Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung

UB Universitätsbibliothek Frankfurt am Main

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Mitteilungen der Pollichia

Verbreitung und mögliche Ursachen für den Rückgang von Osmunda regalis in Hunsrück und Schneifel

Ruthsatz, Barbara
Reichert, Hans

2006

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-127099

Visual Library

Mitt. POLLICHIA	92	33 – 58	5 Abb.	5 Tab.	Bad Dürkheim 2006
					ISSN 0341-9665

Barbara RUTHSATZ & Hans REICHERT

Verbreitung und mögliche Ursachen für den Rückgang von *Osmunda regalis* in Hunsrück und Schneifel

Kurzfassung

RUTHSATZ, B. & REICHERT, H. (2006): Verbreitung und mögliche Ursachen für den Rückgang von *Osmunda regalis* in Hunsrück und Schneifel.— Mitt. POLLICHIA, **92**: 33 – 58, 5 Abb., 5 Tab., Bad Dürkheim

An Hand von Literaturrecherchen und eigenen Erhebungen wird ein Überblick aller aktuellen und verschollenen Vorkommen von *Osmunda regalis* in Hunsrück und Schneifel sowie dem Ferschweiler Plateau gegeben. *Osmunda* ist eine typische Art der ozeanisch-montan verbreiteten Erlen-Moorbirken-Wälder schwach saurer bis leicht basischer, ganzjährig sickernasser Standorte. 2005 wurden alle noch vorhandenen Vorkommen mehrfach aufgesucht, eine möglichst vollständige Artenliste der im Umfeld wachsenden Pflanzenarten erstellt, wiederholt Wasserproben aus nahen Quellen entnommen und auf ihre anorganisch chemischen Inhaltsstoffe analysiert sowie die Mineralstoffgehalte der Farnwedel von *Osmunda* und zum Vergleich von *Pteridium aquilinum*, *Blechnum spicant* und *Oreopteris limbosperma* von den gleichen Standorten bestimmt.

Die Untersuchungen haben bestätigt, dass die Beeinträchtigung des Wasserhaushaltes der *Osmunda*-Vorkommen wesentliche Ursache für das Aussterben bzw. den Rückgang der Art ist. Hinzu kommt jedoch weiterhin die Beschattung durch eindringende Fichten und benachbarte hohe Fichtenforste, die gleichzeitig auch die Wasserversorgung beeinträchtigen können. Wildverbiss spielt dort eine Rolle, wo extremer Mangel an geeigneten Äsungsflächen herrscht. Die seit den 70er Jahren angestiegenen, anthropogen verursachten Säure-Einträge in die Wassereinzugsgebiete der Quellsumpfwälder scheinen zwar *Osmunda* und die anderen untersuchten Farnarten nicht direkt geschädigt zu haben. *Osmunda* und *Oreopteris* sind in geringerem Maße in der Lage, sich gegen die Aufnahme von toxischen Al- und Mn-Ionen zu schützen. Die Neuansiedlung von jungen *Osmunda*-Pflanzen jedoch scheint an basenarmen und von dichten *Molinia*-Beständen beherrschten Standorten stark behindert zu sein. Die nach der Mitte des vergangenen Jh. aufgegebene Heumahd unter den lichten Erlen-Birken-Wäldern dürfte die entscheidende Ursache für das derzeitige Vorherrschen des Pfeifengrases im Unterwuchs einiger dieser Wälder sein. Der Vergleich mit früheren Vegetationsaufnahmen in den betroffenen Wäldern lässt auch vermuten, dass ihre floristische Veränderung in vielen Fällen einer Eutrophierung entspricht, die durch die Säure-, NH_X- und NO_X-Einträge ausgelöst wird.

Abstract

RUTHSATZ, B. & REICHERT, H. (2006): Verbreitung und mögliche Ursachen für den Rückgang von *Osmunda regalis* in Hunsrück und Schneifel

[Distribution and possible causes of the decline of *Osmunda regalis* in Hunsrück and Schneifel (mountainous regions in western Rhineland-Palatinate)].— Mitt. POLLICHIA, **92**: 33 – 58, 5 Abb., 5 Tab., Bad Duerkheim

Based on literature and personal research we present a survey of the actual and missing site occurrences of *Osmunda regalis* in Hunsrück and Schneifel as well as on the Ferschweiler Plateau. *Osmunda* represents a typical species of the oceanic-montane widespread *Alnus glutinosa-Betula pubescens* forests growing on mildly acid to slightly base-rich sites with seepage water in the ground. In 2005 all still existing sites have been visited, if possible several times. During the visits, the accompanying flora of vascular plants has been compiled, water samples from near seeps have been collected several times, analysed for its mineral constituents. The contents of mineral nutrients of leaves from Osmunda have also been determined and then compared with leaves of *Pteridium aquilinum*, *Blechnum spicant* and *Oreopteris limbosperma* from the same sites.

Through our survey we have confirmed that the deterioration of the water budget of the *Osmunda* sites represents a mean cause of the extinction or the decline of the species in the sites investigated. Another factor possibly contributing to this outcome is the nearby growing up spruces or neighbouring high spruce plantations that shade the light-demanding plants and reduce their water supply. Browsing by game also plays a role where sufficient grazing area is unavailable. The increase of acid rain in the catchment areas of the swamp woodlands since the 1970s have probably not damaged *Osmunda* and the other ferns directly. But *Osmunda* and *Oreopteris* are less able to protect themselves against the uptake of toxic Al- and Mn-ions from acid soils than

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

the other fern species. The establishment of young *Osmunda* plants however seems to be aggravated on base-poor sites densely covered by *Molinia*. The abandonment of grass cutting below the open *Alnus-Betula* forests since the midst of last century is probably the decisive cause of the present dominance of *Molinia* in these woodlands. Comparison with former vegetation lists of the surveyed forests shows, that the floristic changes in many cases are due to an eutrophication of the sites triggered by the input of acids, NH_X and NO_X.

Résumé

RUTHSATZ, B. & REICHERT, H. (2006): Verbreitung und mögliche Ursachen für den Rückgang von *Osmunda regalis* in Hunsrück und Schneifel

[Distribution et causes possibles de la régression d´ *Osmunda regalis* dans le Hunsrück et la Schneifel].— Mitt. POLLICHIA, **92**: 33 – 58, 5 Abb., 5 Tab., Bad Durkheim

Sur la base de recherches littéraires et d´ investigations personnelles est établi un aperçu de tous les habitats actuels ou disparus d´ *Osmunda regalis* dans le Hunsrück et la Schneifel, ainsi que sur le plateau de Ferschweiler. *Osmunda* est une espèce typique des boisements océano-montagneux peuplés d´aulnes et de bouleaux et dont le sol est de faiblement acide à légèrement basique, humide par suintement durant toute l´année. En 2005, les populations existantes on été repérées plusieurs fois et une liste aussi complète que possible des espèces poussant dans le voisinage a été dressée. Des échantillons d´ eau de sources se trouvant proches du site ont été et analysés par rapport à leurs substances anorganiques et chimiques. La teneur en minéraux des frondes d' *Osmunda regalis* a été également déterminée et comparée à celle de *Pteridium aquilinum*, *Blechnum spicant* et *Oreopteris limbosperma*, provenant du même site.

Les investigations ont confirmé que la perturbation de l´ approvisonnement en eau d´*Osmunda regalis* est la raison de sa régression ou plus exactement de sa disparition. Des épicéas envahissant le site et des forêts de hauts pins ombragent les habitats et influencent en même temps l ´apport en eau. Les dommages causés par le gibier jouent un rôle important, là où les surfaces de patûrage font gravement défaut. L´ apport accru d ´acides causé par l ´homme à partir des années 70 dans les bassins des marécages ne semble pas avoir nui à *Osmunda* et aux autres espèces de fougère. *Osmunda* et *Oréopteris* sont capables dans une certaine mesure de se protéger contre l´ absorption des ions toxiques Al- et Mn. Le repeuplement par des jeunes plantes d´ *Osmunda* dans les sites pauvres en bases et dans les sites dominés par d´importantes populations de *Molinia* semble fortement compromis. Le fait de renoncer à ramasser le foin sous les forêts clairesemées d ´aulnes et de bouleaux à partir de la seconde moitié du siècle dernier pourrait être la cause décisive de la prédominance actuelle de *Molinia* dans le taillis de certaines de ces forêts. La comparaison avec d ´autres recensements de végétation dans les forêts affectées, prête à croire que la métamorphose floristique correspond dans la plupart des cas à une eutrophisation, provoquée par des apports d´acide, de NH_X et de NO_X.

1 Einleitung

Osmunda regalis ist in Rheinland-Pfalz im Hunsrück, der Schneifel und dem Pfälzer Wald verbreitet. Der Königsfarn ist weitgehend an die montane Stufe dieser Mittelgebirge mit basenarmen Ausgangsgesteinen gebunden. Im Pfälzer Wald ist es der Buntsandstein, in Hunsrück und Schneifel sind es devonische Schiefer. Er ist eine Art mit deutlich ozeanischem Verbreitungsschwerpunkt. Seine Empfindlichkeit gegen Fröste spiegelt sich im späten Austrieb im Frühjahr (Mai), dem frühen Vergilben der Blätter im Herbst (Mitte Oktober) und der Bindung der Horste an ganzjährig sickernasse Quellstandorte wider.

Die Art gilt als gefährdet (Rote Liste RLP: 2) und soll vielerorts in jüngerer Zeit stark zurückgegangen sein (BREUER & LASKA 1971; SCHULZE 1965, 2003). Als wichtigste Ursache für den Rückgang gelten Eingriffe in den Wasserhaushalt seiner Standorte durch den Menschen. Vor allem das Bestreben, die Birken-Erlen-Feuchtwälder dieser Mittelgebirge in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts trocken zu legen, dürfte für die deutliche Rückgangstendenz verantwortlich sein. Zum Teil stocken solche Feuchtwälder auch im Wassereinzugsgebiet von Trinkwasserbrunnen. Um die momentane Entwicklung der Bestände des Farns zu überprüfen und ggf. nach zusätzlichen Gefährdungsursachen zu suchen, haben wir die in der Literatur angegebenen Fundorte wieder aufgesucht.

In den genannten Arbeiten wird mehrfach die Zahl der beobachteten Horste (Stöcke) für die jeweiligen Wuchsorte angegeben. Es ist jedoch nicht immer eindeutig zu entscheiden, ob es sich bei den beobachteten *Osmunda*-Herden um verschiedene Individuen oder um mehr oder weniger ausgedehnte Klone handelt. Dennoch trifft wohl auch für Hunsrück und Schneifel zu, dass viele der Vorkommen zwar nicht erloschen sind, aber an Zahl der dort wachsenden Pflanzen abgenommen haben. Einige Stöcke scheinen seit langer Zeit am gleichen Wuchsort ausgeharrt zu haben und dort zu mächtigen Exemplaren mit mehreren Metern Durchmesser herangewachsen zu sein, wobei das Zentrum inzwischen auch abgestorben sein kann.

Die Standorte gut wüchsiger Exemplare sind durch schwach saures bis mäßig basenreiches Sickerwasser in Quellnischen oder entlang von Quellhorizonten gekennzeichnet, die weder im Sommer austrocknen noch im Winter tiefgründig durchfrieren. *Osmunda* wächst in lichten Erlen-Moorbirken-Wäldern oder deren baumarmen Ersatzgesellschaften, die von dicht wachsenden Pfeifengrashorsten beherrscht werden. Sie haben für

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 1: Liste der aktuell vorhandenen *Osmunda*-Vorkommen in Hunsrück und Schneifel.

Osmunda-Vorkommen	Bez. in Tab. 2	Karte 1:25.000	Höhe m/NN	Exposition	Zahl *Osm.*-Gruppen	Jungpflanzen	Artenliste 2005	BREUER LASKA	Pflanzenanalysen	Wasseranalysen	Basenversorgung	Wasserversorgung
Schneifel					2005			1971				
Knaufspesch	Knauf	5704/2	610	SE	5 - 10	ja	ja	4	ja	z.T.	gut	gut-mäßig
Steinigenberg	Stein	5704/1	610	S	10 - 15	ja	ja	15	ja	z.T.	gut	gut-mäßig
Wolkert-1	Wo-1	5704/3	595	SE	5 - 8	ja	ja	—	ja	z.T.	gering	schlecht
Wolkert-2 (Quelle 10 in Abb. 3)	Wo-2	5704/1	598	SE	5 - 10	ja	ja	—	ja	ja	gut	gut
Wolkert-3 (Qu. 11, 12 in Abb. 3)	Wo-3	5704/1	595	SE	10 - 15	ja	ja	—	ja	ja	gut	gut
Wolkert-4	Wo-4	5704/1	596	SE	10-15	ja	ja	—	ja	ja	gut	gut-mäßig
Wolkert-5	Wo-5	5704/1	569	S	1	nein	ja	—	ja	nein	gering	schlecht
Wolkert-6	Wo-6	5704/1	565	S	1	nein	nein	—	nein	nein	gut	gut
Wolkert-7	Wo-7	5704/1	563	S	1	nein	nein	—	nein	nein	gering	mäßig
Hontheim-1	Hont-1	5704/3	578	S	10-15	ja	ja	7	ja	z.T.	gut	gut
Hontheim-2	Hont-2	5704/3	579	S	5 - 8	nein	ja		ja	z.T.	gering	mäßig
Hontheim-3	Hont-3	5704/3	594	SSE	4	nein	ja		nein	z.T.	mäßig	schlecht
Wendelputz-1	We-1	5704/3	556	SE	5 - 10	nein	ja	—	ja	z.T.	gut	mäßig
Wendelputz-2	We-2	5704/3	556	SE	2	ja(1x)	ja	—	ja	z.T.	gut	mäßig
Wendelputz-3	We-3	5704/3	554	SE	2	nein	ja	—	ja	z.T.	gut	mäßig
Wendelputz-4	We-4	5704/3	558	SE	5 - 10	nein	ja	—	ja	z.T.	gut	gut-mäßig
Wendelputz-5	We-5	5704/3	555	SE	1	nein	ja	—	nein	nein	gut	gut
Ferschweiler Plateau												
Nusbaumer Hardt	—	6104/1	320	NW	5-10	nein	nein	—	nein	nein	schlecht	schlecht
Hunsrück												
Hilsbruch	Hils	6208/2	640	NW	4	nein	ja	12	ja	z.T.	schlecht	schlecht
Ortelsbruch oben	Ort-o	6208/2	555	NW	1	nein	ja	4	nein	z.T.	schlecht	gut
Ortelsbruch unten	Ort-u	6208/2	520	N	3	ja?	ja		ja	nein	mäßig	gut
Gilleswies	Gilles	6109/3	620	NW	10 - 15	nein	ja	30	ja	z.T.	mäßig	schlecht
Krummenau	Krum	6109/2	460	NE	3	nein	ja	20	nein	z.T.	gut	gut
Salzleckerbruch (Brücken)	Salzl	6308/3	565	SE	10 - 15	nein	ja	25	ja	z.T.	gut	gut
Schusterhannesbruch (Bergen)	Schus	6406/1	540	W	3	nein	nein	120	nein	nein	mäßig	mäßig
Waldweiler	Waldw	6306/4	550	NW	1	nein	ja	—	nein	nein	mäßig	mäßig

Land- und Forstwirtschaft keine ökonomische Bedeutung mehr und sind daher seit längerer Zeit aus der Nutzung gefallen. Als Rückzugsgebiete für jagdbares Wild spielen sie jedoch noch eine wichtige Rolle, was ihnen einen gewissen Schutz vor forstlichen Eingriffen bietet.

Pflanzensoziologisch handelt es sich in Hunsrück und Schneifel - die Vorkommen im Pfälzer Wald bleiben bei den folgenden Beobachtungen unberücksichtigt - um montan verbreitete, durch *Sphagnum*-Decken gekennzeichnete, mäßig bodensaure Erlenbruch- und Erlenquellsumpfwälder, die auch bachbegleitend ausgebildet sein können (SCHWICKERATH 1937, 1975; LOHMEYER 1960; REICHERT 1973; LIEPELT & SUCK 1987, 1990, 1993; BUSHART 1989; SCHÖNERT 1989,

UB Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main DFG

1994; SUCK 1999). Die Höhenverbreitung von *Osmunda* reicht im Hunsrück mit einer Ausnahme (460) von 520 bis 640 und in der Schneifel von 555 bis 610 m über NN (Tab. 1). Hierbei scheint die Exposition der Hänge keine entscheidende Rolle zu spielen. In der Schneifel kommt *Osmunda* zwar nur an Südhängen, im Hunsrück dagegen bis auf eine Fläche an Nord- und Westhängen der Hochwaldrücken vor.

Sicher gilt die Entwässerung bzw. Trockenlegung der Moore mit ursprünglichen Vorkommen von *Osmunda regalis* zu Recht als die wichtigste Ursache für den Rückgang der Art. Sowohl im Hunsrück als auch in der Schneifel gibt es keinen Bruchwald, der nicht oberhalb und in der Fläche von alten Entwässerungsgräben durchzogen wird. Hinzu kommt in mehreren Fällen (Schneifel: Wendelputz, Hontheim; Hunsrück: Gilleswiese, Krummenau, Salzleckerbruch) die unmittelbar benachbarte Entnahme von Quellwasser. Dies geschieht meistens am Fuß der Kluftwasser führenden Quarzitrücken entlang der stufenförmig sich hinziehenden Quellhorizonte, gerade dort, wo auch der Königsfarn bevorzugt wächst.

Bei Untersuchungen über die Wasserqualität der Quellsumpfwälder an den Hängen des Hunsrücks (RUTHSATZ 1999) und der Schneifel (RUTHSATZ in Vorbereitung.) zeigte sich, dass der Königsfarn extrem saure, aber auch stark basenreiche Quellstandorte meidet und weitgehend auf Standorte mit Sickerwasser mittlerer Basenversorgung beschränkt vorkommt. Die dort wachsenden Feuchtwälder enthalten regelmäßig sowohl Erle als auch Moorbirke, allerdings in unterschiedlichen Mengenverhältnissen. Mit dem Basenreichtum der Quellwässer steigt der Anteil an Erle. Hinzu kommt die Beobachtung, dass insbesondere die Erlensumpfwälder deutlich unter dem in den 70er und 80er Jahren stark angestiegenen Eintrag von Säuren gelitten haben. In einzelnen Fällen (Schneifel) sind dadurch ganze Bestände so stark geschädigt worden, dass die Baumschicht inzwischen weitgehend abgestorben ist. Dieser Prozess scheint bis heute nicht abgeschlossen zu sein, obwohl die Sulfateinträge seit 10 bis 15 Jahren stark zurückgegangen sind. Deshalb lag die Überlegung nahe, dass diese Versauerungsprozesse mit zum Rückgang der die Erlen gelegentlich begleitenden *Osmunda*-Vorkommen beigetragen haben könnten.

Um die Ursachen des Rückgangs näher eingrenzen zu können, wurden die Anzahl der *Osmunda*-Stöcke der aktuellen Vorkommen geschätzt, die umgebende Vegetation auf ihre Zeigerfunktion für die Standortqualität überprüft, die Quellwässer im Umfeld der Vorkommen chemisch untersucht und die Blätter von *Osmunda*-Pflanzen aller Flächen auf ihre Elementgehalte hin analysiert. Ergänzend wurden auch Blätter von *Pteridium aquilinum*, *Oreopteris limbosperma* und *Blechnum spicant* aus den gleichen Mooren untersucht, um die Wirkung unterschiedlicher Mineralstoffernährung auf ihre Blattspiegelwerte zum Vergleich heranziehen zu können, da in der Literatur keine Angaben zu *Osmunda* selbst gefunden wurden.

Die Vorkommen von *Osmunda* sind in auffälliger Weise an die häufig scharfen Grenzen zwischen steilen Quarzithängen (im Hunsrück: Taunusquarzit, in der Schneifel: Emsquarzit) und den schwächer geneigten devonischen Schieferschichten (im Hunsrück: Hunsrückschiefer, in der Schneifel: Stadtfeldschichten) gebunden, weil dort die Quellwässer aus den Quarzitklüften austreten. Sowohl die Quarzite als auch die Schiefer sind in der Regel basenarm. In der Schneifel treten nördlich von Knaufspesch Schichten der devonischen Kalkmulden (Eifelium) an der Grenze zwischen Quarzit und Schiefer gerade dort zu Tage, wo auch *Osmunda* vorkommt. Da nur eine geologische Karte im Maßstab von 1:200.000 vorliegt (Blatt CC 6302 Trier), kann angenommen werden, dass vergleichbare Situationen entlang des Südhangs der Schneifel mehrfach auftreten, nur jeweils in so geringer Breite, dass es auf der genannten Karte nicht dargestellt werden konnte. Die Vegetation und die Quellwässer der Moore entlang dieser Quellhorizonte weisen kleinräumig auf etwas bessere Basenversorgung, insbesondere wohl auf höhere Ca-Gehalte in Substrat und Sickerquellen (RUTHSATZ in Vorbereitung) hin, angezeigt durch *Phragmites australis*, *Carex paniculata*, *C. flacca*, *C. flava* u.a. Für den Hunsrück finden sich auf der entsprechenden Karte keine Hinweise auf basenreichere Gesteine im Untergrund der *Osmunda*-Vorkommen. Allerdings liegen hier mächtige mit Lehm vermischte Quarzitschuttdecken über den anstehenden Schiefergesteinen. In den Quellwässern aus Schieferschichten können jedoch zumindest die Mg-Gehalte deutlich erhöht sein, wie z.B. im Palmbruch (RUTHSATZ 1999).

2 Historischer Überblick über die Königsfarn-Vorkommen (Entdeckung, Bestandsentwicklung)

Über die meisten Autoren und Beobachter, die in diesem Kapitel genannt sind findet man Kurzbiographien bei REICHERT (1998, 1999). Es waren weit überwiegend Freizeit-Botaniker.

Die Königsfarn-Vorkommen im Hunsrück fanden in der Fachliteratur erstmals in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts Erwähnung, die in der Schneifel sogar erst im frühen 20. Jahrhundert. Dass sie von Botanikern so spät entdeckt wurden, hängt zum einen mit der Seltenheit des Farns, zum anderen mit der Tatsache zusammen, dass die Fundstellen in Relation zu den damaligen Verkehrsverhältnissen ziemlich abgelegen waren. Deshalb ist es nicht überraschend, dass vor allem Forstbeamte bei ihren Dienstgängen auf den Farn aufmerksam wurden und ihre Beobachtungen den fast durchweg in den größeren Städten wohnenden Botanikern mitteilten.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

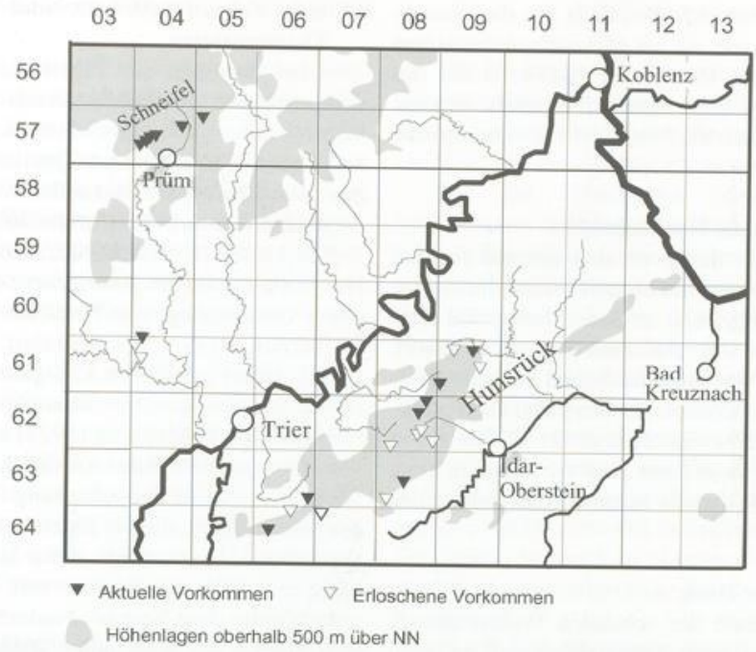

Abb. 1: Übersicht über die Vorkommen von *Osmunda regalis*.

Als erster erfuhr Heinrich Rosbach von zwei Königsfarn-Vorkommen im Hunsrück (ROSBACH 1859). Weitere Hunsrück-Fundstellen brachte Philipp Wirtgen in Erfahrung (WIRTGEN 1866). Im Laufe ausgedehnter Wanderungen hatte er sie zum Teil selbst in Augenschein genommen. ROSBACH (1880) teilte unter Berufung auf Gewährsleute weitere Nachweise mit. Philipp Wirtgens Sohn Ferdinand dokumentierte mehrere bei Hunsrückwanderungen gefundene Vorkommen durch Herbarbelege (1896, 1897). Nach der Jahrhundertwende kamen nur noch wenige Neufunde hinzu (GEISENHEYNER 1903; F. WIRTGEN 1909; F. MÜLLER 1923).

Für die Eifel erwähnte erstmals BOCHKOLTZ (1880) ein Vorkommen in der „Nussbaumer Haardt" nördlich Bollendorf. ROSBACH (1880) beschrieb sehr genau die Fundstelle eines Massenvorkommens bei „Dielingen" (Dillingen) im Tal der Sauer auf luxemburgischer Seite. F. WIRTGEN (1905) war der erste, der durch die Ortsangabe „Sellerich" auf Vorkommen in der Schneifel hinwies. Etwas genauere Angaben über dortige Fundorte lieferten erst BUSCH (1952) und KERSBERG (1967).

Eine floristische Bestandsaufnahme aller Königsfarn-Vorkommen in Hunsrück und Eifel führten BREUER und LASKA (1970) durch. Sie machten erstmals Angaben zur Bestandsgröße (auf die Problematik der Zählung von Stöcken wurde schon weiter oben hingewiesen) und zur Bestandsentwicklung. Einige der in der älteren Literatur genannten Vorkommen waren damals bereits verschwunden. Im folgenden sollen diese erloschenen Vorkommen im einzelnen besprochen werden, vor allem im Hinblick darauf, ob Ursachen des Verschwindens bereits bekannt sind oder noch der Klärung bedürfen. Die Anordnung erfolgt nach aufsteigenden Quadranten-Nummern der TK 25. Die erloschenen Vorkommen sind in Abb. 1 mit offenen Dreiecken eingetragen.

6104/2: Nusbaumer Hardt

Am Hang östlich der Straße von Bollendorf nach Nusbaum gab es im Bereich „Taubendell" ein Königsfarn-Vorkommen, über dessen Größe keine Angaben vorliegen. Die Fundstelle liegt in Abt. 2 d des Gemeindewaldes Enzen (nicht Ernzen, wie bei BREUER & LASKA angegeben), ungefähr beim Gauß-Krüger-Koordinatenpunkt 24680 / 27320. Es ist möglich, dass sich die älteren Angaben „Nussbaumer Haardt" (ROSBACH 1880, 1896) und „Wallendorf" (BUSCH 1941) auf diesen Fundort beziehen, doch kommen wegen zahlreicher ähnlicher Biotope in dieser Gegend auch andere Stellen in Frage. Nach BREUER und LASKA (1971) erlosch dieses Vorkommen da „vor Jahren ein Brunnen gefasst" wurde, „wodurch eine intensive Entwässerung dieses Gebietes stattfand".

6104/2: „Bollendorfer Wald"

Nach BUSCH (1941) wuchs der Farn an einer leider nirgends genauer bezeichneten Stelle „in großer Menge". Man habe ihn vielfach als Streu für die Ziegenställe geerntet. Ursache für das völlige Verschwinden sei jedoch das Anlegen einer Fichtenkultur. Von einer Nut-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

zung ausgedehnter *Osmunda*-Bestände für die Gewinnung von Pottasche, wie sie im pfälzisch-elsässischen Grenzraum üblich war (SCHULTZ 1845), ist für die Region Hunsrück und Eifel nichts überliefert, obwohl auch hier in den Wäldern die Pottasche-Gewinnung eine wichtige Rolle spielte.

6109/1: beim Forsthaus Hochscheid

Bei der Fundstelle dürfte es sich um das heutige Naturschutzgebiet „Unterbirkenbruch" handeln, ein gut durchnässtes und weitgehend intaktes Moorgebiet. Das einstige Vorkommen von *Osmunda regalis* ist durch einen Herbarbeleg (1904) von Ferdinand Wirtgen (Herbarium BONN) dokumentiert, der den Fund auch publizierte (WIRTGEN 1909). ANDRES (1911, 1920) zitiert diese Fundmeldung. In diesem Fall ist lediglich festzustellen, dass es seit damals keine Bestätigungen des Vorkommens gibt.

6109/1: Gösenrother Heck

Am Hang unterhalb der schmalen Waldstraße (K 69) von Krummenau nach Weitersbach soll es nach BREUER und LASKA (1970) in den Forstabteilungen 249 und 250 ein Vorkommen von ca. 20 Stöcken gegeben haben. Die Autorinnen teilen mit, es sei „stark gefährdet durch ein Straßenbauprojekt, das eine Talstraße in diesem Gebiet vorsieht." Es sei damit zu rechnen, dass demzufolge „dieser Standort verloren geht." Diese Mitteilung gibt Rätsel auf. Bei dem Straßenbauprojekt kann es sich nur um die L 190 von Krummenau nach Rhaunen handeln, die auf der Talsohle des Idarbaches verläuft und den Bereich der Gösenrother Heck mit den oben genannten Forstabteilungen nicht berührt. Die wiederholte Suche nach *Osmunda* in den Forstabteilungen war bisher vergeblich, so dass ein Erlöschen des Vorkommens anzunehmen ist. Es hat allerdings nichts mit dem Straßenbauprojekt zu tun.

6109/2: Schwarzes Bruch bei Stipshausen

Über die Bestandsgröße des durch einen Herbarbeleg (1897) von Ferdinand Wirtgen im Herbarium BONN dokumentierten und von GEISENHEYNER (1903) publizierten Vorkommens ist nichts bekannt. Sein Erlöschen ist zumindest dadurch mitverursacht, dass das nördlich Stipshausen gelegene Quellmoor durch zahlreiche Quellfassungen zur Trinkwassergewinnung im Bereich des Quellhorizontes weitgehend zerstört wurde.

6208/3: Distrikt Sattelborn des Forstes Malborn

Das Vorkommen wurde nach ROSBACH (1880, 1896) von Hugo Ilse gefunden. Dort gibt es nach wie vor ein intaktes Quellmoor, das im Rahmen der Biotopkartierung des Landes Rheinland-Pfalz im Jahr 1980 untersucht wurde (Gauß-Krüger-Koordinaten 75200 / 07600). *Osmunda* konnte jedoch nicht gefunden werden. Die Ursachen des Verschwindens sind nicht bekannt.

6208/4: Tabernakelbruch und Casparsbruch bei Thranenweier

Über die Lage des Tabernakelbruches gibt es widersprüchliche Auskünfte. Auch der Name Casparsbruch wurde nicht einheitlich angewandt. Es handelt sich aber auf alle Fälle um Quellmoore am Südosthang des Erbeskopfes, die dort einen Komplex mehrerer benachbarter Moorflächen in der Höhenlage von 680 bis 750 m bilden (Übersichtsskizze bei REICHERT 1975). Das Vorkommen des Königsfarns wurde erstmals durch einen Herbarbeleg von Ferdinand Wirtgen (1896) im Herbarium BONN dokumentiert und von ROSBACH (1880, 1896) publiziert. Lediglich als Zitat zu werten ist die knappe Angabe „Thranenweier" bei ANDRES (1911, 1930). F. MÜLLER (1923) sah „eine größere Zahl von Exemplaren". BREUER und LASKA (1971) fanden noch 6 Stöcke in Forstabteilung 74 in der südlichsten der Moorflächen, die sie Jägersbruch nennen. Der 1983 verstorbene Entomologe Fritz Klein (Idar-Oberstein) teilte mündlich das Gleiche mit. Er kannte das Moor jedoch unter dem Namen „Faulenbruch". Auch er zählte 6 Stöcke, die stark unter Wildverbiss litten. In den folgenden Jahren habe der Verbiss zur Ausrottung des Farns geführt.

6208/4: bei Hüttgeswasen

BUSCH (1941) kannte dort zwei Stellen. Sollten sie sich in unmittelbarer Nähe von Hüttgeswasen befunden haben, käme als Fundstelle am ehesten das nordöstlich gelegene Schwarzenbruch in Frage. Bestätigungen dortiger Vorkommen gibt es nicht.

6208/4: In der Schwollener Gemeinschaft

Das von WIRTGEN (1866) und GEISENHEYNER (1903) erwähnte Vorkommen lag im Quellgebiet des Schwollbaches (Gauss-Krüger-Koordinaten ungefähr 83100 / 09700). MÜLLER (1923) berichtet, das Vorkommen sei schon lange erloschen, teilt aber keine Ursachen mit.

6308/3: Südosthang des Dollbergs bei Otzenhausen und Nonnweiler

Diese Vorkommen waren die ersten im Hunsrück bekannt gewordenen. Entdeckt hatte sie der im damals großherzoglich-oldenburgischen Fürstentum Birkenfeld tätige Forstmeister Peter Tischbein, ein Sohn des als Goethe-Porträtist bekannten Malers Wilhelm Tischbein. Es sind die in der Literatur am meisten zitierten Vorkommen (ANDRES 1911, 1920; GEISENHEYNER 1903; ROSBACH 1859, 1880, 1896; WIRTGEN 1866). Ihr Verschwinden ist mit großer Wahrscheinlichkeit darauf zurückzuführen, dass die dort vorhandenen Quellmoore im 20. Jahrhundert im Rahmen der Forstwirtschaft rigoros entwässert wurden. Davon zeugen zahlreiche Entwässerungsgräben . In den heutigen Walddistrikten erinnern nur noch die Namen „Moosbruch" und „Johannenbruch" an die ehemaligen Moorstandorte.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

6406/2: Abt. 179 nahe dem Siebenborn-Weiher bei Mandern

BREUER und LASKA (1971) fanden dort 3 Stöcke. Die Nachsuche in den letzten Jahren war erfolglos. 2005 wurde die genannte Forstabteilung erneut abgegangen. Es gibt dort zwar eine seichte Quellmulde, sie wird jedoch von einem hochwüchsigen Fichtenforst beschattet, und eine zertretene Suhle zeugt von intensivem Wildaufenthalt. So könnten Verbiss, Beschattung und verminderte Wasserversorgung unter dem dichten Fichtenbestand das Vorkommen zum Erlöschen gebracht haben.

6407/1: bei der Pascalshütte nördlich Steinberg

F. WIRTGEN (1909) teilte mit, dass Matthias Dewes wenige Königsfarn-Exemplare bei der Pascalshütte gefunden habe (Gauß-Krüger-Koordinaten 60660 / 95620). Es handelt sich um das Quellgebiet des an der Grenze zwischen Rheinland-Pfalz und dem Saarland entspringenden Wahnbaches. Über den Zeitpunkt des Verschwindens des Farnes und die Ursachen ist nichts bekannt.

Eine weitere alte Fundortangabe sei nur kurz zitiert, da sie nicht lokalisierbar ist. WIRTGEN (1857) nennt als einzigen Fundort in der Eifel „Neuerburg". Ohne weitere Erläuterungen ist mit dieser Mitteilung wenig anzufangen, da es neben der Stadt Neuerburg das Dorf Neuerburg bei Wittlich gibt. Von beiden Orten liegen keine jüngeren Angaben über Königsfarnvorkommen vor.

3 Methodik

3.1 Flora und Vegetation

Im von den Standortbedingungen her vergleichbaren, aber nie wirklich homogenen Umfeld der Farnhorste wurde für jedes der größeren Vorkommen eine Liste aller Phanerogamen und bestandsbildenden terrestrischen Moose mit Angaben zu ihrer relativen Häufigkeit erstellt (D = überall dominant, d = meist vorherrschend, h = häufig, x = regelmäßig, s = selten, R = randlich bestandsbildend, r = randlich vereinzelt). Die botanische Nomenklatur richtet sich nach WISSKIRCHEN und HAEUPLER (1998), auch in Fällen, in denen sich mittlerweile andere Auffassungen durchsetzen. Die Aufnahmeflächen haben wegen der unterschiedlichen Entfernung zwischen den *Osmunda*-Horsten eines Vorkommens keine einheitliche Größe. Sie reichen von 100 bis über 1000 m^2. Daher war es nicht möglich, pflanzensoziologische Vegetationsaufnahmen nach der üblichen Methode durchzuführen. Dennoch konnte aus diesen Artenlisten recht klar ihr Indikatorwert für die Basen- und Nährstoffversorgung der Standorte abgeleitet werden.

3.2 Wasseranalysen

Um Hinweise auf die Mineralstoffversorgung der Farnstandorte zu erhalten, wurden Wasserproben aus Sickerquellen entnommen, die möglichst in unmittelbarer Nähe der Farnwuchsorte austreten.

Da die chemische Zusammensetzung der Quellwässer sich bei verschiedenen Ionen im Jahreslauf rhythmisch ändern kann, wurden die Flächen mehrmals im Jahr aufgesucht und Wasserproben entnommen. Aus Zeitgründen konnte dies nicht allzu oft und nicht überall zum gleichen Zeitpunkt durchgeführt werden. Zudem fallen viele Sickerquellen im Spätsommer oberflächlich trocken. Einige der *Osmunda*-Vorkommen in der Schneifel entsprechen jedoch den über mehrere Jahre im Zusammenhang mit Dauerflächenbeobachtungen in Feuchtwäldern regelmäßig einmal monatlich beprobten Quellen (RUTHSATZ in Vorbereitung). Im Vergleich mit diesen Messreihen können die Werte der hier genommenen Einzelproben jedoch besser eingeschätzt werden.

Die Probenahme und Analytik der Quellwässer entspricht der in mehreren früheren Veröffentlichungen beschriebenen Methodik (RUTHSATZ & HOLZ 1997; RUTHSATZ 1999). Die Probetermine folgen jeweils einer zwei- bis dreitägigen Phase ohne oder mit nur geringen Niederschlägen. Im Gelände wurden 250 ml Wasser aus der fließenden Quelle in Polyethylenflaschen gefüllt, gekühlt ins Labor transportiert und durch Faltenfilter (Nr.595 $\frac{1}{2}$ von Schleicher und Schüll) zur Vorreinigung gegeben. Temperatur und pH-Wert wurden vor Ort gemessen. Der Gehalt an Hydrogencarbonat wurde durch Titration mit 0,01 mol HCl bis pH 4,29 bestimmt. Anschließend fand eine Filtration über ein 45 μm Cellulose-Acetat-Filter (Sartorius) statt, bevor die Anionen Chlorid, Nitrat und Sulfat an einem Ionenchromatographen gemessen wurden. Die Kationen K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe und Zn wurden am AAS (Varian) in der Flamme sowie Al mit der Graphitrohrtechnik bestimmt.

3.3 Pflanzenanalysen

Um die Vitalität und die Mineralstoffversorgung von *Osmunda regalis* und einigen begleitenden Farnarten (*Pteridium aquilinum*, *Oreopteris limbosperma*, *Blechnum spicant*) an den unterschiedlichen Standorten vergleichend bewerten zu können, wurden zwischen Mitte und Ende Juli 2005 - in der Phase optimaler Entwicklung dieser Arten - Blattproben entnommen. Nach Möglichkeit wurden für jede Art jeweils Proben von 2 bis 3 Pflanzen getrennt gesammelt. Die beprobten Pflanzen sollten gleichmäßig über das Gesamtvorkommen verteilt sein, keine Sonderstandorte besiedeln und keine Auffälligkeiten an ihrem Wuchs erkennen lassen. Die beprobten Vergleichsfarne sollten un-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

ter gleichen standörtlichen Bedingungen wie *Osmunda* und möglichst nahe bei *Osmunda*-Pflanzen aufgewachsen sein. Diese Voraussetzungen konnten jedoch nur teilweise erfüllt werden. Die Feuchtflächen weisen kleinräumig wechselnde ökologische Bedingungen in Bezug auf Wasserzügigkeit, Humusauflage und Gründigkeit der Böden auf. Da die 4 Farnarten auch jeweils etwas andere ökologische Ansprüche haben, war nicht zu erwarten, dass sie überall unmittelbar nebeneinander wuchsen. Am besten wurden die Voraussetzungen von *Osmunda* und *Pteridium* an stärker sauren Standorten erfüllt. Ähnliches gilt für *Oreopteris limbosperma* und *Osmunda* auf basenreicheren Flächen. Die Vorkommen von *Blechnum* lagen häufig im Randbereich der von *Osmunda* besiedelten Feuchtflächen, vermutlich auf etwas basenärmeren Standorten.

Bei *Osmunda* und *Pteridium* wurden jeweils die drei unteren Fiederpaare eines gut entwickelten Farnwedels zu einer Mischprobe vereinigt. Von drei kräftigen Wedeln einer *Oreopteris*-Pflanze wurden jeweils 25-30 Fiederpaare für eine Probe gesammelt. Je nach Größe der *Blechnum*-Individuen wurden für eine Probe 15-20 ganze diesjährige Wedel entnommen. Somit waren die einzelnen Pflanzenproben recht umfangreich. Von allen Proben wurde die Zahl der Fiedern bzw. Wedel, die eine Probe bilden, gezählt. Nach dem Trocknen im belüfteten Trockenschrank bei ca. 80°C konnte aus dem Gesamt-Trockengewicht das durchschnittliche Gewicht der einzelnen Fiedern oder Wedel berechnet werden. Diese Werte sollten Aufschluss über die Vitalität der Arten an den unterschiedlichen Standorten geben.

Die gesamte getrocknete Probe wurde in einer Achatmühle zu staubfeinem Pulver gemahlen. Der Aufschluss der Proben (35 Minuten bis maximal 200°) erfolgte in HNO_3 (65%) und Sauerstoffperoxyd (80%, suprapur) in einem Mikrowellen-Aufschlussgerät (Berghof, MWS-1). Die Analytik der Elemente K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, und Al erfolgte an einem AAS mit der Flammen- bzw. der Graphitrohrtechnik. Der P-Gehalt wurde photometrisch bestimmt (Molybdenblau-Methode) sowie die Elemente C, N und S mit einem Elementaranalysator.

4 Ergebnisse

4.1 Vegetation

4.1.1 Aktuelle Vegetation der Quellmoore mit *Osmunda regalis*

In einer Übersichtstabelle (Tab. 1) sind alle uns bekannten aktuellen Vorkommen mit Angaben zu Fundorten, allgemeinen Standortbedingungen, durchgeführten Untersuchungen und der Anzahl der *Osmunda*-Gruppen aufgelistet. Abb.1 gibt die ungefähre Lage der aktuellen und der erloschenen Vorkommen wieder. Die zusammengestellten Artenlisten wurden wie pflanzensoziologische Aufnahmen in einer vergleichenden Tabelle zusammengestellt (Tab. 2). Zu den auf fast allen Flächen häufigen Arten gehören neben der Schwarzerle und der Moorbirke insbesondere horstig entwickelte *Molinia caerulea*, die Torfmoose *Sphagnum palustre* und *S. fallax*, *Dryopteris carthusiana*, *Vaccinium myrtillus*, *Athyrium filix-femina*, *Lonicera periclymenum*, *Juncus effusus* und *J. acutiflorus*. Alle diese Arten sind auf basenarmen Feuchtflächen weit verbreitet. Die meisten Arten sind typisch für Feuchtwälder (Alnion) und ungedüngte Nasswiesen (Molinion). Hinzu kommen Arten aus Kleinseggenrieden sowie seltener solche aus Quellfluren und Borstgrasrasen.

Die Artenlisten lassen sich recht klar in eine kleine Gruppe von Feuchtwäldern (einschließlich Ersatzgesellschaften) basenarmer Standorte (Nr. 1 - 6) und eine größere basenreicherer Standorte (Nr. 7 - 22) unterteilen. Die erste ist deutlich artenärmer (Artenzahl: 14 - 20/Liste) als die zweite und besitzt keine eigenen Differenzialarten. Die zweite artenreichere Gruppe (20 - 54) ist durch Pflanzen gekennzeichnet, die meist an Standorten wachsen, die besser mit Basen und allgemein mit Nährstoffen versorgt sind. Hierzu gehören z.B. *Lysimachia nemorum*, *Carex laevigata*, *Ajuga reptans* und *Valeriana dioica*. Ähnlich verhalten sich jedoch auch Arten, deren Zeigerwerte keine Hinweise auf günstigere Mineralstoffversorgung erkennen lassen wie *Deschampsia cespitosa*, *Thuidium tamariscinum*, *Carex rostrata* u.a. Die artenreichsten Flächen dieser Gruppe (Nr. 15 - 22) zeichnen sich durch eigene Differenzialarten aus, zu denen viele basen- oder nährstoffanspruchsvolle Pflanzen aus Quellfluren und Seggenrieden zählen, z.B. *Glyceria fluitans*, *Ranunculus repens*, *Carex flava* und *C. paniculata*. Dies legt die Vermutung nahe, dass diese Flächen stärker durchsickert werden als die übrigen. Der Artenreichtum steht dabei nicht in ursächlichem Zusammenhang mit der Flächengröße.

Von den sieben in den Feuchtwäldern gefundenen Farnarten wurden nur die vier oben genannten auf ihre Mineralstoffgehalte hin untersucht. *Osmunda regalis*, *Dryopteris carthusiana*, *Pteridium aquilinum* und *Athyrium filix-femina* verhalten sich gegenüber dem herausgestellten Basengradienten weitgehend indifferent. Während *Blechnum spicant* auf den besser mit Basen versorgten Flächen relativ selten vorkommt, fehlt *Oreopteris limbosperma* sowohl auf den basenarmen als auch auf den deutlich basenreicheren Flächen. Auf die letztere ist im vorliegenden Aufnahmenmaterial dagegen *Dryopteris dilata* beschränkt.

Um die Zeigerfunktion der Vegetation besser bewerten zu können, wurden von allen Flächen die ungewichteten mittleren Zeigerwerte (ELLENBERG et al. 2001) berechnet. Die mittleren Lichtzahlen schwanken nur wenig und reichen von 5.4 bis 6.6, was die Lichtversorgung in den lichten Bruchwäldern gut wiedergibt. Die mittlere Temperaturzahl liegt an diesen montanen

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

Tabelle 2: Die Vegetation im Umfeld der untersuchten *Osmunda*-Vorkommen in Hunsrück und Schneifel.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Quellmoor	Hont-2	Gilles	Ort-o	Wo-5	Hils	Wo-1	Waldw	Ort-u	Hont-3	Wo-3	Wo-4	Schus	Stein	Wo-2	Krum	Salzl	We-3	We-2	Hont-1	We-4	We-1	Knauf	
Hunsrück-Schneifel	Schn	Huns	Huns	Schn	Huns	Schn	Huns	Huns	Schn	Schn	Schn	Huns	Schn	Schn	Huns	Huns	Schn	Schn	Schn	Schn	Schn	Schn	
Artenzahl ohne r, R	20	15	16	14	16	17	25	26	20	33	28	32	36	43	32	45	32	38	48	46	45	54	
Meereshöhe, m	575	630	555	585	640	595	550	520	575	595	596	535	610	598	460	575	555	555	578	560	555	610	
Exposition	S	WNW	NW	S	NW	SE	NW	NNW	S	SE	SE	SW	SSE	SE	NE	SE	SE	SE	S	SE	SE	SE	
Fläche in m^2 (geschätzt)	150	800	100	100	1000	750	150	100	400	1200	200	2500	1000	1200	100	300	200	250	500	300	1200	700	
Kontinentalitätszahl, mittl.	**4,2**	**4,2**	**3,7**	**4,2**	**3,6**	**3,5**	**3,5**	**3,6**	**3,4**	**3,3**	**3,4**	**2,9**	**3,6**	**3,1**	**3,5**	**3,2**	**3,3**	**3,1**	**3,5**	**3,2**	**3,6**	**3,4**	
Reaktionszahl, mittlere	**2,9**	**2,9**	**3,2**	**3,2**	**3,3**	**3,4**	**3,1**	**3,3**	**3,7**	**3,4**	**3,7**	**4,0**	**3,5**	**3,8**	**3,7**	**3,6**	**3,7**	**4,1**	**3,9**	**4,1**	**3,7**	**3,7**	
Nährstoffzahl, mittlere	**3,3**	**2,9**	**3,9**	**3,1**	**3,8**	**3,4**	**3,0**	**3,8**	**3,8**	**4,0**	**4,2**	**3,9**	**3,8**	**3,9**	**4,3**	**3,8**	**4,2**	**3,9**	**3,8**	**3,9**	**3,8**	**3,6**	
Baumschicht																							Stetigkeit
Betula pubescens (B)	d	d	.	x	x	x	x	h	s	x	h	.	x	h	s	x	x	x	h	h	h	h	20
Alnus glutinosa (B)	.	x	x	x	r	s	.	d	h	s	h	R	h	h	h	x	.	d	h	h	s	h	17
Picea abies (B)	R	x	D	.	.	R	R	.	d	R	R	R	x	R	R	x	.	.	x	x	R	x	8
Betula pub. x pend. (B)	s					s	s		.	x	h		x	x							s		8
Fagus sylvatica (B)	.	x	.	.	.	tot	.	.	.	s	r	.	s	s	.	r	x	x	.	.	.	x	7
Quercus robur (B)	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	r	s	.	.	d	.	.	x	r	.	6
Sorbus aucuparia (B)	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	s	.	.	.	.	.	.	s	.	4
Betula pendula (B)	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	x	s	2
Quercus petraea (B)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	1
Fraxinus excelsior (B)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	1
Acer pseudoplatanus (B)	.	.	.	.	.	.	r	.	.	r	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
Gehölze der Strauch- und Krautschicht																							
Picea abies Str./Kr.	x	.	.	.	.	h	x	h	x	x	s	.	x	x	.	.	.	s	h	x	x	x	14
Sorbus aucuparia Str./Kr.	.	x	x	.	.	.	.	s	.	s	.	.	x	.	x	.	.	s	x	s	x	x	12
Frangula alnus Str.	.	.	.	.	x	x	.	x	.	s	s	.	s	.	h	.	.	.	x	.	.	x	9
Salix aurita Str.	.	.	.	.	s	s	x	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	x*	.	.	x	6
Betula pubescens Kr	.	.	.	.	.	.	s	.	.	s	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Quercus robur juv.	s	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	r	3
Alnus glutinosa Str./Kr.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	x*	.	.	.	2
Fagus sylvatica Str./Kr.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	x	.	.	2
Ilex aquifolium Str.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	r	.	.	s	s	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Acer pseudoplatanus Kr.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Populus tremula Kr.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Sorbus aria agg. Str.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Farne (analysiert)																							
Osmunda regalis	**x**	**h**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**s**	**h**	**d**	**s**	**h**	**h**	**x**	**x**	**x**	**s**	**x**	**x**	**x**	**h**	**21**
Pteridium aquilinum	r	d	x	s	h	d	x	.	r	x	d	R	h	h	h	h	r	.	r	s	R	x	13
Blechnum spicant	.	r	x	.	.	.	s	r	.	x	.	.	s	x	s	x	.	.	.	.	.	.	7
Oreopteris limbosperma	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	s	.	h	x	.	d	.	.	.	.	.	.	7

Standorten unter dem Mittel und umfasst Werte von 4.1 bis 5.0. Die mittleren Feuchtezahlen schwanken zwischen 6.6 und 8.0. Deutliche Unterschiede zwischen den Untereinheiten der Vegetationstabelle zeigen sich nur für die Reaktions-, Nährstoff- (ursprünglich nur auf Stickstoff bezogen) und Kontinentalitätszahl.

Entsprechend der Untergliederung der Vegetationstabelle sind in Abb. 2 die für die Aufnahmengruppen zusammengestellten Ergebnisse in einem Boxplot-Diagramm dargestellt. Am deutlichsten korrelieren die

UB Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main
DFG

Tabelle 2: Fortsetzung 1.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Quellmoor	Hont-2	Gilles	Ort-o	Wo-5	Hils	Wo-1	Waldw	Ort-u	Hont-3	Wo-3	Wo-4	Schus	Stein	Wo-2	Krum	Salzl	We-3	We-2	Hont-1	We-4	We-1	Knauf	
Trennarten-Gruppe 1																							
Rubus sprengelii	.	.	.	.	.	.	x	x	s	.	x	.	x	x	h	x	.	.	x	x	x	x	12
Deschampsia cespitosa	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	x	r	.	x	x	h	h	x	x	x	s	10
Lysimachia nemorum	.	.	.	.	.	.	.	.	s	x	.	.	.	s	.	x	x	x	h	h	s	h	10
Carex laevigata	.	.	.	.	.	.	.	.	d	s	x	.	x	h	.	.	s	s	d	x	.	d	10
Galium palustre ssp. *palustre*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	x	.	s	h	h	.	x	x*	x	x	x	10
Sphagnum denticulatum	.	.	.	.	.	.	x	.	s	**s**	.	.	x	**s**	.	d	.	**x**	.	s	.	s	9
Polygonatum verticillatum	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	s	.	x	x	x	.	s	s	.	.	x	h	9
Thuidium tamariscinum	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	s	.	s	.	d	.	s	s	s	x	s	h	9
Ajuga reptans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	d	.	.	x	x	.	x	x*	x	s	h	9
Oxalis acetosella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	s	d	h	x	x	x	x	x	.	9
Cardamine pratensis agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	s	.	.	x	.	s	.	s	s	s	x	8
Carex remota	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	s	h	x	s	.	x	h	.	s	7
Carex rostrata	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	d	h	.	.	.	.	.	h	.	x	x	6
Carex demissa	.	.	.	.	.	.	s	.	s	.	.	.	.	s	.	x	.	x	.	x	x	.	6
Valeriana dioica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	s	.	.	.	x	x	h	.	h	6
Holcus mollis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	h	.	.	.	x	x	.	.	.	.	s	5
Luzula sylvatica	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	x	x	r	.	.	s	.	.	.	h	4
Trennarten-Gruppe 2																							
Glyceria fluitans	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	h	h	h	h	s	x	.	7
Juncus bulbosus ssp. *kochii*	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	h	x	s	6
Ranunculus flammula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	h	x	.	h	x	.	5
Carex nigra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	x	.	.	x	x	r	x	5
Sphagnum fimbriatum	.	.	.	.	.	**s**	.	.	.	.	.	.	.	.	h	.	**s**	.	**s**	.	s	h	4
Ranunculus repens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	x	x	.	x	.	.	4
Carex flava	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	s	x	.	3
Carex paniculata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	h	R	x	.	.	2
Calamagrostis canescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	D	1
Arten der Moos- und Krautschicht von bodensauren und basenreichen Feuchtwäldern																							
Sphagnum palustre	x	D	x	x	x	h	x	D	x	h	D	h	D	D	d	d	x	x	d	s	d	**D**	22
Sphagnum fallax	**d**	h	x	x	x	**x**	h	D	x	D	x	h	**h**	x	r	x	**s**	**h***	d	h	d	**d**	20
Dryopteris carthusiana	h	.	x	.	x	.	x	x	s	s	x	x	s	s	s	h	s	h	x	s	x	x	19
Vaccinium myrtillus	x	h	x	x	.	x	x	x	x	x	x	.	h	x	x	.	x	x	h	x	x	r	18
Athyrium filix-femina	x	.	x	.	.	x	s	x	.	s	s	x	s	s	d	x	s	s	x	x	x	x	18
Lonicera periclymenum	.	.	.	.	x	s	.	x	s	x	h	x	s	x	h	x	s	.	x	x	s	h	16
Polytrichum commune	x	.	.	.	.	.	x	h	x	x	s	.	x	.	.	x	x	x	x	x	s	h	15
Equisetum sylvaticum	.	.	.	.	x	x	.	.	.	s	s	.	h	x	.	.	.	x	x	x	x	x	11
Sphagnum russowii	.	x	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	**x**	s	.	.	.	.	s	.	.	**s**	6
Dryopteris dilatata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	s	d	.	.	.	.	.	x	s	5
Trientalis europaea	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	h	3
Crepis paludosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	s	.	.	.	3
Sphagnum girgensohnii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	**x**	.	x	.	.	.	.	.	s	.	3
Lycopus europaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x*	.	s	.	2

mittleren Reaktionszahlen mit den klar gegeneinander abgegrenzten mittleren Artenzahlen der drei Vegetationstypen. Generell ist zu beobachten, dass bei allen Pflanzengesellschaften die auf basenreichen Böden vorkommenden Ausbildungen artenreicher sind als diejenigen von basenarmen Standorten (ELLENBERG et al. 2001). Die mittlere N-Zahl (Nährstoffzahl) ist auf Flächen mit besserer Basenversorgung höher als auf

UB Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main
DFG

Tabelle 2: Fortsetzung 2.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Quellmoor	Hont-2	Gilles	Ort-o	Wo-5	Hils	Wo-1	Waldw	Ort-u	Hont-3	Wo-3	Wo-4	Schus	Stein	Wo-2	Krum	Salzl	We-3	We-2	Hont-1	We-4	We-1	Knauf	
Arten der ungedüngten Nasswiesen (Molinion)																							
Molinia caerulea	D	D	d	d	d	D	D	d	D	x	D	d	D	D	r	x	d	D	D	d	D	d	21
Juncus effusus	d	.	.	s	.	x	s	h	x	x	x	d	x	x	x	D	x	h	h	h	h	s	19
Juncus acutiflorus	x	.	.	.	h	h	s	d	d	D	h	D	s	d	.	x	.	x	x*	x	x	r	16
Cirsium palustre	s	.	x	.	.	.	s	.	.	.	.	x	.	s	x	.	.	.	s	.	s	h	9
Lysimachia vulgaris	.	.	d	.	.	.	s	h	x	.	.	h	.	.	x	h	.	.	.	.	.	x	8
Lotus uliginosus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	d	.	.	.	h	.	.	.	.	.	.	3
Filipendula ulmaria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	s	2
Scutellaria minor	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	d	.	.	.	.	.	.	1
Arten der Klein-Seggenriede																							
Agrostis canina	h	x	.	x	.	.	h	x	.	.	.	h	.	.	x	D	x	h	x	h	h	x	14
Viola palustris	x	.	d	.	.	.	s	h	.	x	.	x	.	s	.	x	.	h	h	x	x	x	14
Carex echinata	.	x	.	.	.	.	r	h	.	.	.	.	.	s	.	x	s	x	x	x	x	x	10
Carex panicea	.	.	.	.	.	.	r	.	s	.	.	.	.	.	.	x	.	s	x*	x	.	s	6
Epilobium palustre	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	s	.	x	.	.	x	.	.	.	4
Arten der Quellfluren																							
Callitriche stagnalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	s	.	x	.	.	.	3
Epilobium obscurum	.	.	.	.	.	.	x?	.	.	.	.	h?	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Chrysosplenium oppositifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	d	.	.	.	.	.	.	.	2
Stellaria alsine	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	h	.	.	s*	.	.	.	2
Arten der Borstgrasrasen																							
Potentilla erecta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	s*	.	.	s	2
Calluna vulgaris	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	2
Saum- und Schlagflur-Pflanzen																							
Digitalis purpurea	s	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	3
Epilobium angustifolium	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Galeopsis bifida	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	x	.	.	.	.	.	2
Hypericum pulchrum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	s	.	.	.	.	.	2

übrige Arten: Nr.2: *Leucobryum glaucum* x; Nr.3: *Senecio ovatus* x; Nr.4: *Carex* spec. X, *Viola riviniana* s; Nr.5: *Polytrichum strictum* s; Nr.7: *Stellaria* spec. s; Nr.8: *Anemone nemorosa* s; Nr.10: *Teucrium scorodonia* r; Nr.12: *Hydrocotyle vulgaris* s, *Lemna minor* x, *Mentha arvensis* x, *Montia fontana* x, *Pedicularis sylvatica* s, *Rumex acetosa* x, *Scrophularia nodosa* s, *Scutellaria galericulata* h, *Wahlenbergia hederacea* s; Nr.13: *Leucobryum glaucum* r, *Teucrium scorodonia* r, *Carex umbrosa* s, *Calamagrostis arundinacea* r, *Carex pilulifera* r, *Phragmites australis* R; Nr.14: *Sphagnum subnitens* s, *Daphne mecereum* s; Nr.15: *Paris quadrifolia*, *Scirpus sylvaticus* x, *Urtica dioica* x; Nr.16: *Sphagnum squarrosum* x, *Hypericum maculatum* s, *Polygonum hydropiper* d, *Rubus idaeus* x; Nr.17: *Daphne mezereum* r, *Deschampsia flexuosa* x; Nr.19: *Angelica sylvestris*, *Equisetum arvense* s, *Juncus* congl. x *effusus* x; Nr.20: *Phalaris arundinacea* h, *Epilobium* spec. s; Nr.21: *Carex flacca* x, *Maianthemum bifolium* s; Nr.22: *Calamagrostis arundinacea* r, *Angelica sylvestris* r, *Dactylorhiza maculata* s, *Solidago virgaurea* x, *Succisa pratensis* s, *Valeriana procurrens* s.

den ärmeren, ohne dass jedoch Unterschiede zwischen den beiden anspruchsvolleren Untereinheiten auftreten. Umgekehrt verhalten sich die Werte für die mittlere Kontinentalitätszahl. Dies hängt sicher damit zusammen, dass die basenreicheren gleichzeitig sickernässer sind und Pflanzenarten sickernasser Standorte in unse-

UB Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main
DFG

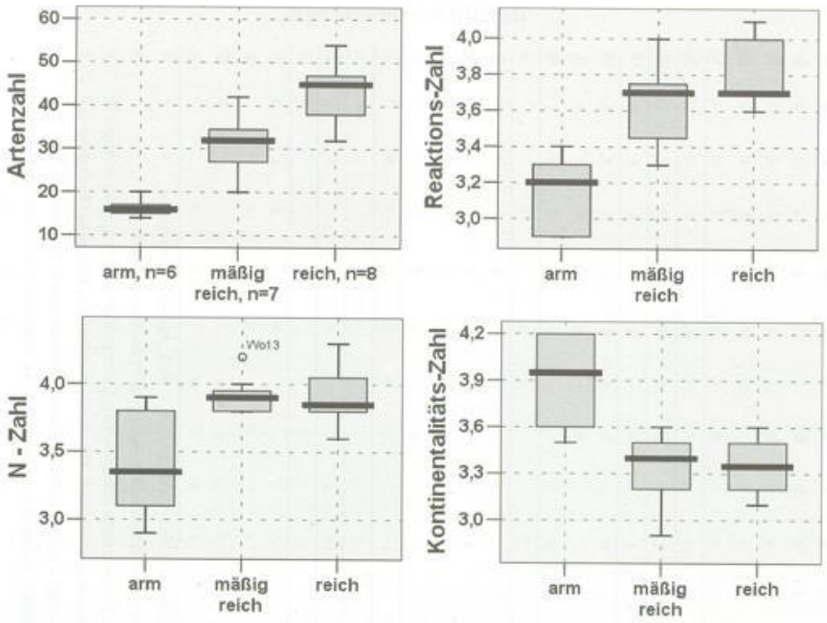

Abb. 2: Artenzahlen und mittlere Zeigerzahlen der floristisch und ökologisch unterschiedlichen Erlen-Birken-Feuchtwälder mit *Osmunda regalis* in Schneifel und Hunsrück (Boxplot-Darstellung).

rem Allgemeinklima als an ozeanischere Bedingungen angepasst gelten dürften.

4.1.2 Vergleich der aktuellen Vegetation mit Angaben zu früheren Vorkommen und Zuständen der Quellmoore mit *Osmunda regalis*

Von einigen der hier bearbeiteten Erlen-Moorbirkenwälder in Hunsrück und Schneifel liegen Vegetationsaufnahmen aus dem vergangenen Jahrhundert vor. Die Datenbasis für einen solchen Vergleich ist in Tab. 3 zusammengestellt. Die Reihung folgt der Anordnung in Tab. 2, nämlich von basenarmen zu basenreichen Flächen. Die alten Vegetationsaufnahmen wurden den Veröffentlichungen von SCHWICKERATH (1939, 1975), REICHERT (1975), BUSHART (1989), SCHÖNERT (1994) und SUCK (1999) entnommen. Da die Methoden der Vegetationsbeschreibung unterschiedlich sind und der genaue Ort der zurückliegenden Aufnahmen nicht bekannt ist, sind die Angaben nur eingeschränkt mit den 2005 erstellten Listen vergleichbar. Bei *Rubus* wird vermutet, dass es sich auch in den früheren Aufnahmen um *Rubus sprengelii* gehandelt haben könnte. *Cardamine amara* ist sehr wahrscheinlich mit den sehr ähnlichen Grundblättern von *C. pratensis* verwechselt worden und *Sphagnum capillifolium* mit *S. subnitens*. Dennoch lassen sich einige allgemeine Veränderungen ablesen.

So ist die Fichte heute meist schon in die Baumschicht hochgewachsen und *Pteridium aquilinum* fast überall präsent oder sogar häufig. In der Schneifel ist *Oreopteris limbosperma* offensichtlich häufiger geworden. Diese Art besiedelt gegenwärtig viele der Entwässerungsgräben neben Forststraßen sowohl im Hunsrück als auch in der Schneifel, was für ihre erfolgreiche Ausbreitung und Anpassungsfähigkeit spricht. Zu *Osmunda* selber kann aus dem Vergleich mit den früheren Vegetationsaufnahmen keine Aussage gemacht werden, weil aus dem vorliegenden Aufnahmematerial der genannten Autoren nur diejenigen Listen ausgewählt wurden, in denen *Osmunda* vorkam.

Viele Arten der Kraut- und Moosschicht scheinen in gleicher Weise wie früher diese Feuchtwälder zu besiedeln. Hierzu gehören so typische Pflanzen wie *Carex laevigata*, *Polygonatum verticillatum*, *Sphagnum fallax*, *S. palustre*, *Vaccinium myrtillus*, *Dryopteris carthusiana*, *Lonicera periclymenum*, *Equisetum sylvaticum*, *Athyrium filix-femina* und *Molinia caerulea*. Ob es Arten gibt, die überall abgenommen haben, kann aus den oben genannten Gründen nicht entschieden werden. Allerdings fällt beim Vergleich mit den am weitesten zurückliegenden Vegetationsaufnahmen von Schwickerath aus dem Jahr 1937 auf, dass *Molinia* sowohl im Hilsbruch als auch im Quellmoor nördlich von Hontheim heute die gesamte Fläche beherrscht, während er sie damals nur mit + bewertet hat. Dagegen fehlen dort heute lichtliebende Magerkeitszeiger wie *Galium uliginosum* und *Succisa pratensis*. Damals müssen diese Moorflächen wohl noch regelmäßig zur Heugewinnung genutzt worden sein.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

Tabelle 3: Vergleich zwischen 20 bis 65 Jahre zurückliegenden Vegetationsaufnahmen von Erlen-Birkenwäldern aus Hunsrück und Schneifel mit den in 2005 erstellten Artenlisten.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Quellmoor	**Gill**	Gill	**Hils**	Hils	**Wolk**	**Wolk**	**Wolk**	Wo-3	Wo-4	Wo-2	**Stein**	Stein	**Krum**	Krum	**Hont**	Hont	**Knauf**	**Knauf**	Knauf
Datum1		17.7		17.7				16.7	nein	16.7		16.7		17.7		28.7			16.7
Datum2		11.10		nein				9.10	9.10	9.10		12.7		11.10		9.10			12.7
Hunsrück-Schneifel	**Hun**	Hun	**Hun**	Hun	**Schn**	**Schn**	**Schn**	Schn	Schn	Schn	**Schn**	Schn	**Huns**	Huns	**Schn**	Schn	**Schn**	**Schn**	Schn
Artenzahl	**14**	17	**23**	19	**30**	**22**	**26**	33	28	42	**25**	36	**48**	33	**31**	48	**30**	**44**	54
Meereshöhe, m	**630**	**630**	**620**	640	**600**	**600**	**580**	595	596	598	**595**	610	**460**	460	**580**	578	**610**	**610**	610
Exposition	**NW,3°**	WNW	**E, 2°**	NW	**SE,11°**	**SE, 2°**	**SE, 2°**	SE	SE	SE	**S, 7°**	SSE	**fehlt**	NE	**0°**	S	**SE, 5°**	**S, 2°**	SE
Fläche in m^2	**400**	800	**1000**	1000	**85**	**400**	**200**	1200	200	1200	**75**	1000	**200**	100	**100**	500	**110**	**400**	700
Jahr der Aufnahme	**1986**	2005	**1936**	2005	**1989**	**1985**	**1992**	2005	2005	2005	**1989**	2005	**1970**	2005	**1936**	2005	**1989**	**1985**	2005
Autoren	**Bus**	RuRe	**Schw**	RuRe	**Schö**	**Suck**	**Suck**	RuRe	RuRe	RuRe	**Schö**	RuRe	**Rei**	RuRe	**Schw**	RuRe	**Schö**	**Suck**	RuRe
FZ	**7,1**	7,1	**7,7**	6,8	**7**	**6,8**	**6,4**	7,1	6,9	7	**6,9**	6,6	**6,9**	7,2	**7,5**	7,8	**7,1**	**7,6**	7,3
RZ	**3,2**	2,9	**3,6**	3,3	**3,6**	**3,7**	**3,8**	3,4	3,7	3,8	**3,4**	3,5	**3,5**	3,7	**4,2**	3,9	**3,3**	**4,2**	3,7
NZ	**3,2**	2,9	**3,4**	3,8	**4**	**3,8**	**3,5**	4	4,2	3,9	**4,3**	3,8	**4,1**	4,3	**3,5**	3,8	**3,5**	**3,9**	3,6
Baumschicht																			
Alnus glutinosa (B)	3	x	+	r	2	3	+	s	h	h	3	h	3	h	4	h	2	3	h
Betula pubescens (B)	3	d	2	x	2	2	3	x	h	h	.	x	3	s	2	h	2	4	h
Picea abies (B)	.	x	.	.	.	.	1	R	R	R	.	x	2	R	.	x	.	.	x
Fagus sylvatica(B)	+	x	.	.	.	+	+	s	r	s	1	s	.	.	.	.	.	1	x
Sorbus aucuparia (B)	1	x	.	.	1	+	.	.	s	s	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Betula pub. x pend. (B)	.	.	.	r	4	1	3	x	h	x	.	x	.	.	.	.	4	.	s
Quercus petraea (B)	.	.	.	.	.	+	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
Quercus robur (B)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	r	.	.	.	.	.	.	.
Gehölze der Strauch- und Krautschicht																			
Frangula alnus Str.	+	.	+	x	.	.	+	s	s	.	.	s	+	h	1	x	.	+	x
Picea abies Str./Kr.	+	.	.	.	r	+	.	x	s	x	.	x	+	.	.	h	+	.	x
*Sorbus aucuparia*Str./Kr.	.	x	.	.	.	.	+	s	.	.	+	x	+	x	.	x	+	.	x
Salix aurita **=*S.cinerea* Str.	.	.	+	s	.	.	+**	.	.	.	.	.	+	s	1**	x	+	+	x
Betula pubescens Kr	.	.	.	.	+	+	.	s	.	s	+	.	.	.	1	.	+	.	.
Alnus glutinosa Str./Kr.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	s	1	.	.	.	.	x	1	.	.
Fagus sylvatica Str./Kr.	+	.	.	r	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.
*Acer pseudoplatanus*Kr.	.	.	.	.	+	.	.	.	s	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
Ilex aquifolium Str.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	s	.	s	.	.	.	.	.	.	.
Sorbus aria agg. Str.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.
Populus tremula Kr.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Farne (analysiert)																			
Osmunda regalis	2	h	+	x	+	2	+	h	d	h	1	h	+	x	1	x	2	2	h
Pteridium aquilinum	2	d	.	h	+	+	+	x	d	h	.	h	1	h	.	r	.	.	x
Blechnum spicant	.	r	+	.	+	+	.	x	.	x	.	s	+	s	.	.	.	.	.
Oreopteris limbosperma	.	.	.	.	.	.	.	x	s	x	.	h	+	.	.	.	.	.	.

UB Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main
DFG

Tabelle 3: Fortsetzung 1.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Quellmoor	**Gill**	Gill	**Hils**	Hils	**Wolk**	**Wolk**	**Wolk**	Wo-3	Wo-4	Wo-2	**Stein**	Stein	**Krum**	Krum	**Hont**	Hont	**Knauf**	**Knauf**	Knauf
Trennarten-Gruppe 1																			
Carex laevigata	.	.	.	.	1	+	+	s	x	h	+	x	.	.	+	d	.	1	d
Polygonatum verticillatum	.	.	.	.	+	.	+	.	s	x	+	x	+	x	+	.	+	+	h
Rubus sprengelii	.	.	.	.	+	.	.	.	x	x	.	x	+	h	.	x	+	.	x
Deschampsia cespitosa	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	r	.	x	.	x	.	+	s
Ajuga reptans	.	.	.	.	.	+	.	.	x	.	.	.	+	x	1	x	.	+	h
Galium palustre	.	.	.	.	.	.	.	s	.	s	.	.	+	h	.	x	r	+	x
Thuidium tamariscinum	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	s	+	d	.	s	.	v	h
Luzula sylvatica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	2	x	+	r	.	.	.	+	h
Cardamine pratensis	.	.	+*	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	h	.	s	.	+*	x
Oxalis acetosella	.	.	+	.	.	.	.	s	.	s	.	.	.	d	.	x	.	.	.
Sphagnum denticulatum	.	.	.	.	+	.	.	s	.	s	.	x	.	.	.	.	.	.	s
Lysimachia nemorum	.	.	.	.	.	.	.	x	.	s	.	.	.	.	.	h	.	1	h
Carex remota	.	.	.	.	.	.	.	.	r	s	.	.	.	h	.	x	.	.	s
Holcus mollis	.	.	.	.	.	+	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s
Carex rostrata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	h	.	.	.	h	.	.	x
Valeriana dioica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	x	.	.	h
Carex demissa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trennarten-Gruppe 2																			
Glyceria fluitans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	h	.	1	.
Juncus bulbosus ssp. kochii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	x	.	.	s
Sphagnum fimbriatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	h	.	s	.	.	h
Ranunculus repens	.	.	+	.	r	.	.	x	.	.	r	.	.	.	.	.	r	.	.
Carex nigra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	1	+	x
Calamagrostis canescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	D
Arten der Moos- und Krautschicht von bodensauren und basenreichen Feuchtwäldern																			
Sphagnum fallax	2	h	3	x	2	v	1	D	x	x	2	h	1	r	1	d	4	v	d
Sphagnum palustre	2	D	3	x	4	v	.	h	D	D	4	D	5	d	1	d	2	v	D
Vaccinium myrtillus	2	h	.	.	1	+	+	x	x	x	1	h	1	x	.	h	1	+	r
Dryopteris carthusiana	.	.	+	x	+	.	.	s	x	s	+	s	+	s	1	x	+	.	x
Lonicera periclymenum	.	.	.	x	r	.	+	x	h	x	+	s	1	h	.	x	+	1	h
Equisetum sylvaticum	.	.	.	x	1	+	.	s	s	x	.	h	.	.	+	x	+	+	x
Polytrichum commune	.	.	5	.	.	.	.	x	s	.	1	x	+	.	.	x	1	v	h
Leucobryum glaucum	.	x	.	.	.	.	+	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.
Athyrium filix-femina	.	.	.	.	1	+	.	s	s	s	+	s	+	d	2	x	.	+	x
Dryopteris dilatata	.	.	.	.	.	.	.	.	s	s	.	.	.	d	.	.	.	.	s

UB Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main
DFG

Tabelle 3: Fortsetzung 2.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Quellmoor	**Gill**	Gill	**Hils**	Hils	**Wolk**	**Wolk**	**Wolk**	Wo-3	Wo-4	Wo-2	**Stein**	Stein	**Krum**	Krum	**Hont**	Hont	**Knauf**	**Knauf**	Knauf
Arten der Moos- und Krautschicht von bodensauren und basenreichen Feuchtwäldern (Fortsetzung)																			
Crepis paludosa	.	.	+	.	r	.	.	.	.	s	.	.	+	.	+	s	.	+	.
Sphagnum russowii	.	x	.	.	.	.	.	s	.	s	.	x	.	.	.	s	.	.	s
Trientalis europaea	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	x	.	.	+	.	1	+	h
Sphagnum girgensohnii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	x	1	x	.	.	+	.	.
Daphne mezereum	.	.	.	.	.	.	+	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Valeriana procurrens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	s
Arten ungedüngter Nasswiesen (Molinion)																			
Molinia caerulea	5	D	+	d	4	2	4	x	D	D	5	D	1	r	+	D	3	1	d
Cirsium palustre	.	.	+	.	.	+	.	.	.	s	.	.	+	x	+	s	.	+	h
Juncus effusus	.	.	.	.	1	.	.	x	x	x	+	x	.	x	.	h	.	.	s
Lysimachia vulgaris	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	x	.	.	.	+	x
Angelica sylvestris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	s	.	+	r
Juncus acutiflorus	.	.	4	h	1	3	.	D	h	d	.	s	.	.	2	x	+	1	r
Filipendula ulmaria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	s
Lotus uliginosus	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Scutellaria galericulata	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Arten aus Klein-Seggenrieden																			
Agrostis canina	.	x	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	1	+	x
Viola palustris	.	.	1	.	.	.	.	x	.	s	.	.	+	.	+	h	.	1	x
Carex echinata	.	x	.	.	.	.	.	.	.	s	+	.	.	.	.	x	+	.	x
Epilobium palustre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	x	.	+	.
Dactylorhiza maculata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	s
Sphagnum subnitens	.	.	.	.	1*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+*	.	.
Carex panicea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	s
Galium uliginosum	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Arten der Borstgrasrasen																			
Potentilla erecta	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	s	.	.	s
Succisa pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	s
Solidago virgaurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	x
Arten aus Quellfluren																			
Chrysosplenium oppositifolium	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	d	.	.	.	.	.

übrige Arten: Nr.3: *Carex binervis* +, *Equisetum palustre* +; Nr.4: *Digitalis purpurea* x, *Calluna vulgaris* x, *Polytrichum strictum* s, *Epilobium angustifolium*; Nr.7: *Anemone nemorosa* +, *Melampyrum pratense* +; Nr. 10: *Epilobium obscurum* s; Nr. 12: *Epilobium angustifolium* x, *Carex umbrosa* s; Nr. 13: *Juncus conglomeratus* +, *Quercus petraea* Kr., *Phegopteris connectilis* +; Nr. 14: *Paris quadrifolia* x, *Scirpus sylvaticus* x, *Urtica dioica* x; Nr. 15: *Eriophorum angustifolium* +, *Luzula congesta* +; Nr. 16: *Callitriche stagnalis*, *Lycopus europaeus* x, *Stellaria alsine* s, *Equisetum arvense* s.

* = Statt *Sphagnum capillifolium* dürfte es sich um *S. subnitens* gehandelt haben, statt *Cardamine amara* um *C. pratensis*.

UB Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main
DFG

Auffällig ist, dass bei allen zurückliegenden Vegetationsaufnahmen folgende Arten als selten oder gar nicht notiert wurden: *Oxalis acetosella*, *Lysimachia nemorum*, *Carex remota*, *C. rostrata* und *Sphagnum russowii*. Diese Arten sind teilweise Zeiger für eine gute Basen- bzw. Nährstoffversorgung. Dadurch entsteht der Eindruck, dass die betroffenen Quellmoore heute besser mit Basen und insbesondere Stickstoff versorgt werden. Dies erscheint nicht ausgeschlossen, weil mit der Versauerung der Feuchtflächen zunächst eine bessere Versorgung mit ausgewaschenen basischen Kationen (K, Ca, Mg) und vor allem eine N-Düngung einhergegangen sein kann. Allerdings gibt dieser Vergleich nur einen Hinweis und ist nicht als Beweis für diese Veränderungen zu werten.

Für die in Tab. 3 zusammengestellten Vergleichslisten sollen auffällige Veränderungen der Flora im Folgenden kurz dargestellt werden.

Gilleswies: Seit 1986 sind nur geringe Veränderungen eingetreten, ggf. könnte der Standort leicht oligotropher geworden sein (Zunahme von *Sphagnum palustre*).

Hilsbruch: Seit 1936 ist *Molinia* auf Grund der fehlenden Nutzung dominant geworden (s. oben). Gleichzeitig scheint die Moorfläche weiter trockengefallen und basenärmer geworden zu sein, was am Zurückgehen der *Sphagnum*-Arten und dem Verschwinden von *Polytrichum commune*, der Zunahme von *Pteridium*, dem Fehlen von Zeigern für eine bessere Nährstoffversorgung wie *Cirsium palustre*, *Ranunculus repens*, *Crepis paludosa*, *Equisetum palustre* u. a. abzulesen ist. Es könnte jedoch auch sein, dass allein die wachsende Dominanz des Pfeifengrases diese floristischen Veränderungen ausgelöst hat.

Wolkert: Da die Lage der zwischen 1985 und 1992 erstellten Vegetationsaufnahmen nur schwierig mit den aktuell erstellten Listen in Einklang zu bringen ist und die Flächengröße z.T. stark abweicht, muss die vergleichende Bewertung als unsicher angesehen werden. Die Zunahme von *Pteridium* kann in diesem Fall nicht auf Wassermangel zurückgeführt werden, weil die gesamte Fläche gut durchsickert wird. Am deutlichsten scheint sich eine Verbesserung der Mineralstoffversorgung abzuzeichnen; denn zugenommen haben *Juncus effusus* und *Carex laevigata*, bzw. hinzugekommen sind z.B. *Oreopteris limbosperma*, *Lysimachia nemorum* und *Oxalis acetosella*. Ursächlich könnten die Veränderungen mit dem Eintrag von Mineralstoffen aus den versauernden Quellwässern und einer besseren Lichtversorgung auf Grund der absterbenden Baumschicht zusammenhängen.

Steinigenberg: Die seit 1989 hinzugekommenen Arten können nicht als Hinweis auf Veränderungen gewertet werden, weil die Aufnahmefläche 2005 um ein vielfaches größer ist als die frühere, die wahrscheinlich nur einen Ausschnitt des *Osmunda*-Vorkommens beschreibt.

Krummenau: Die Veränderung des Bestandes seit 1970 geht aller Wahrscheinlichkeit nach auf die stärkere Beschattung durch den angrenzenden Fichtenforst und vor allem die Eutrophierung aus dem bewässernden Ausfluss der oberhalb betriebenen Brunnenanlage zurück. Als Eutrophierungszeiger sind insbesondere die Zunahme bzw. das Auftreten von *Rubus*, *Athyrium filix-femina*, *Oxalis acetosella*, *Agrostis canina*, *Juncus effusus*, *Scirpus sylvaticus* und *Urtica dioica* zu werten.

Hontheim: Auch hier ist die Lage der Aufnahme von 1937 sicher nicht identisch mit der in 2005 erstellten Artenliste. Sie könnte auf der inzwischen dicht eingezäunten Fläche um die gefassten Brunnen gelegen haben, auf der auch heute noch mehrere große *Osmunda*-Stöcke zu sehen sind. Dennoch dürften das Eindringen von Fichten, die auffällige Zunahme von *Molinia*, *Carex laevigata*, *Sphagnum palustre*, *S. fallax* und *Viola palustris* sowie das Hinzukommen von *Rubus*, *Oxalis*, *Lysimachia nemorum*, *Carex rostrata*, *Valeriana dioica*, *Glyceria fluitans*, *Juncus effusus*, *Agrostis canina* u. a. mit der fehlenden Nutzung sowie dem gestiegenen Eintrag von Mineralstoffen zu erklären sein. Der oben erwähnte Rückgang von konkurrenzschwachen Arten unterstützt diese Beobachtungen. Die Wasserversorgung des Quellwaldes scheint zumindest aktuell nicht betroffen zu sein. Die Fläche ist ganzjährig sehr gut durchsickert.

Knaufspesch: Die 2005 erstellten Artenlisten sind denen aus 1985 und 1989 sehr ähnlich. Eine offensichtlich bessere Mineralstoffversorgung kann auch hier durch die Zunahme von *Lysimachia nemorum*, *Carex laevigata*, *Ajuga reptans*, *Cirsium palustre* und *Luzula sylvatica* sowie das Hinzukommen von *Valeriana dioica* und *Carex rostrata* gedeutet werden. Auf dieser Fläche könnte hieran neben der Wirkung vermehrt eingetragener Säuren auch das Einwaschen von Straßenabwässern eine Rolle spielen. Auch wenn der Hauptbestandteil der Streusalze NaCl ist, so sind immer gewisse Anteile von Ca- und Mg-Salzen beigemischt, die die Basenversorgung der Pflanzen verbessern könnten. Trotz des im Quellwasser und im Mineralstoffgehalt der Farne deutlich vermehrt nachweisbaren Kochsalzes hat dies offensichtlich keine erkennbare Veränderung der Flora zur Folge gehabt.

4.2 Sickerwässer

Die Wasseranalysen der Sickerquellen geben Auskunft über die in ihrem Wassereinzugsgebiet mobilisierbaren Ionen. Hierbei spielt es eine große Rolle, ob sie überwiegend durch oberflächennahe Boden- oder darunter liegende Gesteinsschichten geflossen sind. Dies lässt sich bis zu einem gewissen Grade an den Temperaturamplituden zwischen Sommer- und Winterwerten unterscheiden. Je gleichmäßiger die Temperaturen sind, desto wahrscheinlicher ist es, dass es sich um

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

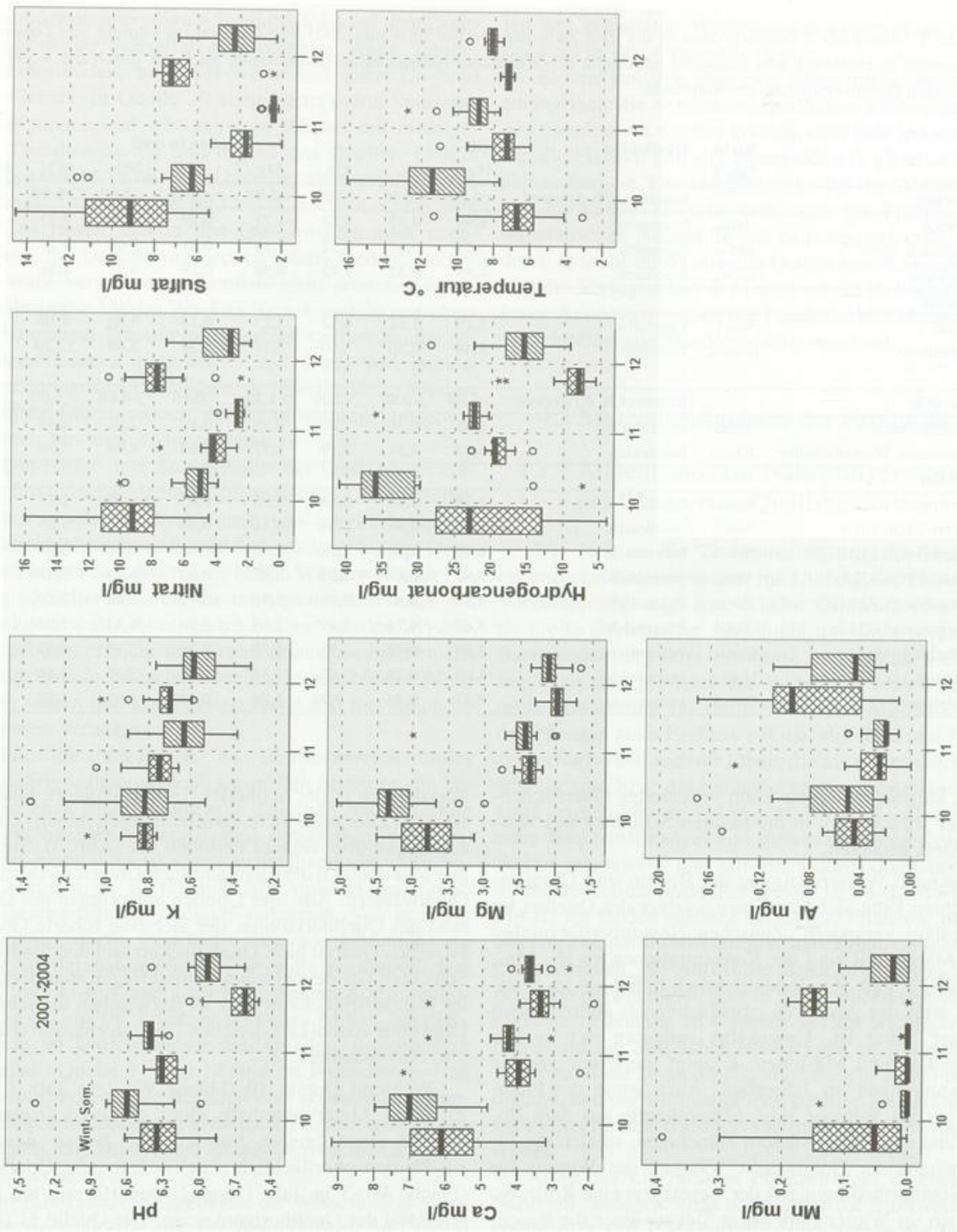

Abb. 3: Charakteristische Ionengehalte und Temperaturen von Quellen aus dem Wolkert-Gebiet in der Schneifel. Boxplot-Darstellung von monatlich genommenen Proben der hydrologischen Jahre 2001/2 bis 2004. Daten der Winterhalbjahre (Nov. bis Apr.) kariert, Daten der Sommerhalbjahre (Mai bis Okt.) schraffiert markiert.

Quellen aus tieferen Gesteinschichten handelt. Diese spiegeln dann eher die geogenen Bedingungen wider. Oberflächennahe Quellzuflüsse lassen oft deutlich der Einfluss der Vegetationsdecke sowie die allgemeinen und lokalen anthropogenen Einwirkungen erkennen. Im vorliegenden Fall sind diese meist ablesbar an relativ zu benachbarten Tiefenwasserquellen niedrigeren pH-Werten, höheren Nitrat-, Sulfat-, Al- und Mn-Gehalten. Hinzu kommen hohe NaCl-Konzentrationen, sofern eine Straße das Einzugsgebiet quert (Knaufspesch). In

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

Tabelle 4: Aus 4 bis 5 Wasserproben in der Zeit zwischen Herbst 2004 und 2005 von Quellen im Umfeld von *Osmunda*-Vorkommen in Hunsrück und Schneifel gemittelte pH-Werte und Ionengehalte. Gruppierung nach der durch die Vegetation angezeigten Basenversorgung der Standorte.

Ort	Nr. in Tab. 1	Quellentyp	pH-Wert	K	Ca	Mg	Al	NO_3	SO_4	HCO_3
			Angaben in mg/l							
Hunsrück		**basenarm, Kriterien:**	**<5.50**	**<0.40**	**<2.00**	**<1.20**	**=>0.15**	**<4.00**	**>6.00**	**<8,00**
Hilsbruch	Hils	basenarm	**4,99**	**0,37**	**1,82**	1,21	**0,29**	**2,26**	**9,73**	**2,23**
Ortelsbruch, oben	Ort-o	basenarm	5,75	0,57	2,52	2,12	**0,21**	5,60	**9,17**	**4,75**
Gilleswiese	Gilles	basenarm	**4,95**	**0,37**	**1,73**	**0,98**	**0,18**	4,71	**6,46**	**1,47**
Schneifel										
Wolkert-1	Wo-1	basenarm	6,15	1,21	4,92	3,23	**0,15**	5,86	**9,10**	20,95
Hontheim-2	Hont-2	basenarm	**5,44**	0,50	3,60	2,11	**0,30**	**2,69**	**12,20**	**6,95**
Hunsrück		**basenreich, Kriterien:**	**>5.50**	**>0.40**	**>2.00**	**>1.20**	**<0.15**	**>4.00**	**<6.00**	**>8.00**
Salzleckerbruch	Salzl	basenreich	**5,56**	0,26	1,30	0,99	**0,12**	2,01	**4,48**	4,86
Krummenau, Wasserbehälter	Krum	basenreich	**6,23**	**0,57**	**3,19**	**1,27**	**0,04**	**4,95**	6,96	**9,90**
Schneifel										
Knaufspesch	Knauf	basenreich	**6,38**	**1,46**	**6,88**	**3,93**	**0,03**	0,52	**1,71**	**20,44**
Wolkert-2 (Qu.10)	Wo-2	basenreich	**6,73**	**0,97**	**6,34**	**4,11**	**0,04**	**6,57**	6,65	**29,58**
Wolkert-3 (Qu.11)	Wo-3	basenreich	**6,48**	**0,74**	**3,78**	**2,38**	**0,03**	3,58	**3,04**	**20,59**
Wolkert-3 (Qu.12)	Wo-3	basenreich	**5,96**	**0,67**	**3,23**	**2,07**	**0,02**	**6,13**	**5,49**	**13,65**
Steinigenberg, (Qu.1)	Stein	basenreich	**5,70**	**0,52**	**3,06**	**1,96**	0,19	**6,44**	7,79	**9,33**
Steinigenberg, (Qu.2)	Stein	basenreich	**5,65**	**0,74**	**2,49**	**1,69**	0,18	**6,21**	7,03	5,67
Hontheim-1 (Qu.1)	Hont-1	basenreich	**5,84**	**0,42**	**2,71**	**1,55**	0,20	2,13	**4,32**	7,56
Hontheim-1 (Qu.2)	Hont-1	basenreich	**6,08**	**0,48**	**3,02**	**1,51**	**0,11**	3,39	**3,88**	**9,34**
Wendelputz-1	We-1	basenreich	**5,83**	**0,49**	**v 2,40**	**1,24**	**0,10**	1,85	**1,82**	6,44

stark klüftigem Gestein kann versauertes Oberflächenwasser jedoch auch in die tieferen Schichten des Wasserleiters gelangen.

Je nach Wassersättigung der Boden- und Gesteinsschichten kann sich das Einzugsgebiet der Quellen im Jahreslauf verändern. Zwischen November/Dezember und März/April sind die Konzentrationen an H-, Mn-, Al-, NO_3- und SO_4-Ionen deutlich höher als im Sommer, weil der Anteil an oberflächennah abfließendem Wasser höher ist. Umgekehrt verhalten sich in der Regel Ca- und Mg-Ionen. K zeigt meist nur geringe Schwankungen im Jahreslauf. Auch wenn die Pflanzen nur im Sommer aktiv Mineralstoffe aus dem Boden und den Sickerwässern entnehmen, spielen die Ionengehalte der Quellwässer während des Winters für die Standortbedingungen der Vegetation eine Rolle. So können im Winter stark saure Sickerwässer die Basenvorräte der Wassereinzugsgebiete auswaschen und Mn- und Al-Verbindungen im Bodensubstrat anreichern. Dadurch können auf Dauer zumindest Ca und Mg für die Ernährung der Pflanzen ins Minimum geraten bzw. Mn und Al toxische Wirkung bei sensiblen Pflanzen auslösen.

Somit sind sowohl winterliche Maxima als sommerliche Minima der Ionengehalte in den Quellwässern zur Beurteilung der Nährstoffversorgung von Bedeutung. Leider liegen nur für drei benachbarte *Osmunda*-Vorkommen in der Schneifel (Gebiet Wolkert: Quellen 10, 11, 12 der noch nicht veröffentlichten Arbeit) Untersuchungen über längere Perioden vor (Abb. 3). Sie zeigen sehr deutlich die kleinräumigen Unterschiede in den Quellwässern. Alle drei Quellen entspringen am Oberrand des Quellhorizontes, der hier eine scharfe Grenze zwischen Quarzit bzw. Quarzitschutt und den Stadtfeld-Schichten der devonischen Schieferlagen markiert. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist dazwischen die schmale Lage einer basen(kalk-)reichen Devonformation (Eifelium) eingeschaltet.

Während Quelle 10 (Fläche Wo-2 in Tab. 1 und 2) einige Meter unterhalb einer größeren *Osmunda*-Gruppe einen breiten Streifen mit *Juncus acutiflorus*-Herden oberflächlich durchsickert, tritt Quelle 12 (Fläche Wo-3 in Tab. 1 und 2) punktförmig am oberen Rand des Quellhorizontes aus. Die Quelle 11 (auch Fläche Wo-3 in Tab. 1 und 2) ist Quelle 12 unmittelbar (6-8m) benachbart, konnte jedoch erst etwas unterhalb ihres von *Chrysosplenium oppositifolium* dicht besiedelten Austritts beprobt werden.

Quelle 10 zeigt deutlich die Merkmale von Sickerquellen (Helokrenen) im Kontakt mit oberflächlich anstehenden basenreichen Substraten. Die Quellen 12 und mit kleinen Einschränkungen auch 11 lassen als Sturzquelle (Rheokrenen) die Art der Stoffeinträge aus dem durch frühere Weidenutzung und aktuellem Na-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

delholzanbau überprägten Einzugsgebiet auf dem Quarzitrücken der Schneifel gut erkennen. Weite Temperaturamplituden, hohe pH-Werte und hohe Ca- und Mg-Gehalte in Quelle 10 stehen temperatur-konstante Bedingungen und schwachsaure Wässer mit niedrigeren Gehalten an Ca und Mg in den Quellen 11 und 12 gegenüber (Abb. 3). Ähnliche, aber weniger ausgeprägte Unterschiede sind bei K zu beobachten. Mn und Al lassen sich in den Quellwässern zwar nachweisen, die Gehalte sind jedoch relativ niedrig. Bei einer stark versauerten, räumlich nicht weit entfernten Quelle (nahe Fläche Wo-1 in Tab. 1 und 2) mit oberflächennahem Wassereinzugsgebiet wurden häufig Al-Konzentrationen zwischen 1 und 4 mg Al/l gemessen. Die niedrigen pH-Werte der Quelle 12 im Winter-Halbjahr führen jedoch zur Mobilisierung von etwas höheren Mn- und Al-Ionengehalten.

Die Nitrat- und Sulfatgehalte der Quellwässer zeigen fast gleichgerichtete Unterschiede. Offensichtlich fließen in die Quelle 12 auch von oberflächennahen Bodenschichten beeinflusste Sickerwässer hinein. Denn nur so lassen sich ihre relativ hohen Winterwerte für Nitrat und Sulfat erklären, die im wesentlichen durch die Einträge aus der Atmosphäre bedingt werden. Hydrogencarbonat erreicht auf Grund seiner chemischen Eigenschaften in basischen Quellen immer höhere Werte als in sauren und kompensiert damit z.T. das Anionen-Kationen-Verhältnis.

Für die Vegetation im Einflussbereich dieser ganzjährig schüttenden Sickerquellen bedeuten die beschriebenen Ionengehalte eine dauernde Nachlieferung von essenziellen Mineralstoffen. Sofern ihre Wurzelhorizonte nicht sowieso schon ausreichend mit verfügbaren Mengen an K, Ca und Mg versorgt sind, wird die Basenernährung dadurch verbessert. Von größerer Bedeutung dürfte jedoch die dauernde Nitratdüngung sein. Auf der anderen Seite können die kontinuierlichen Mn- und Al-Einträge auch bei geringen Konzentrationen rasch ein für Pflanzen toxisches Milieu schaffen. Gerade im Umfeld dieser drei Quellen, insbesondere unterhalb Quelle 11 und 12 sind im Frühsommer (ab Mai-Juni) regelmäßig bei allen dort wachsenden Pflanzen deutlich chlorotisch gebleichte Pflanzenteile zu beobachten. Die betroffenen Blätter sterben im Laufe des Sommers meist ab.

In Tab. 4 sind die Ergebnisse der Wasseranalysen zusammengestellt, die aus den Wasserproben im Umfeld der *Osmunda*-Standorte in Hunsrück und Schneifel ermittelt wurden. Es handelt sich um Mittelwerte aus 4 bis 5 Beprobungen an Terminen zwischen Herbst 2004 und Herbst 2005. An hier nicht genannten Fundorten fehlten oberflächliche Wasseraustritte. Die Gruppierung in basenarme und basenreiche Standorte entspricht der anhand der floristisch abgeleiteten Einteilung in Tab. 2. Aus den Analysedaten konnten nur ungefähre Grenzwerte für die einzelnen Messgrößen zwischen den beiden Standortgruppen abgeleitet werden. Sofern die Zahlen den erwarteten Wertespannen entsprachen, wurde das Feld in Tab. 4 grau unterlegt.

Es wird deutlich, dass zwar schon mit wenigen Wasseranalysen die vegetationskundlichen Differenzierungen untermauert werden können, dass dies jedoch nicht für alle Flächen und alle Messgrößen in gleicher Weise abgesichert ist. Die Hauptursache für die Abweichungen dürfte die Tatsache sein, dass die Pflanzen ihre mineralischen Nährstoffe aus dem durchsickertem Boden und nicht direkt aus den Quellwässern entnehmen, was die Verfügbarkeit der Ionen erheblich beeinflussen kann. Außerdem weisen die Feuchtflächen kleinräumig stark wechselnde Standortbedingungen auf.

4.3 Mineralstoffgehalte der Farnproben

4.3.1 Allgemeines zur Nährstoffversorgung der Pflanzen an Quellstandorten

Wie sich an der Zusammensetzung der Vegetation und den Sickerwässern im Umfeld der *Osmunda*-Vorkommen gezeigt hat, scheint *Osmunda* eine relativ breite ökologische Amplitude im Hinblick auf die Basenversorgung ihrer Standorte zu besitzen. Der Basengehalt und pH-Wert der Böden hat neben der direkten Bedeutung für die K-, Ca- und Mg-Ernährung der Pflanzen auch Einfluss auf die Mobilität und Pflanzenverfügbarkeit anderer Ionen, die als Mikronährstoffe wichtig sind bzw. die bei höheren Konzentrationen toxisch wirken können (MARSCHNER 1997). Besonders unter Sauerstoffmangel und gleichzeitig niedrigen pH-Werten werden Fe- und Mn-Ionen durch den Übergang in andere Oxidationsstufen (Fe-III in Fe-II, Mn-III in Mn-II) im Boden leichter verfügbar. Pflanzen, die an solchen Standorten vorkommen, haben meist Anpassungen entwickelt, die Aufnahme dieser in geringen Mengen zwar notwendigen, aber in größeren Mengen für sie toxischen Elemente zu Gunsten anderer wichtiger Kationen auf die ausreichenden Mengen zu minimieren. Hieran sind vor allem die Eigenschaften und die Funktionsfähigkeit der Biomembranen beteiligt, die als selektiver Filter für den Transport von Stoffen in den Pflanzen wirken.

Al ist für die meisten Pflanzen kein essenzieller Nährstoff, sondern wirkt toxisch auf die Stoffwechselprozesse in den Pflanzenzellen und gerade die Effektivität der Biomembranen (MARSCHNER 1997). Dieses Element ändert zwar nicht seine Wertigkeit, wird aber bei pH-Werten < 5 durch Änderung seiner Bindungsform ($Al(OH)_2^+$, $AlOH^{2+}$, Al^{3+} u.a.) auch mobiler im Boden. Pflanzen, die an sauren, basenarmen Standorten wachsen, müssen seine Aufnahme möglichst schon im Wurzelbereich verhindern. Der bekannteste Weg ist die Festlegung als Al-Phosphat. Um dies in ausreichender Weise tun zu können, bedarf es einer guten P-Versorgung der Böden und der Speicherung die-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

ses Mangelelementes in überwinternden Reserveorganen wie Rhizomen, Spross- und Blattbasen sowie Wurzeln. In basenreichen Böden wird Al schon im Boden als schwerlösliches Ca-Phosphat festgelegt, was gleichzeitig aber auch die P-Versorgung der Pflanzen verschlechtert. Hinzu kommt, dass es in den Pflanzen zur Konkurrenz zwischen Al auf der einen und Ca und Mg auf der anderen Seite beim Aufbau und der Aktivität von Membranen kommen kann, so dass gerade bei Basen- und P-Mangel ein Überangebot an Al-Ionen besonders schädlich auf die Pflanzen wirken kann.

Hohe Gehalte toxischer Kationen in den Blättern können zwar auf eine Einlagerung z.B. in Vakuolen und damit eine Abtrennung von den außerhalb im Zytoplasma ablaufenden Prozessen hinweisen, doch scheinen sie eher anzudeuten, dass solche Pflanzen nur bedingt fähig sind, diese Stoffe bereits im Wurzelbereich festzulegen bzw. deren Aufnahme zu verhindern.

Die *Osmunda*-Vorkommen in Hunsrück und Schneifel sind natürlicher Weise auf gering bis mäßig mit Basen versorgten Böden anzutreffen. Die mindestens seit den 70er Jahren aus der Luft hinzukommenden hohen Säure-Einträge durch Sulfat, Nitrat, Stickoxide und indirekt auch Ammonium haben vielerorts zu einer deutlichen Versauerung der oberen Bodenhorizonte beigetragen. Auch wenn die Sulfatmengen inzwischen stark zurückgegangen sind, so gilt dies keineswegs für die N-Einträge, da sie aus anderen Quellen (Verkehr und Landwirtschaft) gespeist werden. Da bisher trotz des Rückgangs der Sulfateinträge noch keine durchgreifende Änderung der Säuregehalte der Quellwässer eingetreten zu sein scheint, muss zumindest mittelfristig mit fortschreitender Versauerung bei fehlender Pufferkapazität der Quellstandorte gerechnet werden. Dies könnte entsprechend sensible, seltene und schutzwürdige Arten wie *Osmunda* gefährden. Es erschien daher interessant, den Mineralstoffgehalt der Blätter dieser Art im Vergleich mit anderen Farnarten an den gleichen Standorten zu untersuchen.

4.3.2 Vergleich zwischen in einer Gruppe zusammen wachsenden *Osmunda*- und *Pteridium*-Pflanzen

Auf Grund der kleinräumig wechselnden Standortbedingungen haben die verschiedenen Farnarten selten wirklich den selben Wuchsort. Aber nur unter dieser Voraussetzung dürfte ihre Mineralstoffversorgung weitgehend übereinstimmen. In diesem Fall sollten die Elementgehalte der Blätter nur durch die ökophysiologischen Anpassungen der jeweiligen Farnarten gesteuert sein.

Fälle, bei denen diese räumlichen Voraussetzungen erfüllt waren, fanden sich ausschließlich an basenarmen Standorten, wo *Osmunda*-Horste von *Pteridium*- Trieben durchsetzt waren, wobei beide Arten jeweils etwa gleich große und gut wüchsige Wedel aufwiesen. Es entstand der Eindruck, dass der Adlerfarn jeweils in einen älteren, schon länger bestehenden Königsfarn-Horst hineingewachsen war, dessen Wurzeln, Rhizome und Wedel dies nicht verhindern konnten. Diese „Guerrilla"-Strategie (mit Ausläufern unterwandern) ist bei *Pteridium*, *Phragmites* und vielen Seggen seit langem bekannt.

Die Blattanalysen solcher Farnpaare erbrachten folgende Ergebnisse. In Abb. 4 sind für die 7 beobachteten Fälle nur diejenigen Elementgehalte dargestellt, bei denen sich für alle Artenpaare gleich gerichtete Unterschiede ergaben. Die Blätter von *Osmunda* enthielten bezogen auf das Gesamtgewicht immer mehr P, Mn und Al, jedoch weniger Zn. Die für die Fragestellung wichtigen Verhältniswerte P/Al, Ca/Al und C/P zeigten durchgehend höhere Werte in den *Pteridium*-Proben, was sich mit deren niedrigeren Al- bzw. P-Gehalten erklären lässt. Es könnte daher sein, dass der Adlerfarn effektiver die Aufnahme von Al und Mn einschränken kann. Das C/N-Verhältnis lag bei *Pteridium* in allen 7 Fällen höher als bei *Osmunda*. Entsprechend sind bei *Osmunda* die N-Gehalte und bei *Pteridium* mit zwei Ausnahmen die C-Gehalte höher als bei der jeweils anderen Art.

4.3.3 Vergleich der Mineralstoffgehalte der Farnarten von basenarmen und basenreicheren Standorten

Da offensichtlich Unterschiede zwischen den Mineralstoffgehalten der Farnwedel bestehen, je nachdem, ob sie auf basenarmen oder basenreicheren Standorten aufgewachsen sind, sollen alle Elementanalysen vor diesem Hintergrund betrachtet werden. Die Probenzahlen je Standorttyp und Art fallen unterschiedlich aus, weil nicht überall ausreichend geeignete Probepflanzen vorhanden waren. Somit sind für die zu vergleichenden Falltypen (Arten, Basenangebot der Wuchsorte) z.T. weniger als 10 Probepflanzen vorhanden. Für *Osmunda*, *Pteridium* und *Oreopteris* sind die Ergebnisse für basenreiche Standorte auf Grund der höheren Probenzahl relativ besser abgesichert als für *Blechnum*. Der Vergleich der Messergebnisse gründet sich daher ausschließlich auf Medianwerte sowie die Spannen zwischen 25%- und 75%-Percentile der Messgrößen (Tab. 5). Dennoch lassen sich daraus einige plausible und erwartete Ergebnisse ablesen. In Abb. 5 sind diejenigen Elemente und Elementverhältnisse vergleichend für die Farnarten als Boxplot-Darstellungen aufgeführt, bei denen deutliche Unterschiede zwischen den Mineralstoffgehalten auf basenarmen und basenreicheren Quellflächen gefunden wurden. Jeweils wird jedoch auch auf die relativen Unterschiede der Kenngrößen zwischen den Farnarten hingewiesen (s. Tab. 5).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

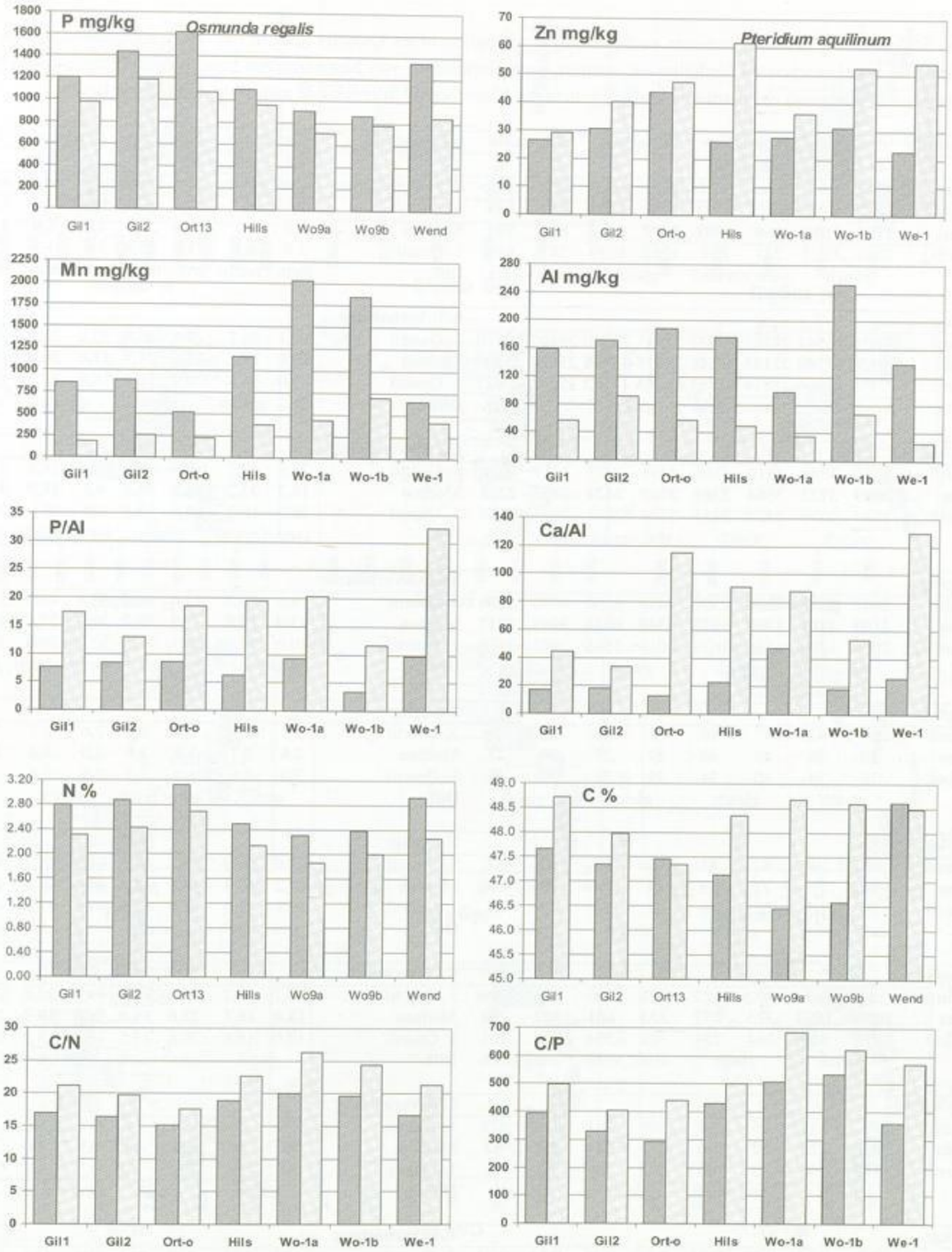

Abb. 4: Vergleich von Mineralstoffgehalten und -verhältnissen, in denen sich *Osmunda*- und *Pteridium*-Blätter unterscheiden, die von in derselben Gruppe zusammen aufgewachsenen Farnpflanzen stammen und somit unter den selben ökologischen Bedingungen aufgewachsen sind. Dunkle Schraffur: *Osmunda*, helle Schraffur: *Pteridium*.

Der N-Gehalt der *Blechnum*-Blätter liegt weit unter denen der anderen Arten, ihr C/N-Verhältnis ist dagegen entsprechend weiter (Abb.5). Unterschiede zwischen basenärmeren und -reicheren Wuchsorten zeigen sich am deutlichsten bei *Pteridium*, der bei geringer Basenversorgung niedrigere N-Gehalte und entsprechend höhere C/N-Verhältnisse aufweist. *Osmunda* und *Oreopteris* sind sich in Bezug auf diese Messgrößen relativ ähnlich.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 5: Auflistung der Medianwerte zuzüglich bzw. abzüglich eines Quartils aller in den Farnproben bestimmten Mineralstoffgehalte und berechneten Verhältnisse, sortiert nach Herkünften von basenärmeren bzw. basenreicheren Moorflächen. Darunter jeweils Hinweise auf deutliche und vermutete (in Klammern) Unterschiede zwischen den Herkünften.

Inhaltsstoffe	*Osmunda*		*Pteridium*		*Oreopteris*		*Blechnum*	
n =	13	25	18	21	5	14	7	9
P mg/kg:	**arm**	**reich**	**arm**	**reich**	**arm**	**reich**	**arm**	**reich**
3.-Quartil	1272	1292	1175	1392	1553	1497	882	844
Median	**1153**	**1098**	**960**	**1207**	**1477**	**1213**	**866**	**789**
1.-Quartil	1046	1027	741	898	1262	1039	741	680
Diff.	gleich		(arm<reich)		gleich		(arm>reich)	
K mg/kg:								
3.-Quartil	20856	20544	24269	26977	21327	20710	26197	25510
Median	**18950**	**17760**	**21145**	**25146**	**18975**	**18380**	**25020**	**25309**
1.-Quartil	17358	16906	18818	23483	14755	17202	22291	22222
Diff.	gleich		arm<reich		gleich		gleich	
Ca mg/kg:								
3.-Quartil	3823	3849	4516	4168	4191	3077	3319	2674
Median	**3089**	**3123**	**3584**	**3364**	**3768**	**2424**	**2930**	**2230**
1.-Quartil	2849	2699	3322	2724	3144	2184	2693	2134
Diff.	gleich		gleich		arm>reich		arm>reich	
Mg mg/kg:								
3.-Quartil	2401	2388	2196	2390	7458	6266	4036	3886
Median	**2103**	**2101**	**1999**	**1875**	**6345**	**6044**	**3969**	**3817**
1.-Quartil	2036	1893	1856	1678	5013	5516	3662	3513
Diff.	gleich		gleich		gleich		gleich	
Zn mg/kg:								
3.-Quartil	47	42	47	46	31	34	35	28
Median	**40**	**38**	**43**	**40**	**27**	**27**	**30**	**27**
1.-Quartil	36	34	40	34	25	25	22	18
Diff.	gleich		gleich		gleich		gleich	
Fe mg/kg:								
3.-Quartil	140	106	83	81	69	95	93	84
Median	**81**	**75**	**72**	**59**	**61**	**84**	**79**	**58**
1.-Quartil	79	65	62	46	41	53	47	46
Diff.	(arm<reich)		gleich		gleich		gleich	
Mn mg/kg:								
3.-Quartil	1227	1339	492	422	391	756	180	299
Median	**1156**	**1083**	**373**	**377**	**333**	**601**	**147**	**200**
1.-Quartil	918	809	264	254	322	504	65	161
Diff.	gleich		gleich		arm<reich		arm<reich	
Al mg/kg:								
3.-Quartil	391	311	65	41	209	181	96	126
Median	**373**	**220**	**52**	**36**	**171**	**114**	**80**	**87**
1.-Quartil	126	145	43	30	123	68	63	71
Diff.	gleich		arm>reich		gleich		gleich	
S mg/kg:								
3.-Quartil	0,36	0,34	0,28	0,24	0,35	0,35	0,24	0,23
Median	**0,28**	**0,32**	**0,24**	**0,23**	**0,33**	**0,3**	**0,2**	**0,23**
1.-Quartil	0,25	0,3	0,21	0,18	0,32	0,28	0,2	0,21
Diff.	gleich		gleich		gleich		gleich	

Inhaltsstoffe	*Osmunda*		*Pteridium*		*Oreopteris*		*Blechnum*	
n =	13	25	18	21	5	14	7	9
P/Al-Verhältnis:	**arm**	**reich**	**arm**	**reich**	**arm**	**reich**	**arm**	**reich**
3.-Quartil	9,3	16,2	21,1	38,7	6,8	7,6	15,3	11,3
Median	**7,9**	**9,7**	**18,6**	**32,1**	**4,0**	**5,6**	**11,1**	**6,9**
1.-Quartil	5,4	6,1	13,0	25,8	3,4	3,7	7,0	5,4
Diff.	(arm<reich)		arm<reich		(arm>reich)		arm>reich	
N/P-Verhältnis:								
3.-Quartil	18,7	18,7	25,4	25,9	20,9	22,5	20,7	20,7
Median	**18,0**	**18,1**	**23,6**	**21,9**	**17,0**	**20,7**	**19,3**	**19,9**
1.-Quartil	17,0	16,8	20,9	19,9	16,8	18,1	17,0	18,0
Diff.	gleich		gleich		gleich		arm>reich	
Ca/Al-Verhältnis:								
3.-Quartil	28,9	42,7	106,0	117,8	36,8	16,6	45,4	29,1
Median	**18,3**	**33,7**	**84,9**	**96,8**	**9,6**	**10,9**	**34,5**	**25,9**
1.-Quartil	16,7	18,7	48,0	75,2	8,4	8,1	28,6	21,3
Diff.	(arm<reich)		gleich		(arm>reich)		arm>reich	
Mg/Al-Verhältnis:								
3.-Quartil	18,6	30,3	49,0	66,4	35,8	41,0	57,3	49,3
Median	**13,0**	**20,8**	**37,9**	**58,2**	**20,0**	**27,6**	**49,3**	**45,6**
1.-Quartil	10,9	12,2	32,1	46,3	12,8	19,8	39,7	30,4
Diff.	gleich		gleich		(arm>reich)		arm>reich	
N mg/kg:								
3.-Quartil	2,8	2,9	2,4	2,8	2,6	2,7	1,7	1,57
Median	**2,6**	**2,7**	**2,2**	**2,6**	**2,6**	**2,4**	**1,6**	**1,45**
1.-Quartil	2,5	2,6	1,9	2,3	2,5	2,3	1,5	1,39
Diff.	gleich		arm<reich		gleich		gleich	
C mg/kg:								
3.-Quartil	47,6	48,9	48,7	48,6	48,9	48,1	43,4	44,13
Median	**47,2**	**48,4**	**48,4**	**48,3**	**48,4**	**47,8**	**42,9**	**43,5**
1.-Quartil	47,1	47,6	47,8	47,8	46,9	47,3	42,3	42,84
Diff.	arm<reich		gleich		gleich		(arm<reich)	
C/N-Verhältnis:								
3.-Quartil	18,7	18,7	25,5	21,4	19,7	20,8	28,9	31,6
Median	**18,0**	**18,1**	**22,0**	**19,0**	**18,8**	**19,7**	**26,3**	**30,4**
1.-Quartil	17,0	16,8	20,6	17,5	17,7	18,2	25,1	27,4
Diff.	gleich		arm>reich		gleich		(arm<reich)	
C/P-Verhältnis:								
3.-Quartil	45	48	66	54	37	46	58	64
Median	**41**	**44**	**50**	**40**	**33**	**39**	**49**	**57**
1.-Quartil	37	38	41	35	32	33	48	51
Diff.	gleich		gleich		(arm<reich)		gleich	
C/S-Verhältnis:								
3.-Quartil	152	175	230	264	196	158	216	212
Median	**144**	**157**	**200**	**215**	**170**	**149**	**208**	**191**
1.-Quartil	136	135	172	200	122	140	177	182
Diff.	gleich		gleich		gleich		gleich	

Diff. = Differenz zwischen basenarmen/ -reicheren Standorten

Der P-Gehalt der *Blechnum*-Wedel liegt deutlich unter dem der *Oreopteris*- und *Osmunda*-Blätter. Bei keiner der vier Arten konnten sich Unterschiede zwischen den Proben von unterschiedlich mit Basen versorgten Standorten nachweisen lassen. Die hohen K-Gehalte lassen allgemein auf eine gute K-Versorgung schließen, was für Standorte auf devonischen Schiefern allgemein typisch ist. Nur bei *Pteridium* scheint die K-Versorgung auf den basenarmen Flächen etwas ungünstiger zu sein.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

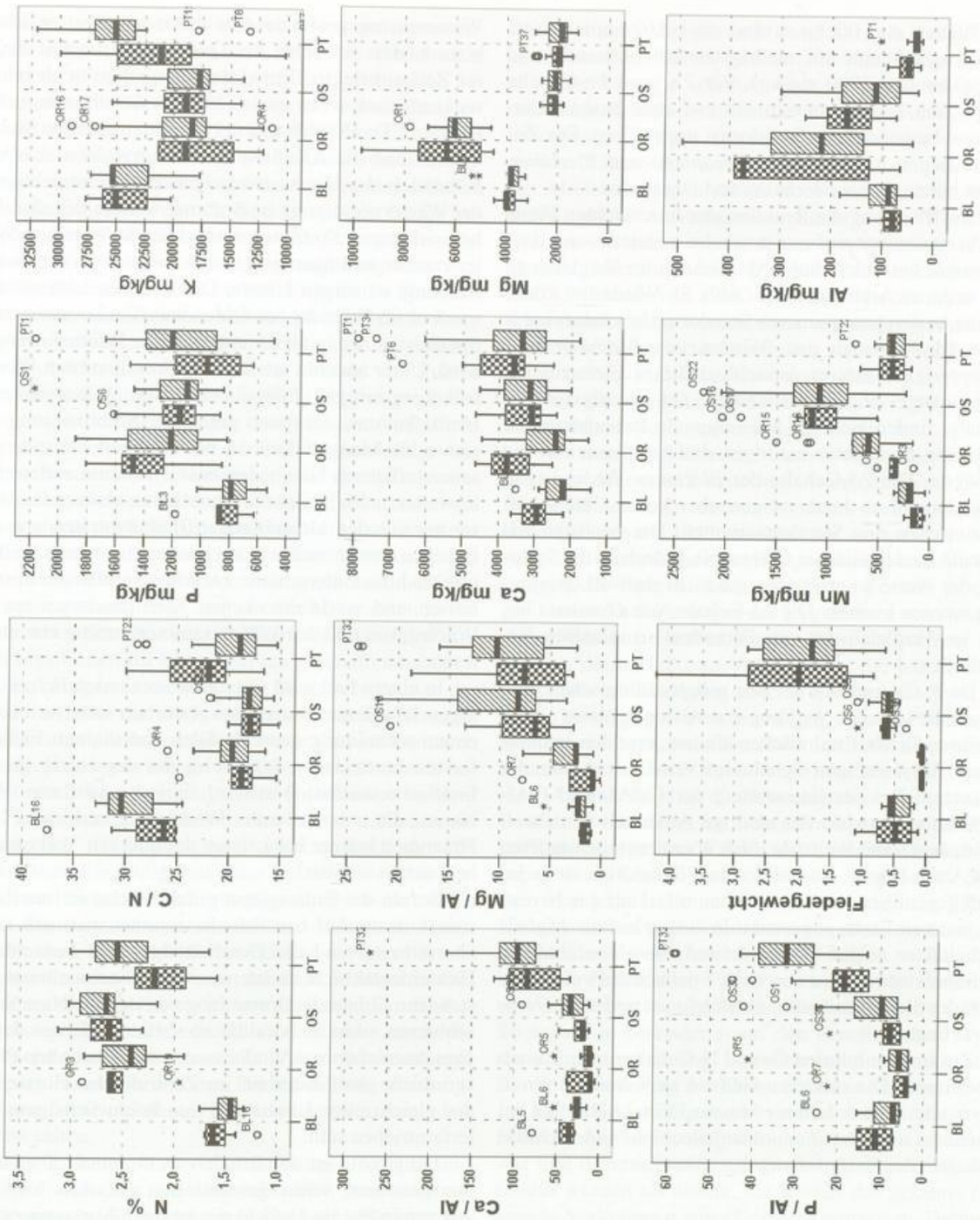

Abb. 5: Mineralstoffgehalte und Blatt- bzw. Fiedergewichte der Farnproben aus Mooren mit *Osmunda*-Vorkommen in Hunsrück und Schneifel. Boxplotdarstellung gruppiert nach Farnarten und deren Herkunft aus basenärmeren (kariert) und basenreicheren (schraffiert) Quellmooren. BL = *Blechnum spicant*, OR = *Oreopteris limbosperma*, OS = *Osmunda regalis*, PT = *Pteridium aquilinum*.

Die Ca-Gehalte der 4 Farnarten sind einander im Mittel sehr ähnlich. Überraschenderweise sind sie bei *Blechnum* und bei *Oreopteris* jedoch gerade an den basenärmeren Standorten jeweils höher. Dies könnte als aktive Anpassung an Ca-Mangelstandorte gedeutet werden. Für die Mg-Gehalte finden sich zwar keine Differenzen zwischen den Standorttypen, jedoch deutliche Unterschiede bei den durchschnittlichen Gehalten

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

der Blätter. Am höchsten sind sie bei *Oreopteris* (ca. 6000 mg/kg) und am niedrigsten bei *Osmunda* und *Pteridium* (ca. 2000 mg/kg). Für Zn- und Fe-Gehalte ließen sich keine Unterschiede zwischen basenreicheren und basenärmeren Standorten nachweisen. Die Zn-Werte liegen insgesamt bei *Oreopteris* und *Pteridium* leicht höher als bei *Blechnum* und *Osmunda*.

Mit Blick auf die Reaktion der untersuchten Farne auf Versauerungsprozesse erscheint es interessant, dass *Osmunda* besonders hohe Mn-Gehalte im Vergleich zu den anderen Arten aufweist (Abb. 5). Wiederum könnten die an den basenärmeren Standorten besonders niedrigen Mn-Werte in den Blättern von *Blechnum* und *Oreopteris* als aktiver Ausschluss dieses Elements bei Basenmangel angesehen werden. Die niedrigsten Al-Gehalte finden sich bei *Pteridium*. Je basenärmer die Standorte sind, desto niedriger sind bei dieser Art die Al-Werte. Die Al-Gehalte der *Blechnum*-Wedel liegen etwa doppelt so hoch, zeigen aber keine Unterschiede zwischen den Standortvarianten. Die höchsten Al-Gehalte fanden sich bei *Oreopteris*, jedoch ist die Streuung der Werte so groß, dass sie nicht sinnvoll interpretiert werden können. Die Al-Gehalte von *Osmunda* liegen im Vergleich der vier Farnarten im mittleren Bereich.

Da P, Ca und Mg bei den zellphysiologischen Prozessen die toxische Wirkung von Al-Ionen bis zu einem gewissen Grade abschwächen können, erschien es interessant, die jeweiligen Gehalte ins Verhältnis zueinander zu setzen. Bei der Betrachtung der Ca/Al- und P/Al-Verhältnisse bewirkt der niedrige Al-Gehalt von *Pteridium*, dass seine Werte deutlich über denen der anderen drei Arten liegen. An basenarmen Standorten ist es jedoch gegenüber den basenreicheren fast auf das Niveau der anderen Farne abgesenkt. In Bezug auf die Mg/Al-Verhältnisse zeigen *Osmunda* und *Pteridium* ähnliche Verhältniswerte, die zwar weite Spannen aufweisen, jedoch deutlich über denen von *Blechnum* und auch *Oreopteris* liegen.

Zusammen mit den C- und N-Gehalten wurde auch S bestimmt. Die mittleren Gehalte an S sind bei *Oreopteris* und *Osmunda* um etwa ein Drittel höher als bei *Blechnum* und *Pteridium* ohne jedoch auf Unterschiede zwischen der Basenversorgung zu reagieren.

5 Diskussion der Ergebnisse

Die vorliegende Untersuchung bestätigt, dass sich der Rückgang der *Osmunda*-Vorkommen vor allem im Hunsrück weiter fortgesetzt hat. Sie zeigt aber auch, dass dies in vielen Fällen von den herrschenden Standortbedingungen mit beeinflusst wird. Als wirksamste Gefährdungsursache für das Überleben dieser Art kann zunächst weiterhin die Beeinträchtigung der ganzjährig gleichmäßig guten Wasserversorgung ihrer Wuchsorte - beispielsweise durch den Betrieb von Brunnen im Wassereinzugsgebiet der Quellhorizonte - gelten. Hinzu kommt, dass in vielen der Quellmoore die seit längerer Zeit angelegten Entwässerungsgräben noch immer wirksam sind, wenn auch nicht mit der ursprünglichen Effizienz. Das Nachlassen der Schüttung aus den Sickerquellen und die Abnahme des Sickerwassers im Wurzelbereich der Horste hat neben der Beeinträchtigung der Wasserversorgung im Sommer weitere negative Nebenwirkungen. So frieren abtrocknende Böden im Winter rascher und intensiver durch, was die Wurzeln und Rhizome schädigen könnte. Die Pflanzen leiden insbesondere im Frühjahr bei fehlendem Sickerwasser unter Spätfrösten, wodurch der Austrieb der Blätter verzögert wird. Unter anderen aus diesem Grund wurden Wiesen früher im zeitigen Frühjahr bewässert (Wässerwiesen). Hinzu kommt, dass zum einen die Mobilisierung des sicher als Mangelfaktor zu bewertenden Phosphats in sauerstoffarmen Nassböden besser ist, zum anderen alle weiteren Mineralstoffe ohne hinzu sickerndes Wasser nur aus den kleinräumigen Bodenvorräten von den Pflanzen entnommen werden können. In jedem Quellgebiet sind die Unterschiede zwischen sickernassen, staunassen und wechseltrockenen Kleinstandorten an der Wüchsigkeit und der Artenzusammensetzung klar abzulesen.

In einem Fall wird *Osmunda* voraussichtlich in wenigen Jahren nur deshalb ausgestorben sein, weil sie in einem weiträumig ausschließlich von dichten Fichtenforsten bestandenen Jagdrevier auf der einzig großen Freifläche wächst. Dort wird sie jedes Jahr vom Wild bis auf die unteren harten Wedelstiele verbissen. Dies Phänomen konnte bei keinem der anderen Vorkommen beobachtet werden.

Sofern die Entwässerung der Wuchsorte nur langsam fortschreitet bzw. ein bestimmtes Ausmaß nicht überschreitet und die Beschattung durch benachbarte Fichtenforste nicht zu intensiv wird, können einmal entstandene *Osmunda*-Horste lange an der gleichen Stelle ausharren, ohne an Vitalität zu verlieren. Erstes deutliches Anzeichen von Vitalitätsverlust solcher alten Pflanzen dürfte ihr Absterben im Zentrum der Horste und das gleichzeitige Eindringen von hochwüchsigem Adlerfarntrieben sein.

Langfristig ist der Erhalt von *Osmunda* aber wohl nur gesichert, wenn gewährleistet ist, dass sich die Art zumindest im Umfeld der jetzigen Vorkommen mit Jungpflanzen erneut ansiedeln kann. Dies konnte nur auf einem Teil der untersuchten Flächen beobachtet werden (Tab. 1). Die weite Ausbreitung der Sporen könnte heutzutage durch die im Vergleich zu früheren Jahrhunderten sehr dichten Bewaldung - insbesondere mit geschlossenen, ganzjährig schattenden Fichtenforsten - von Hunsrück und Schneifel erschwert sein. Aber auch die Feuchtwälder und weitgehend waldfreien Flächen, auf denen *Osmunda* heute noch siedelt, wurden zum großen Teil noch bis ins 20. Jahrhunderts hinein regelmäßig mindestens einmal im Jahr gemäht, seltener

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

vielleicht auch beweidet. Dabei dürften die *Osmunda*-Horste ausgespart worden sein, weil ihre Wedel nicht als Futter geeignet sind. In einem Fall wird jedoch berichtet, dass die Wedel als Einstreu in Ziegenställen verwendet wurden (s. Kap. 2). Durch wiederholte Mahd wurde dem Pfeifengras seine große Konkurrenzkraft genommen, die es auf den jetzt brach liegenden Flächen entwickelt. Selbst wenn die Sporen auf den Boden gelangen, dürften die Temperaturen im Schatten der *Molinia*-Horste für ihre Entwicklung ungünstig sein, weil sich der Boden dort auch im meist trockenen Spätsommer nicht erwärmen kann. Kleine und mittelgroße Jungpflanzen entfernt von den alten Horsten konnten wir nur dort beobachten, wo das Wild im Umfeld von Suhlen zu mäßiger Störung der Krautschicht beigetragen hatte, wo unter starker Beschattung durch Bäume (auch Fichten) die Wüchsigkeit von *Molinia* beeinträchtigt war und wo durch massive Versauerung der Quellwässer unterhalb von dichten Fichten- und Douglasienforsten die Baumschicht der Erlen-Birken-Quellsumpfwälder weitgehend zusammengebrochen ist. Das Umstürzen der Bäume und die verrottenden Stämme könnten offene, zeitweise abtrocknende und aus der Mineralisation der organischen Substanz gut mit Nährstoffen versorgte Ansiedlungsflächen für Farnprotallien geschaffen haben.

Die Frage, inwieweit die Basenversorgung der Standorte bzw. die noch immer wirksamen Versauerungsprozesse insbesondere der basenarmen montanen Mittelgebirgslagen mit am Rückgang von *Osmunda* beteiligt sind, konnte nicht sicher entschieden werden. Man kann jedoch annehmen, dass sie verstärkend mitwirken und die allgemeine Konkurrenzkraft der Art schwächen. Eindeutig war, dass auf als basenarm eingestuften Flächen meist nur wenige alte Farn-Horste bis heute überdauert haben wie z.B. im Hilsbruch. Hinzu kommt aber, dass viele dieser Flächen nur (noch?) wenig zusickerndes Quellwasser erhalten (Hilsbruch, Gilleswiese, Wolkert-1), was gleichzeitig nicht nur die Basenversorgung verschlechtert, sondern eben auch die Frostgefahr im Winter verstärkt und zu Wassermangel im Spätsommer führen kann. Die Ansiedlung von Jungpflanzen fehlte auf diesen Flächen oder war zumindest äußerst selten.

Die Tatsache, dass kein auffälliger Vitalitätsunterschied zwischen auf unterschiedlich basenversorgten Standorten aufgewachsenen *Osmunda*-Pflanzen beobachtet und an Hand des Gewichtes der Fiederproben (Abb. 5, Ende unten rechts) nachgewiesen werden konnte, spricht zwar gegen diese Hypothese, verdeutlicht aber auch, dass *Osmunda* eine sehr effektive Anreicherungs- und Speicherstrategie für mineralische Mangel-Nährstoffe besitzen muss.

Aus den vergleichenden Pflanzenanalysen der 4 Farnarten geht jedoch hervor, dass *Blechnum spicant* und *Pteridium aquilinum* besser an basenarme Feuchtstandorte angepasst sind als *Osmunda*. *Blechnum* und *Pteridium* können verhindern, dass selbst auf sauren Böden größere Mengen an Mn und Al bis in ihre grünen, assimilierenden Blätter gelangen. Eventuell können diese Arten Ca sogar selektiv vermehrt an sauren Standorten aufnehmen oder effektiver zur Wiederverwendung bevorraten. Dagegen waren die Mn-Gehalte von *Osmunda*-Blättern die höchsten aller vier Arten und auch die Al-Gehalte lagen relativ hoch und somit auch die Ca/Al- und P/Al-Verhältnisse niedrig. Die Werte der *Oreopteris*-Fiedern waren denen von *Osmunda* relativ ähnlich. Allerdings wies *Oreopteris* die höchsten Mg und Al-Gehalte von allen Arten auf. Hierzu muss einschränkend gesagt werden, dass von dieser Art nur die Fiedern selber untersucht wurden, während bei den anderen immer auch Rhachis-Anteile dabei waren. Dies schränkt die Vergleichbarkeit der Werte der übrigen Farne mit denen von *Oreopteris* deutlich ein.

Aus dem Vergleich der früheren Vegetationsaufnahmen mit den aktuell erstellten Artenlisten von Erlen-Birken-Wäldern, in denen *Osmunda* vorkommt, geht hervor, dass nach 1937 zunächst die Aufgabe der Nutzung der Feuchtflächen zur Heugewinnung und das Vordringen der Fichten aus benachbarten Forsten zu tiefgreifenden Veränderungen der Begleitflora von *Osmunda* geführt hat. Hierbei ist das Dominantwerden von *Molinia* die auffälligste Veränderung, die jedoch auch ursächlich am Rückgang anderer konkurrenzschwacher Arten beteiligt gewesen sein kann. Dieser Prozess ist bis zu den Jahren zwischen 1970 und 1992 abgeschlossen, aus denen die übrigen Vergleichsaufnahmen stammen. Anschließend ist die Neuanlage bzw. der intensive Betrieb von Brunnen im Wassereinzugsgebiet der Eingriff, der einige der Wälder mit *Osmunda* beeinflusst haben wird (Krummenau, Gilleswies, Hontheim). Seitdem sind jedoch die anthropogen verursachten Säure-Einträge in die Feuchtwälder und vor allem die Einzugsgebiete der sie durchsickernden Quellwässer hinzugekommen. In fast allen Fällen scheint die Mobilisierung und der Eintrag von Mineralstoffen allgemein und von Stickstoff im besonderen auf den Feuchtflächen zu einer als „Eutrophierung" zusammengefassten Ursache für die Veränderung der Flora erkennbar zu sein.

Kritisch muss angemerkt werden, dass die Lage der früheren Vegetationsaufnahmen nicht genau bekannt war und dass sie meist auf deutlich kleineren Flächen erstellt wurden als unsere, die jeweils das gesamte *Osmunda*-Vorkommen eines Gebietes umfassten. Dadurch ist die Vergleichbarkeit der Aufnahmen eingeschränkt. Als Unterschiede wurden jedoch nur größere Abweichungen der Deckungsanteile gewertet. Die 2005 in den Feuchtwäldern neu beobachteten Arten können aus Nachbargebieten oder auch von weiter her eingewandert sein. Dazu, ob dies unter Mitwirkung des Menschen oder ganz ohne ihn abgelaufen ist, kann keine Aussage getroffen werden.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

6 Danksagungen

Herzlich möchten wir uns bei den Revierförstern Herrn Reinert (Waldweiler) und Herrn Rehberg (Ferschweiler) für Hinweise auf uns unbekannte Vorkommen von *Osmunda regalis*, bei Herrn Dr. J.-W. Zoldan für die hilfreiche kritische Durchsicht des Manuskriptes sowie bei Frau Dorothee Krieger und Herr Bernhard Backes für die sorgfältige Durchführung der Wasser- und Pflanzenanalysen bedanken.

7 Literaturverzeichnis

ANDRES, H. (1911): Flora von Eifel und Hunsrück.— 381 S., Wittlich: Fischer.

ANDRES, H. (1920): Flora des mittelrheinischen Berglandes.— 381 S. + 14 S. Nachträge, Wittlich: Fischer.

BOCHKOLTZ, W.C. (1861): Bericht über cryptogamische Gefäßpflanzen.— Jahresber. Ges. nützl. Forschungen Trier 1959/69: 58 – 60.

BREUER, K. & LASKA, C. (1971): Die Verbreitung des Königsfarns (*Osmunda regalis* L.) (Pteridophyta: Osmundaceae) in der Südwesteifel und im Hunsrück (Reg.-Bez. Trier).— Decheniana, **123**: 271 – 273, Bonn.

Bundesanst. für Geowiss. und Rohstoffe (1987): Geologische Übersichtskarte 1:200000: CC 6302 Trier.

BUSCH, P.J. (1941): Beiträge zur Trierer Flora.— Decheniana, **100 B**: 1 – 40, Bonn.

BUSCH, P.J. (1952): Naturdenkmale. Ein Heimatbuch des Trierer Raumes.— 344 S., Recklinghausen: Bongers.

BUSHART, M. (1989): Schwarzerlen und Moorbirkenwälder im westlichen Hunsrück.— Tuexenia, **9**: 391 – 415, Göttingen.

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V. & WERNER, W. (2001): 3. Aufl., 262 S., Göttingen: Goltze.

GEISENHEYNER, L. (1903): Flora von Kreuznach und dem gesamten Nahegebiet.— 328 S., Kreuznach: Harrach.

KERSBERG, H. (1967): Die Pflanzenwelt im Bilde des Rheinischen Schiefergebirges.— in: Institut für Landeskunde (Hg.), 1967: „Die Mittelrheinlande", Festschrift zum 36. Deutschen Geographentag vom 2. - 5. Oktober 1967 in Bad-Godesberg, Wiesbaden, 52 – 62.

LIEPELT, S. & SUCK, R. (1987): Zur Verbreitung der Bruchwald- und Feuchtheide-Vegetation und ihrer charakteristischen Pflanzenarten in der Westlichen Hocheifel.— Beitr. Landespflege Rhld.-Pfalz, **11**: 115 – 126, Oppenheim.

LIEPELT, S. (1990): Die Erlenbruchwälder der Westlichen Hocheifel.— Decheniana, **143**: 173 - 188, Bonn.

LIEPELT, S. (1993): Pflege- und Entwicklungsplan zum NSG Schneifel.— Mskr., Röttenbach-Oppenheim.

LOHMEYER, W. (1960): Zur Kenntnis der Erlenwälder in den nordwestlichen Randgebieten der Eifel.— Mitt. flor.-soz. Arbeitsgemeinschaft N.F., **8**: 209 – 211, Stolzenau, Weser.

MARSCHNER, H. (1997): Acid mineral soils.— Marschner, H.: Mineral nutrition of higher plants. 2. Ed., 605 – 641, London: Academic Press.

MÜLLER, F. (1923): Zur Flora des Nahetales.— Verh. naturh. Ver. Rheinld. Westf., **80**: 34 – 45, Bonn.

REICHERT, H. (1973): Die Quellmoore (Brücher) des westlichen Hunsrück.— Beitr. Landespfl. Rh.-Pfalz, **3**: 101 – 164, Oppenheim.

REICHERT, H. (1998): Die Erforschung der Flora von Trier und Umgebung durch Freizeit-Botaniker vom 16. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Teil I.— Neues Trierisches Jb. **1998**: 61 – 92, Trier.

REICHERT, H. (1999): Die Erforschung der Flora von Trier und Umgebung durch Freizeit-Botaniker vom 16. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Teil II.— Neues Trierisches Jb. **1999**: 93 – 115, Trier.

ROSBACH, H. (1859): Die cryptogamischen Gefäßpflanzen der trierischen Flora.— Jahresber. Ges. nützl. Forsch. Trier, **1858**: 60 – 79.

ROSBACH, H. (1880): Flora von Trier.— 1. Aufl., XV + 428 S., Trier: Groppe.

ROSBACH, H. (1896): Flora von Trier.— 2. Aufl., XV + 428 S., Trier: Stephanus.

RUTHSATZ, B. (1999): Die Quellwässer von Hangmooren im Hunsrück (Rheinland-Pfalz). Chemismus und Einfluss auf Vegetation und Flora.— Arch. für Nat.- Lands., **38**: 1 – 41, Malaysia.

RUTHSATZ, B. & Holz, I. (1997): Dauerbeobachtung von Vegetation und Quellwasserchemismus im „Palmbruch" und „Oberluderbruch" des NSG „Hangbrücher bei Moorbach"/Hunsrück.— Decheniana, **150**: 109 – 168, Bonn.

SAUER, E. (1993): Die Gefäßpflanzen des Saarlandes.— Aus Natur und Landschaft im Saarland. Sonderband **7**: 708 S., Saarbrücken.

SCHÖNERT, Th. (1989): Die Bruchwaldgesellschaften der Schneifel (Westliche Hocheifel) und ihre Standortbedingungen.— Tuexenia, **9**: 417 – 430, Göttingen.

SCHÖNERT, Th. (1994): Die Bruchwälder des westlichen Rheinischen Schiefergebirges.— Diss. Bot., **228**: 1 – 143, Berlin, Stuttgart.

SCHULZE, G. (1965): Die Verbreitung des Königsfarns (*Osmunda regalis* L.) in der Pfalz.— Mitt. Pollichia, **12**: 292 – 303, Bad Dürkheim.

SCHULZE, G. (2003): Die Verbreitung des Königsfarns (*Osmunda regalis* L.) in der Pfalz - 2. Mitteilung.— Mitt. Pollichia, **90**: 219 – 229, Bad Dürkheim.

SCHWICKERATH, M. (1939/41): Eifelfahrt 1937. Ergebnisse der im Auftrage der Reichsstelle für Naturschutz geleiteten pflanzensoziologischen Studienfahrt durch die Eifel vom 25. bis 31. Juli 1937.— Beih. z. Bot. Centralblatt, **60**: 52 – 123, Kassel.

SCHWICKERATH, M. (1975): Hohes Venn, Zitterwald, Schneifel und Hunsrück. Ein florengeographischer, vegetationskundlicher, bodenkundlicher und kartographischer Vergleich.— Beiträge zur Landespflege in Rheinland-Pfalz, **3**: 9 – 99, Oppenheim.

SUCK, R. (1999): Die natürlichen Waldgesellschaften des Schneifel-Hauptkammes (Westliche Hocheifel) und ihre Ersatzgesellschaften.— Tüxenia, **19**: 13 – 53, Göttingen.

WIRTGEN, F. (1905): Das Seltenwerden und Verschwinden einzelner Pflanzenarten der rheinischen Flora.— Verh. Naturhist. Ver. Rheinl. Westf. **62**: 1 - 7, 87 - 93, Bonn.

WIRTGEN, F. (1909): Zur Flora des Vereinsgebietes.— Ber. Versamml. Bot. Zool. Ver. Rhld. - Westf.: 91 – 104.— In: Sitz.-Ber. Naturhist. Ver. preuß. Rheinld. Westf. 1908, Bonn.

WIRTGEN, Ph. (1866): Beiträge zur Flora der nördlichen Pfalz.— **22.** – **24.** Jber. Pollichia: 48 – 96, Neustadt.

WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands.— 765 S., Stuttgart.

Anschriften der Autoren:
Prof. Dr. Barbara Ruthsatz
Auf der Au 28
D-54296 Trier

Dr. Hans Reichert
Hommerstr. 17
D-54290 Trier

Eingang des Manuskripts bei der Schriftleitung:
15.12.2005

Nachträgliche Anmerkung der Autoren:

Die Überprüfung eines nachträglichen Hinweises von Herrn Bujnoch, Trier, betätigte ein weiteres Vorkommen von *Osmunda* in der Schneifel: 1 Stock in Quellbereich des Steinigenbachs (5704/1).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: 92

Autor(en)/Author(s): Ruthsatz Barbara, Reichert Hans

Artikel/Article: Verbreitung und mögliche Ursachen für den Rückgang von Osmunda regalis in Hunsrück und Schneifel 33-58