

TELMA	Band 41	Seite 29 - 66	7 Abb., 7 Tab.	Hannover, November 2011
-------	---------	---------------	----------------	-------------------------

Moorvegetation und -entwicklung der Drei Seen im mittleren Odenwald (Bayern)

Mire vegetation and development of Drei Seen in the central Odenwald
(NW Bavaria)

In memoriam Gisbert Große-Brauckmann (1926 - 2001)

ARTHUR BRANDE, KATJA WEICHHARDT-KULESSA
und STEFAN ZERBE

Zusammenfassung

Flora, Moorvegetation, rezente und fossile Pollenführung der im Mittelalter angelegten Fischteiche Drei Seen wurden untersucht. Jeder der Seen weist aktuell unterschiedliche Stadien der Moorentwicklung auf. Kleinseggenesellschaften des *Caricetum fuscae* und *Caricetum rostratae* herrschen vor, im freien Wasser *Potamogeton natans*, *Juncus bulbosus* und ufernah *Carex rostrata*. Der Pollenniederschlag wird mit der aktuellen Vegetation im Moor und dem 500 m-Umkreis verglichen. Die soligene Moorentwicklung im Bachtal beginnt in der Nachrömerzeit. Mit Anlage der Fischteiche und den zunehmenden spätmittelalterlichen Waldrodungen geht die Moorentwicklung am Talrand in verstärkte Torfbildung über, während die limno-minerogenen Teichsedimente rasch akkumulieren. Randliche Mooraustrocknung und mesotrophe Riedtorfbildung in den Teichen führen seit den Aufforstungen der letzten 250 Jahre zum heutigen Zustand des FFH-Schutzgebietes. Vorschläge zum Biotop-Management erstrecken sich auf Gewässer, Moor und umgebende Forsten.

Abstract

Flora, mire vegetation, actual and fossil pollen precipitation of medieval fish ponds are investigated. At present days each pond shows different stages of mire development. Small sedge communities of *Caricetum fuscae* and *Caricetum rostratae* prevail, in open waters *Potamogeton natans*, *Juncus bulbosus* and at the pond margins *Carex rostrata* grow. The pollen precipitation is compared with the actual vegetation cover of the mire and its 500 m radius. Soil dependent mire formation in the brook valley starts in post-Roman times. After construction of the fish ponds and increasing forest clearance the mire development continues by increasing peat formation, and in the ponds limno-minerogenic sediments accumulate fastly. Mire desiccation at the valley margins and mesotrophic fen peat formation in the remnant ponds during

the last 250 years by surrounding afforestation lead to the present day status of a protected area within the Nature 2000 fauna-flora-habitat system. Proposals for nature reserve management are applied to the lake and mire biotops as well as the surrounding forests.

1. Einführung

Der vorliegende Beitrag ist eine Fortführung und Ergänzung zu der Untersuchung zweier kleiner Waldmoore im Spessart (WEICHHARDT-KULESSA et al. 2007). Die Arbeit über die Drei Seen ist zum 10. Todestag dem Gedenken an Prof. Dr. Gisbert Große-Brauckmann gewidmet, der von Darmstadt aus mit seiner Geobotanik-Arbeitsgruppe mehrere Moore im Spessart und Odenwald erforscht hat. Auch an die umfangreiche Tätigkeit für die DGMT sei hier erinnert (JOOSTEN 1997, CASPERS & SCHWEIKLE 2001, GROSSE-BRAUCKMANN 2001 mit Schriftenverzeichnis; weitere bio-bibliographische Angaben im Anhang). Die autobiographisch-moorkundlichen Erinnerungen, die 2001 in TELMA erschienen sind, schrieb er im April 2000. Von April 1998 bis Juli 2000 korrespondierten und sprachen wir mit Herrn Große-Brauckmann über unsere Ergebnisse bzw. Projekte im Odenwald und Spessart. Er teilte uns seine Absicht mit, die Befunde aus dem westlichen Buntsandstein-Odenwald (1 - 4 in Abb. 1) 2000 in TELMA zu veröffentlichen. Sie sind dann 2001 posthum in CAROLINEA erschienen (GROSSE-BRAUCKMANN † & LEBONG 2001). Die Untersuchung an den Drei Seen geht wie die an anderen kleinen Mooren beider Mittelgebirge und des nördlich anschließenden Taunus von der pollenanalytischen Erstbearbeitung durch JAESCHKE (1935, 1936) aus. Mit der pollenanalytischen Neuuntersuchung wurde nunmehr eine floristisch-vegetationskundliche Aufnahme und Kartierung verbunden. Entsprechende Voruntersuchungen gab es hier bisher nicht (KNAPP 1963). Für die Drei Seen als FFH-Gebiet Nr. 6320-371 im Schutzgebietssystem Natura-2000 wurden vier Lebensraumtypen (Pfeifengraswiesen, Übergangs- und Schwingrasenmoore, Torfmoorschlenken und Auenwälder) auf pflanzensoziologischer Verbandsebene ermittelt (LFU BAYERN 2004/08).

2. Untersuchungsgebiet

Seit JAESCHKE (1935) sind im Odenwald mehrere kleine Moore vegetationsgeschichtlich untersucht worden (Abb. 1, Tab. 1). Das Moor an den Drei Seen (6 in Abb. 1) liegt im mittleren Teil des Buntsandstein-Odenwaldes (Hinterer Odenwald, bayerischer Teil, Reg.-Bez. Unterfranken), das 2 km entfernte Moor im Eutergrund (5 in Abb. 1) auf der Landesgrenze Bayern/Hessen. Weitere untersuchte Moore liegen im hessischen Teil des Buntsandstein-Odenwaldes (1 - 4 in Abb. 1). Auch die weiter westlich zwischen Mannheim und Darmstadt im kristallinen Odenwald (Vorderer Odenwald) vorkommenden Moore (GROSSE-BRAUCKMANN et al. 1973, GROSSE-BRAUCKMANN 1999) sind zu berücksichtigen (Tab. 7).

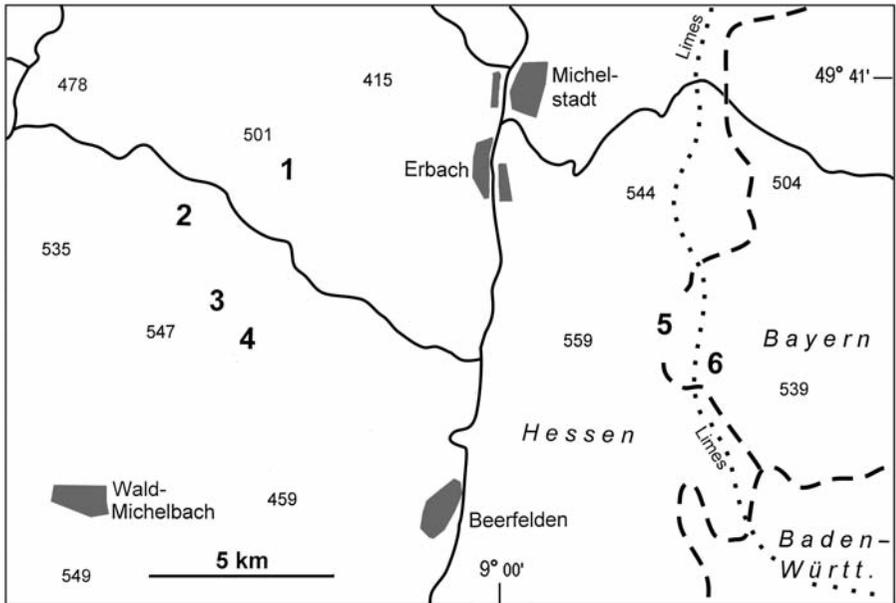


Abb. 1: Untersuchte Moore im Buntsandstein-Odenwald. 1 - 4: westlicher Teil, 5 - 6: mittlerer Teil. Näheres in Tab. 1. 415 - 559: Höhenpunkte (m NN).
 Investigated mires of the red sandstone Odenwald. 1 - 4: western part, 5 - 6: central part. For more details see tab. 1. 415 - 559: elevation (m a.s.l.).

Tab. 1: Untersuchungsstand der Moore im Buntsandstein-Odenwald (Abb. 1). A – JAESCHKE (1935), B – GROSSE-BRAUCKMANN et al. (1984), C – GROSSE-BRAUCKMANN (2000), D – GROSSE-BRAUCKMANN † & LEBONG (2001), E – LAGIES (2005, 2006), [E] – STEGMÜLLER (1983), zit. in LAGIES (2005), F – WEICHHARDT-KULESSA (2011), G – vorliegende Publikation. () – nur Kurzangaben.
 Status of mire investigation at the red sandstone Odenwald (fig. 1). A – JAESCHKE (1935), B – GROSSE-BRAUCKMANN et al. (1984), C – GROSSE-BRAUCKMANN (2000), D – GROSSE-BRAUCKMANN † & LEBONG (2001), E – LAGIES (2005, 2006), [E] – STEGMÜLLER (1983), cit. in LAGIES (2005), F – WEICHHARDT-KULESSA (2011), G – this publication. () – short informations only.

Nr. in Abb. 1	Bezeichnung	Höhenlage (m NN)	aktuelle Vegetation	Stratigraphie	Moor-mächtigkeit	Großreste	Pollen
1	Baiersgrund	380	(C) (D)	(A) (D)	0-105 A 50-128 D	D	A D
2	Hirschwiese	400	–	(C) (D)	3-218 D	D	D
3	Kleine Striet	450	(C) (D)	C (D)	6-93 C D	C D	C D
4	Rotes Wasser (NSG)	400-460 A, B 425 B, E	B (E)	(A) B E	0-110 A B 0-123 E	(E)	A B E
5	Eutergrund (NSG)	402	[E]	E	9-95 E 0-150 E	(E)	E
6	Drei Seen (FFH)	582-485	F G	(A) G	0-90 A 0-75 G 68-115 G	(G)	A G

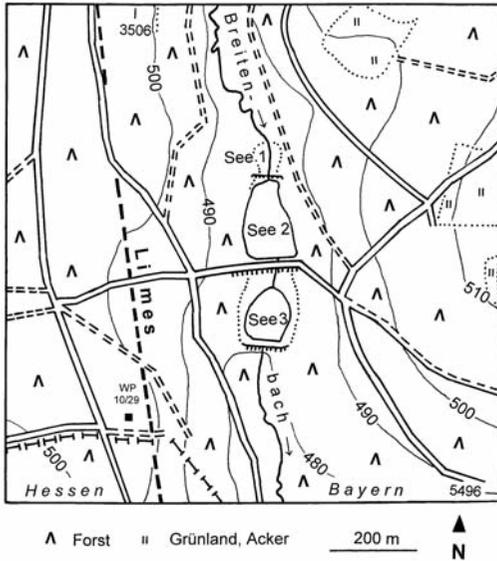


Abb. 2: Das Untersuchungsgebiet Drei Seen. Kartengrundlage: TK 25, Bl. 6320 Michelstadt, Hess. LVA 1996. Koordinaten: Gauss-Krüger.
Investigation area Drei Seen. Map data base: TK 25, Bl. 6320 Michelstadt, Hess. LVA 1996. Coordinates: Gauss-Krüger.

Im Gebiet um die Drei Seen sind lehmig-sandige Braunerden und Podsole auf Buntsandstein-Verwitterung mit periglazialer Lehm- und Lößlehmdecke verbreitet, örtlich auch Parabraunerden und stellenweise Pseudogleye. Die mittleren Jahresniederschläge liegen bei (650-) 850 (-950) mm, das Januar- und Julimittel der Temperatur bei 0 (bis - 1,5) und 17,5 °C (TEXTOR 1991). Die Drei Seen befinden sich im ehemals Fürstlich Leiningenschen Forst (Wildgehege), der 1802/03 nach der Säkularisation des Klosters Amorbach vom Fürstenhaus erworben wurde. Die Seen wurden im Mittelalter von der dortigen Benediktinerabtei als Fischteiche durch Aufstau mittels dreier hintereinander liegender Dämme im oberen Tal des Breitenbaches (Abb. 2) angelegt (Angaben nach TEXTOR 1991, Näheres bei WEICHHARDT-KULESSA 2011). Fischteiche entstanden besonders im Spätmittelalter auch anderenorts zahlreich (GRAUVOGL et al. 1994).

3. Methoden

3.1 Flora und Vegetation

Flora und Vegetation wurden nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) in der Vegetationsperiode 2004 von K. Weichhardt-Kulessa kartiert. Als Aufnahmeflächen der Vegetation dienten homogene Pflanzenbestände in der Größe der Minimumareale für

Moore von 1-5 m² nach DIERSSEN (1990). Insgesamt wurden 84 Vegetationsflächen im Bereich der Seen 1-3 aufgenommen und 57 Arten an Blütenpflanzen, Farnen und Moosen ermittelt. Die Nomenklatur der Farn- und Blütenpflanzen richtet sich nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), die der Moose nach FRAHM & FREY (2004) bzw. für *Sphagnum* nach DIERSSEN (1996). Für die pflanzensoziologische Einordnung und Nomenklatur wurden die Arbeiten von OBERDORFER (1983, 1992), PHILIPPI (1981) und DIERSSEN (1996) herangezogen. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen dem Caricetum fuscae und dem Caricetum rostratae wurden für die Zeigerwerte Feuchte, Reaktion und Stickstoffverfügbarkeit nach ELLENBERG et al. (2001) mit dem U-Test nach MANN/WHITNEY (SACHS 2004) überprüft.

3.2 Pollenanalyse

Durch Vorsondierungen wurden Bohrstellen mit geeigneter Sedimentmächtigkeit und -beschaffenheit ermittelt. Grobe, schwach zersetzte, wässrige Torfe wurden wegen Pollen-Perkolation ebenso ausgeschlossen wie überwiegend minerogene Schichtfolgen mit stark allochthoner Pollenführung. Deshalb musste am Punkt A (Abb. 3) auf den oberflächlich vererdeten Randbereich des Moores übergegangen werden, zumal da die Sedimentmächtigkeit im mittleren Bereich des Moores nicht höher war.

Die Bohrungen A - C (Abb. 3) wurden am 25./26.8.2000 von A. Brande, S. Zerbe und M. Lagies mit dem Kammerbohrer (System Jowsey, LANG 1994) abgeteuft, die Basissedimente mit der Dachnowski-Sonde gewonnen. Am Punkt A wurden die oberen 7 cm als Monolith ausgestochen. Die vier Oberflächenproben (Tab. 4) entnahm K. Weichhardt-Kulesa am 22.7.2004 in unmittelbarer Nähe vom Punkt A. Orientierende Pollenanalysen aus den Bohrungen A - C hatte M. Lagies im November 2000 im Rahmen des Projektes „Palynologische Untersuchungen von Mooren der Mittelgebirge Spessart und Odenwald zur Rekonstruktion der Vegetations-, Siedlungs- und Landnutzungsgeschichte“ im DFG-Schwerpunktprogramm „Wandel der Geo-Biosphäre während der letzten 15 000 Jahre – Kontinentale Sedimente als Ausdruck sich verändernder Umweltbedingungen“ durchgeführt. Sie dienten auch der Auswahl für die am 16./21.1.2001 entnommenen und an H. Erlenkeuser (Leibniz-Labor Kiel) eingesandten ¹⁴C-Proben aus den Bohrungen A und B, deren Ergebnisse hier erstmals mitgeteilt werden (Tab. 6). Dafür wurde von M. Lagies ein Übersichtspollendiagramm der Bohrung A (Laborbezeichnung DS 3a) ausgearbeitet, das auch dem DFG-Abschlußbericht vom März 2001 beigelegt war (SUKOPP et al. 2001). Für die vorliegenden Pollendiagramme (Abb. 5 und 6) wurden die Sedimente der Bohrungen A und B im März und August 2003 jedoch völlig neu beprobt und von G. Hinz im Juli/September 2003 analysiert. Die Analyse der Oberflächenproben (Tab. 4) nahm A. Brande im März 2011 vor. Zum näheren Vergleich der Entfernungskomponenten des rezenten Pollenniederschlags der Oberflächenproben mit den subrezentem und fossilen Pollenspektren wurde die blühfähige Gehölzvegetation (Abb. 4, Tab. 5) in einem 500 m-Umkreis der Bohrung A am 2.6.2004 von S. Zerbe, A. Brande und K. Weichhardt-Kulesa kartiert. Ein Ver-

gleich der aktuellen Vegetation mit dem Pollendiagramm Drei Seen A (Abb. 5) wurde am 8.9.2005 vor Ort ebenfalls von S. Zerbe, A. Brande und K. Weichhardt-Kulesa vorgenommen.

Die Pollenproben wurden in 10 bzw. 5 cm-Abständen (Bohrungen A und B) nach dem KOH-Acetolyse-Verfahren aufbereitet (FAEGRI & IVERSEN 1989). Jede Probe wurde auf mindestens 500 bzw. 300 Gehölzpollen (excl. *Betula*, *Alnus*, *Salix*, *Corylus*) ausgezählt. Die Bestimmung der Pollenkörner und Sporen folgt FAEGRI & IVERSEN (1993), die Nomenklatur der Pollentypen BEUG (2004).

Die Pollendiagramme (Abb. 5 und 6) sind in zwei Teile gegliedert, die den Gehölzpollen (*Quercus* bis *Corylus*) und den Pollen krautiger Pflanzen (*Cerealia* bis *Potamogeton*) nebst *Varia*, *Indeterminata* und zwei Grünalgen-Gattungen des freien Wassers (*Pediastrum*, *Botryococcus*) umfassen. Die Grundsumme für sämtliche Prozentangaben bilden die Gehölze excl. *Salix*, *Alnus*, *Betula* und *Corylus* (= 100 %). Die Datierung der lokalen Pollenzonen LPZ 1 - 3 richtet sich nach den ¹⁴C-Angaben sowie der Siedlungs-, Nutzungs- und Forstgeschichte für die Umgebung der Drei Seen, die Gliederung der Moorentwicklung in die Phasen a - b3 nach den örtlichen Gegebenheiten. Die graphische Darstellung wurde mit dem Programm TGView, Version 2.0.2 (GRIMM 2004) vorgenommen.

4. Ergebnisse

4.1 Flora und Vegetation

Von den erfassten 57 Arten an Gefäßpflanzen und Moosen sind 12 Gehölze (Bäume, Sträucher, Zwergsträucher), 31 Krautige, 1 Farn und 13 Moose, davon 5 Torfmoose (*Sphagnum*). 12 Arten sind im Spessart und Odenwald bzw. in Bayern gefährdet (Tab. 2).

Die Vegetationskarte (Abb. 3) zeigt die räumliche Verteilung der ermittelten Pflanzengesellschaften und -bestände. Die Moorflächen des ehemaligen, heute ausgetrockneten Sees 1 sind durch randlich eingedrungene Gehölze dreigeteilt. Schnabelseggenried (*Caricetum rostratae*) und Braunseggensumpf (*Caricion fuscae*) herrschen hier vor. Im anschließenden Moorbereich von See 2 ist hingegen das Braunseggenried (*Caricetum fuscae*) stärker verbreitet. Den wasserseitigen Bereich nehmen stellenweise Bestände von Schnabelsegge (*Carex rostrata*), teilweise mit Flatterbinse (*Juncus effusus*), ein. Im freien Wasser wachsen Watten von Rasenbinse (*Juncus bulbosus*) und Schwimmendem Laichkraut (*Potamogeton natans*). Im nördlichen Teil von See 3 dominiert das *Caricetum fuscae*. Deutlich kleinflächiger kommt das *Caricetum rostratae* in den nassen bis feuchten Bereichen des landseitigen Moorrandes sowie im wasserseitigen Rand des Sees vor. *Carex rostrata* wächst zudem wasserseitig am mittleren und südlichen Rand als Verlandungspionier. Im freien Wasser gedeiht ein großer Bestand von *Potamogeton natans*. Bei den sonstigen

Tab. 2: Gefährdete Pflanzenarten im Kartiergebiet Drei Seen nach WEICHHARDT-KULESSA (2011), verändert. Gefährdungsgrade für Moose nach MEINUNGER & NUSS (1996), für Gefäßpflanzen nach SCHEUERER & AHLMER (2003). 3 – gefährdet, v – Vorwarnstufe, uA – unterschiedliche Angaben bei Artengruppen (agg.), oA – ohne Angabe, n – nicht gefährdet.

Endangered plant species in the mapped area of Drei Seen, according to WEICHHARDT-KULESSA (2011), modified. Degrees of endangering for mosses from MEINUNGER & NUSS (1996), for vascular plants from SCHEUERER & AHLMER (2003). 3 – endangered, v – pre-endangered, uA – different status for species aggregates (agg.), oA – without notes, n – not endangered.

Arten	Odenwald-Spessart	Bayern	Deutschland
Gefäßpflanzen			
<i>Carex canescens</i>	3	v	n
<i>Eriophorum angustifolium</i>	v	v	n
<i>Hypericum pulchrum</i>	v	v	n
<i>Juncus bulbosus</i>	v	v	n
<i>Agrostis canina</i>	v	n	n
<i>Juncus acutiflorus</i>	n	v	n
<i>Viola palustris</i>	n	v	n
<i>Carex flava</i> agg.	uA	v	uA
<i>Eleocharis palustris</i> agg.	uA	uA	n
Moose			
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	oA	3	oA
<i>Sphagnum magellanicum</i>	oA	3	oA
<i>Polytrichum longisetum</i>	oA	3	oA

Flächen, die an verschiedenen Stellen der drei Seen vorkommen, handelt es sich u. a. um Bestände mit Sumpf-Straußgras (*Agrostis canina*), Sumpfbirse (*Eleocharis palustris*), Flatterbinse (*Juncus effusus*), Spitzblütiger Binse (*Juncus acutiflorus*), Flutendem Schwaden (*Glyceria fluitans*), Schwarzerle (*Alnus glutinosa*), Ohrweide (*Salix aurita*) und Fichte (*Picea abies*), aber auch Bulten mit *Polytrichum commune*, *Sphagnum*-Arten und Harzer Labkraut (*Galium saxatile*) gehören dazu. Diese Arten sind ebenso in den o. g. Kleinseggenrieden vertreten (Tab. 3). Die hier aufwachsenden Gehölze sind Bestandteil der Krautschicht bis 1,3 m Höhe und kennzeichnen die Moorränder bzw. den aus den angrenzenden Forsten eindringenden Anflug. Lediglich im Kiefern-Erlenbestand am östlichen Rand von See 3 hat sich ein kleiner Moorwald entwickelt (Abb. 3 und 4, Tab. 5: Teilfläche 3), dem auch Fichte (*Picea abies*), Birke (*Betula pendula*) und nichtblühend Faulbaum (*Frangula alnus*) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*) angehören, in der Krautschicht Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*), Besenheide (*Calluna vulgaris*) und wenige Arten der Braunseggenriede und -sümpfe.

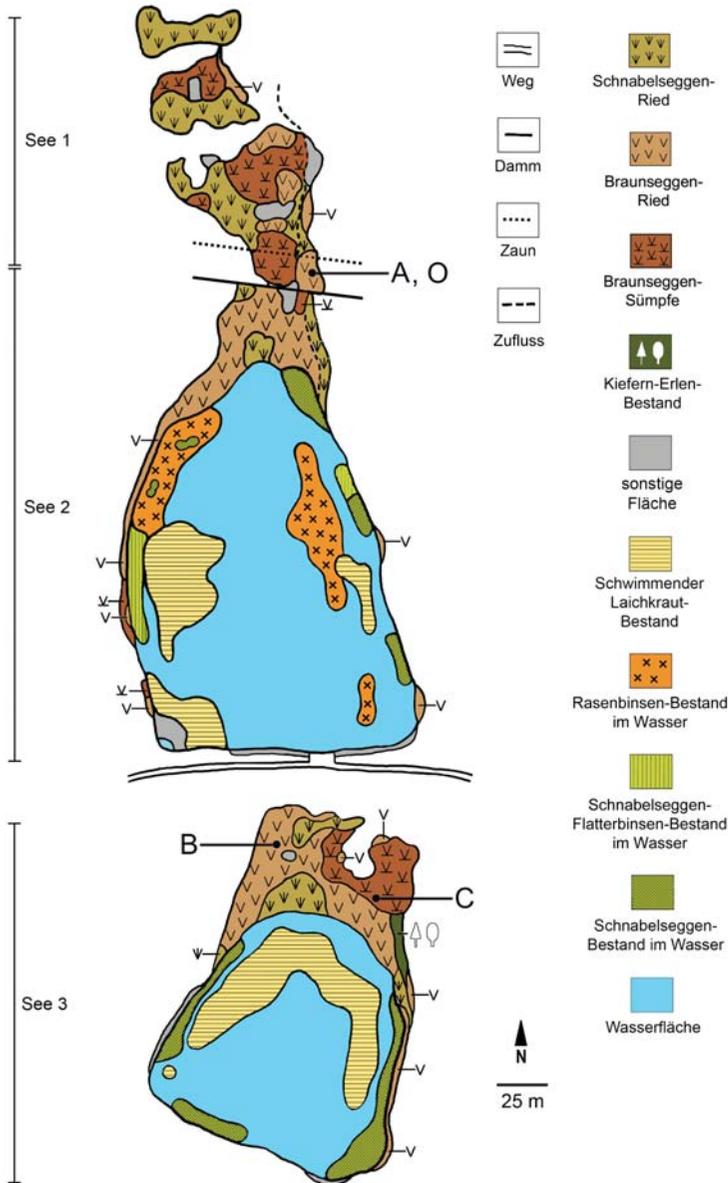


Abb. 3: Karte der Moorvegetation der Drei Seen. Kartierung: K. Weichhardt-Kulesa 2004, nach WEICHHARDT-KULESSA (2011), verändert. A - C: Bohrpunkte, O: Oberflächenproben 1 - 4. Map of the Drei Seen mire vegetation by K. Weichhardt-Kulesa 2004, according to WEICHHARDT-KULESSA (2011), modified. A - C: coring sites, O: pollen surface samples 1 - 4.

Tab. 3: Synthetische Stetigkeitstabelle der Kleinseggenriede an den Drei Seen. Vereinfachte Zusammenstellung aus den pflanzensoziologischen Tabellen von WEICHHARDT-KULESSA (2011). Pflanzengesellschaft A – Schnabelseggenried (*Caricetum rostratae*), B – Braunseggenried (*Caricetum fuscae*), C – Braunseggensumpf (*Caricion fuscae*). Stetigkeitsklassen nach DIERSSEN (1990) in Prozent; r: 0 - 5, +: 6 - 10, 1: 11 - 20, 2: 21 - 40, 3: 41 - 60, 4: 61 - 80, 5: 81 - 100 % Stetigkeit im Aufnahmekollektiv.

Comprehensive consistency table of small sedge communities of Drei Seen. Simplified compilation on the basis of phytosociological tables by WEICHHARDT-KULESSA (2011). Plant community A – *Caricetum rostratae*, B – *Caricetum fuscae*, C – *Caricion fuscae*. Consistency classes according to DIERSSEN (1990) in percent; r: 0 - 5, +: 6 - 10, 1: 11 - 20, 2: 21 - 40, 3: 41 - 60, 4: 61 - 80, 5: 81 - 100 % consistency in the total of vegetation relevés.

Pflanzengesellschaft	A	B	C
Zahl der Vegetationsaufn.	22	38	18
Krautige			
<i>Carex rostrata</i>	5	3	-
<i>Carex fusca</i>	-	2	-
<i>Carex canescens</i>	-	4	-
<i>Carex echinata</i>	1	3	+
<i>Carex flava</i>	-	-	r
<i>Eriophorum angustifolium</i>	1	2	1
<i>Molinia caerulea</i>	5	4	4
<i>Agrostis canina</i>	2	4	4
<i>Holcus mollis</i>	1	1	2
<i>Lysimachia vulgaris</i>	4	4	4
<i>Viola palustris</i>	2	2	3
<i>Scutellaria galericulata</i>	1	2	+
<i>Equisetum fluviatile</i>	1	1	+
<i>Glyceria fluitans</i>	1	+	+
<i>Juncus acutiflorus</i>	3	2	3
<i>Juncus effusus</i>	3	4	3
<i>Juncus bulbosus</i>	-	r	+
<i>Ranunculus flammula</i>	-	r	-
<i>Potentilla erecta</i>	r	1	+
<i>Galium saxatile</i>	-	1	1
Moose			
<i>Sphagnum fallax</i>	5	4	4
<i>Sphagnum palustre</i>	1	1	2
<i>Sphagnum flexuosum</i>	-	1	1
<i>Sphagnum denticulatum</i>	r	1	+
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	-	r	-
<i>Polytrichum commune</i>	2	2	3
<i>Polytrichum longisetum</i>	-	r	1
<i>Calliergon stramineum</i>	+	-	-
<i>Drepanocladus aduncus</i>	-	r	-
sonstige Krautige			
<i>Festuca rubra</i>	1	r	+
<i>Carex ovalis</i>	-	-	+
<i>Carex pallescens</i>	-	-	+
<i>Carex pilulifera</i>	-	r	-
<i>Dryopteris dilatata</i>	+	-	-
Gehölze, Zwergsträucher			
<i>Alnus glutinosa</i>	1	1	1
<i>Frangula alnus</i>	r	+	+
<i>Salix aurita</i>	r	r	-
<i>Sorbus aucuparia</i>	-	+	+
<i>Betula pendula</i>	-	-	1
<i>Populus tremula</i>	r	-	-
<i>Pinus sylvestris</i>	+	1	1
<i>Picea abies</i>	+	+	1
<i>Fagus sylvatica</i>	1	r	+
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	+	r	-
<i>Calluna vulgaris</i>	-	r	+
<i>Vaccinium myrtillus</i>	-	r	+

In der Vegetationskarte aus den 84 pflanzensoziologischen Aufnahmen ist das Caricetum rostratae mit 22, das Caricetum fuscae mit 38, das Caricon fuscae mit 18 Aufnahmen (Tab. 3), die sonstigen Flächen mit 5 und der *Pinus sylvestris*-*Alnus glutinosa*-Bestand mit 1 Aufnahme belegt. Die syntaxonomische Zuordnung der einzelnen Arten zu den pflanzensoziologischen Einheiten unterschiedlichen Ranges innerhalb der Moorgesellschaften ist in den Tabellen bei WEICHHARDT-KULESSA (2011) aufgeführt.

4.2 Vegetations- und moorgeschichtliche Befunde

4.2.1 Rezenter Pollenniederschlag

Die Bewertung des Pollendiagramms setzt die Kenntnis der Beziehung zwischen Polleneinzugsgebiet und Pollenniederschlag am Untersuchungspunkt voraus. In kleinen, von Wald/Forst umgebenen Mooren wie den Drei Seen stammen mehr als 85 % aus dem örtlichen und Umgebungs-Pollenniederschlag im 500 m-Umkreis, der Rest aus dem Nah- (bis 10 km) und Weit- bis Fernflughniederschlag (FIRBAS 1949, BRADSHAW 1988, LANG 1994; vgl. BRANDE 2007). Vor allem die Erfassung des Pollenniederschlags der Moorvegetation (a in Tab. 4) und dessen Abgrenzung gegen die Bestände der umgebenden terrestrischen Standorte (b) sind zu beachten.

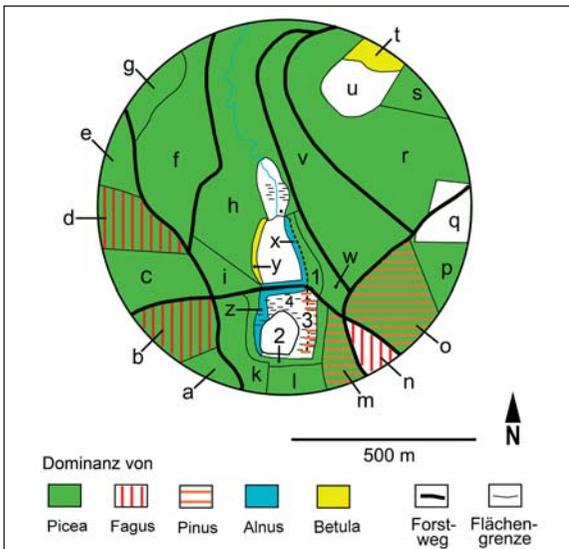


Abb. 4: Karte der blühfähigen Gehölze im 500 m-Umkreis der Bohrung A (Punkt im Zentrum) und der Oberflächenproben. Kartierung: S. Zerbe, A. Brande, K. Weichhardt-Kulessa 2004. Näheres in Tab. 5.

Map of flowering trees and shrubs in the 500 m radius around the coring site A (spot in the map centre) and the surface pollen samples. Mapping by S. Zerbe, A. Brande, K. Weichhardt-Kulessa 2004. For more details see tab. 5.

Der örtliche Moor-Pollenniederschlag ist in den Oberflächenproben 1 - 4 und Probe 1 cm bei den Gehölzen mit den starken Pollenproduzenten *Alnus* und *Betula* vertreten, bei den Krautigen mit Poaceae, besonders *Molinia*. Bei den schwachen Pollenproduzenten ist von den Gehölzen *Salix* präsent, bei den Krautigen z. B. Rubiaceae mit *Galium saxatile*. Auffallend ist der geringe Anteil der Cyperaceae (*Carex*, *Eriophorum*), vor allem aus den am Untersuchungspunkt vorherrschenden Braun- und Schnabelseggen-Gesellschaften (Abb. 3, Tab. 3). *Sphagnum*-Sporen aus dem Material der Oberflächenproben und den angrenzenden Torfmoosflächen fehlen völlig. In beiden Fällen sind vermutlich vorherrschend vegetative Bestände die Ursache. Auch treten *Carex fusca* und *C. echinata* an Ort und Stelle nur mit geringen Deckungsgraden auf.

Der Umgebungs-Pollenniederschlag bis 500 m (b in Tab. 4) zeigt sich bei den Gehölzen in der Dominanz von *Pinus* über *Picea* und *Fagus* und damit im Unterschied zur Reihenfolge *Picea*, *Fagus*, *Pinus* in den Beständen der Teilflächen (Abb. 4 und Tab. 5). Das Vorherrschen von *Pinus* als dem stärksten dieser drei Pollenproduzenten geht auf die Moorrand- und Forstbestände südöstlich des Untersuchungspunktes (Teilflächen 3, m, o und z in Abb. 4 und Tab. 5) und möglicherweise auf Forstflächen im Nah- bis Weitflugniederschlag (c in Abb. 4) zurück. Der weitere Vergleich zwischen Pollenniederschlag und Gehölzbeständen im 500 m-Umkreis ergibt sich aus Tab. 4 und 5. So sind *Quercus* und *Larix/Pseudotsuga* entsprechend ihrer Pollenproduktivität am Bestandaufbau vertreten. Die prozentualen Anteile der Forstbaumarten lagen 1990 im weiteren Umkreis der Drei Seen nach TEXTOR (1991) bei *Pinus* mit 40, *Picea* 25 - 30, *Fagus* 20 - 25, *Quercus* 5 - 10 und *Pseudotsuga* (incl. *Larix*) mit 5 %.

Tab. 4: Vergleich der Pollenspektren der Oberflächenproben (OP) 1 - 4 und Probe 1 cm mit der subrezenten Probe 5 cm aus dem Diagramm Drei Seen A (Abb. 5). Entnahme der Oberflächenproben am 22.7.2004 von K. Weichhardt-Kulesa auf einem Ost-West-Transekt 2 - 8 m vom Bohrpunkt A im Caricetum fuscae aus dem frischen vitalen *Sphagnum*-Zuwachs (1, 2: *Sphagnum palustre* und *fallax*, 3: *Sphagnum girgensohnii*, 4: *Sphagnum palustre* und *girgensohnii*). Pollenanalysen: A. Brande (OP 1 - 4), G. Hinz (1 und 5 cm). Berechnung und Reihenfolge der Taxa wie in Abb. 5 und 6. **a - c**: aktuelles Vorkommen 2003/2004 (nur die nächstgelegenen Vorkommen sind berücksichtigt). **a**: Moorvegetation Drei Seen (Abb. 3 und Tab. 3), **b**: 500 m-Umkreis (Umgebungs-niederschlag, s. Abb. 4), **c**: 0,5 - 10 km-Umkreis (Nahflugniederschlag). siehe die beiden folgenden Seiten

Comparison of surface sample pollen spectra (OP) 1 - 4 and sample 1 cm, compared with the subrecent sample 5 cm of pollen diagram Drei Seen A (fig. 5). Collection of the pollen surface samples 22.7.2004 by K. Weichhardt-Kulesa at an east-west transect 2 - 8 m distant from coring site A within the Caricetum fuscae from growing *Sphagnum* hummocks (1, 2: *Sphagnum palustre* and *fallax*, 3: *Sphagnum girgensohnii*, 4: *Sphagnum palustre* and *girgensohnii*). Pollen analyses: A. Brande (OP 1 - 4), G. Hinz (1 and 5 cm). Percent calculation and taxa sequence as in fig. 5 and 6. **a - c**: presence in 2003/2004 (only the nearest occurrences have been regarded). **a**: mire vegetation Drei Seen (fig. 3 and tab. 3), **b**: 500 m radius (surrounding pollen precipitation, see fig. 4), **c**: 0,5 - 10 km radius (near distance pollen precipitation).

Pollen-/Sporentyp	Gattungen, Arten	a - c	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	1 cm	5 cm
Gehölze								
Quercus	<i>Qu. petraea, robur</i>	b	5,0	3,2	4,5	1,9	3,1	12,5
Fagus	<i>F. sylvatica</i>	b	20,7	24,7	21,7	23,8	19,8	11,3
Picea	<i>P. abies</i>	b	20,1	23,1	30,8	28,8	19,7	19,9
Pinus	<i>P. sylvestris</i>	b	41,2	33,3	30,4	34,8	41,6	52,0
Abies	<i>A. alba</i>	c	0,4	0,2	0,2	-	-	-
Larix-Typ	<i>Larix, Pseudotsuga</i>	b	1,7	2,4	2,3	1,1	2,1	-
Ulmus	<i>Ulmus glabra</i> u. a.	c	0,2	0,2	-	-	-	0,2
Tilia	<i>T. cordata, platyphyllos</i>	c	0,8	0,4	0,6	0,4	0,2	-
Fraxinus	<i>F. excelsior</i>	c	1,5	1,0	0,8	0,8	1,6	0,6
Acer	<i>A. platanoides, pseudopl.</i>	c	-	0,8	-	0,8	-	-
Taxus	<i>T. baccata</i>	c	-	-	0,2	-	-	-
Carpinus	<i>C. betulus</i>	c	3,7	4,3	5,2	4,0	2,4	2,6
Populus	<i>P. tremula</i>	a	-	0,2	0,2	-	-	0,2
Juniperus	<i>Juniperus, Thuja</i>	b	-	-	0,4	-	0,3	0,2
Sambucus	<i>S. nigra, racemosa</i>	b	0,2	-	0,4	3,0	3,3	0,2
Juglans	<i>J. regia</i>	c	-	-	0,2	0,2	0,5	-
Castanea	<i>C. sativa</i>	c	4,3	5,9	2,1	2,8	5,0	1,0
Aesculus	<i>Ae. hippocastanum</i>	c	-	-	-	-	-	0,2
Platanus	<i>P. acerifolia</i>	c	-	0,4	0,2	-	-	0,2
Vitis	<i>V. vinifera</i>	c	0,2	-	-	-	0,2	0,2
Oleaceae p.p.	<i>Ligustrum, Syringa</i>	c	-	-	-	-	-	0,4
Salix	<i>S. aurita</i>	a	1,0	0,6	1,6	1,3	0,7	2,4
Alnus	<i>A. glutinosa</i>	a	187,8	324,3	202,3	146,0	195,9	23,0
Betula	<i>B. pendula, non pubesc.</i>	a	20,3	16,2	27,8	16,0	21,6	70,6
Corylus	<i>C. avellana</i>	c	2,4	2,0	5,2	3,9	2,4	3,4
BP-Summe excl. Sa., Al., Be., Cor.			517	507	517	529	580	504
Krautige								
Zea	<i>Z. mays</i>	c	0,2	-	-	-	-	-
Secale	<i>S. cereale</i>	c	0,2	-	0,4	-	0,1	1,2
Cerealia p.p.	<i>Triticum, Hordeum</i> u. a.	c	-	0,6	0,2	1,1	-	6,8
Cannabis/Humulus	<i>H. lupulus</i>	b	-	0,2	-	-	-	-
Artemisia	<i>A. vulgaris</i>	c	-	-	0,2	-	-	0,6
Rumex acet.-Typ	<i>R. acetosella, acetosa</i>	b	0,2	0,4	0,2	0,6	0,1	2,2
Plantago lanceol.	<i>P. lanceolata</i>	b	1,9	0,8	0,8	1,1	0,2	3,2
Plantago ma./me.	<i>P. major, media</i>	b	-	-	-	-	-	0,4
Chenopodiaceae	<i>Ch. album</i> u. a.	b	0,2	-	0,2	0,4	0,1	0,4
Brassicaceae	<i>Cardamine</i> u. a.	b	0,4	0,6	0,6	0,4	-	0,2
Polyg. avic.-Typ	<i>P. aviculare</i>	b	-	-	-	-	-	0,2
Polyg. conv.-Typ	<i>P. convolvulus</i>	b	0,2	-	-	-	-	-
Papaver rhoeas-Typ	<i>P. rhoeas, dubium</i>	c	-	-	-	-	-	0,4
Erodium	<i>E. cicutarium</i>	b	-	0,2	-	-	-	-
Lotus	<i>L. corniculatus, uliginos.</i>	b	-	-	0,2	-	-	-
Trifolium-Typ	<i>T. repens</i> u. a.	b	0,2	-	0,8	0,4	0,1	-
Mercurialis annua	<i>M. annua</i>	c	-	-	-	-	-	0,4
Asterioideae p.p.	<i>Arctium</i> u. a.	b	-	-	-	0,2	-	-
Achillea-Typ	<i>Achillea, Tanacetum</i> u. a.	b	0,2	-	1,4	0,2	-	-
Ranunculus acris-T.	<i>R. repens</i> u. a.	a	-	-	0,2	0,4	-	-
Rubiaceae	<i>Galium saxatile</i>	a	0,4	0,6	-	0,2	-	1,0
Urtica	<i>U. dioica</i>	b	4,5	2,2	3,1	1,3	1,3	1,6
Eurumex-Typ	<i>R. obtusifolius</i> u. a.	b	0,2	-	0,2	-	-	-
Lysimachia	<i>L. vulgaris</i>	a	-	-	-	-	-	3,2
Trientalis	<i>T. europaea</i>	b	-	-	0,2	-	-	0,6
Lychnis-Typ	<i>L. flos-cuculi, Silene</i>	b	0,2	-	-	0,2	-	-

Melampyrum	<i>M. pratense</i>	b	-	-	-	-	-	0,6
Potentilla-Typ	<i>P. erecta</i>	a	-	-	-	0,2	-	0,4
Sanguisorba offic.	<i>S. officinalis</i>	b	-	-	-	-	-	0,2
Pteridium	<i>P. aquilinum</i>	b	-	0,2	-	-	-	-
Calluna	<i>C. vulgaris</i>	b	-	-	-	-	-	1,8
Poaceae p.p.	<i>Molinia, Holcus</i> u. a.	a	21,5	15,2	14,1	12,5	6,0	78,4
Cyperaceae	<i>Carex</i> div. spp., <i>Erioph.</i>	a	-	0,6	0,2	0,4	0,1	7,7
Typha angustifolia	<i>T. angustifolia</i>	b	0,2	-	-	-	-	-
Sparg. erect.-Typ	<i>S. erectum</i>	b	-	-	-	-	-	0,8
Polypodiaceae p.p.	<i>Dryopteris</i> u. a.	a, b	0,2	-	0,2	0,6	-	2,2
Dryopteris-Typ	<i>Dryopteris dilatata</i>	a, b	0,4	0,2	-	0,2	0,1	-
Sphagnum	<i>S. fallax, palustre</i> u. a.	a	-	-	-	-	-	3,8
Potamogeton	<i>P. natans</i>	a	0,2	0,2	0,4	-	-	0,2
Varia		a - c	-	-	-	0,2	-	0,2
Indeterminata		a - c	-	-	0,4	0,4	0,9	1,0
Gesamtsumme excl. Wasserpfl., Moose			1721	2360	1866	1523	2073	1599

Der übrige Umgebungs-Pollenniederschlag dominierender Gehölzbestände schließt mit *Alnus* und *Betula* (Teilflächen x-z in Abb. 4 und Tab. 5) die o.g. Moor- und Moorrandbestände von Erle und Birke ein. Auffallend ist ein häufiger *Sambucus*-Pollenfund von 3 % in der Probe 1 cm und OP 4 ohne eine kartierte bzw. übersehene örtliche Präsenz dieses schwachen Pollenproduzenten, evtl. durch Windverwehung einzelner Antheren oder Blüten aus der Umgebung. Bei den Krautigen tritt vor allem *Urtica* aus den Moorrandbereichen durchweg deutlich in Erscheinung. Arten des Waldunterwuchses, der Wegränder und Schlagfluren sowie des Grünlandes (q in Abb. 4 und Tab. 5) kommen hinzu.

Der Nahflug-Pollenniederschlag (c in Tab. 4) bereichert das Gehölzpollenspektrum durch Wald-, Forst- und Siedlungsbaumarten sowie krautige Sippen einschließlich Getreide (*Zea* bis *Cerealia* p.p.), letzteres auch aus dem Umgebungsniederschlag (u in Abb. 4 und Tab. 5).

4.2.2 Subrezenter Pollenniederschlag

Deutliche Unterschiede bestehen zwischen OP 1 - 4 und Probe 1 cm zu der Probe 5 cm (Tab. 5) aus dem 14 cm tief vererdeten Torf, der jüngsten Probe des Pollendiagramms Drei Seen A (Abb. 5): Höhere Werte gibt es in 5 cm Tiefe u.a. bei *Quercus*, *Pinus*, *Betula*, unter den Krautigen, Farnen und Moosen bei *Lysimachia*, Poaceae p.p., Polypodiaceae p.p. und *Sphagnum* sowie den Kulturpflanzen und -begleitern *Secale* incl. *Cerealia* p.p., *Rumex acetosa*-Typ und *Plantago lanceolata*. Auffallend geringere Werte haben u.a. *Fagus* und *Alnus*. Demnach hat sich in den letzten Jahrzehnten vor allem die Erle am Moor ausgebreitet, während auf dem Moor der Gilbweiderich *Lysimachia vulgaris*, ein schwacher Pollenproduzent, zurückgegangen ist und 2004 am Untersuchungspunkt nur noch sporadisch vegetativ vorkam. Im Übrigen spiegelt sich die Entwicklung der umgebenden Forsten während der letzten Jahrzehnte zwischen 5 und 1 cm bzw. OP 1 - 4 in dem Aufwachsen von

Tab. 5: Deckungsgrade blühfähiger Gehölze auf den Teilflächen der Umgebungskartierung (Abb. 4).
 +: < 1 %, 1: 1-5 %, 2: 6-25 %, 3: 26-50 %, 4: 51-75 %, 5: 76-100 % des blühfähigen Gehölzbestandes.

Cover values of flowering trees and shrubs at the partial areas of the 500 m radius map (fig. 4).
 +: < 1 %, 1: 1-5 %, 2: 6-25 %, 3: 26-50 %, 4: 51-75 %, 5: 76-100 % of the flowering tree and shrub stands.

Teilfläche	Gesamtdeckung %	<i>Picea abies</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Larix decidua</i>	<i>Pseudotsuga menz.</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Frangula alnus</i>	<i>Salix aurita</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Prunus avium</i>	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Rubus idaeus</i>
a	50	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
b	5	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
c	20	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
d	20	3	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
e	30	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
f	30	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
g	30	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
h	80	3	2	1	+	1	2	-	-	+	-	-	-	-	-	-
i	90	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
k	20	5	2	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
l	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
m	10	3	2	3	-	1	2	-	-	+	-	-	-	-	-	-
n	50	2	3	2	-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-
o	10	3	2	3	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
p	40	4	1	2	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+
q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
r	30	5	1	2	-	2	2	+	-	-	1	+	-	+	-	-
s	40	5	+	+	-	-	-	+	-	+	2	-	-	-	-	-
t	20	-	-	-	-	5	2*	-	-	2	+	-	-	-	-	-
u	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
v	70	5	1	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
w	80	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
x	40	2	-	1	4	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-
y	5	-	-	-	3	4	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
z	30	3	-	2	5	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
1	70	5	2	-	-	+	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
2	70	4	1	3	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
3	30	2	-	5	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	50	1	-	1	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* *Quercus rubra*. q: Mahdgrünland, u: Acker

Pseudotsuga und *Larix* (Teilflächen 1, i, und n in Abb. 4 und Tab. 5) und einer örtlichen Abnahme von *Quercus* zugunsten von *Fagus* wider. Zudem zeigt der prozentuale Rückgang vieler krautiger Sippen und der Getreide eine Verdichtung der das Moor umgebenden Forstbestände an. Dasselbe gilt für *Calluna*, *Artemisia* und vermutlich auch für die Sporenbildung von *Sphagnum*.

4.2.3 Die Pollendiagramme

4.2.3.1 Drei Seen A

Der rezente und subrezente Pollenniederschlag kennzeichnet die gegenwartsnahe Entwicklung des Moores und seiner Umgebung im nördlichen Teil der Drei Seen am Untersuchungspunkt A (Abb. 3). Waldgeschichtlich ist es die Phase der Bestandsetablierung der Forstbaumarten *Pinus* und *Picea*, moorgeschichtlich ein randliches Austrocknen am Untersuchungspunkt mit Torfvererdung und Rückgang bestandsbildender Cyperaceae (*Carex*, *Eriophorum*). Innerhalb des erfassten Gesamtzeitraumes der 78 cm mächtigen Schichtfolge (Abb. 5) sind drei Waldentwicklungsphasen (Lokale Pollenzonen LPZ 1 - 3) und zwei Moorentwicklungsphasen (a - b) mit Untergliederung zu unterscheiden.

Bohrpunkt A im Caricetum fuscae (Abb. 3), R 3506340 m, H 5496710 m, 485 m NN

Stratigraphie (Tiefen in cm u. O.)

0 - 14 stark zersetzter, vererdeter Torf

13 - 40 Riedtorf, etwas schluffig-sandig, stellenweise mit (Holz-)Kohle, bei 15 *Carex*-Frucht, bei 35 *Coenococcum*

40 - 78 humoser Ton mit Radizellen, etwas sandig

78 - 95 Sand, schluffig.

Chronologie (Tab. 6)

10 - 14 cm, Basis des stark zersetzten vererdeten Torfs, Beginn der LPZ 3: < 1655 cal. A.D.

35 - 40 cm, Riedtorfbasis, Beginn der LPZ 2: 1215 - 1296 cal. A.D.

Tab. 6: ¹⁴C-Daten aus den Sedimenten der Drei Seen (bulk-Proben, Zählrohr konventionell, Dr. H. Erlenkeuser, Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung, CAU Kiel).

¹⁴C-dates from the sediments of Drei Seen (bulk samples, conventional counter, Dr. H. Erlenkeuser, Leibniz laboratory for radiometric dating and isotopic research, Kiel University).

Bohrung	Tiefe (cm u. O.)	Alter B.P. (2 σ)	Alter cal. A.D.	Labor-Nr.
A	10 - 14	120 \pm 55	1655 - 1955	KI-4951.01
A	35 - 40	750 \pm 35	1215 - 1295	KI-4951.02
B	90 - 99	700 \pm 55	1255 - 1395	KI-4952.01

Vegetationsentwicklung der Moorumgebung

LPZ 1: *Fagus*-Dominanz bis 73 %, *Quercus* erreicht 29 %. Anfangs geringe, später zunehmende Kulturzeiger, besonders Cerealia, anfangs ohne *Secale*. Die dicht geschlossenen Buchenwälder mit Eiche und zunächst fast ohne Kultureinfluss sind nachrömerzeitlich, d.h. völkerwanderungszeitlich bis frühmittelalterlich. Denn der Neckar-Odenwald-Limes (110/115 - 159 n. Chr., SCHALLMAYER 2010) verlief nur 250 m westlich der Drei Seen, mit einem Wachturm (Bezeichnung WP 10/29) 450 m südwestlich vom Bohrpunkt B (Abb. 2 und 3) und den Limes-Kastellen bei Würzberg und Hesselbach 3,2 und 3,4 km nördlich und südlich der Drei Seen. Mit der Verlagerung des Limes ca. 20 km weiter nach Westen (Vorderer Limes) um 160 n. Chr. gehörte das Gebiet um die Drei Seen zur römischen Provinz Obergermanien. Die nachrömische Besiedlung des Raumes ist vom 3. bis 6./7. Jahrhundert äußerst gering. Erst im Laufe der LPZ 1 nimmt der Kultureinfluss des Mittelalters mit Getreide- und Grünlandnutzung zu. Die Buchenwaldzeit ist somit nur in ihrem jüngeren Teil erfasst. Sie beginnt im 2 km nordwestlich gelegenen Pollendiagramm Eutergrund (Abb. 1), dort mit örtlich höherem Eichenanteil, etwa um 800 v. Chr. (LAGIES 2005). Die Baumartenzusammensetzung zu Beginn von LPZ 1, besonders das *Fagus-Quercus*-Verhältnis (beide sind etwa gleiche, d.h. mittlere Pollenproduzenten) entspricht somit der natürlichen (ursprünglichen), zumindest der naturnahen Waldzusammensetzung auf den Normalstandorten in der Umgebung der Drei Seen.

LPZ 2: Nach dem Dominanzwechsel von Buche zu Eiche erreicht *Fagus* nur noch 19 %, *Quercus* hingegen 72 %. *Pinus* steigt von 2 % in der 2. Hälfte der LPZ auf 20 %. Massive Einschläge in die Buchenwälder und Schonung/Förderung der Eiche seit dem 12./13. Jahrhundert. Erste Nachweise angepflanzter *Juglans* und *Castanea* in der weiteren Umgebung. Seit Mitte des 18. Jahrhundert beginnende Aufforstungen zunächst mit Kiefer, später auch mit Fichte und stellenweise Lärche (TEXTOR 1991). Ausbreitung von *Calluna* auf devastierten Flächen und in lichten Kiefernforsten. Zunahme der Kulturzeiger, besonders Cerealia mit *Secale*, *Rumex acetosa*-Typ, *Plantago lanceolata* und Cichorioideae aus der Getreide- und Grünlandwirtschaft. Im jüngeren Teil (Hochmittelalter) Anbau von *Fagopyrum* und *Cannabis* (Buchweizen und Hanf).

LPZ 3: Die Einführung von *Picea* als Forstbaum und die weitere Zunahme von *Pinus* sind mit einem *Quercus*-Rückgang verbunden, der sich zugunsten der Buche bis in die Oberflächenproben fortsetzt. Anpflanzungen von *Aesculus* und *Platanus* seit dem 19. Jahrhundert. Der bis in die Gegenwart festgestellte Rückgang von *Calluna* und der krautigen Kulturpflanzen und -begleiter zeichnet sich bereits am Übergang von LPZ 2 zu 3 ab. Dieser ist nach der örtlichen Forstwirtschaftsgeschichte (TEXTOR 1991) deutlich jünger anzusetzen als das ¹⁴C-Maximalalter von 1665 A.D., nämlich auf etwa 1750 bis 1800. Die ersten Nadelholzforsten lagen gegen Ende des 18. Jahrhunderts 1200 m westlich der Drei Seen. Jedoch erstreckte sich die Feldmark von Breitenbuch im Unterschied zu ihrer heutigen Ausdehnung (Abb. 2) noch unmittelbar bis an den östlichen Rand der Drei Seen (TEXTOR 1991, Abb. 65).

Moorentwicklung

Phase a: In der Nachrömerzeit im Randbereich des Breitenbaches zunehmende örtliche Vernässung auf Sanduntergrund (Buntsandstein-Verwitterung) unter farnreichem Erlenbestand (*Alnus*, Polypodiaceae p.p., d.h. *Dryopteris* und/oder *Athyrium*) und Bildung eines humosen, sandig-tonigen Auensediments. *Caltha* und *Typha* als weitere Nässezeiger.

Phase b1: Im Übergang von LPZ 1 zu 2 starke örtliche Ausbreitung von *Salix* (schwacher Pollenproduzent) mit 40 %, *Alnus* mit 86 % und *Betula* mit 97 % nach dem Einsetzen der Riedtorfbildung. Das muß, in Verbindung mit den massiven Buchen-Einschlägen ins 12. - 13. Jahrhundert ¹⁴C-datiert, eine unmittelbare Folge der Anlage der Fischteiche Drei Seen durch die dreifach gestaffelte Bachdämmung sein. Im Bachrandbereich am Bohrpunkt A kam es dadurch zu weiterer und starker Vernässung/Überstauung und Moorbildung.

Phase b2: Im Laufe der Moorsukzession etabliert sich nach Rückgang der anfänglich an Ort und Stelle aufgewachsenen Weiden und Erlen bei weiterer Stauhaltung ein nasses Riedmoor vom Typ der Braun- und Schnabelseggenriede mit Cyperaceae (*Carex*, *Eriophorum*) und Poaceae p.p. (*Molinia*), Torfmoos (*Sphagnum*), stellenweise Schachtelhalm (*Equisetum fluviatile*) und offenen Wasserstellen (*Botryococcus*). Daß die Birke weiterhin auch Anteil an den angrenzenden devastierten Waldflächen hat, zeigen die gleichbleibend hohen *Betula*-Werte, die erst in den Oberflächenproben auf überwiegend moorrandnahe 20 % zurückgehen.

Phase b3: Mit dem Trockenfallen der Moorrandpartien und des angrenzenden Umflutgrabens (gestrichelte Linie in Abb. 3 und 4) in der Nadelholz-Forstperiode der LPZ 3 gehen am Bohrpunkt A die Cyperaceae stark zugunsten der Poaceae p.p., vermutlich vor allem der Wechsellnasse ertragenden *Molinia*, zurück. *Sparganium* in der seeseitigen Verlandungszone tritt nur hier kurzzeitig in Erscheinung. Damit wird der Flächenanteil der torfbildenden *Sphagnum*-reichen Seggenriede auf die heutige, in der Vegetationskarte (Abb. 3) erfasste Ausdehnung eingeschränkt.

4.2.3.2 Drei Seen B

Der pollenanalytisch untersuchte Profilteil umfasst 68 - 115 cm (Abb. 6). Die hangenden Schichten wurden wegen mangelnder Eignung (Pollen-Perkolation im Riedtorf, Fremdmaterial-Einschwemmung im Ton) nicht analysiert.

Bohrpunkt B im Caricetum fuscae (Abb. 3), R 3506290 m, H 5496450 m, 482 m NN

Stratigraphie (Tiefen in cm u. O.)

0 - 26 Riedtorf, locker, wässrig, etwas sandig

26 - 65 Ton, ockerfarben

Drei Seen B

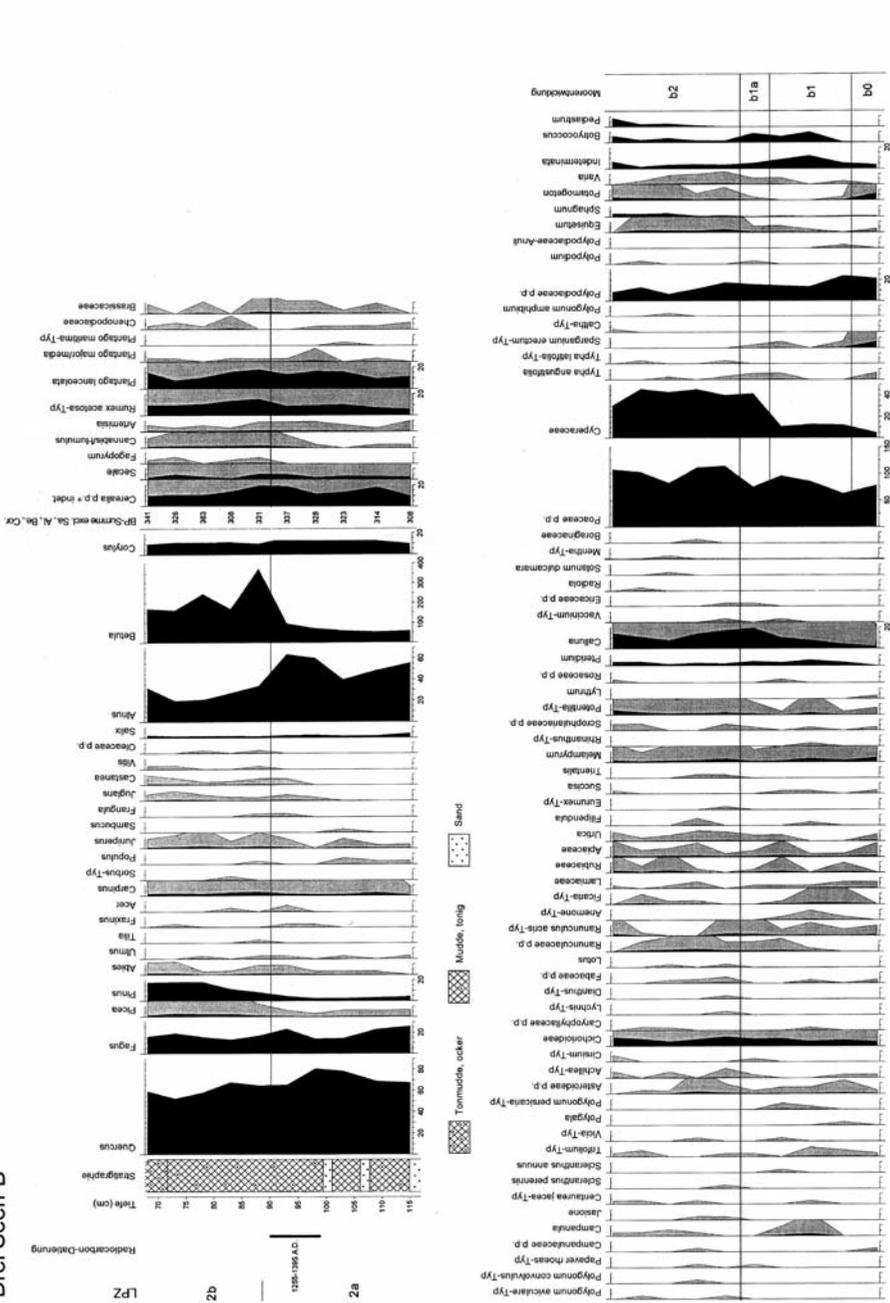


Abb. 6: Pollendiagramm Drei Seen B. Zur Berechnung s. Kap. 3.2. Analysen: G. Hinz 2003. Pollen diagram Drei Seen, site B. For percent calculation see chapter 3.2. Pollen analyses by G. Hinz 2003.

65 - 72 Tonmudde, ockerfarben

72 - 116 Mudde, tonig, bei 99 - 101 und 107 - 109 Sand, besonders bei 75 - 95 *Carex*-Früchte und etwas *Sphagnum*, bei 95 - 115 *Juncus*-Samen und *Coenococcum*

116 - 120 Sand.

Chronologie (Tab. 6)

90 - 99 cm, Mudde, tonig, oberer Teil der LPZ 2a: 1255 - 1395 cal. A.D.

Vegetationsentwicklung der Moorumgebung

LPZ 2a: *Quercus*-Dominanz bis 81 %, *Fagus* max. 53 %. Beträchtlich höhere Werte der Kulturzeiger für Getreide und Grünland als in LPZ 2 von Drei Seen A. *Calluna*-Zunahme von 2 auf 16 %. Der jüngere Teil der LPZ 2a gehört nach dem ¹⁴C-Alter in das 12./13. Jahrhundert.

LPZ 2b: *Pinus*-Zunahme auf 19 % bei *Quercus*-Rückgang unter 53 %. Durchgehende Nachweise von *Juglans* und *Castanea*, *Vitis* vereinzelt, *Juniperus* bis 2 %. Gleichbleibend hohe Werte der Kulturzeiger und von *Calluna*. *Fagopyrum* und *Cannabis* wie im jüngeren Teil von LPZ 2 im Diagramm Drei Seen A.

Moorentwicklung

Phase b0: *Potamogeton*, *Sparganium* und *Typha* weisen auf ein wenigstens stellenweise offenes Gewässer mit Verlandungssaum. *Alnus* wächst am Moorrand, ebenso Polypodiaceae p.p., d.h. *Dryopteris* und/oder *Athyrium*.

Phase b1: In dieser Phase mit zweifacher Sandeinschwemmung bleibt der Moor- und Gewässercharakter erhalten, jetzt auch mit *Botryococcus* (Grünalge).

Phase b1a: Zunahme von Cyperaceae (auch *Carex*-Früchte häufig).

Phase b2: Anfangs parallel zum *Alnus*-Rückgang von 63 auf 35 % sehr starke *Betula*-Zunahme von 97 auf 385 und später bis 347 %. *Equisetum* sowie *Sphagnum* im Moor- und Gewässerrandbereich, zunehmend mit *Pediastrum* (Grünalge). In der hangenden, nicht analysierten Schicht kommt es zur etwa 40 cm mächtigen Einschwemmung von tonigem Sediment aus Buntsandstein-Zersatz, vermutlich vom Dammbereich bzw. einer Teichberäumung nördlich des Untersuchungspunktes, und zur Ausbildung des heutigen Braunseggenriedes mit 25 cm Torf.

4.2.3.3 Drei Seen C

Bohrpunkt C im Caricion fuscae (Abb. 3), R 3506370 m, H 5496440 m, 482 m NN

Stratigraphie (Tiefen in cm u. O.)

0 - 12 Riedtorf, locker, wässrig

12 - 34 Ton/Tonmudde, dunkelgraubraun

34 - 96 Tonmudde, partienweise ockerfarben, bei 64 - 65 und 73 - 76 Sand

96 - 107 Tonmudde, zunehmend ockerfarben und sandig

107 - 115 Sand.

Aus dieser Schichtfolge wurde wegen der überwiegend minerogenen Zusammensetzung (allochthone Pollenführung) und der Ähnlichkeit mit Bohrung B kein Pollendiagramm ausgearbeitet.

4.2.3.4 Korrelation der Pollendiagramme Drei Seen A und B

Nach der Diagrammgliederung (LPZ und Moorentwicklungsphasen) umfasst das Diagramm Drei Seen B lediglich den Abschnitt mit *Quercus*-Dominanz des Diagramms Drei Seen A einschließlich des zunehmenden *Pinus*-Pollenniederschlags. Die Sedimentbildung in B setzt – offenbar mit einer hohen Ablagerungsrate – noch vor dem *Betula*-Anstieg ein. Er ist durch die beiden ¹⁴C-Proben der Bohrungen A und B auf die Zeitspanne 1215 - 1395 A.D. datiert. In dieser Phase stärkster Vegetationsdynamik treten örtliche Unterschiede zwischen den beiden 300 m voneinander entfernten Untersuchungspunkten bei einem Niveau-Unterschied von ca. 2,5 m in Erscheinung. Das betrifft vor allem die zeitliche Verzögerung des Cyperaceae-Anstiegs gegenüber *Betula* im Diagramm A und das nur dort zusammen mit dem *Betula*-Anstieg auftretende kurzzeitige Maximum von *Salix* und *Alnus* am Moorrand. Besonders auffallend sind im Diagramm B gegenüber A die durchgehend höheren, teilweise mehr als das Zweifache betragenden Werte der krautigen Kulturpflanzen und -begleiter und von *Calluna*. Fluviatiler Eintrag mit der Tonfraktion der Mudden aus dem Einzugsgebiet des die Drei Seen speisenden Breitenbachs und die etwas waldrandfernere Lage des Bohrpunktes B im Vergleich zu A mit entsprechend höherem Nahflugniederschlag (0,5 - 10 km) dürften die Ursache sein.

4.2.4 Entwicklung der Drei Seen

Die Anlage der Drei Seen als Fischteiche im 12./13. Jahrhundert (vgl. Kap. 2) mit der Errichtung der drei Staudämme ist im See 3 (Abb. 2) vermutlich mit einer Ausräumung der Bachauen- und möglichen Anmoor- bzw. Moorablagerungen verbunden gewesen. Denn die nachfolgende Muddebildung der Teichphase b0 setzt in der eichenzeitlichen LPZ 2a direkt auf dem Sanduntergrund ein (Bohrungen B und C). Sie verlief in den Teichphasen b1 - b2 sehr rasch mit wechselndem Tonanteil nebst Sandlagen und Einschwemmung von

Pflanzenresten aus den moorigen Randbereichen (*Carex*, *Sphagnum*, *Juncus*, *Coenococcum*), z.T. wahrscheinlich auch der beiden oberhalb gelegenen Teiche. Demgegenüber hat der ca. 2,5 m höher gelegene randliche Bachtalabschnitt (Bohrung A) zunächst in der buchenzeitlichen LPZ 1 der Moorphase a eine ungestörte Entwicklung einer klimatogenen Vernässung der Älteren Nachwärmezeit (Subatlantikum 2) durchlaufen. Sie ging durch die Teichanlage und Stauhaltung in eine Riedtorfbildung der dortigen Moorphasen b1 - b2 über. Mit dem Verfall der Stauanlage und des Umflutgrabens kommt es in Phase b3 am Rand von See 1 zur Torfzersetzung. Der heute ausgetrocknete See 1 ist mit Schnabelseggen- und Braunseggenried und -sumpf bewachsen (Abb. 3) und weist nur geringmächtige, überwiegend vererdete Torfe und humose minerogene Sedimente auf. In den Seen 2 und 3 entwickelten sich auf den tonigen Mudden und Tonen Seggenriede geringer Torfmächtigkeit. Da sie im See 3 ohne erkennbaren Übergang den minerogenen Sedimenten aufliegen (Bohrungen B und C), dürfte hier ein rascher Abfall des Seewasserstandes eine Verlandungsmoorbildung über Detritusmudden verhindert haben. Das zeigt sich bei vorübergehend höheren Wasserständen in einem Aufschwimmen der geringmächtigen Torfe, wie sie 2003 und 2004 bei den Bohrungen und Kartierungen als Schwingtorfdecke angetroffen wurden und zudem für Schnabelseggenriede mesotropher Kleingewässer mit Schwingrasenverlandung typisch ist (GRAUVOGL et al. 1994).

Nach mehreren Sondierungen im Braunseggenried des nördlichen Teils von See 2 wurde aus den o. g. Gründen (geringe Mächtigkeit und ungünstige Beschaffenheit der Sedimente) auf eine Bohrung für Pollenanalysen verzichtet. Das von JAESCHKE (1935) zur Klärung grundlegender waldgeschichtlicher Fragen publizierte Pollendiagramm Drei Seen „stammt von Rande des unteren Sees, dessen Ufer Fichtenhochwald, Birken- und Erlenbestand tragen“, d.h. aus dem See 3 (vgl. Abb. 2, 3 und Tab. 7). Auch die Stratigraphie entspricht im Grundtyp unseren Bohrungen B und C. Der Riedtorf ist bei Jaeschke als „Sphagnumtorf, stärker zersetzt“ bezeichnet, Ton und Tonmudden als „Sand + Ton + organ. Reste“ (Abb. 7). Der Diagrammabschnitt 85 - 35 cm bei Jaeschke entspricht unserer *Quercus*-dominierten LPZ 2, der Diagrammabschnitt 35 - 0 cm der *Pinus-Picea*-Forstwirtschaftsperiode LPZ 3. Diese in unseren Bohrungen B und C nicht analysierte Periode ist bei Jaeschke zudem vollständiger erfasst als im Diagramm Drei Seen A (Abb. 5). Aufbereitungstechnische sowie mikroskopisch-pollenanalytische Unzulänglichkeiten in den 1930er Jahren bedingen manche Unterschiede zu unseren Diagrammen A und B. So ist der *Pinus*-Anteil bei 25 - 0 cm deutlich zu hoch, und das *Corylus*-Maximum von 21 % geht z.T. auf Fehlbestimmungen in dem *Betula*-Maximum von 130 % zurück. Die örtliche Dominanz von *Betula* über *Alnus* aus dem Pollenniederschlag am Moor ist näherungsweise zutreffend ermittelt. Pollen krautiger Pflanzen („Nichtbaumpollen“) wie Poaceae p.p., Cyperaceae, Kulturzeiger usw. wurde damals nicht erfasst.

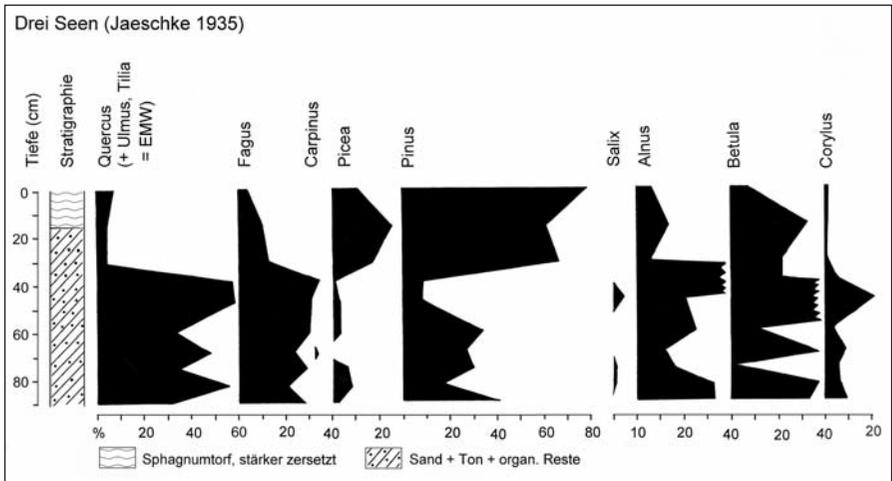


Abb. 7: Pollendiagramm Drei Seen von JAESCHKE (1935), Neuberechnung wie in Abb. 5 und 6 und Umzeichnung: A. Brande.

Pollen diagram Drei Seen by JAESCHKE (1935). For percent calculation see chapter 3.2 and fig. 5 and 6. Recalculation and redrawing by A. Brande.

5. Diskussion

5.1 Pflanzengesellschaften

Das Schnabelseggenried des Caricetum rostratae ist in den zentraleuropäischen Mittelgebirgen und dem Tiefland auf nassen, sauren, nährstoffarmen Moorstandorten mit Torfbildung verbreitet und hier vielfach in der Verlandungsvegetation vorherrschend (POTT 1992). Die dominante Schnabelsegge ist unter diesen ökologischen Bedingungen nur kleinwüchsig und unterscheidet sich darin von den verwandten Großseggenengesellschaften des Magnocaricion nährstoffreicherer Gewässer (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010), denen sie aufgrund ihrer breiten ökologisch-soziologischen Amplitude (TIMMERMANN & SUCCOW 2001) zugerechnet wird. Die Braunseggenriede und -sümpfe des Caricion fuscae mit der Zentralassoziation des Caricetum fuscae, wie sie als torfbildende Kleinseggenengesellschaften in den Mittelgebirgslandschaften auf sauren Substraten gehäuft auftreten (POTT 1992), haben außer der namensgebenden Art mit *Carex canescens*, *C. echinata* und *Viola palustris* Charakterarten, die an den Drei Seen neben der ebenfalls typischen *Agrostis canina* stetig vorkommen. Letztere wird zusammen mit *Lysimachia vulgaris*, *Viola palustris* und *Carex rostrata* von GROSSE-BRAUCKMANN & STREITZ (1977a) im Wiesbüttmoor des angrenzenden Naturraumes Spessart als eigene Pflanzengesellschaft unterschieden. Die von SUCCOW & JESCHKE (1990) als Torfmoos-Seggenried der Sauer-Zwischenmoore (mesotroph-saure Moore nach ELLENBERG & LEUSCHNER 2010) bezeichneten Bestände weisen unter den Blütenpflanzen ausschließlich Mineralbodenwasserzeiger auf.

Nur schwach und kleinflächig entwickelt sind Braun- und Schnabelseggenried im Vogelsberg an den Fischteichen bei Herbstein (BÖNSEL & GREGOR 1992). Regelmäßig treten Kleinseggenriede des *Caricetum fuscae* bei jahreszeitlich geringen Wasserstandsschwankungen auf den Hochflächen des Westharzes an den zahlreichen Stauteichen auf, die zumeist im 17. Jahrhundert für den Bergbau angelegt worden sind (BAUMANN & TÄUBER 1999; UNESCO-Weltkulturerbe Oberharzer Wasserregal: GARDIZI 2010). Weit verbreitet ist das *Caricetum fuscae*, ebenfalls bei geringer Jahresamplitude des oberflächennahen Grundwassers, in Quellsümpfen der Bäche des westlichen Unterharzes (BAUMANN 1996), offenbar in ähnlicher Ausbildung wie an den Drei Seen sowie in den Spessart-Quellmooren am Birkwasser und Ödborn (WEICHHARDT-KULESSA 2011). Unter den Kleinseggenrieden des Harzes ist das *Caricetum fuscae* überhaupt die häufigste Gesellschaft und umfasst in einem verhältnismäßig weiten Standortsspektrum mehrere überregional gültige soziologisch-ökologische Artengruppen wie die *Viola palustris*- und die *Carex canescens*-Gruppe (BAUMANN 2000). Mehrere dieser Arten sind auch an den Drei Seen vorhanden. Eine Verbindung zu dem sehr artenarmen *Caricetum rostratae* des Harzes (BAUMANN 2000, 2009) stellt die *Equisetum fluviatile*-Gruppe mit *Menyanthes trifoliata* dar. Auffällenderweise fehlt der Fiebertee in der aktuellen Vegetation und in der Moorentwicklung der Drei Seen (Pollen, Samen) ebenso wie am Birkwasser und Ödborn. Vereinzelt Wuchsorte von *Menyanthes* sind in den Mooren (Abb. 1) und entsprechenden Nassstandorten des Odenwaldes noch aus dem 20. Jahrhundert belegt, gelegentliche Fossilnachweise zudem aus dem letzten und z. T. auch aus dem vorletzten Jahrtausend (Pollen und/oder Samen, Nachweise s. in den Quellenangaben zu Tab. 1 und 7).

5.2 Moorgeschichte

5.2.1 Beginn der Moorbildung

Das Moor an den Drei Seen ist durch örtliche Vernässung im Oberlauf des Breitenbaches entstanden. Entsprechendes gilt auch für die anderen in Abbildung 1 und Tabelle 1 aufgeführten Moore des Buntsandstein-Odenwaldes (Hinterer Odenwald) sowie die beiden Moore im westlich anschließenden Kristallin-Odenwald (Vorderer Odenwald), die alle in Bachtälern entstanden sind. Entwicklungsgeschichtlich handelt es sich demnach durchgehend um initiale Versumpfungsmoore (SUCCOW 2001), d.h. ohne vorangehende limnische Phase. GROSSE-BRAUCKMANN (2000) hatte für die in seiner Arbeitsgruppe untersuchten Odenwaldmoore aufgrund von Pollenanalysen, allerdings ohne ¹⁴C-Datierungen, ganz überwiegend eine anthropogene Ursache der örtlichen Moorbildung seit dem Mittelalter wie extensive Waldnutzung und deren Folgen für Erosion und Landschaftswasserhaushalt angenommen. Neuere Untersuchungen im Roten Wasser und im Eutergrund (Tab. 7) zeigen jedoch, dass die Moorbildung dort erheblich älter ist. Für die Drei Seen ist eine anthropogene Auslösung der Versumpfung am Punkt A wenig wahrscheinlich. Sie würde eine extensive Nutzung im Umkreis des Bach-Oberlaufes in der Nachrömerzeit (Völkerwanderungszeit und Frühmittelalter) voraussetzen, die zu erhöhtem Abfluss (und zu

Tab. 7: Beginn der Versumpfungsmoorbildung in den Odenwaldmooren. PB - SA 2: Präboreal - Jüngerer Subatlantikum. Firbas-Zonen: waldbeschichtliche Abschnitte für Mitteleuropa nach FIRBAS (1949). ag – anthropogen, ksg – klimato-soligen.
 Beginning of paludification in the Odenwald mires. PB - SA 2: Preboreal - Younger Subatlantic chronozone. Firbas zones: long term forest developmental stages in Central Europe according to FIRBAS (1949). ag – anthropogenic, ksg – climate/soil dependent.

Moor	Beedenk. Moor	Atzenrod-Moor	Baiersgrund	Hirschwiese			Kleine Striet		Rotes Wasser	Entergrund	Drei Seen
			I	2			3		4	5	6
Naturraum	Kristallin-Odenwald		Sandstein-Odenwald								
Autor/en (Tab. 1)	GR-BR. et al. 1973	GR-BR. 1999	C D	C D	C D	C D	C D	B	E	E	G
Moorbasis (cm u. O)	240	155	128	218	188	93	73	110	123	150	75
Chronozone	SA 2	SA 2	SA 2	PB	SA 2	AT 1	SA 2	SA 2	SB	SB	SA 2
Firbas-Zone	X	X	X	IV	X	VI	X	X	VIII	VIII	X
Alter	1200/1300	1000	1200/1300	8000	1200/1300	6000	1200/1300	> 1200	2000	3000	5000
(gerundet)	A.D.	A.D.	A.D.	B.C.	A.D.	B.C.	A.D.	A.D.	B.C.	B.C.	B.C.
Ursache der Moorbildung	ag	ag	ag	ksg	ag	ksg	ag	ag ?	ksg	ksg	ksg
											ag

sandig-tonigen Kolluvien) und auch Polleneinschwemmung geführt hätte. Der an der Basis des Diagramms A mit 1,7 % äußerst geringe Gesamtanteil von Getreide und krautigen Kulturzeigern (bezogen auf die Baumpollensumme ohne *Salix*, *Alnus*, *Betula* und *Corylus*) dürfte dagegen sprechen, auch wenn diese in der weiteren Umgebung seit der Römerzeit Bestand hatten. Zudem weist die Tatsache, dass ein fluviatiler Eintrag durch den Bach während des Fischteich-Stadiums im Spätmittelalter (Diagramm Drei Seen B, Beginn der LPZ 2b), also zur Zeit der ausgedehnten Landnutzung in der Umgebung, den Pollenanteil von Getreide und krautigen Kulturzeigern bis auf 59, mit *Calluna* sogar auf 77 % ansteigen lässt, in dieselbe Richtung.

Im Hochmittelalter und in der frühen Neuzeit entstandene Versumpfungsmoore im unmittelbaren Quellbereich von Waldbächen sind auch aus dem nördlich anschließenden Buntsandstein-Spessart bekannt (WEICHHARDT-KULESSA et al. 2007, WEICHHARDT-KULESSA 2011): Das Moor am Birkwasser (420 m NN, 72 cm Torf) entstand um 1275 - 1415 A.D. offenbar als Folge schwerer Witterungskatastrophen (z. B. der Jahrtausendflut von 1342), das Moor am Ödborn (415 m NN, 32 cm Torf) um 1660 - 1690 A.D. während der Kleinen Eiszeit (Maunder-Minimum 1675 - 1700), beide also klimato-soligen. Am Ödborn kommen vermutlich flächenhafte Rodungen im weiteren Umkreis des Moores mitverursachend hinzu. Dagegen ist das nahe gelegene Wiesbüttmoor, das den Quellbereich und Oberlauf eines Seitentälchen der Bieber ausfüllt (440 m NN, 110 cm Torf), bereits während des Älteren Subboreals (SB, Firbas-Zone VIII, vgl. Eutergrund in Tab. 7) um 2900 - 2600 B.C. durch Versumpfung entstanden (LAGIES 2004, 2005, 2006, ZERBE 2002, 2004, vgl. Abb. 5 in WEICHHARDT-KULESSA et al. 2007). Es ist damit mehr als 1500 Jahre älter als von STREITZ & GROSSE-BRAUCKMANN (1977) aufgrund damaliger Pollenanalysen, aber ohne ¹⁴C-Datierungen erschlossen. Im linksrheinisch benachbarten Buntsandstein-Pfälzerwald sind die Bachtal-Quellmoore im Großen Schwanental (400 m NN, 103 cm Torf) im Jüngeren Subboreal (SB, Firbas-Zone VIII) um 2000 B.C. und im Speßtal (380 m NN, 85 cm Torf) um 200 - 350 B.C. im Älteren Subatlantikum (SA 1, Firbas-Zone IX) entstanden (WOLTERS 2007). Die Versumpfung dieser drei Quell-Talmoore ist klimato-soligen und nach den pollenanalytischen Befunden ohne jeden menschlichen Einfluss.

Zweifellos aber sind anthropogen ausgelöste Moorbildungen, die besonders im Mittelalter zunehmen oder die Entwicklung bereits bestehender Moore beschleunigen (z. B. BRANDE 2007, WOLTERS 2007) ein wesentlicher Faktor der Landschaftsentwicklung in den Mittelgebirgslagen (FRENZEL 1993) wie im Flachland (SUCCOW 1988).

5.2.2 Phasen der Moorentwicklung

An der Entstehung und Entwicklung der oben beschriebenen Versumpfungsmoore im Odenwald, Spessart und Pfälzerwald sind stets Gehölz-Sukzessionsstadien mit Erle, Weide und Birke beteiligt. Derartige Vegetationstypen treten in ähnlicher Ausbildung auch aktuell in Quellmulden und zumeist nährstoffarmen Mooren des Odenwaldes vor

allem als Birken-Bruchwald-Gesellschaften auf und „sind weitgehend auf den Buntsandstein-Odenwald beschränkt“ (KNAPP 1963). Im Pollendiagramm Drei Seen A ist die Aufeinanderfolge von *Alnus* zu *Salix* und *Betula* besonders ausgeprägt. Hier hat der Übergang von Moorphase a zu b1 durch die randlichen Auswirkungen des Breitenbach-Aufstaus für die Fischteiche zu einem raschen Wandel der Gehölzentwicklung geführt. Eine gleichartige Sukzession zeigt sich auch in den Mooren am Baiersgrund, im Atzenrod, der Hirschwiese und ähnlich am Roten Wasser (Tab. 1 und 7). Andere wie das Moor im Eutergrund und das Wiesbüttmoor folgen in der älteren, anthropogen noch unbeeinflussten Entwicklung der Sukzession *Salix/Betula* > *Alnus/Betula* bzw. *Salix* > *Betula* > *Alnus*. Allerdings ist bei den jüngeren Birkenphasen seit dem Mittelalter mit einem zusätzlichen Pollenanteil von *Betula* aus den sekundären bzw. aufgelichteten und devastierten Wäldern der Moorumgebung zu rechnen. Diese haben ihrerseits durch vermehrten Oberflächenabfluss die weitere Moorentwicklung begünstigt. Darauf wird von den Autoren stets mit Recht hingewiesen. Das ist auch im Diagramm Drei Seen A am Übergang von LPZ 1 zu 2 belegt, an dem der *Betula*-Anstieg mit dem *Fagus/Quercus*-Dominanzwechsel als Folge der ausgedehnten, Baumarten selektierenden Waldnutzungen und einer gleichzeitig starken Erweiterung landwirtschaftlicher Flächen (Äcker, Brachen, Grünland) zusammenfällt.

Die Entstehung der Riedtorfe am Punkt A der Drei Seen als Ergebnis des künstlichen Wasseranstauses ist somit weitgehend zeitgleich mit der verstärkten Moorentwicklung und Torfbildung als Folge zunehmend extensiver Land- und Waldbewirtschaftung, wie sie z. B. besonders deutlich in den Pollendiagrammen aus den beiden Versumpfungs-Quellmooren des Pfälzerwaldes zum Ausdruck kommt (WOLTERS 2007). Dieser Umschwung der Moorentwicklung, meist verbunden mit einer Meso- bis Oligotrophierung und vermehrtem *Sphagnum*-Wachstum, zeigt sich im Diagramm Drei Seen A (Abb. 5) zu Beginn durch *Melampyrum* (*pratense*), *Potentilla*-Typ (*erecta*, *palustris*), Cyperaceae (*Carex*, *Eriophorum*), Poaceae p.p. (*Molinia* u. a.) und weitere, z. T. erst später auftretende Moorpflanzen wie *Viola riviniana*-Typ (*palustris*), *Epipactis palustris*-Typ und *Lysimachia* (*vulgaris*). Einige kommen auch im Diagramm B aus dem See 3 vor (Abb. 6), sei es, dass deren Pollen durch den Breitenbach bzw. den Umflutgraben aus den Mooren im Bereich der Seen 1 und 2 eingeschwemmt ist oder direkt vom Randbereich des Fischteiches 3 stammt wie vermutlich *Radiola* (*linoides*) und *Solanum dulcamara*.

Die Riedtorfe der Moorentwicklungsphase b1-2 am Bohrpunkt A sind am ehesten in Schnabelseggen- und Braunseggenrieden und -sümpfen entstanden, wie sie aktuell an den Drei Seen (Tab. 3 und Abb. 3) und im Quellmoor am Birkwasser (WEICHHARDT-KULESSA 2011) kartiert sind. Mit einzelnen Arten sind sie nach den Großrestanalysen auch in Torfen fossil belegt (Tab. 1 und 7). So tritt in der Entwicklung des Wiesbüttmoores nach den Untersuchungen von STREITZ (1975), STREITZ & GROSSE-BRAUCKMANN (1977) und GROSSE-BRAUCKMANN & STREITZ (1977a, b) eine derartige Vegetation seit der mittelalterlichen Flächenausdehnung des Moores bis in das 18. Jahrhundert hinein in Erscheinung. Es ist die als *Carex rostrata*-Gruppe bezeichnete Diasporen-Vergesellschaftung mit *C. rostrata*,

C. echinata, *C. fusca*, *Viola palustris* und *Sphagnum fallax* sowie reichlich *Juncus acutiflorus*, *J. effusus*, *Potentilla erecta*, *Sphagnum magellanicum* und *Sph. papillosum*. Rezent kommt diese Artenkombination dort ähnlich wie am Birkwasser (Spessart) in den wasserzügigen Quellbereichen des oberen Moorrandes in einer *Juncus acutiflorus*-*Molinia*-Gesellschaft als *Viola palustris*-Variante mit *Lysimachia vulgaris* und *Agrostis canina* vor. Eine ähnliche *Carex echinata*-*Comarum*-Gruppe ist fossil ziemlich durchgehend seit dem Hochmittelalter auch im Beedenkirchener Moor belegt, weniger deutlich im Moor am Atzenrod (GROSSE-BRAUCKMANN et al. 1973, GROSSE-BRAUCKMANN 1999), im Moor Kleine Striet (GROSSE-BRAUCKMANN 2000) und der Hirschwiese (GROSSE-BRAUCKMANN & LEBONG 2001). Dem entspricht die Tatsache, dass auch anderenorts viele Riede sowie Moor- und Nasswiesen des Magnocaricion mit *Carex rostrata* und des Caricion fuscae im Mittelalter aus durch Versumpfung entstandenen Erlenbeständen des Älteren Subatlantikums (SA 1, Firbas-Zone IX) hervorgegangen sind, wie in den submontanen Lagen der Buchen-Fichten-Tannen-Waldstufe Südwestböhmens durch Pollen- und Großrestanalysen nachgewiesen wurde (RYBNÍČEK & RYBNÍČKOVÁ 1974). Dabei ist die syntaxonomische Amplitude der eurytopen *Carex rostrata* mit ein Grund dafür, dass die Art einerseits bereits seit dem Spätglazial in Verlandungsgesellschaften offener Gewässer vorkommt und andererseits in verschiedenen torfbildenden Moorgesellschaften im gesamten Postglazial Mitteleuropas fossil belegt ist (RYBNÍČEK 1973, 1974), wie weitere Beispiele aus den gut untersuchten Regionen Mittel- und Südböhmens zeigen (RYBNÍČKOVÁ 1974, JANKOVSKÁ 1980, 1987). Gleiches gilt nach SOTEK (2010) für die Florengeschichte der Moorwiesen und -riede in Pommern. Dem entsprechen auch die großrestanalytischen Befunde bei GROSSE-BRAUCKMANN (1979, 1985) in der Rhön (Rotes Moor, 810 m NN) und dem Vogelsberg (Breungeshainer Heide, 712 m NN) ca. 110 km nordöstlich der Drei Seen. Die dort bis in das Spätglazial (AL, Firbas-Zone II) bzw. die Frühe Wärmezeit (BO, Firbas-Zone V) zurückreichenden Versumpfungsmoorphasen der Scheuchzerio-Caricetea fuscae sind mit *Carex rostrata*, *C. fusca*, *C. echinata*, *Comarum palustre*, *Potentilla palustris*, *Equisetum fluviatile* und anderen Arten in vieler Hinsicht den heutigen Schnabelseggen- und Braunseggenrieden und -sümpfen vergleichbar. Das bestätigt auch die Übersicht von TÜXEN (1974) zur Geschichte dieser Pflanzengesellschaften.

Zur Austrocknung von See 1 und seiner Randbereiche am Bohrpunkt A haben in der Moorentwicklungsphase b3 neben der Aufgabe der Fischteiche zweifellos die angrenzenden Aufforstungen seit dem 18. und 19. Jahrhundert, anfangs mit Kiefer und später mit Fichte (Abb. 4 und 5), beigetragen. Zeitlich besteht eine Parallele zur Entwässerung und Austrocknung vieler Moor- und Bruchwaldstandorte durch Gräben und die Umwandlung in Grünland (KNAPP 1963) wie am Roten Wasser, am Eutergrund und in den übrigen Klein- und Kleinstmooren im westlichen Odenwald. (Tab. 7). An den Drei Seen stellen die beiden verbliebenen Seen 2 und 3 aktuelle Ersatzbiotope für die zurückgedrängten, fragmentierten bzw. verschwundenen Moorgesellschaften dar. Somit wird ihre Geschichte einschließlich der gehölzreichen Entwicklungsstadien nunmehr aus dem räumlichen Neben-

einander der heutigen Vegetation ablesbar. Dabei ist das örtliche Eindringen von Kiefern und Fichten aus den Forstbeständen in die Moorvegetation als neuer Sukzessionsschritt zu beachten.

5.2.3 Fischteich-Entwicklung

Die limno-minerogene Sedimentation im See 3 fällt in die Zeit der stärksten Landnutzung seit der Anlage der drei Fischteiche im Hochmittelalter. Diese Ablagerung setzt sich nach der pollenanalytischen Untersuchung von JAESCHKE (1935) bis in die Zeit der neuzeitlichen Nadelholz-Aufforstungen des 18. und 19. Jahrhunderts fort (Übergang von Sand und Ton zum *Sphagnum*-Torf in Abb. 7). Bei der Anlage des Teiches im heutigen See 3 sind die Versumpfungstorfe des Breitenbach-Tals (entsprechend der Phase a in Bohrung A) offenbar ausgeräumt worden, so dass die limnisch-minerogenen Sedimente unmittelbar dem sandigen Untergrund aufliegen (Phase b0 in Bohrung B, stratigraphisch übereinstimmend mit Bohrung C, ebenso die von Jaeschke erbohrten Basissedimente). Der See 3 diente zudem im 18. Jahrhundert als „Nachspüler“ der Scheitholz-Flößerei im Breitenbach und dem anschließenden Gabelbach zum Main (TEXTOR 1991, Abb. 42).

Dagegen konnten bei einer pollen- und algenanalytischen Sediment-Untersuchung eines 40 ha großen Fischteiches in Südböhmen (JANKOVSKÁ 2002) unter den 2,4 m mächtigen Teichsedimenten noch die Torfe aus der dortigen hochmittelalterlichen Fichten-Tannen-(Buchen-)Zeit nachgewiesen werden, auf denen dann um 1000 A.D. der Fischteich angelegt worden ist. Auch dort ist zur Zeit der Fischereiwirtschaft der Anteil der krautigen Nutzpflanzen und Begleitarten der umgebenden Äcker und des Grünlandes wie im Diagramm Drei Seen B beträchtlich. Allerdings reicht im Unterschied zu den Drei Seen die Sedimentbildung (Sapropel, unten tonig-sandig) in jenem Fischteich bis in die Gegenwart. In beiden Fällen bleibt bei hoher Ablagerungsrate die Bioturbation gering, wie die pollenanalytische Gliederung in Vegetations- und örtliche Teich-Entwicklungsphasen zeigt. Einen weiteren Vergleich mit den Drei Seen böte die Sedimentbildung und Fossilführung des in der Mitte des 18. Jahrhunderts im nordwestlichen Teil des Wiesbüttmoores für den örtlichen Erzbergbau aufgestauten, ca. 1,5 ha großen Wiesbüttsees. Doch liegen hier offenbar keine diesbezüglichen Untersuchungen vor.

6. Schlussfolgerungen

Flora und Moorvegetation der Drei Seen sind typisch für die früheren, inzwischen degradierten oder verschwundenen Moore im Kristallin- und Buntsandstein-Odenwald, wo sie heute nur noch in Resten vorkommen, z. B. im NSG Rotes Wasser. Etwas günstiger ist die Situation der Quell- und Bachtalmoore im Spessart, wenn auch dort z. T. nur kleinflächig wie z. B. am Birkwasser bzw. Ödborn und am besten noch im NSG Wiesbüttmoor. In den Drei Seen hat sich die heutige Moorvegetation als eine sekundäre Sukzession in den

Fischteichen entwickelt und ist derzeit vom Feuchten (See 1) bis zum Nassen und zum offenen Wasser (See 2 und 3) erhalten. Sie ist aktuell noch in einem guten Zustand, da sie durch die Stauhaltung durch die Dämme vor negativen hydrologischen Auswirkungen geschützt ist. Der gesamte Biotopkomplex der Drei Seen aus vermoorten und offenen Wasserflächen ist demnach ein anschauliches Beispiel für natürliche und auch durch extensive Landnutzungseingriffe geschaffene Vielfalt in ausgedehnten Waldlandschaften Mitteleuropas (vgl. ZERBE 2002).

Nach BAUMANN (2000: 189, 192) sind „Kleinseggenriede [...] in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft sehr selten geworden und auch aktuell noch im Rückgang begriffen. Ihre Habitate – waldfreie, oligo- bis mesotrophe Niedermoore und Sümpfe – werden in allen Regionen Deutschlands auf der Roten Liste der gefährdeten Biotoptypen geführt. [...] Sämtliche Kleinseggenriede sind durch das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und die nachgeordneten Naturschutzgesetze der Länder geschützt.“ Das schließt alle potentiellen Wuchsorte von Kleinseggenrieden ein (ebd.). Die Moore der Drei Seen stellen Sonderstandorte anthropogener Entstehung dar, die den entsprechenden Pflanzengesellschaften geeignete Wuchsbedingungen bieten. Grundvoraussetzung ist ein weiterhin gleichbleibender Wasserstand mit geringer Jahresamplitude und die Verhinderung bzw. Zurückdrängung weiteren Gehölzaufwuchses, besonders im See 1 und 3. Im See 2 und 3 sollte Fischbesatz und das Einbringen sonstiger Tiere sowie von Pflanzen ebenso ausgeschlossen werden wie Freizeitaktivitäten. Als Lebensräume einheimischer Pflanzen- und Tiergemeinschaften sowie als Zeugnisse der Kultur- und Heimatgeschichte (GRAUVOGL et al. 1994) bedürfen die Drei Seen eines besonderen Schutzes. Die Definition dieser Ziele nach den FFH-Richtlinien für die Drei Seen, „[...] eines für den Naturraum Odenwald einzigartigen Moorebietes mit kleinflächigen, aber hochwertigen Zwischenmoor- (Schwingrasen-)Ausprägungen und Pfeifengraswiesen [...]“ (LFU BAYERN 2004/08, Stand: 30.9.2009) unterstreicht die naturschutzfachliche Bewertung und die Notwendigkeit eines Monitoring auf der Grundlage der hier vorgestellten Ergebnisse zur aktuellen Vegetation und ihrer Entwicklungsgeschichte.

Während damit bei dem Feuchtgebietskomplex der Drei Seen ein Schwerpunkt auf den Erhalt bzw. ein behutsames Management gelegt wird, empfehlen wir für die angrenzenden Wald- und Forstbestände, der forstlichen Zielsetzung eines Umbaus anthropogener Nadelholzforsten (vgl. Abb. 4) in naturnahe Mischwälder zu folgen (ZERBE 2009). So wird einerseits eine Pufferzone rund um das naturschutzfachlich wertvolle Feuchtgebiet geschaffen und andererseits der starke Druck der angrenzenden Diasporenquellen von Fichte und Kiefer reduziert. Wie aus zahlreichen Untersuchungen hervorgeht, verjüngt sich die Fichte nicht nur sehr erfolgreich in den Aufforstungen selbst (z. B. ZERBE 1999), sondern dringt mit spontaner Verjüngung auch in die Rand- und stellenweise bis in die Zentralbereiche der Waldmoore ein (WEICHHARDT-KULESSA 2011). Während in den Wäldern des mittleren Odenwaldes die Kiefer kaum dem Konkurrenzdruck der Schattbaumart Buche standhalten kann, bedarf es einer aktiven Zurückdrängung der Fichte nicht nur auf den Moorflächen, sondern auch in den angrenzenden Forsten.

Ein so geschaffener Komplex aus Feuchtgebieten und naturnahen Wäldern erbringt zahlreiche Ökosystemleistungen wie Regulation des Landschaftswasserhaushaltes, Arten- und Biotopschutz und Erhalt eines Archivs der Vegetations- und Landschaftsgeschichte. Zudem bietet es als reich strukturiertes Landschaftselement Raum für Erholung und Umweltbildung.

7. Dank

Die vegetationskundlichen Untersuchungen an den Drei Seen wurden von der Bayerischen Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft (Projekt-Nr. E 43) finanziell unterstützt. Dr. Annemarie Schaepe (Potsdam) und Peter Erzberger (Berlin) überprüften einige Moosbestimmungen, Michael Ristow (Potsdam) kritische *Juncus*-Belege. Die pollenanalytischen Arbeiten im Labor und am Mikroskop sowie die Erstellung der Pollendiagramme Drei Seen A und B übernahm Gabriele Hinz. Sie war als Technische Assistentin 1975 - 2007 im Pollenlabor des Instituts für Ökologie der TU Berlin in der Arbeitsgruppe für Historische Ökologie (Leitung: Dr. A. Brande) des Fachgebietes Ökosystemforschung/Vegetationskunde (Leitung: Prof. Dr. Dr. h. c. Herbert Sukopp) und seit 1999 am Fachgebiet Ökosystemkunde/Pflanzenökologie (Leitung: Prof. Dr. Ingo Kowarik) tätig. Wiss. Grafiker Wilfrid Roloff überarbeitete am o. g. Fachgebiet die Diagramme und Abbildungen, anschließend Erwin Thomasius (Berlin). Dr. Helmut Erlenkeuser (Leibniz-Labor der CAU Kiel) übernahm die ¹⁴C-Datierungen im Rahmen des DFG-Projektes im SPP „Wandel der Geo-Biosphäre während der letzten 15 000 Jahre“. A. Brande und K. Weichhardt-Kulesa danken Herrn Prof. Kowarik für die fortdauernde Gewährung der Arbeitsmöglichkeiten im Fachgebiet Ökosystemkunde/Pflanzenökologie.

8. Literaturverzeichnis

- BAUMANN, K. (1996): Kleinseggenriede und ihre Kontaktgesellschaften im westlichen Unterharz (Sachsen-Anhalt). – *Tuexenia* **16**: 151-177, 10 Abb., 4 Tab.; Göttingen.
- BAUMANN, K. (2000): Vegetation und Ökologie der Kleinseggenriede des Harzes. Wissenschaftliche Grundlagen und Anwendungen im Naturschutz. – Diss. Univ. Göttingen, 258 S., 54 Abb., 110 Tab.; Göttingen (Cuvillier).
- BAUMANN, K. (2009): Entwicklung der Moorvegetation im Nationalpark Harz. – Schriftenreihe Nationalpark Harz **4**: 244 S., 226 Abb., 68 Tab., 67 Kart.; Goslar.
- BAUMANN, K. & TÄUBER, TH. (1999): Kleinseggenriede und Zwergbinsen-Gesellschaften der Stauteiche des Westharzes. Ökologische Bedingungen und Schutzkonzepte. – *Hercynia N. F.* **32**: 127-147, 5 Abb., 5 Tab.; Halle/Saale.

- BEUG, H.-J. (2004): Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. 542 S., 29 Abb., 13 Tab., 120 Taf.; München (Pfeil).
- BÖNSEL, D. & GREGOR, TH. (1992): Die Schalksbachteiche bei Herbstein. – Botanik und Naturschutz in Hessen **6**: 72-102, 2 Abb., 13 Tab.; Frankfurt/Main.
- BRADSHAW, R. H. W. (1988): Spatially-precise studies of forest dynamics. – In: HUNTLEY, B. & WEBB, T. III: Vegetation history. Handbook of vegetation science **7**: 725-751; Dordrecht (Kluwer).
- BRANDE, A. (2007): The first pollen diagram from the Hoher Fläming, Brandenburg (Germany). – Vegetation History and Archaeobotany **16**: 171-181, 3 fig., 5 tab.; Berlin.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie – Grundzüge der Vegetationskunde. 865 S., 442 Abb., 88 Tab.; Wien, New York (Springer).
- CASPERS, G. & SCHWEIKLE, V. (2001): Gisbert Große-Brauckmann 12. Mai 1926 bis 25. April 2001. – Telma **31**: 11-13, 1 Abb.; Hannover.
- DIERSSEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde). 241 S., 55 Abb., 18 Tab.; Darmstadt (Wissenschaftliche Buchgesellschaft).
- DIERSSEN, K. (1996): Bestimmungsschlüssel der Torfmoose in Norddeutschland. – Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein Hamb. **50**: 1-86, 36 Abb.; Kiel.
- ELLENBERG, H. & LEUSCHNER, CH. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6. Aufl., 1333 S., 716 Abb., 203 Tab.; Stuttgart (Ulmer).
- ELLENBERG, H., WEBER, H.-E., DÜLL, R., WIRTH, V. & WERNER, W. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobot. **18**: 1-287, 36 Abb., 8 Tab.; Göttingen.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1989): Textbook of Pollen Analysis. 4. ed., 328 S., 132 fig, 11 tab.; Chichester, New York (Wiley).
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1993): Bestimmungsschlüssel für die nordwesteuropäische Pollenflora. 85 S., 453 Abb.; Jena, Stuttgart (Fischer).
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, I: Allgemeine Waldgeschichte. 480 S., 163 Abb., 28 Tab.; Jena (Fischer).
- FRAHM, J.-P. & FREY, W. (2004): Moosflora. 538 S., 108 Abb.; Stuttgart (Ulmer).
- FRENZEL, B. (1993): Ökologische Konsequenzen der Entwicklung vom Wald zum Forst in Mitteleuropa. – Rundgespräche Komm. Ökologie Bayer. Akad. Wiss. **7**: 141-159, 11 Abb.; München (Pfeil).
- GARDIZI, F. (2010): Oberharzzer Wasserwirtschaft ist Weltkulturerbe. – Welterbe-Newsletter 2/2010 der Deutschen Unesco-Kommission, online-Ausgabe. www.unesco.de/uho_0810_wasserwirtschaft.html.
- GRAUVOGL, M., SCHWAB, U., BRÄU, M. & GEISSNER, W. (1994): Lebensraumtyp Stehende Kleingewässer. – Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II.8, 233 S., 66 Abb., 15 Tab., 20 Fotos; München.

- GRIMM, E. C. (2004): TGView 2.0.2. www.ngdc.noaa.gov/palaeo/Tilia.html. – Illinois State Museum.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1979): Moortypen der Vergangenheit und ihre Wandlungen. – Mitt. Naturforsch. Ges. Bern N. F. **36**: 140-143, 1 Abb.; Bern.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1985): Über einige torfbildende Pflanzengesellschaften der Vergangenheit in der Rhön und auf dem Vogelsberg. – Tuexenia **5**: 191-206, 4 Abb., 6 Tab.; Göttingen.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1999): Torfbildende Pflanzengemeinschaften der Vergangenheit im Vorderen Odenwald. – Botanik und Naturschutz in Hessen **11**: 51-70, 1 Abb., 4 Tab.; Frankfurt/Main.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (2000): Moore im westlichen Hinteren Odenwald (Wegscheide-Gebiet) historisch-floristisch sowie pollen- und makrofossilanalytisch. – Botanik und Naturschutz in Hessen **12**: 9-27; 1 Abb., 4 Tab.; Frankfurt/Main.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. † (2001): Ins Moor geraten und nicht wieder herausgekommen oder: Moorkundlich-subjektives von den 1950er/1960er Jahren bis gegen 2000. – Telma **31**: 14-43; Hannover.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G., HAUSSNER, W. & MOHR, K. (1973): Über eine kleine Vermoorung im Odenwald, ihre Ablagerungen und ihre Entwicklung – auch im Zusammenhang mit der Entwicklung der umgebenden Kulturlandschaft. – Zschr. Kulturtechnik Flurbereinigung **14**: 132-143, 2 Abb., 2 Tab.; Berlin, Hamburg.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. † & LEBONG, U. (2001): Pollenanalytische und Makrofossilbefunde aus dem Sandstein-Odenwald. – Carolinae **59**: 25-44, 4 Abb., 4 Tab.; Karlsruhe.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. & STREITZ, B. (1977a): Das Wiesbüttmoor: Über die Pflanzendecke eines kleinen Naturschutzgebietes im Spessart, Teil 1. – Natur und Museum **107**: 103-108, 5 Abb., 1 Tab.; Frankfurt/Main.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. & STREITZ, B. (1977b): Das Wiesbüttmoor: Über die Pflanzendecke eines kleinen Naturschutzgebietes im Spessart, Teil 2. – Natur und Museum **107**: 141-148, 3 Abb.; Frankfurt/Main.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G., STREITZ, B., LEBONG, U. & ADER, G. (1984): Das Rote Wasser: Pflanzendecke, Entwicklungsgeschichte und Naturschutz eines kleinen Tales im Odenwald. – Telma **14**: 57-79, 4 Abb., 7 Tab.; Hannover.
- JAESCHKE, J. (1935): Zur Waldgeschichte des Odenwaldes und des Taunus. (Vorläufige Mitteilung). – Forstwiss. Centralblatt **57**: 541-549, 6 Abb.; Berlin, Hamburg.
- JAESCHKE, J. (1936): Zur nacheiszeitlichen Waldgeschichte des Odenwaldes, Taunus und Spessarts. – Forstwiss. Centralblatt **58**: 375-381, 3 Abb.; Berlin, Hamburg.
- JANKOVSKÁ, V. (1980): Paläogeobotanische Rekonstruktion der Vegetationsentwicklung im Becken Třeboňská pánev während des Spätglazials und Holozäns. – Vegetace ČSSR **A 11**, 152 S., 19 Abb., 22 Taf., 12 Tab., 11 Diagr.; Praha (Academia).
- JANKOVSKÁ, V. (1987): Entwicklung des Moores Mokré Louky bei Třeboň im Postglazial (paläoökologische Studie). – Folia Geobot. Phytotax. **22**: 199-216, 2 Abb., 6 Tab.; Praha (Academia).

- JANKOVSKÁ, V. (2002): Palaeoecology of a medieval fish pond system (Vajgar, Czech Republic). – *Folia Geobot.* **37**: 253-273, 4 fig., 1 tab.; Průhonice.
- JOOSTEN, H. (1997): Gisbert Große-Brauckmann Träger der C. A. Weber-Medaille. – *Telma* **27**: 11-14; Hannover.
- KNAPP, R. (1963): Die Vegetation des Odenwaldes unter besonderer Berücksichtigung des Naturparkes „Bergstraße-Odenwald“. – *Schriftenreihe Inst. f. Naturschutz Darmstadt* **6** (4): 1-150, 37 Abb., 46 Tab., 1 Kartenbeilage; Darmstadt.
- LAGIES, M. (2004): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen am Wiesbüttmoor (Spessart). – *Hessen Archäologie* **2003**: 167-170, 3 Abb.; Stuttgart.
- LAGIES, M. (2005): Palynologische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte von Spessart und Odenwald während des jüngeren Holozäns. – *Materialh. Archäol. Bad.-Württ.* **73**: 169-271, 28 Abb., 19 Tab.; Stuttgart.
- LAGIES, M. (2006): Neue pollenanalytische Forschungen in Spessart und Odenwald, eine Zusammenfassung. – *Carolinea* **63**: 113-134, 5 Abb., 3 Tab.; Karlsruhe.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. 462 S., 177 Abb., 54 Tab.; Jena, Stuttgart (Fischer).
- LFU BAYERN (2004/08): Bayer. Landesamt f. Umweltschutz: Gebietsdaten Natura-2000, Nr. 6320-371 Drei Seen im oberen Breitenbachtal bei Breitenbuch, Stand 2004, Aktualisierung 2008. – www.lfu.bayern.de/natur/natura2000/...
- MEINUNGER, L. & NUSS, I. (1996): Rote Liste gefährdeter Moose Bayerns. – *Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz* **134** (Beiträge zum Artenschutz **20**): 62 S., Abb., Tab.; Augsburg, München.
- OSBERDORFER, E. (Hrsg.) (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil III: Wirtschaftswiesen und Unkrautgesellschaften. 455 S., 7 Abb., 101 Tab.; Stuttgart (Fischer).
- OSBERDORFER, E. (Hrsg.) (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I: Fels- und Mauergesellschaften, alpine Fluren, Wasser-, Verlandungs- und Moorgesellschaften. 314 S., 6 Abb., 75 Tab.; Stuttgart (Fischer).
- PHILIPPI, G. (1981): Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften des Tauber-Main-Gebietes. – *Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* **53/54**: 541-591; 10 Abb., 20 Tab.; Karlsruhe.
- POTT, R. (1992): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 428 S., 272 Abb., 13 Tab.; Stuttgart (Ulmer).
- RYBNÍČEK, K. (1973): A comparison of the present and past mire vegetation of Central Europe. – In: BIRKS, H. J. B. & WEST, R. G.: *Quaternary Plant Ecology*. 14th Sympos. Brit. Ecol. Soc. 28-30 March 1972: 237-261, 1 fig., 2 tab.; Oxford, London (Blackwell).
- RYBNÍČEK, K. (1974): Die Vegetationsverhältnisse der Moore im südlichen Teil der Böhmischem-Mährischen Höhe. – *Vegetace ČSSR* **A 6**, 236 S., 79 Abb., 74 Tab., 18 Beil.; Praha (Academia).
- RYBNÍČEK, K. & RYBNÍČKOVÁ, E. (1974): The origin and development of waterlogged meadows in the central part of the Šumava Foothills. – *Folia Geobot. Phytotax.* **9**: 45-70, 6 fig., 10 tab.; Praha.

- RYBNÍČKOVÁ, E. (1974): Die Entwicklung der Vegetation und Flora im südlichen Teil der Böhmischem-Mährischen Höhe während des Spätglazials und Holozäns. – *Vegetace ČSSR A* **7**, 163 S., 15 Abb., 11 Tab., 20 Taf., 9 Diagr.; Praha (Academia).
- SACHS, L. (2004): *Angewandte Statistik*. 889 S., 91 Abb., 317 Tab.; Berlin (Springer).
- SCHALLMAYER, E. (2010): *Der Odenwald-Limes. Entlang der römischen Grenze zwischen Main und Neckar*. 160 S., 193 Abb.; Stuttgart (Theiss).
- SCHUEERER, M. & AHLMER W. (2003): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. – *Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz* **165** (Beiträge zum Artenschutz **24**): 372 S., 74 Abb., 30 Graf., 12 Tab.; Augsburg, München.
- SOTEK, Z. (2010): Distribution patterns, history and dynamics of peatland vascular plants in Pomerania (NW Poland). – *Biodiversity Research Conservation* **18**: 1-82, 109 fig., 8 tab.; Poznań.
- STEGMÜLLER, A. (1983): *Flora und Vegetation des Bullauer Eutergrundes*. Zulassungsarbeit PH Heidelberg, unveröff. (zit. in LAGIES 2005).
- STREITZ, B. (1975): *Vegetation, Ablagerungen und Entwicklungsgeschichte des Wiesbüttmoores im Spessart*. – *Dipl.-Arb. TH Darmstadt*, 54 S., 4 Abb., 8 Tab.; vervielf., Darmstadt.
- STREITZ, B. & GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1977): *Das Wiesbüttmoor: Entstehung und Entwicklungsgeschichte einer kleinen Vermoorung im Spessart*. – *Natur und Museum* **107**: 367-374; 2 Abb., 2 Tab.; Frankfurt/Main.
- SUCCOW, M. (1988): *Landschaftsökologische Moorkunde*. 340 S., 84 Abb., 41 Fotos, 64 Tab.; Berlin, Stuttgart (Borntträger).
- SUCCOW, M. (2001): *Versumpfungsmoore*. – In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.) 2001: *Landschaftsökologische Moorkunde*, 338-343; Berlin, Stuttgart (Borntträger).
- SUCCOW, M. & JESCHKE, L. (1990): *Moore in der Landschaft*. 2. Aufl., 268 S., 69 Abb., 151 Fotos, 5 Tab.; Frankfurt/Main (H. Deutsch).
- SUKOPP, H., BRANDE, A. & ZERBE, S. (2001): *Palynologische Untersuchungen von Mooren der Mittelgebirge Spessart und Odenwald zur Rekonstruktion der Vegetations-, Siedlungs- und Landnutzungsgeschichte*. – *DFG-Abschlußbericht (Förderungszeitraum 1.1.1999 - 31.12.2000)*, Bearb. M. LAGIES. 16 S., 2 Tab., 10 Abb.; Berlin.
- TEXTOR, H. (1991): *Die Amorbacher Zent. Eine wald-, forst- und wirtschaftsgeschichtliche Untersuchung des Klosterwaldes, des Mitmärkerwaldes, des Herrschafts- bzw. landesherrlichen Waldes vom frühen Mittelalter bis zur Säkularisation 1802/03*. – *Mitt. Naturwiss. Museum Stadt Aschaffenburg* **15**: 358 + 138 S., 69 Abb., 10 Tab., 21 Beil.; Aschaffenburg.
- TIMMERMANN, T. & SUCCOW, M. (2001): *Vegetationsformen mesotroph-saurer naturnaher Moore*. – In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.) 2001: *Landschaftsökologische Moorkunde*, 149-150, 3 Tab. (4-9/-11); Berlin, Stuttgart (Borntträger).
- TÜXEN, R. (1974): *Synchronologie einzelner Vegetationseinheiten in Europa*. – In: KNAPP, R. (ed.): *Vegetation Dynamics. Handbook of Vegetation Science* **8**: 265-292; The Hague (Junk).

- WEICHHARDT-KULESSA, K. (2011): Vegetationskundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an Mooren im Spessart und Odenwald. – Diss. TU Berlin, 249 S., 31 Abb., 24 Tab.; Berlin. – <http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2011/3083/>
- WEICHHARDT-KULESSA, K., BRANDE, A. & ZERBE S. (2007): Zwei kleine Waldmoore im Hochspessart als Archive der Landschaftsgeschichte und Objekte des Naturschutzes. – *Telma* **37**: 57-76, 5 Abb., 2 Tab.; Hannover.
- WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands mit Chromosomenatlas von F. ALBERS. 765 S., 2 Tab.; Stuttgart (Ulmer).
- WOLTERS, S. (2007): Zur spätholozänen Vegetationsgeschichte des Pfälzerwaldes. – *Eiszeitalter Gegenwart* **56** (3): 139-191, 8 Abb., 3 Tab.; Hannover.
- ZERBE, S. (1999): Die Wald- und Forstgesellschaften des Spessarts mit Vorschlägen zu deren zukünftiger Entwicklung. – *Mitt. Naturwiss. Museum Stadt Aschaffenburg* **19**: 1-354, 71 Abb., 40 Tab.; Aschaffenburg.
- ZERBE, S. (2002): Biologische Vielfalt durch Landnutzung am Beispiel des Waldlandschaft des Spessart. Gewidmet dem Andenken an Prof. Dr. Wolfgang Andres. – *Natur und Museum* **132**: 265-375, 3 Abb., 2 Tab.; Frankfurt/Main.
- ZERBE, S. (2004): Influence of historical land use on present-day forest patterns. A case study in South-Western Germany. – *Scand. J. For. Res.* **19**: 261-273, 13 fig., 1 tab.; Stockholm.
- ZERBE, S. (2009): Renaturierung von Waldökosystemen. – In: ZERBE, S. & WIEGLEB, G. (Hrsg.): Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa: 153-182, 16 Abb., 1 Tab.; Berlin, Heidelberg (Springer/Spektrum/Akademie).

9. Anhang

Weitere bio-bibliographische Angaben zu Gisbert Große-Brauckmann:

- SCHWABE-KRATOCHWIL, A. (2001): Gisbert Große-Brauckmann (1926-2001). – *Tuexenia* **21**: 293-295, 1 Abb.; Göttingen.
- GREGOR, TH. (2002): Gisbert Große-Brauckmann 12. Mai 1926 - 25. April 2001. – *Botanik und Naturschutz in Hessen* **14**: 5-31, 1 Abb.; Frankfurt/Main. (Mit einem Verzeichnis von 7 Nachrufen, 116 Veröffentlichungen [113 sind bei GROSSE-BRAUCKMANN 2001 in *Telma* **31** genannt], 13 Rezensionen, 11 Forschungsberichten sowie der in der Geobotanik-Arbeitsgruppe betreuten 5 Dissertationen, 20 Diplomarbeiten und 36 Staatsexamensarbeiten)
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. † 2002: Geobotaniker an der TH Darmstadt und hessischer Naturschutz-„Funktionär“. – *Botanik und Naturschutz in Hessen* **14**: 33-46; Frankfurt/ Main.
- BUTTLER, K. P., GREGOR, TH. & GROSSE-BRAUCKMANN, H. 2004: Gisbert Große-Brauckmann (12. Mai 1926 - 25. April 2001). Nachträge zur Publikationsliste und ein weiterer Nachruf. – *Botanik und Naturschutz in Hessen* **17**: 5; Frankfurt/Main. (Darin auch die Zitate GROSSE-BRAUCKMANN † 2002 in *Telma* **32** und CASPERS & GROSSE-BRAUCKMANN † 2003 in *Telma* **33**).

Anschriften der Verfasser:

Dr. A. Brande
Lenbachstraße 3
D-12157 Berlin
E-Mail: arthur.brande@alumni.tu-berlin.de

Dr. K. Weichhardt-Kulessa
Ernst-Thälmann-Straße 100 A
D-14532 Kleinmachnow
E-Mail: katja.weichhardt@mailbox.tu-berlin.de

Prof. Dr. S. Zerbe
Freie Universität Bozen
Universitätsplatz 5
I-39100 Bolzano
E-Mail: Stefan.Zerbe@unibz.it

Manuskript eingegangen am 15. August 2011

