbilophozia attenuata*, *Bazzania trilobata*, *Dicranum fuscescens*, *Huperzia selago*, *Lycopodium annotinum*, *Paraleucobryum longifolium* und *Vaccinium uliginosum*.

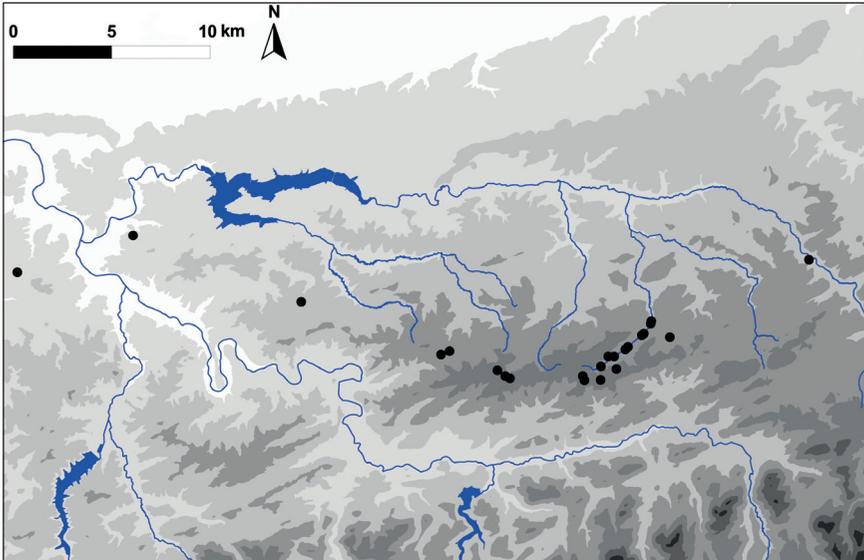


Abb. 4: Aktuelle Fundpunkte von *Sphagnum riparium* im Arnberger Wald  
Recent records of *Sphagnum riparium* in the Arnberger Wald

Bei dem Vorkommen im Arnsberger Wald handelt es sich um das einzige bekannte distinkte Teilareal von *Sphagnum riparium* in NRW. Weiterhin fällt bei Betrachtung der verstreuten Verbreitungsschwerpunkte in Mitteleuropa auf, dass dieses Vorkommen das am weitesten nach Nordwesten vorgerückte zusammenhängende Teilareal dieser Art markiert. Da gleichzeitig der Arnsberger Wald deutlich niedrigere Durchschnittshöhen als die o. g. herzynischen Mittelgebirge besitzt, ist das hier beschriebene Vorkommen von *Sphagnum riparium* sowohl aufgrund seiner biogeographischen als auch klimageographischen Grenz- und Sonderlage von Interesse.

## 5. Flora und Vegetation *Sphagnum riparium*-reicher Standorte im Arnsberger Wald

Im Vergleich zu vielen anderen Torfmoosen im Untersuchungsgebiet zeichnet sich *Sphagnum riparium* durch eine große Homogenität seiner Lebensräume auf, die auf ganz spezifische Habitatansprüche der Art schließen lässt (vgl. GEYER & SCHRÖDER 2010). In den beiden nachfolgenden Kapiteln werden das soziologische und ökologische Profil von *Sphagnum riparium* im Arnsberger Wald präzisiert und zugleich die differenzierenden Merkmale thematisiert.

### 5.1 Qualitative Analyse der Begleitflora

*Sphagnum riparium* wächst im Arnsberger Wald ganz überwiegend in lichten, quellig durchsickerten Sumpf- und Moorwäldern, wobei die Standorte des Torfmooses selbst jedoch wegen der konstant wassergesättigten und daher instabilen Substrate meistens gehölzfrei sind. Allgemein kennzeichnend für die Ökologie des Torfmooses ist die Artengruppe *Sphagnum fallax*, *Agrostis canina*, *Polytrichum commune* und *Sphagnum palustre*. Diese Niedermoor-Arten haben im Untersuchungsgebiet eine relativ weite ökologische Amplitude sowohl hinsichtlich ihrer Basen- und Nährstoffansprüche als auch ihrer Hydrologie. Innerhalb dieses Spektrums können die Standorte im Einzelnen aber sehr unterschiedlich sein; es lassen sich floristisch fünf ökologische Gruppen unterscheiden (Tab. 1):

In der **1. Gruppe** werden neun Aufnahmen zusammengefasst, in denen *Carex canescens* sowie (mit gewissen Einschränkungen) *Stellaria alsine* und *Dryopteris carthusiana* stetig auftreten (Tab. 1, Spalte 1). Sie charakterisieren Bestände auf sehr nassen bis ztw. überstauten, sauren, nährstoff- und mäßig basenarmen Substraten, die sich häufig in wassergesättigten Quellversumpfungen und Hangdruckwasser-beeinflussten Talrandvermoorungen befinden. Diese Gruppe und die beiden folgenden werden floristisch durch *Carex echinata* verbunden, die Aufnahmen auf konstant stark vernässten Sumpfhumus- und Torf-Böden vereinigt.

Tab. 1: Qualitative Analyse der Begleitflora (Stetigkeitsklassen und ökologische Artengruppen); berücksichtigt wurden nur Arten, die mindestens zweimal auftreten  
 Qualitative analysis of the associated flora (constancy classes and ecological species groups)  
 Stetigkeitsklassen (vgl. DIERSCHKE 1994: 272): V =>80-100 %, IV =>60-80 %, III =>40-60 %, II =>20-40 %, I =>10-20 %, + =>5-10 %; im Fall der 2. Gruppe ist die absolute Anzahl angegeben

Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	Anzahl
Anzahl Aufnahmen	9	2	14	7	6	38
Mittl. Höhe über NN [m]	481	441	438	471	456	457
Mittl. Artenzahl	6,7	11,0	6,7	6,9	8,3	7,2
<i>Sphagnum riparium</i>	V	2	V	V	V	38
<i>Sphagnum fallax</i>	V	1	IV	IV	III	29
<i>Agrostis canina</i>	III	2	II	IV	II	18
<i>Polytrichum commune</i>	III	.	II	IV	V	15
<i>Sphagnum palustre</i>	II	2	II	IV	III	14
<i>Deschampsia cespitosa</i>	II	.	II	II	I	11
<i>Carex echinata</i>	III	1	III	.	I	13
<i>Juncus effusus</i>	I	1	II	III	.	11
<i>Galium palustre</i>	.	1	II	III	.	7
<i>Lysimachia nemorum</i>	.	1	+	I	.	3
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	.	.	I	II	3
<i>Deschampsia flexuosa</i>	I	.	.	I	II	4
<i>Carex canescens</i>	III	.	.	.	.	5
<i>Stellaria alsine</i>	II	.	.	.	.	2
<i>Dryopteris carthusiana</i>	II	.	.	.	.	3
<i>Carex rostrata</i>	.	2	+	.	.	3
<i>Calliergon stramineum</i>	.	2	.	.	.	2
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	IV	.	I	10
<i>Carex remota</i>	.	.	II	.	.	3
<i>Sphagnum squarrosum</i>	.	.	I	.	.	2
<i>Luzula sylvatica</i>	.	.	.	V	.	6
<i>Holcus lanatus</i>	I	.	.	III	I	5
<i>Picea abies</i> (juv.)	I	.	.	.	V	6
<i>Mnium hornum</i>	.	.	+	.	III	4
<i>Dryopteris dilatata</i>	.	.	+	.	II	3
<i>Plagiothecium undulatum</i>	I	.	.	.	II	3
<i>Oxalis acetosella</i>	II	.	+	I	I	5
<i>Sphagnum denticulatum</i>	I	.	I	.	I	4
<i>Bistorta officinalis</i>	.	.	+	I	.	2
<i>Calamagrostis epigeios</i>	.	.	I	.	.	2
<i>Juncus bulbosus</i>	.	1	+	.	.	2
<i>Molinia caerulea</i>	I	.	+	.	.	2
<i>Ranunculus repens</i>	.	1	.	I	.	2
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	.	1	.	.	I	2
<i>Sphagnum flexuosum</i>	.	1	.	I	.	2

Die **2. Gruppe**, die durch *Carex rostrata* und *Calliergon stramineum* gekennzeichnet wird, wurde im Arnberger Wald nur zweimal angetroffen. Ihre Substrate entsprechen denen der 1. Gruppe, sind jedoch etwas stärker wasserzünftig.

Die **3. Gruppe** ist im Untersuchungsgebiet mit den meisten Aufnahmen vertreten; sie umfasst Phytozönosen mit *Glyceria fluitans* und *Carex remota* auf ebenfalls sehr nassen bis ztw. überstauten, nur schwach sauren und bereits etwas basen- und nährstoffreicheren (mesotrophen) Substraten und besitzt ihren Schwerpunkt in versumpften bzw. vermoorten Bachauen. *Juncus effusus* und *Galium palustre* verbinden diese Gruppe mit der folgenden und markieren die trophisch etwas anspruchsvolleren Ausbildungen, die in dieser Form für den Arnberger Wald sehr charakteristisch, in den übrigen mitteleuropäischen Verbreitungsgebieten von *Sphagnum riparium* jedoch anscheinend eher selten sind.

In die **4. Gruppe** mit *Luzula sylvatica* und *Holcus lanatus* werden sechs Aufnahmen auf mehr oder weniger wechsellassen und wasserzünftigen, mäßig sauren, mesotrophen Substraten einbezogen, die sich vorzugsweise in lichten Birken- und Birken-Fichten-Sumpfwäldern an quelligen Hängen befinden. Die Torfmoosrasen wachsen dann oft am oder nahe dem oberen Rand des (Dauer-)Quellhorizontes. Diese Gruppe wird floristisch mit der folgenden durch die beiden Arten *Vaccinium myrtillus* und *Deschampsia flexuosa* verbunden, die insgesamt die Ausbildungen *Sphagnum riparium*-reicher Phytozönosen mit mehr oder weniger fluktuierenden Wasserständen umfassen.

Die **5. Gruppe** mit *Picea abies* und *Mnium hornum* schließlich vereinigt sechs Aufnahmen und bezeichnet die Grenzstandorte, an denen *Sphagnum riparium* im Gebiet noch gedeiht. Die Substrate sind nur noch feucht bis wechsellass, sauer und oligotroph bis schwach mesotroph; sie befinden sich meist in oder am Rand von anmoorigen Fichten-Sumpfwäldern. Hierzu gehören auch die beiden Aufnahmen von Beständen auf unzeretzter Fichten-Nadelstreu.

## 5.2 Soziologische Aspekte

Pflanzensoziologisch wird *Sphagnum riparium* in der Literatur relativ einheitlich als Differentialart für verschiedene Ausbildungen von sauren Niedermoor-Gesellschaften der *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* (NORDH. 36) R. TX. 37 gewertet (u. a. in HADÁČ & VÁŇA 1967, KAULE 1974, DIERSSEN 1982, DIERSSEN & DIERSSEN 1984, BICK 1985, JENSEN 1987, JESCHKE & PAULSON 2002, MOOR 2002). Daneben kommt das Torfmoos auch in montan getönten Fichten-Moorwäldern (vgl. hierzu STÖCKER 1967, KAULE 1973, JESCHKE & PAULSON 2002) und in sauren Erlen-Bruchwäldern der norddeutschen Tiefebene vor (KRAUSCH 1968, DIERSCHKE 1969). Die nachfolgende Erörterung der soziologischen Verhältnisse im Arnberger Wald orientiert sich an dem von DIERSSEN (1983) veröffentlichten Gliederungsvorschlag zu den *Sphagnum riparium*-reichen Phytozönosen in Mitteleuropa.

Zunächst ist die Frage zu klären, welcher Vegetationsformation die Phytozönosen mit *Sphagnum riparium* im Untersuchungsgebiet zuzuordnen sind. Wie bereits im vorherigen Kapitel kurz dargestellt wurde, kommen die Bestände vorzugsweise in lichten Sumpf- und Moorwäldern vor, so dass die Torfmoosrasen sich meist im Halbschatten benachbarter Bäume befinden. Auf der anderen Seite war aber auch zu beobachten, dass in den Aufnahme-  
 meflähen selbst nur selten Gehölze auftraten: Es handelte sich einmal um Birken-Jungwuchs in einer Aufnahme der ersten Gruppe und dann um das relativ stetige Vorkommen von Fichten-Jungwuchs in den Aufnahmen der 5. Gruppe. Abgesehen davon bleibt also festzustellen, dass fast alle Phytozönosen mit *Sphagnum riparium* im Arnsberger Wald wegen der konstant wassergesättigten Substrate ausgesprochen gehölzfeindlich sind und daher soziologisch nur zu den **offenen**, jedoch beschattungstoleranten Niedermoor-Gesellschaften gestellt werden können.

Die Mehrzahl der *Sphagnum riparium*-reichen Phytozönosen im Arnsberger Wald lässt sich aufgrund der gesamten Artenstruktur und des hochsteten Vorkommens der Kennarten *Sphagnum fallax*, *Agrostis canina* und *Polytrichum commune* zweifelsfrei den *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* anschließen (vgl. Stetigkeitstabelle Nr. 1). Eindeutig ist weiterhin, dass die Aufnahmen der ersten Gruppe mit *Carex canescens* und *Carex echinata* zum *Caricetum nigrae* BRAUN 15 gehören, wo sie eine Subassoziation von *Sphagnum riparium* bilden, die vorzugsweise in Quell- und Bachtal-Vermoorungen der Montanstufe verbreitet ist (Abb. 6). Sie entsprechen damit den Verhältnissen, die von KAULE (1974) aus dem Bayerischen Wald, DIERSSEN & DIERSSEN (1984) aus dem Schwarzwald, BICK (1985) aus den Hochvogesen, JENSEN (1987) aus dem Hochharz und RIEDEL & BEIERKUHNLEIN (1999) aus dem westlichen Erzgebirge beschrieben wurden.

Das *Sphagnum riparium*-reiche *Caricetum rostratae* OSVALD 23 emend. DIERSSEN 82 ist im Arnsberger Wald nur mit den beiden Aufnahmen der 2. Gruppe vertreten, obwohl die Namen gebende Segge hier durchaus nicht selten ist. Während aber das hauptsächlich in Nordeuropa verbreitete *Caricetum rostratae* mit *Sphagnum riparium* in erster Linie eine Gesellschaft der Schlenken und Laggs von ombrotrophen Mooren ist (vgl. hierzu DIERSSEN 1996b: 357ff), kommt es im Untersuchungsgebiet nur in etwas stärker wasserzügigen Hangvermoorungen vor. Diese Tatsache und auch das gesamte Arteninventar sprechen dafür, die Gesellschaft des Untersuchungsgebietes nicht zu den *Scheuchzerietalia palustris* NORDH. 36, sondern zu den *Caricetalia nigrae* (KOCH 26) NORDH. 36 emend. BR.-Bl. 49 zu stellen.

Die Aufnahmen der 3. Gruppe mit *Glyceria fluitans* können ebenfalls dem Verband *Caricion nigrae* KOCH 26 emend. KLIKA 34 zugeordnet werden; weitergehende syntaxonomische Differenzierungen sind jedoch wegen des Fehlens von Kennarten höherer Ordnung schwierig. Da diese Aufnahmen als Ausbildungen von *Sphagnum riparium*-Phytozönosen reicherer Standorte für das Untersuchungsgebiet besonders charakteristisch sind (Abb. 5), wird vorgeschlagen, sie zu einer (regionalen) *Glyceria fluitans*-*Sphagnum riparium*-



Abb. 5: *Sphagnum riparium*-reiche Phytozönose mit *Glyceria fluitans* im Erlen-Fichten-Sumpfwald am „Warsteiner Kopf“ (2010): Standard-Lebensraum von *S. riparium* im Arnsberger Wald  
*Sphagnum riparium*-rich habitat with *Glyceria fluitans* in an alder-spruce-swamp at the „Warsteiner Kopf“ (2010): typical habitat of *S. riparium* in the Arnsberger Wald



Abb. 6: *Sphagnum riparium*-reiche Phytozönose mit *Carex canescens* im Birken-Moorwald „Hamorsbruch“ (2010): Extrem-Lebensraum von *S. riparium* im Arnsberger Wald  
*Sphagnum riparium*-rich habitat with *Carex canescens* in the beech-mire „Hamorsbruch“ (2010): extreme habitat of *S. riparium* in the Arnsberger Wald

Gesellschaft zusammenzufassen. Sie zeigt eine floristische und ökologische Verwandtschaft mit den *Sphagnum riparium*-reichen Quellfluren aus dem Hochharzer Moorgebiet, die JENSEN (1987: 50-52) als *Cardaminetum amarae* BR.-BL. 26 bezeichnet.

Die Aufnahmen der 4. und 5. Gruppe lassen sich aufgrund ihrer Artenkombinationen am ehesten der *Molinia caerulea-Sphagnum riparium*-Gesellschaft DIERSSEN's (1983) anschließen, obwohl das Pfeifengras selbst sehr selten ist. Die 4. Gruppe repräsentiert dann eine Ausbildung von *Luzula sylvatica* auf etwas reicheren (Abb. 7), die 5. Gruppe eine typische Ausbildung auf ärmeren Substraten. Die gesamte Artenstruktur, zu der im Untersuchungsgebiet auch *Trientalis europaea* gehört, die allerdings in Tabelle 1 unterrepräsentiert ist, und das hochstete Vorkommen von *Picea*-Jungwuchs zeigen eine deutliche Ähnlichkeit dieser Gesellschaft mit den montanen Fichten-Moorwäldern, die STÖCKER (1967) aus dem Hochharz, KAULE (1973) aus dem Bayerischen Wald und JESCHKE & PAULSON (2002) aus den Kammlagen des Thüringer Waldes mitteilen.

Insgesamt macht ein Vergleich der Vorkommen von *Sphagnum riparium*-reichen Phytozönosen in den verschiedenen Landesteilen deutlich, dass die Verhältnisse im Arnberger Wald am ehesten denen ähneln, die aus dem Harz beschrieben wurden. Maßgeblich hierfür sind wahrscheinlich weniger edaphische Übereinstimmungen als vielmehr klimageographische Gemeinsamkeiten am Nordwestrand der deutschen Mittelgebirge, die durch den Übergang von ausgeprägt atlantischen zu eher boreo-montanen Klimaverhältnissen gekennzeichnet sind.

Die zuvor beschriebenen Phytozönosen mit *Sphagnum riparium* zeigen im Untersuchungsgebiet deutliche Unterschiede im Hinblick auf ihre Häufigkeits- und Verbreitungsmuster. Die Ausbildungen sowohl mit *Carex canescens* und *Carex rostrata* als auch mit *Luzula sylvatica* und *Picea abies* bleiben weitgehend auf die Hochlagen des Waldgebietes beschränkt. Einzig der Gesellschaftsblock mit *Glyceria fluitans* geht auch in Höhenlagen unterhalb von 400 m und ist noch im westlichen Teil des Arnberger Waldes sowie in dem sich westlich anschließenden Luerwald zu finden. Die Verbreitung der trophisch anspruchsvollsten Gesellschaft von *Sphagnum riparium* im Untersuchungsgebiet hängt eventuell mit der postglazialen Überdeckung des Grundgebirges mit Hang- und Lösslehm in diesen Bereichen zusammen; dagegen sind diese Überlagerungen in den Hochlagen des Gebirgszuges nur in Bachtälern und Quellmulden anzutreffen (vgl. CLAUSEN 1984, CLAUSEN & LEUTERITZ 1984).



Abb. 7: *Sphagnum riparium*-reiche Phytozönose mit *Luzula sylvatica* im Birken-Sumpfwald „Siebersbruch“ (2010)  
*Sphagnum riparium*-rich habitat with *Luzula sylvatica* in the beech-mire „Siebersbruch“ (2010)

## 6. Ökologische Charakterisierung der *Sphagnum riparium*-reichen Lebensräume im Arnsberger Wald

*Sphagnum riparium* ist im Arnsberger Wald in erster Linie eine Art der rheogenen bis soligenen Quellvermoorungen und Hangniedermoore im Bereich der kammnahen Dauerquellhorizonte, kommt aber auch in etwas größerer Entfernung von der Kammlinie in Bachtälern mit seitlich zufließendem Hangdruck- oder Quellwasser vor. Gemeinsames Merkmal ist die hydrologische und mikroklimatische Stabilität dieser Standorte. Auffallend ist die ziemlich enge Bindung der Wuchsorte an Kaltluft-geprägte Lagen, wie sie auch aus anderen mitteleuropäischen Gebirgen beschrieben wurden (DIERSSEN 1983). Vorherrschende Substrattypen sind Quellsumpf-, Anmoor- und Niedermoorböden; nur ausnahmsweise werden auch Nadelstreu-Auflagen besiedelt. Die Wasserstände liegen meist in Flurhöhe und unterliegen nur verhältnismäßig geringen Schwankungen; lediglich 15 % der näher untersuchten Bestände werden durch ein weniger ausgewogenes Wasserregime gekennzeichnet. Die Artenstruktur der Torfmoosrasen ist dann in einigen Fällen zugunsten von Sphagnen verschoben (Abb. 8), die im Arnsberger Wald vorwiegend an feuchten bis mäßig nassen Standorten vorkommen und etwas stärkere Wasserstandsschwankungen oder Wasserzügigkeiten tolerieren (vgl. GEYER & SCHRÖDER 2010). Schwingdecken wie an anderen Stellen in Mitteleuropa wurden im Gebiet nicht festgestellt.



Abb. 8: Mischbestand von *Sphagnum riparium* und *S. subnitens* am Rand eines Quellbachtals der „Lörmecke“ (2008)  
Mixed stand of *Sphagnum riparium* and *S. subnitens* at a spring brook of the „Lörmecke“ (2008)

Die wichtigsten physikochemischen Wasserparameter der *Sphagnum riparium*-reichen Lebensräume im Arnberger Wald unterstreichen, dass die Art bevorzugt an nicht zu elektrolytarmen Quellsumpf-, Anmoor- und Niedermoor-Standorten wächst (siehe Tab. 2). Wenn auch die im Untersuchungsgebiet berechneten Mittelwerte mit den Literaturangaben aus anderen Silikatgebirgen in Mitteleuropa recht gut übereinstimmen, so lassen sie doch bei einigen Kenngrößen mehr oder weniger deutliche gebietsspezifische Abweichungen erkennen (vgl. DIERSSEN 1983, HÖLZER 2010). Die am „Warsteiner Kopf“ und im oberen „Lörmecke-Tal“ ermittelten Daten stammen aus dem Verbreitungszentrum von *Sphagnum riparium* im Arnberger Wald und können auch hinsichtlich ihrer ökohydrologischen Bedingungen als typisch für die Vorkommen im Untersuchungsgebiet gelten. Im Unterschied dazu repräsentieren die Messergebnisse im „Sacksiepen“ einerseits und im „Hamorsbruch“ andererseits die extremsten Nährstoff- und Basenverhältnisse, unter denen die Art im Gebiet noch anzutreffen ist.

Die Wasserdaten weisen einen mittleren **pH-Wert** von 4,4 aus und entsprechen damit exakt dem Wert, den DIERSSEN (1983: S. 18, Abb. 2) für das Ufer-Torfmoos publiziert hat. HÖLZER (2010: 191) dagegen ermittelte für den Nordschwarzwald den relativ hohen pH-Wert von rund 5,1. Die Daten für die Probestellen bestätigen im Wesentlichen die Einschätzung der Substratverhältnisse bei den beiden wichtigsten *Sphagnum riparium*-reichen Phytozönosen, die im Abschnitt 5.2 dieser Arbeit aufgrund floristischer Merkmale unterschieden wurden: Das *Caricetum nigrae*, Subass. von *Sphagnum riparium* (1. Gruppe)

markiert mit einem durchschnittlichen pH-Wert von 4,0 die eindeutig sauersten Konditionen, unter denen das Moos im Untersuchungsgebiet angetroffen wird. Im Unterschied dazu wurde für die *Glyceria fluitans-Sphagnum riparium*-Gesellschaft (3. Gruppe) am Oberlauf der „Lörmecke“ ein mittlerer pH-Wert von 4,4 festgestellt. Die Messstelle im „Sacksiepen“ lässt sich floristisch ebenfalls der *Glyceria fluitans-Sphagnum riparium*-Gesellschaft zuordnen und beschreibt mit einem Durchschnittswert von 5,8 wohl das obere Ende der pH-Amplitude von *Sphagnum riparium* im Arnsberger Wald.

Die festgestellten **Basen-Konzentrationen** der Wässer von *Sphagnum riparium*-Standorten liegen im Arnsberger Wald meist höher als an den anderen mitteleuropäischen Wuchsorten (siehe Tab. 2). Insgesamt können die Substrate als mäßig basenreich eingestuft werden, wobei auch hier das *Caricetum nigrae*, Subass. von *Sphagnum riparium*, die niedrigsten und die *Glyceria fluitans-Sphagnum riparium*-Gesellschaft die höchsten Werte aufweist. Von besonderem Interesse sind dabei die Calcium-Werte, weil sie, ähnlich wie die pH-Werte, eine relativ feine (hydro-)chemische Differenzierung der Standortverhältnisse im Bereich der Sümpfe und Moore erlauben (GIES 1972: 92, HÖLZER 2010: 18-20). Während die Messergebnisse vom „Warsteiner Kopf“, vom „Lörmecke“-Oberlauf und vom „Sacksiepen“ ziemlich dicht beieinander liegen und nur wenig von den von DIERSSEN (1983) mitgeteilten Werten abweichen, fällt der Calcium-Wert des „Hamorsbruches“ erheblich niedriger aus. Die relative Basenarmut des *Caricetum nigrae*, Subass. von *Sphagnum riparium*, korreliert mit dem niedrigen pH-Wert und grenzt es deutlich gegenüber den anderen *Sphagnum riparium*-reichen Phytozönosen des Untersuchungsgebietes ab.

Bei den **Nährstoff-Gehalten** liegen die Stickstoff-Werte der Wässer von *Sphagnum riparium*-Standorten auffallend niedrig, wenn man sie mit den Angaben von DIERSSEN 1983 vergleicht; dies gilt sowohl für die Nitrat- als auch für die Ammonium-Werte. Allerdings ermittelte HÖLZER (2010) für den Nordschwarzwald ähnliche Werte, wie sie für den Arnsberger Wald festgestellt wurden. Verhältnismäßig uneinheitlich und teilweise auch überraschend hoch präsentieren sich demgegenüber die Phosphat-Gehalte. Während im „Sacksiepen“ ein für mesotrophe Niedermoore durchaus normaler Durchschnittswert von 0,07 mg/l gemessen wurde, lagen sie bei den drei weiteren Messstellen, an denen die Stickstoffwerte besonders niedrig waren, z.T. auffallend hoch (1,92 mg/l am „Warsteiner Kopf“ bzw. 3,57 mg/l am „Lörmecke“-Oberlauf). In der Tat belegen die P/N-Verhältnisse an allen vier Messpunkten, insbesondere aber im „Hamorsbruch“, am „Warsteiner Kopf“ und am „Lörmecke“-Oberlauf, ein ausgeprägtes Stickstoff-Defizit; d.h. aufgrund des Mangels an pflanzenverfügbarem (mineralischem) Stickstoff können die Pflanzen das vorhandene Orthophosphat-Angebot bei weitem nicht voll nutzen (siehe dazu DIERSSEN & DIERSSEN 2001: 70-73).

Tab. 2.: Ausgewählte Wasserdaten – genannt sind jeweils das arithmetische Mittel sowie der Minimal- und Maximalwert. Die durchschnittlichen pH-Werte wurden aus den Mittelwerten der  $H^+$ -Ionenkonzentrationen berechnet (gemäß ELLENBERG 2001: 17) (Quelle [schriftl. Mitteilungen]: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Labor Lippstadt; redaktionell verändert)  
 Selected data of the examined waters – the arithmetical average as well as the minimum and maximum value are mentioned respectively. The mean pH-values were calculated from the average of the  $H^+$ -Ionic concentration (source [pers. comm.]: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Labor Lippstadt; editorial revised)

Messgröße (Messverfahren)	Einheit	Hamorsbruch	Warsteiner Kopf	Lörmecke Oberlauf	Sacksteppen	Arnsberger Wald	N-Schwarzwald (Hölzer 2010)	Mittelleuropa (Dierssen 1983)
<b>pH-Wert VO</b> (DIN 38404-C5)	-	4,0 (3,8 - 4,1)	4,6 (4,5 - 4,7)	4,4 (4,3 - 4,6)	5,8 (5,3 - 6,4)	4,4 (3,8 - 6,4)	5,09	3,9 (3,8 - 4,0)
<b>Leitfähigkeit VO</b> (DIN EN 27888)	mS/m	7,5 (5 - 11)	5,5 (5 - 7)	5,8 (5 - 6)	13,8 (12 - 16)	8,1 (5 - 16)	23,08	-
<b>Nitrat-N IC</b> (DIN EN ISO 10304-2)	mg/l	0,12 (<0,15 - 0,27)	0,14 (<0,15 - 0,35)	0,14 (<0,15 - 0,32)	0,49 (<0,15 - 1,14)	0,22 (<0,15 - 1,14)	0,06	4,0 (2,6 - 5,4)
<b>Ammonium-N E23</b> (DIN EN ISO 11723)	mg/l	< 0,10	0,12 (<0,10 - 0,24)	0,16 (0,12 - 0,19)	0,15 (<0,10 - 0,30)	0,12 (<0,10 - 0,30)	-	0,36 (0,18 - 0,52)
<b>Stickstoff, ges. mineral.</b>	mg/l	0,18 (0,13 - 0,33)	0,27 (0,13 - 0,41)	0,30 (0,20 - 0,50)	0,64 (0,39 - 1,20)	0,35 (0,13 - 1,20)	-	4,31 (2,78 - 5,85)
<b>Phosphat-P ges. (ICP)</b> (DIN EN ISO 11885)	mg/l	0,67 (<0,05 - 1,10)	1,92 (0,07 - 4,96)	3,57 (<0,05 - 7,21)	0,07 (<0,05 - 0,11)	1,55 (<0,05 - 7,21)	-	0,7 (0,3 - 1,4)
<b>Phosphat-P ges/ Stickstoff ges. mineral.</b>	-	5,12 (0,09 - 8,46)	12,12 (0,17 - 38,15)	15,95 (0,06 - 30,68)	0,13 (0,04 - 0,29)	8,33 (0,04 - 38,15)	-	0,16 (0,05 - 0,28)
<b>Calcium ICP</b> (DIN EN ISO 11885)	mg/l	1,96 (1,70 - 2,10)	8,93 (2,60 - 16,00)	9,51 (2,40 - 21,30)	8,57 (7,10 - 9,85)	7,24 (1,70 - 21,3)	0,68	7,6 (6,1 - 8,9)
<b>Magnesium ICP</b> (DIN EN ISO 11885)	mg/l	1,30 (1,07 - 1,60)	2,97 (1,50 - 4,66)	4,73 (2,00 - 8,61)	5,81 (5,30 - 6,50)	3,70 (1,07 - 8,61)	0,25	1,0 (0,8 - 1,6)
<b>Natrium ICP</b> (DIN EN ISO 11885)	mg/l	2,5 (2,1 - 3,0)	2,6 (1,9 - 3,4)	3,1 (1,9 - 4,3)	6,7 (5,5 - 7,7)	3,7 (1,9 - 7,7)	0,63	2,5 (1,5 - 3,4)
<b>Kalium ICP</b> (DIN EN ISO 11885)	mg/l	1,0 (<0,2 - 1,5)	2,0 (<0,2 - 2,9)	2,2 (<0,2 - 4,4)	0,9 (0,6 - 1,2)	1,5 (<0,2 - 4,4)	0,92	0,9 (0,7 - 1,2)
<b>Basengehalt</b>	mg/l	6,76 (5,80 - 7,50)	16,48 (6,10 - 26,76)	19,46 (6,40 - 37,31)	22,01 (18,50 - 24,48)	16,20 (5,80 - 37,31)	2,48	12,0 (9,1 - 14,2)

## 7. Vitalität und Fertilität

Bei der Inventarisierung der Torfmoose des Arnsberger Waldes wurde immer wieder festgestellt, dass die größten und reichsten Bestände von *Sphagnum riparium* in den Hochlagen des Gebirges vorkommen. Besonders gut ausgebildete Pflanzen fanden sich in den kammnahen Quellbereichen der „Lörmecke“, während sie in den Quellbachtälern nicht ganz so ansehnlich entwickelt waren. An weniger tiefgründigen und weniger wassergesättigten Standorten werden die Pflanzen kompakter und nähern sich in ihrer Größe zunehmend derjenigen von *Sphagnum flexuosum* oder *S. fallax* an. Die Bestände an den Außenstandorten schließlich wiesen nur noch geringe Größenunterschiede zu den assoziierten Torfmoosen auf.

An Optimalstandorten wurden vereinzelt Pflanzen mit immaturren Antheridien beobachtet; sporelierende Pflanzen wurden dagegen nicht entdeckt und scheinen auch insgesamt sehr selten zu sein (vgl. DANIELS & EDDY 1990: 174, DIERSSEN 1996a: 64).

## 8. Naturschutzaspekte

*Sphagnum riparium* gilt in ganz Mitteleuropa als reliktsch und ist auf mikroklimatische Sonderstandorte (Kaltluftmulden und -rinnen) angewiesen (vgl. u. a. DIERSSEN 1983, HÖLZER 2010). Eine weitere Voraussetzung für das Vorkommen der Art sind stabile hydrologische Verhältnisse (siehe Kapitel 6). Aufgrund dieser speziellen Standortansprüche ist die Zahl der potentiell für eine Besiedlung in Frage kommenden Standorte im Arnsberger Wald sehr begrenzt. Die Exklusivität der Standorte birgt a priori eine größere Gefährdung, da *Sphagnum riparium* auf Veränderungen des Kleinklimas (etwa durch Freistellen) oder des Wasserhaushaltes empfindlich reagieren kann (vgl. hierzu die uneingeschränkt gültigen Aussagen von DIERSSEN 1983: 19; auch zitiert in HÖLZER 2010: 192).

Als Konsequenz ergeben sich besondere Anforderungen zum Schutz der *Sphagnum riparium*-reichen Lebensräume – wie übrigens für die Torfmoos-bestimmten Lebensräume im Arnsberger Wald ganz allgemein: Sie sollten generell aus jeglicher forstwirtschaftlichen Nutzung herausgenommen und es sollten zur Sicherung ihrer hydrologischen Stabilität ausreichend breite Pufferzonen eingerichtet werden (Angaben zur Mindestbreite u. a. in EGGELSMANN 1990). Ebenfalls in diesem Kontext sind die Folgen von Waldkalkungen zu sehen, wie sie im Arnsberger Wald auch aktuell noch großflächig durchgeführt werden (zuletzt im September / Oktober 2010 im Warsteiner Stadtwald). Als Resultat dieser Maßnahme wird in der Literatur übereinstimmend ein deutlicher Rückgang azidophytischer Pflanzenarten, zu denen im Grunde genommen alle Torfmoose gerechnet werden müssen, beschrieben (siehe u. a. AHRENS 1995, WECKESSER & SCHMIDT 2004).

Die Auswirkungen veränderter Standortfaktoren konnten am „Warsteiner Kopf“ eindrucksvoll studiert werden. Die aufgrund der Entnahme von Fichten am Rand eines *Sphagnum riparium*-Bestandes verschobenen Konkurrenzverhältnisse haben zu weitreichenden Umschichtungen innerhalb der Flora geführt: *Sphagnum riparium* wurde (und wird) auf der nunmehr direkt besonnten Fläche v. a. von *Polytrichum commune*, daneben auch von *Carex canescens* überlagert und verdrängt, wobei dieser Prozess anscheinend ziemlich rasch abläuft.

## 9. Danksagung

Die Autoren danken Frau Dr. Julia Förster, Herrn Dr. Ulrich Buitkamp und Herrn Franz-Josef Schäfers vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Labor Lippstadt, für die Analyse der Wasserproben und die Bereitstellung der umfangreichen Wasserdaten. Frau Regina Ulrich (Arnsberg) ermöglichte uns das Aufsuchen der entlegenen Wasserprobestellen und unterstützte uns bei der Probenahme. Herrn Dr. Carsten Schmidt (Münster) danken wir für Hinweise zu Funden von *Sphagnum riparium* in NRW. Herr Bernd Margenburg (Bergkamen) hat dankenswerterweise die Bildnachweise der Lebensräume von *Sphagnum riparium* im Arnsberger Wald angefertigt.

## 10. Literaturverzeichnis

- ABTS, U. W. & FRAHM, J.-P. (1992): Neue und bemerkenswerte Moosfunde vom Niederrhein. – Natur am Niederrhein N. F. 7 (1): 33-50; Krefeld.
- AHRENS, M. (1995): Einfluß der Waldkalkung auf die Moosflora und die Moosvegetation des Nordschwarzwalds. – Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 70: 455-496; Karlsruhe.
- BICK, H. (1985): Die Moorvegetation der zentralen Hochvogesen. – Dissertationes Botanicae 91: 1-288; Lehre (Cramer).
- BOUMAN, A. C. (2002): De Nederlandse Veenmossen. – Natuurhistorische Bibliotheek Nr. 70: 121-123.
- BUTTLER, K. P. & HAND, R. (2008): Liste der Gefäßpflanzen Deutschlands. – Kochia, Beih. 1: 107 S.; Berlin.
- CLAUSEN, C.-D. (1984): Erläuterungen zu Blatt 4515 Hirschberg. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1:25000: 1-115; Krefeld.
- CLAUSEN, C.-D. & LEUTERITZ, K. (1984): Erläuterungen zu Blatt 4516 Warstein. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1:25000: 1-155; Krefeld.
- DANIELS, R. E. & EDDY, E. (1990): Handbook of European Sphagna. – 263 S.; London.

- DIERSCHKE, H. (1969): Natürliche und naturnahe Vegetation in den Tälern der Böhme und Fintau in der Lüneburger Heide. – Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem., N. F. **14**: 377-397; Todenmann.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. – 683 S.; Stuttgart (Ulmer).
- DIERSSEN, K. (1982): Die wichtigsten Pflanzengesellschaften der Moore NW-Europas. – Ed. Conserv. Jard. Bot. Genève hors sér **6**, Genève.
- DIERSSEN, K. (1983): Zur Verbreitung und Soziologie von *Sphagnum riparium* ÅNGST. in Mitteleuropa. – Andrias **2**: 9-22; Karlsruhe.
- DIERSSEN, K. (1996a): Bestimmungsschlüssel der Torfmoose in Norddeutschland. – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg **50**: 1-86; Kiel.
- DIERSSEN, K. (1996b): Vegetation Nordeuropas. – 838 S.; Stuttgart (Ulmer).
- DIERSSEN, B. & DIERSSEN, K. (1984): Vegetation und Flora der Schwarzwaldmoore. – Beih. Veröff. f. Naturschutz u. Landschaftspflege in Baden-Württ. **39**: 1-512; Karlsruhe.
- DIERSSEN, B. & DIERSSEN, K. (2001): Moore (Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht). – 230 S.; Stuttgart (Ulmer).
- DÜLL, R. (1980): Die Moose (Bryophyta) des Rheinlandes (Nordrhein-Westfalen, Bundesrepublik Deutschland) unter Berücksichtigung der selteneren Arten des benachbarten Westfalen und Rheinland-Pfalz. – Decheniana Beiheft **24**: 365 S.; Bonn.
- EGGELSMANN, R. (1990): Ökohydrologie und Moorschutz. – In: GÖTTLICH, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde. 3. Auflage, 357-373; Stuttgart (Schweizerbart).
- ELLENBERG, H. (2001): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen (ohne *Rubus*). – In: ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V. & WERNER, W.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica **18**, 3., durchges. Auflage, 9-166; Göttingen (Goltze).
- GEYER, H. J. & SCHRÖDER, B. (2010): Die Torfmoose des Arnsberger Waldes – Verbreitung, Ökologie, Vergesellschaftung. – Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde **72** (2): 1-42; Münster.
- GIES, T. (1972): Vegetation und Ökologie des Schwarzen Moores (Rhön). – Dissertationes Botanicae **20**: 1-168; Lehre (Cramer).
- HADAČ, E. & VÁŇA, J. (1967): Plant communities of mires in the western part of the Krkonoše mountains, Czechoslovakia. – Fol. Geob. Phytotax. **3** (2): 213-254; Praha.
- HÖLZER, A. (2005): *Sphagnaceae*. – In: NEBEL, M. & G. PHILIPPI (Hrsg.): Die Moose Baden-Württembergs. Band **3**, 9-92; Stuttgart (Ulmer).
- HÖLZER, A. (2010): Die Torfmoose Südwestdeutschlands und der Nachbargebiete. – 247 S.; Jena (Weißdorn).

- JENSEN, U. (1987): Die Moore des Hochharzes. Allgemeiner Teil. – Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. **15**: 1-93; Hannover.
- JESCHKE, L. & PAULSON, C. (2002): Moore in den Kammlagen des Thüringer Waldes und des westlichen Schiefergebirges. – Naturschutzreport **19**: 13-82; Jena.
- KAULE, G. (1973): Die Vegetation der Moore im Hinteren Bayerischen Wald. – Telma **3**: 67-100; Hannover.
- KAULE, G. (1974): Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen. – Dissertationes Botanicae **27**: 1-345; Lehre (Cramer).
- KOPPE, F. (1952): Nachträge zur Moosflora von Westfalen. – Ber. Naturwissenschaftl. Ver. Bielefeld **12**: 61-95; Bielefeld.
- KOPPE, F. (1965): Zweiter Nachtrag zur Moosflora von Westfalen. – Ber. Naturwissenschaftl. Ver. Bielefeld **17**: 17-57; Bielefeld.
- KRAUSCH, H. D. (1968): Die Pflanzengesellschaften des Stechlinseegebietes. IV. Die Moore. – Limnologica **6** (2): 321-380; Berlin.
- MEINUNGER, L. & SCHRÖDER, W. (2007): Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands. Band **1**. – 636 S.; Regensburg (Verlag der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft von 1790 e.V.).
- MINISTER FÜR UMWELT, RAUMORDNUNG UND LANDWIRTSCHAFT DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) (1989): Klimaatlas von Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.
- MOOR, G. (2002): Die Flora und Vegetation der „Filze und Hochschachten“ im Nationalpark Bayerischer Wald. – Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. **63**: 363-476; Regensburg.
- RIEDEL, R. & BEIERKUHNLEIN, C. (1999): Vegetation der Waldquellfluren im Westlichen Erzgebirge. – In: BEIERKUHNLEIN, C. & GOLIAN, T. (Hrsg.): Ökologie silikatischer Waldquellen in Mitteleuropa. – Bayreuther Forum Ökologie **71**: 209-225; Bayreuth.
- SCHMIDT, C. & HEINRICHS, J. (1999): Rote Liste der gefährdeten Moose (*Anthocerophyta* et *Bryophyta*) in Nordrhein-Westfalen, 2. Fassung. – In: Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten / Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen. LÖBF Schriftenreihe, Band **17**: 173-224; Recklinghausen.
- SIEBEL, H. N., VAN TOOREN, B. F., VAN MELICK, H. M. H., BOUMAN, A. C., DURING, H. J. & VAN DORT, K. W. (2000): Bedreigde en kwetsbare mossen in Nederland. – Buxbaumiella **54**: 1-89; Wageningen.
- STÖCKER, G. (1967): Der Karpartenbirken-Fichtenwald des Hochharzes. Eine vegetationskundlich-ökologische Studie. – Pflanzensoziologie **15**: 1-123; Jena.
- WECKESSER, H. & SCHMIDT, W. (2004): Gehen dem *Luzulo-Fagetum* die Trennarten verloren? Veränderungen der Bodenvegetation in bodensauren Buchenwäldern und Fichtenbeständen des Solling in mehr als drei Jahrzehnten. – Tuexenia **24**: 191-206; Göttingen.

WOIKE, S. (1958): Pflanzensoziologische Studien in der Hildener Heide unter Berücksichtigung von Dauerquadrat-Untersuchungen und der *Desmidiaceen*-Vegetation. – Geol. Mitteilungen **8**: 136 S. + 1 Errata-Blatt.

Anschriften der Verfasser:

Dr. H. J. Geyer  
Möllerstraße 24  
D-59555 Lippstadt  
E-Mail: [hj.geyer@web.de](mailto:hj.geyer@web.de)

B. Schröder  
Am Kirchplatz 3a  
D-59519 Möhnesee-Körbecke

Manuskript eingegangen am 9. März 2011

