©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

carolinea, 45: 43–50, 1 Abb., 3 Taf. (Beilage!); Karlsruhe, 18. 12. 1987

ADAM HÖLZER & AMAL HÖLZER

Paläoökologische Moor-Untersuchungen an der Hornisgrinde im Nordschwarzwald

Kurzfassung
Ein Profil von 313 cm Länge vom Biberkessel an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald) wird in 1-cm-Abständen chemisch analysiert. Bestimmt wurden: Trockengewicht, Asche, Si, Ti, Ca, Mg, Na, K, Mn, P, Al, Fe, Zn, Pb und Cd. In den gleichen Proben wurden auch die Großreste, besonders die Moose, untersucht. Pollenanalysen von den ersten beiden Metern wurden in Abständen von zwei Zentimetern vorgenommen.
Das Profil beginnt im Spätglazial. Aufgrund der chemischen Analysen wird der Laacher Tuff lokalisiert, der im Alleröd liegt. In diesem Zeitraum finden sich auch die ersten Nadeln von *Pinus mugo*. Auch *Isoëtes* spec. und *Sparganium minimum* werden durch Großreste für den Biberkessel nachgewiesen. Durch Nadeln wird auch das Vorkommen der Fichte im Gebiet schon vor der Zeitwende belegt. Zwei Brände (1800 und 1920), die in den Diagrammen der chemischen Analysen nachgewiesen werden, dienen als Zeitmarken für die jüngste Waldgeschichte.
Im Diagramm der chemischen Parameter kommt es zu einer deutlichen Zunahme der Elemente Zn, Pb und Cd in den letzten Jahrzehnten, was sich aber nicht nur durch die Zunahme der Immissionen erklären läßt.

Abstract
Paleoecological studies on a moor at the Hornisgrinde in the Northern Black Forest (Germany)
A sediment and peat core of 313 cm from the Hornisgrinde (Black Forest, SW-Germany) was analyzed for chemistry in intervals of 1 cm. The following factors were measured: dry weight, ash, Si, Ti, Ca, Mg, Na, K, Mn, P, Al, Fe, Zn, Pb and Cd. In the same samples also the macrofossils, especially the mosses, were determined. Pollen analysis was done in intervals of 2 cm.
The profile starts in the late glacial. By chemical analysis the Laacher See-tephra was found, which is situated in the sediments of the Alleröd. In these sediments needles of *Pinus mugo* were found, which prove that *Pinus* existed already at a hight of more than 1000 meters at this time.
Also macrofossils of *Isoëtes* spec. and *Sparganium minimum* could be detected.
Needles of *Picea abies* prove, that it existed in the area already before the turn of time.
Two forest fires which can be shown by the chemical analysis are marks of time (1800 and 1920) for the latest history of forest. Two other increases of the Si-content are probably caused by fires or other forest clearings. In the same samples also the pollen of *Vaccinium* increase.
The concentration of the elements Zn, Pb and Cd rise clearly in the upper part of the core. But this can be explained not only by the increased input of heavy metals but there exist also natural explanations for part of this increase.
The combined analysis of pollen, macrofossils and chemistry proved very usefull.

Autoren
Dr. ADAM HÖLZER & AMAL HÖLZER, Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 39 49, Erbprinzenstr. 13, D-7500 Karlsruhe 1.

1. Einleitung

Die Hornisgrinde ist die höchste Erhebung des Nordschwarzwaldes. Sie weist eine Reihe von Vermoorungen unterschiedlicher Art auf. Sowohl der Nord- als auch der Südgipfel sind mit Plateaumooren bedeckt, die eine Mächtigkeit von mehreren Metern erreichen und heute weitgehend von der Rasensimse *(Trichophorum cespitosum)* dominiert werden. Aber auch in den Karen liegen Moore.
Trotz dieser Vielfalt und der extremen Position des Gebietes gibt es bis heute nur ganz wenige Arbeiten über die Moore an der Hornisgrinde. Zu nennen ist hier die Arbeit von JÄSCHKE (1934) und die unveröffentlichte Arbeit von MÜLLER-STOLL aus dem Jahr 1931, die zur Zeit für eine Veröffentlichung mit einem Vergleich der heutigen Verhältnisse vorbereitet wird. Aus dieser Zeit ist auch die Arbeit von OBERDORFER (1938) über das Blatt Bühlertal zu nennen. Aus jüngerer Zeit gibt es noch die Arbeiten von SCHLICHTING (1974), HÖLZER & SCHLOSS (1981) und HÖLZER (1982).
Um diese Lücke wenigstens teilweise zu schließen, wurde im Jahr 1977 mit einem umfassenden Programm zur Untersuchung sowohl der aktuellen Vegetation wie auch der Vegetationsgeschichte begonnen. Die Untersuchungen wurden durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt (Ho 759/1–3).

2. Untersuchungsgebiet und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet (Abb. 1)

Die Hornisgrinde ist mit 1164 m die höchste Erhebung des Nordschwarzwaldes. Die Hochfläche wird vom Mittleren Buntsandstein gebildet. Sie hat die Form eines langgestreckten Rückens („Sargdeckel"), der etwa von Nord nach Süd verläuft. Ihre Gestalt ist von der letzten Eiszeit geprägt. An der Ost- und Südostseite befinden sich mehrere Kare. Das größte ist der Biberkessel, der sich wieder in zwei Teilkare untergliedert. In einem anderen liegt der Mummelsee. Außerdem sind das Große und das Kleine Muhr und das Pommersloch (FEZER 1957) zu nennen.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

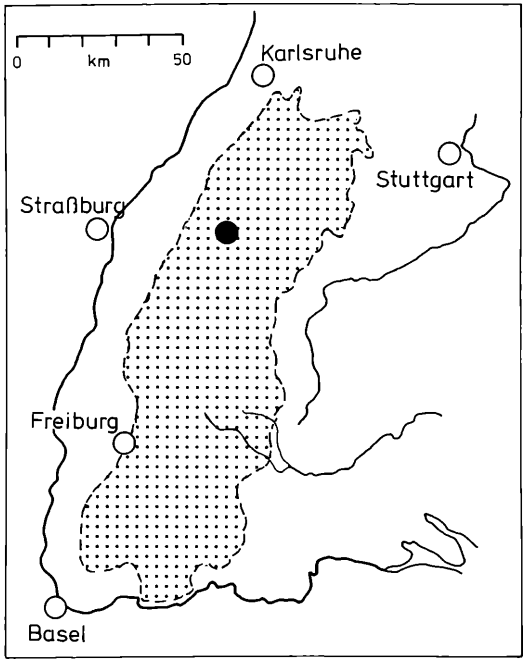

Abbildung 1. Lage des Untersuchungsgebietes. Punktiert: Schwarzwald.

In der letzten Eiszeit war das ganze Hornisgrindegebiet mit einer geschlossenen Firnkappe bedeckt, von der aus fünf Gletscherzungen mit bis zu drei km Länge bis auf 700 m ü. d. M. hinabreichten. Die Schneegrenze lag bei ca. 850 m (METZ 1977).

Die Umgebung der Hornisgrinde ist das niederschlagsreichste Gebiet des ganzen Schwarzwaldes. Laut Klimaatlas von Baden-Württemberg weist das Gebiet 70 Tage mit Schneefall und 140 Frosttage, aber nur 10 Sommertage oder 40 heitere Tage auf. Manchmal finden sich im Biberkessel noch im Juni kleine Schneefelder.

Das Arbeitsgebiet beschränkt sich auf die Hochflächen, soweit sie zur Zeit zugänglich sind, die Kare des Biberkessels und die östlich anschließenden Vermoorungen. Das Profil für die vorliegende Untersuchung wurde im Großen Biberkessel an der W-Seite des kleinen Restsees bei einer Höhe von etwa 1060 Metern entnommen.

2.2 Methoden

Im Winter 1981/82 wurden mit einem modifizierten Bohrgerät Typ MERKT & STREIF (1970) aus dem Biberkessel an verschiedenen Stellen Bohrkerne mit einem Durchmesser von 80 mm und etwa 1 Meter Länge entnommen. Bei der Probenahme lag im Biberkessel Schnee. Die Kerne wurden in einer Tiefkühltruhe gefroren und bis zur Aufarbeitung gelagert. Die Bearbeitung der Proben für das vorliegende Profil begann im Herbst 1982 und war im Sommer 1985 abgeschlossen. Bohrkerne aus den anderen Mooren an der Hornisgrinde sind zur Zeit noch in Arbeit.

Bei der Bohrung gab es beim obersten Meter Schwierigkeiten. Ein Teil des Bohrkernes glitt immer unten aus dem Rohr heraus, weil das Material zu flüssig war. Deshalb wurde ein weiterer Kern zwischen 50 und 150 cm Tiefe entnommen. Die Bearbeitung dieses Zwischenstückes, das den Übergang vom Sphagnumtorf in die Mudde beinhaltet, erfolgt ebenso derzeit. In diesem Kern und den weiteren Reservekernen werden ^{14}C-Datierungen vorgenommen werden. Beim Auspressen dürfte der oberste Kern leicht gestaucht worden sein, da das Material in den obersten Zentimetern sehr locker war.

Die Kerne wurden tiefgefroren in Scheiben von 1 cm Dicke aufgeschnitten. Ein äußerer Ring von etwa 1 cm wurde für die Großrestanalyse verwendet. Somit standen etwa 20 ccm für jede Großrestanalyse zur Verfügung. Aus der inneren Scheibe von etwa 6 cm Durchmesser wurden zwei Proben mit je 1 cm Durchmesser für die Pollenanalysen ausgestochen, der Rest diente für die chemischen Analysen.

Die Proben für die Großrestanalysen wurden in 2 %iger KOH leicht erwärmt und dann mehrmals dekantiert oder auch zentrifugiert, bis der Überstand fast klar war. Dann wurden die Reste unter einer Stereolupe mit 20- oder 40facher Vergrößerung durchgemustert und der Anteil der einzelnen Arten an der Gesamtmasse geschätzt.

Die Proben für die Pollenanalysen wurden, soweit es nötig war, mit heißer Flußsäure behandelt. Darauf folgte eine Behandlung mit KOH und die Azetolyse (FAEGRI & IVERSEN 1975). Aufbewahrt wurden die Proben in Glycerin. Gezählt wurde nach Anfertigung von Glyceringelatine-Präparaten. Als Bezug für die Berechnungen diente die Summe der Baumpollen (BP).

Für die chemischen Analysen wurden die Proben bei 105 Grad getrocknet und dann mit einem Achatmörser staubfein gemahlen. Verascht wurde bei 550 °C. Aufschlüsse für Silizium erfolgten in NaOH, für Titan in Kaliumdisulfat-Schmelze. Die Bestimmung der beiden Elemente erfolgte photometrisch mit Ammoniummolybdat bzw. Tiron. Die Analyse der restlichen Elemente erfolgte nach einem Aufschluß mit Salpetersäure-Schwefelsäure. Zur Verwendung kamen dabei ein Atomabsorptionspektrophotometer Pye-Unicam SP 90 für die Elemente Ca, Mg und Mn, ein Polarograph Metrohm E626 für Pb, Cd und Zn, ein Flammenphotometer der Firma Lange für Na und K. P, Fe und Al wurden spektralphotometrisch mit Ammoniummolybdat, Orthophenanthrolin und Aluminon gemessen. Die Bestimmung des Stickstoffes erfolgte nach Aufschluß nach ALLEN (1974) photometrisch mit einer modifizierten Indophenolblau-Methode.

Die umfangreiche Auswertung der angefallenen Daten wurde mit einem Apple-Microcomputer durchgeführt.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

3. Pollenanalyse

3.1 Allgemeiner Teil

Die Pollenanalyse gibt uns Informationen über die Vegetation der Umgebung des Moores. Umstritten ist die Frage, welchen Umkreis der Vegetation ein Pollendiagramm umfaßt. Eigene Untersuchungen hinsichtlich der Großreste als auch der Pollen zeigen, daß in der besonderen topographischen Situation der Hornisgrinde der Fernflug eine besondere Rolle spielen muß. Auf eine Entfernung von etwa 8 Kilometern haben wir einen Höhenunterschied von fast 1000 Meter. So wurden z. B. im Biberkessel Blätter der Edelkastanie (*Castanea sativa*) verschiedentlich gefunden. Diese müssen bei den in unseren Breiten vorherrschenden Westwinden wohl vom Westabhang der Hornisgrinde stammen, und das bedeutet, daß sie aus Höhen unter 700 m Höhe über den Gipfel mit 1164 m wieder auf etwa 1000 m transportiert wurden. Wenn größere Blätter über diese Entfernung transportiert wurden, so stellt sich automatisch die Frage, wie es mit den sehr viel leichter verwehbaren Pollen und Sporen aussieht.

GROSSE-BRAUCKMANN (1978) berichtet über dreijährige Messungen des absoluten jährlichen Pollenniederschlages auf dem Schauinsland bei Freiburg. Seine Meßstelle lag bei 1200 m Höhe, also etwa dem Hornisgrindegipfel entsprechend. Der geschlossene Wald in seiner Umgebung bestand hauptsächlich aus Fichte (+ Tanne), was auch weitgehend der Hornisgrinde entspricht. Es zeigte sich ein höchst unerwartetes Bild. *Quercus, Carpinus, Fraxinus, Alnus* und *Corylus* machten weit mehr als die Hälfte des dort möglichen Gehölzpollenniederschlages aus. Es handelt sich um Arten, die in den Wäldern der näheren Meßstellenumgebung kaum vertreten sind und deren Pollen damit aus tieferen Lagen stammen müssen. Dasselbe gilt für den Getreidetyp, *Castanea, Juglans* und *Platanus.* Er nimmt an, daß diese Pollentypen aus der Freiburger Gegend herangeweht wurden. Dagegen fällt der Pollen der in der lokalen Vegetation hauptsächlich vertretenen Arten recht gering aus. Da die Situation an der Hornisgrinde der des Schauinslandes recht ähnlich ist, muß mit ähnlichen Befunden gerechnet werden. Bisherige Untersuchungen des Niederschlages von Rezentpollen aus Moospolstern unterstützen diese Hypothese (HÖLZER in Vorber.). Bei der Interpretation des Pollendiagrammes muß also mit ähnlichen Erscheinungen wie am Schauinsland gerechnet werden.

Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch RADKE (1973), der außer den Profilen auch Oberflächenproben vom Nordschwarzwald untersuchte. Er schreibt, daß sich die lokale Vegetation nur zum Teil im Pollenspektrum widerspiegelt.

3.2 Diskussion des Pollendiagramms (Anhang, Tafel 1)

Größere Probleme ergeben sich bei der Einteilung des Profiles in Pollenzonen nach FIRBAS. Es wurde deshalb nur eine Gliederung in lokale Pollenzonen vorgenommen, auf die aber noch nicht eingegangen werden soll. Eine Einordnung in das allgemeine System wird nach der Fertigstellung der restlichen Profile und nach Vorliegen von ^{14}C-Daten von der Hornisgrinde und ihrer Umgebung erfolgen.

Die Kurve von *Picea* zeigt ein typisches Verhalten. Seit der Zeitmarke des Brandes von 1800, der in einer Tiefe von 20 Zentimetern liegt, steigt sie stark an, was an der systematischen Aufforstung mit Fichten nach dem Brand liegt. Darunter ist sie aber auch schon reichlich vertreten, was den Angaben von HAUSBURG (1967) entspricht. Er schreibt aufgrund historischer Quellen, daß sich die Fichte wohl schon vor 1500 nicht mehr auf ihre spärlichen natürlichen Vorkommen in den Hochlagen beschränkte, sondern in die von Menschen genutzten Flächen einwanderte. Dies gilt sicherlich für den oberen Teil des Profils. Im mittleren Abschnitt sieht es aber anders aus. Obwohl Nadeln im Großrestdiagramm zwischen 90 und 131 cm vorhanden sind, steigt ihr Pollenanteil kaum über 1 %. Nach HUNTLEY & BIRKS (1983) kann erst ab einem Pollenanteil von 5 % mit lokaler Anwesenheit gerechnet werden, was sich damit aber im vorliegenden Fall als nicht zutreffend erweist, denn die Fichte war im Bereich des Moores, durch Großreste belegt, vorhanden. Es gibt dafür mehrere Erklärungen. Einmal könnte die Fichte aufgrund der für sie schlechten Bedingungen über mehrere Jahre hinweg kaum geblüht haben. Dem widerspricht aber die Beobachtung, daß Pflanzen unter ungünstigen Bedingungen gerade häufig blühen und auch fruchten. Dies wird durch Beobachtungen unterstützt, daß zur Zeit unter den Streßbedingungen des Waldsterbens Fichten schon in sehr jungem Alter blühen und fruchten. Eine weitere Möglichkeit wäre, daß der lokale Pollen der Fichte durch den Regional- und Fernanteil aus der Rheinebene oder dem Vorbergland stark verdünnt wird. Dies entspräche auch weitgehend den Ergebnissen von GROSSE-BRAUCKMANN (1978) vom Schauinsland. Und dies müßte dann auch bei der Interpretation der weiteren Typen beachtet werden.

Ein weiterer Pollentyp, der diese Hypothese unterstützt, ist *Humulus/Cannabis.* Es dürfte sich weitgehend um *Cannabis* handeln, da *Humulus* sich kaum im Gebiet in der Vergangenheit fand und zudem bei der Hopfenkultur fast ausschließlich karpellate Pflanzen angepflanzt werden, da die weiblichen Blüten beim Bierbrauen gebraucht werden. Nach METZ (1977) dagegen waren Achern und Bühl, nur wenige Kilometer westlich, vor 1800 die größten Hanfmärkte Mitteleuropas. Wie man aus alten Gewannamen erkennen kann, spielte in der Rheinebene der Hanf eine wichtige Rolle. Erst um etwa 1750 brach dann wegen billigerer Importe aus den baltischen Ländern der Hanfmarkt zusammen. Dies läßt sich an der Kurve von *Humulus/Cannabis* im Pollendiagramm bei etwa 20 cm Tiefe ablesen. Von unten her nehmen die Werte bis dahin fast stetig zu. Nun stellt sich die Frage, wo dieser Hanf, der im Pollendiagramm An-

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

teile von über 20 % erreicht, gewachsen ist. Nach HEUSER (1927) muß der Boden für den Hanf tiefgründig, humos, kalkhaltig und stickstoffreich sein, die Wasserversorgung gut. Besonders geeignet sind nährstoffreiche Flußtäler und entwässertes Moorland. Demnach dürfte der Hanf in der Kinzig-Murg-Rinne oder den Ebenen der Seitenzuflüsse angebaut worden sein. Die Buntsandsteinböden des Nordschwarzwaldes sind ungeeignet. Demnach muß der hohe Anteil an Hanf aus der Rheinebene stammen. Bei anderen Pollentypen muß mit dem gleichen Effekt gerechnet werden. Im Gegensatz zum vorliegenden Profil und BECKH (1984), das auch bis zu 10 % *Cannabis* im Profil hatte, findet SCHLOSS (1978), dessen Profil in der Seemisse nur wenige Kilometer südlich entnommen wurde, nur geringe Werte. Werte um 6 % werden von HÖLZER & SCHLOSS (1981) vom Hornisgrindegipfel angegeben, wobei dort aber BP + NBP die Bezugssumme bilden. Bei Bezug auf BP muß mit höheren Werten gerechnet werden. RADKE (1973), dessen Arbeitsschwerpunkt weiter östlich lag, hat bei gleicher Berechnung bei seinen Profilen sehr unterschiedliche Ergebnisse. Sie reichen von 1 bis 10 %. LANG führt ihn im Schurmsee als *Humulus*-Typ auf, der allerdings sehr spärlich auftaucht.

Vergleicht man die Kurve von *Humulus/Cannabis* mit der von *Juglans* und *Castanea,* so stellt man fest, daß sie etwa in gleicher Tiefe einsetzen, von einigen früheren Einzelfunden abgesehen. *Juglans* beginnt auch wie üblich etwas früher als *Castanea.* Meist fällt die Ausbreitung von *Juglans* und *Castanea* mit der römischen Kolonisation zusammen, und dies wäre etwa die Zeitwende oder kurz zuvor. Daraus läßt sich schließen, daß der systematische Anbau wohl etwa vor der Zeitwende einsetzte. Dies stimmt auch recht gut mit den archäologischen Befunden überein. Nach KÖRBER-GROHNE (1987) stammen die ältesten Funde von Hanf vom Beginn der vorrömischen Eisenzeit (Hallstattzeit, 800–400 v. Chr.). Ein Fund stammt aus den Grabhügeln des keltischen Fürsten von Hochdorf bei Stuttgart, datiert auf etwa 500 v. Chr.

Auffallend sind auch die hohen Getreidefunde. Dies entspricht wieder den Ergebnissen von GROSSE-BBAUCKMANN (1976) bezüglich des Rezentanfluges.

Ergänzung zum Pollendiagramm.
Weitere Einzelfunde: 38 cm: *Drosera rotundifolia* 0,13 %; 44 cm: *Euphorbia*-Typ 0,19 %, *Viola palustris*-Typ 0,19 %; 46 cm: *Rhinanthus*-Typ 0,27 %; 48 cm: *Rhinanthus*-Typ 0,36 %; 56 cm: *Viola palustris*-Typ 0,13 %, *Sanguisorba minor* 0,13 %; 60 cm: *Viola palustris*-Typ 0,19 %; 66 cm: *Thalictrum* 0,17 %; 67 cm: *Drosera rotundifolia* 0,18 %, *Thalictrum* 0,18 %.

4. Großreste

4.1 Allgemeiner Teil

Die Analyse der Großreste sollte nicht der Rekonstruktion der höheren Pflanzengesellschaften der Umgebung dienen. Vielmehr sollen Angaben über die Vegetation in direkter Umgebung der Bohrstelle gemacht werden. Hierzu wurden vor allem die Moose herangezogen, da sie einerseits weitgehend eine Bestimmung bis zur Art ermöglichen, zum anderen liefern die Moose sehr genaue Aussagen über die Versorgung mit Nährstoffen oder über die Feuchtigkeitsverhältnisse. Allerdings machen sich lokale Störungen auch leichter bemerkbar, und sie sind schwieriger von allgemeinen Änderungen des Klimas oder allgemein der Umwelt zu unterscheiden. Moose werden in Hochmooren kaum über größere Strecken transportiert. Bei eigenen Arbeiten wurde bisher nur einmal bei Analysen von Hochmoortorfen ein Blatt von *Rhacomitrium lanuginosum* gefunden, was normalerweise auf Felsen außerhalb von Mooren steht und wohl durch die Luft in das Moor transportiert wurde. Die Analyse der Großreste hilft bei der Interpretation des Pollendiagramms, aber auch bei der chemischen Analyse. Denn ein Sprung in der Konzentration eines oder mehrerer Elemente kann allein durch den Wechsel der Torfzusammensetzung bedingt sein.

4.2 Diskussion des Großrestdiagrammes (Anhang, Tafel 2)

Das Diagramm läßt sich grob in zwei Abschnitte unterteilen. Der obere Abschnitt, der die Proben 1–76 umfaßt, wurde unter terrestrischen oder semiterrestrischen Bedingungen gebildet, die unteren beiden Meter sind rein limnische Bildungen. Dabei kann man aber bei den Proben 90–110 noch die deutlichen Einflüsse des nahen Ufers in Form von eingeschwemmten Torfmoosen und auch von *Drepanocladus* erkennen.

Der unterste Bereich zwischen 290 und 310 besteht aus fast reinem Ton mit sehr geringer Großrestführung.

Beim obersten Drittel des Profils handelt es sich um einen *Sphagnum*-Torf, der weitgehend von *S. magellanicum* bestimmt wird. Nur im unteren Teil tritt noch *Sphagnum recurvum* in nennenswerter Menge hinzu. Wie man aufgrund der Datierung durch die Ascheschichten erkennen kann, ist der Torf sehr schnell gewachsen. 20 Zentimeter Torf wurden in etwa 200 Jahren gebildet. Das stimmt auch mit dem guten Erhaltungsgrad des Torfes überein.

Die Standortsbedingungen dürften recht naß gewesen sein. Dies paßt auch zu dem guten Erhaltungsgrad der Großreste. Ebenso kann man es auch an dem geringen Anteil von *Calluna* und der Abwesenheit von Kiefernnadeln erkennen. Selbst kleine Kiefern dürften nicht direkt an der Bohrstelle gestanden haben. Denn dann wären sie im Torf sicherlich durch Nadeln vertreten. Interessant ist das deutliche Maximum der Sphagna Acutifolia zwischen 19 und 8 cm Tiefe im Profil. In diesen Proben konnten Stammblätter von *S. rubellum* identifiziert werden. Es dürfte sich um eine nasse Phase handeln, die wohl die Folge des Brandes von 1800 war. Nach MALLIK (1984) kommt es nach Bränden zu einer Verdichtung des Untergrundes und danach zu einer Vernässung. Der anschließende Anstieg von *S. magellanicum* sowie dem Aufkommen von *Calluna* und Kiefern an dieser

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Stelle dürfte ein Zeichen für zunehmende Trockenheit in der jüngsten Zeit sein. Einher geht damit auch im Pollendiagramm der Anstieg der Kiefer im obersten Zentimeter. Bei *Polytrichum* handelt es sich wohl meist um *Polytrichum strictum,* wobei aber die sichere Bestimmung nicht immer möglich war, da oft nur die Stengel oder Blattbasen erhalten waren. Aus dem Vorkommen dieser Art darf man aber nicht sofort auf Trockenheit schließen. Sie kann auch relativ naß stehen und bildet dann etwas kleinere Pflanzen.

Der mittlere Meter entstand unter limnischen Bedingungen, wobei am Ufer aber große Flächen mit *Drepanocladus fluitans* vorhanden waren, was auch heute bei dem kleinen Restsee noch der Fall ist. In den See sind viele Großreste hineingefallen und durch den Westwind wohl ans östliche Ufer getrieben worden. Dort wäre also für diese Fragestellung die Bohrung günstiger gewesen. Allerdings waren dort viele Blöcke im Untergrund, und das Profil war dort nicht so vollständig. Im mittleren Profilabschnitt verdienen die Nadeln von *Picea* noch besondere Beachtung. Sie reichen bis zu einer Tiefe von 130 cm. Die Nadel in Probe 200 dürfte bei der Probenahme hineingeraten sein. Da der tiefste Fund von *Picea*-Nadeln deutlich unter dem Ausklingen von *Castanea* und *Juglans* im Pollendiagramm liegt, dürfte die Fichte schon vor der Zeitwende im Biberkessel heimisch gewesen sein. Dies ist der früheste wirkliche Nachweis der Fichte im Nordschwarzwald. Die Fichtenfrage im Hornisgrindegebiet wurde schon von HAUSBURG (1967) aus historischer Sicht und bei HARTMANN & SCHNELLE (1970) aus klimatisch-soziologischer Sicht diskutiert. Nach diesen Funden im Profil stellt sich nur noch die Frage, wie weit sie auch außerhalb des Biberkessels vorkam. Sie dürfte aber kaum außerhalb des eigentlichen Kessels vorhanden gewesen sein. Dort dürfte die Konkurrenz der anderen Bäume wie Buche und Tanne zu stark gewesen sein. Interessant sind die geringen Pollenanteile der Fichte im gleichen Bereich (vgl. dazu die Diskussion des Pollendiagramms). Bei den Fichtennadeln kann aber im Gegensatz zu den Pollen ausgeschlossen werden, daß sie über weitere Entfernung verfrachtet werden. Sie müssen also an Ort und Stelle gewachsen sein. Da das Einzugsgebiet des Biberkessels sehr klein ist, könnten sie höchstens aus der Karwand in den See verfrachtet worden sein.

Die Nadeln der Tanne dagegen werden etwas leichter vom Wind verweht. Aber auch hier dürften keine weiteren Entfernungen überbrückt worden sein. Die Tanne ist im Gegensatz zur Fichte im mittleren Bereich des Pollendiagramms besser vertreten als die Fichte. Ihr tiefstes Vorkommen im untersten Teil des Profils ist die Probe 212, und damit stimmt die Großrestkurve mit den Pollenfunden, von wenigen Einzelfunden abgesehen, überein.

Im untersten Profilabschnitt tritt bei den Torfmoosen zusätzlich *Sphagnum palustre* hinzu, was wohl an den besseren Nährstoffbedingungen auf den damals noch jungen Böden liegt.

In den Proben 280 und 282 fanden sich Nadeln von der Bergkiefer *(Pinus mugo)*, die auch in den oberen beiden Profilabschnitten nicht selten waren. Dieses Vorkommen entspricht dem Maximum bei der Stickstoffkurve im gleichen Abschnitt beim Diagramm der chemischen Analysen. Da dieser Bereich dem Alleröd entspricht (vgl. Nachweis des Laacher Tuffes im Chemiediagramm), ist dies der Beweis dafür, daß die Bergkiefer zu dieser Zeit schon im Biberkessel, d. h. in einer Höhe von 1000 m vorkam. Wenn die Kiefer im Alleröd schon in dieser Höhe auftrat, stellt sich die Frage, ob sie vielleicht die letzte Eiszeit in der Oberrheinebene überdauerte.

In dem anschließenden Abschnitt, welcher der Jüngeren Dryas entspricht, fanden sich keine Nadeln, was nahelegt, daß sich die Bergkiefer in dieser Zeit wieder aus dieser Höhe zurückzog. Im Pollendiagramm (SCHLOSS 1987) findet sich im gleichen Bereich auch ein Rückgang der Kiefernpollen.

Einen sehr interessanten Verlauf zeigen auch die Kurven der *Isoëtes*-Megasporen. Es konnten zwei Typen unterschieden werden. Der etwas größere Typ ist an der Oberfläche relativ glatt, der kleinere Typ mehr kantig und stachelig. Der kleine Typ ist sehr viel weniger verbreitet als der erste. Bei Rezentuntersuchungen an *Isoëtes*-Megasporen stellte es sich heraus, daß es sich bei den großen Sporen um vollständige Sporen mit Endo- und Exospor handelt. Den kleineren Sporen fehlt das Exospor. Eine Unterscheidung zwischen *Isoëtes lacustre* und *I. setaceum* im subfossilen Zustand konnte nicht vorgenommen werden, da wahrscheinlich die Stacheln von *I. setaceum* korrodieren.

Eine weitere Rarität ist der Zwerg-Igelkolben (*Sparganium minimum*), der als Samen vorhanden war und leicht anzusprechen ist. Er tritt schon in Probe 266 zum ersten Mal auf. Dies entspricht im Pollendiagramm von SCHLOSS (1987) dem Präboreal. Die Pflanze, die reichere Standorte verlangt, fehlt heute im Nordschwarzwald.

5. Chemische Analyse

5.1 Allgemeiner Teil

Chemische Analysen von Torf mit parallelen Großrest- und Pollenanalysen wurden bisher in Mitteleuropa nicht durchgeführt. Chemische Analysen von Hochmoortorfen gewinnen aber in jüngerer Zeit besondere Bedeutung, da Hochmoore nur aus den Niederschlägen mit Nährstoffen versorgt werden und damit vielleicht den den zeitlichen Verlauf der Schwermetalleinträge widerspiegeln könnten. Dabei ist besonders wichtig, ob die Elemente sehr mobil oder immobil sind.

In der Literatur wird einerseits behauptet, daß sich Moore über ihren Gehalt an Schwermetallen zur Rekonstruktion des umweltbedingten Inputs eignen (z. B. WANDTNER 1981), andererseits wird dies bezweifelt (DAMMAN 1978, HÖLZER 1981, CLYMO 1983). CLYMO (1983) führt an, daß *Sphagnum papillosum,* welches mit $H^{14}CO_3^-$ versorgt wurde, ^{14}C aufnimmt. Davon sind

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

nach 24 Stunden 80 % in der alkoholunlöslichen Fraktion. Nachdem die Pflanzen 3 Monate später durchschnittlich 3,2 cm gewachsen waren, fanden sich 35 % des ^{14}C in den neuen Köpfchen, die nicht der Behandlung ausgesetzt waren. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt er auch bezüglich des ^{137}Cs, was sich dagegen in Seesedimenten als hervorragende Zeitmarke herausgestellt hat. Es zeigt sich hier also, daß manche Elemente von den Torfmoosen nach Mineralisierung im unteren Bereich oben wieder eingebaut werden und es damit zu einer Anreicherung in den obersten Schichten kommen muß.

5.2 Diskussion des Diagramms der chemischen Analysen (Anhang, Tafel 3)

Wie schon das Großrestdiagramm, gliedert sich das Diagramm der chemischen Analysen in zwei Abschnitte, einen oberen Teil mit sehr niedrigem Asche- und Siliziumgehalt und einen unteren Teil mit sehr viel höheren Werten. Hier spiegelt sich die Zusammensetzung des Profils bezüglich der Großreste wider. Der obere Teil besteht hauptsächlich aus Torfmoosen, der untere Teil aus Mudde mit einem unterschiedlichen Anteil an eingeschwemmten Mineralien.

Der obere Teil, der entsprechend dem Pollendiagramm wohl hauptsächlich die letzten 1000 Jahre repräsentiert, weist bei der Asche und beim Silizium einen deutlichen Peak bei 20 cm Tiefe auf, der dann aber auch bei den Elementen Kalium, Aluminium und Eisen sich in abgeschwächter Form wiederfindet. Interessanterweise zeigen Blei und Zink kein entsprechendes Verhalten, was wohl darauf schließen läßt, daß sie beweglicher sind. Es handelt sich hier um den großen Brand vom Sommer 1800, wo weite Flächen von der Hornisgrinde bis zur Seemisse abbrannten (METZ 1977). Dieser sehr gute Leithorizont findet sich auch in weiteren Seen und Mooren der Umgebung (HÖLZER in Vorber.). Eine etwas geringere Zunahme bei der Asche und beim Siliziumgehalt findet sich um Probe 7. Hier handelt es sich wohl um einen Brand im Jahre 1920. Die Zunahme weiterer Elemente in diesem Bereich dürfte hauptsächlich mit dem Grundwasserstand zu tun haben (DAMMAN 1978). Sehr deutlich erkennt man dies an dem leicht nach oben verschobenen Maximum beim Eisen, Aluminium und auch beim Cadmium.

Eine weitere Zunahme des Siliziumgehaltes findet sich bei einer Tiefe von 26–37 cm und bei 50–51 cm. Ob es sich hier auch um Brände gehandelt hat, läßt sich noch nicht sagen. Sie würden sich aber hervorragend zur Gliederung und Parallelisierung von Profilen aus dem Bereich der Hornisgrinde eignen. Blei und Cadmium nehmen hier aber im Gegensatz zu den sicheren Bränden im oberen Bereich zu. Zu erwähnen sind noch die hohen Konzentrationen an Mangan in den obersten Zentimetern. Dies ist aber eine allgemeine Erscheinung, die sich auch an anderen Profilen beobachten läßt (DAMMAN 1978, HÖLZER in Vorber.). Ganz gegensätzlich verhält sich Cadmium, das sehr mobil ist.

Im zweiten Profilabschnitt kommt es zwischen den Proben 118 und 120 zu einem deutlichen Sprung im Asche-, Silizium- und Stickstoffgehalt, etwas weniger beim Trockengewicht. Da diese Parameter voneinander unabhängig bestimmt werden, kann es sich nicht um einen systematischen Fehler handeln. Außerdem nimmt von hier an auch *Corylus* im Pollendiagramm ab. Dies hängt hauptsächlich mit dem Übergang vom Sphagnumtorf in die Mudde zusammen. In diesem Bereich und darüber war der Schwingrasen. Der Einfluß des Schwingrasens macht sich auch noch im Blei- und Cadmiumgehalt bemerkbar, die in Wellen nach unten hin abnehmen. Interessant ist wieder der gemeinsame Peak von Blei und Cadmium im Bereich des Sprungs im Asche- und Siliziumgehalt.

Im unteren Meter fällt vor allem der langsame Anstieg der Konzentration verschiedener Elemente wie Magnesium, Calcium, Aluminium usw. auf, was mit dem zunehmenden Anteil an Ton zu tun hat. Besonders fällt hierbei die Probe 283 auf. Es handelt sich hier um den Laacher Tuff, der besonders durch den Anstieg der Elemente Natrium, Phosphor, Aluminium, Zink und Blei ausgezeichnet ist, wobei dann andere Elemente abnehmen. Dies erklärt sich vor allem aus den vulkanischen Gläsern. Andere Elemente, von denen man vielleicht eine Zunahme erwarten würde, fallen im hohen Hintergrund des Tones nicht auf. Der Laacher Tuff liefert eine ausgezeichnete Zeitmarke zur Datierung des Alleröds, und vor allem die chemischen Analysen helfen bei seiner Festlegung, da er optisch auch bei mikroskopischer Durchmusterung der Proben nicht zu erkennen war. Auch bei weiteren Profilen aus anderen Mooren konnte er mittels der chemischen Analysen leicht erkannt werden (HÖLZER in Vorber.).

Geht man von der Zunahme des Elementes Natrium bei Eintrag eines Tuffes aus, so stellt sich sofort die Frage, ob bei der Probe 209 nicht ein weiterer Tuff ist. Dies wird sich aber erst nach weiteren Analysen entsprechender Profile absichern lassen.

Eine besondere Rolle spielt die Kurve des Gesamtstickstoffes im unteren Abschnitt des Diagramms. Sie zeichnet im Bereich des Alleröds die bekannten Kurven des Temperaturverhaltens im Spätglazial nach, d.h. eine höhere Temperatur bedeutet eine höhere Produktion an pflanzlichen oder tierischen Organismen und damit einen höheren Gehalt an Stickstoff im Sediment. Sehr schön zeichnet sich dabei das Alleröd und der Rückschlag der Jüngeren Dryas ab. Aber auch im Präboreal kommt es dann nicht zu einer stetigen Zunahme, sondern im Bereich der Proben 250–260 kommt es nochmals zu einer Stagnation oder sogar einem kleinen Rückschlag. Es stellt sich hier die Frage, ob wir es hier mit einem vermehrten Sandeintrag zu tun haben. Dies wäre wahrscheinlich, wenn die Vegetation lückiger geworden wäre. Gleiche Ergebnisse würde auch eine verringerte Produktion im Wasser bei abgesunkener Temperatur zeigen. Über eine Klimaschwankung in diesem Zeitraum berichtet BEHRE (1966).

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Abschließend zur Diskussion der chemischen Analysen stellt sich noch die Frage, wie wohl der Kurvenverlauf der meisten Elemente in den obersten 50 Zentimetern ohne Einfluß des Menschen aussehen würde. Aufgrund der bisherigen Ergebnisse muß man annehmen, daß die Kurven wohl einen ähnlichen Verlauf aufweisen würden. Denn ein Teil der in den Torfmoosen festgelegten Elemente wird nach dem Absterben wieder mobilisiert und kann damit wieder oben eingebaut werden. Da dieser Zyklus schon mehrere Jahrtausende andauerte, kam es zu einer automatischen Anreicherung in den obersten Schichten eines Moores mit Torfmoosen. Allerdings wären die Anstiege wohl nicht so stark.

6. Zusammenfassende Diskussion der Pollen- und Großreste sowie der chemischen Analysen

Wie man aus den vorliegenden Diagrammen sieht, hat sich die parallele Bearbeitung der drei Fachgebiete als sehr nützlich herausgestellt. Vor allem die Großreste ergeben eine hervorragende Ergänzung der Pollenanalysen, aber auch der chemischen Analysen. Die drei voneinander unabhängigen Verfahren können einander unterstützen oder auch die Ergebnisse einer Methode wieder einschränken. Auch AABY & JACOBSEN (1979) fordern, daß zu chemischen Analysen Großreste parallel untersucht werden müssen.

Als besonderes Beispiel sei nochmals auf die Situation im Alleröd verwiesen (Proben 280–285). Als erstes ermöglicht die chemische Analyse die sichere Datierung dieses Zeitabschnittes, obwohl der Tuff optisch nicht zu erkennen war. Er liegt im Chemiediagramm im mittleren bis unteren Ende des Alleröds. Dabei muß man aber bedenken, daß der Tuff im Sediment ein wenig eingesunken sein könnte. Bei Paralleluntersuchungen am Laacher Tuff von anderen Gebieten (HÖLZER in Vorber.) zeigte es sich nämlich, daß die schweren Elemente meist um einen Zentimeter tiefer liegen als die leichteren. Die Kurve des Stickstoffes spiegelt das typische Temperaturverhalten in diesem Zeitabschnitt wider. Außerdem wird durch die Nadeln von *Pinus mugo* gerade im diesem Abschnitt belegt, daß die Bergkiefer im Alleröd schon im Biberkessel oder auf den Höhen darüber war. Allein aufgrund der Pollenkurve wäre dies alles nicht sicher zu klären gewesen. Auch eine ^{14}C-Datierung wäre ganz sicher teuerer und unter Umständen sehr viel unsicherer gewesen. Außerdem hätte sich dann immer noch die Frage gestellt, ob die Bergkiefer direkt im Gebiet vorhanden war oder ob es sich um Einwehungen von tieferen Lagen westlich des Gipfels handelt.

Zum anderen hilft die Großrestanalyse aber auch bei der Interpretierung der chemischen Analysen. Hier dürften vor allem die Ionenaustauscher der Torfmoose eine große Rolle spielen, die ja auch noch in totem Zustand der Torfmoose noch funktionieren. Allerdings finden sich in den vorliegenden Diagrammen keine eindeutigen Hinweise darauf, daß es entsprechend der Torfmoosarten bei den Großresten zu einer Zunahme gewisser Elemente kommt.

Ein weiteres ausgezeichnetes Beispiel dafür, wie sich die drei Analysenmethoden bestens ergänzen, findet sich im obersten Meter. Bei der Besprechung der Ergebnisse der chemischen Analysen war darauf hingewiesen worden, daß sich außer dem deutlichen Peak in der Tiefe von 20 Zentimetern beim Silizium drei weitere etwas undeutlichere in diesem Profilabschnitt befinden. Einer findet sich bei 7 Zentimetern und wurde dem Jahr 1920 zugeordnet. Ein weiterer liegt bei 36–37 und noch einer bei 50–51 Zentimetern. An diesen Stellen im Pollendiagramm gibt es deutliche Zunahmen bei der *Vaccinium*-Kurve oder im Hauptdiagramm bei den Ericaceen. Mit einer gewissen Phasenverschiebung folgen Peaks von *Filipendula*. Es muß aufgrund dieser Zusammenhänge damit gerechnet werden, daß es sich bei den Peaks bei 36–37 und 50–51 auch um Brände oder wenigstens Auflichtungen des Waldes handelt, so daß mehr Silizium in Form von Asche oder Staub in das Moor geweht wurden. Es dürfte sich aber kaum um Brände in direkter Nähe des Moores gehandelt haben, da keine größeren Kohlenstückchen bei den Großrestanalysen gefunden wurden. Auch nehmen in diesem Bereich im Großrestdiagramm die Ericaceen nicht zu. Diese Peaks sowohl bei den Pollen der Ericaceen wie auch beim Silizium im Chemiediagramm dürften sich wohl in den weiteren noch in Bearbeitung befindlichen Diagrammen aus dem Bereich der Hornisgrinde finden lassen. Damit ergäben sie hervorragende Zeitmarken zur Parallelisierung der Diagramme aus den verschiedenen, eng beieinanderliegenden Mooren.

7. Literatur

AABY, B. & JACOBSEN J. (1979): Changes in biotic conditions and metal depositions in the last millennium as reflected in ombrotrophic peat in Draved Mose, Denmark. – Danm. geol. Unders., Arborg 1978: 5–43; Kopenhagen.

ALLEN, S. E. (Edit.) (1974): Chemical Analysis of Ecological Materials. – 1. Aufl., 565 S.; Oxford.

BECKH, G. (1984): Pollenanalytische Untersuchungen im Ruhesteinloch (Nordschwarzwald). – Unveröff. Diplomarbeit, Univ. Karlsruhe.

BEHRE, K.-E. (1966): Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Vegetationsgeschichte Ostfrieslands (Mit einem Beitrag zur Gliederung des Präboreals. – Eiszeitalter und Gegenwart, **17**: 69–84; Öhringen.

CLYMO, R. S. (1983): Peat. – In: GORE, A. J. P. (Edit.). Ecosystems of the world 4A. Mires: Swamp, bog, fen and moore. General Studies. S. 159–224; Amsterdam, Oxford, New York.

DAMMAN, A. W. H. (1978): Distribution and movement of elements in ombrotrophic peat bogs. – Oikos, **30**: 480–495; Kopenhagen.

FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1975): Textbook of Pollen Analysis. – 295 S.; Kopenhagen.

FEZER, F. (1957): Eiszeitliche Erscheinungen im nördlichen Schwarzwald. – Forsch. dt. Landeskde., **87**: 1–86; Remagen.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1978): Absolute jährliche Pollenniederschlagsmengen an verschiedenen Beobachtungsorten in der Bundesrepublik Deutschland. – Flora, **167**: 209–247; Jena.

HARTMANN, F. K. & SCHNELLE, F. (1970): Klimagrundlagen natürlicher Waldstufen und ihrer Waldgesellschaften in deutschen Mittelgebirgen. – 175 S.; Stuttgart.

HAUSBURG, H. (1967): Die Ausbreitung der Fichte im Hornisgrinde-Kniebis-Murggebiet des Nordschwarzwaldes bis etwa 1800. – Mitt. Ver. Forstl. Standortskunde und Forstpfl. Züchtung, **17**: 1–22; Stuttgart.

HÖLZER, A. (1982): Beziehungen zwischen chemischen Parametern des Moorwassers und Pflanzen in den Biberkessel-Mooren an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald). – Telma, **12**: 37–47; Hannover.

HÖLZER, A. & SCHLOSS, S. (1981): Paläoökologische Studien an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald) auf der Grundlage von chemischer Analyse, Pollen- und Großrestuntersuchung. – Telma, **11**: 17–30; Hannover.

HUNTLEY, B. & BIRKS, H. J. B. (1983): An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0–13 000 years ago. – 667 S., 34 maps.; Cambridge.

JÄSCHKE, J. (1934): Zur postglazialen Waldgeschichte des nördlichen Schwarzwaldes. – Beih. Bot. Cbl., II/3: 527–556; Dresden.

JAHN, R. (1957): Forstliche Standortskartierung im Buntsandstein – Hochschwarzwald (Hornisgrindegebiet). – Mitt. Ver. Forstl. Standortskde. u. Forstpfl. Zücht., **6**: 52–53; Stuttgart.

KÖRBER-GROHNE, U. (1987): Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie. – 490 S.; Stuttgart.

LANG, G. (1958): Neue Untersuchungen über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes III. Der Schurmsee im Nordschwarzwald. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **17**: 20–34; Karlsruhe.

MALLIK, A. U., GIMMINHAM, C. H. & RAHMAN, A. A. (1984): Ecological Effects of Heather Burning. I. Water infiltration, moisture retention and porosity of surface soil. – J. of Ecology, **72**: 767–776; Oxford.

MERKT, J. & STREIF, H. (1970): Stechrohr-Bohrgeräte für limnische und marine Lockersedimente. – Geol. Jb., **88**: 137–148; Hannover.

METZ, R. (1977): Mineralogisch-landeskundliche Wanderungen im Nordschwarzwald. – 632 S.; Lahr.

OBERDORFER, E. (1938): Ein Beitrag zur Vegetationskunde des Nordschwarzwaldes. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **3**: 255–265; Karlsruhe.

RADKE, G. (1973): Landschaftsgeschichte und -ökologie des Nordschwarzwaldes. – Hohenheimer Arbeiten, **68**: 1–121; Stuttgart.

SCHLENKER, G. & MÜLLER, S. (1978): Erläuterungen zur Karte der regionalen Gliederung von Baden-Württemberg III. Teil (Wuchsgebiet Schwarzwald). – Mitt. Ver. Forstl. Standortkde. u. Forstpfl. Zücht., **26**: 6–20; Stuttgart.

SCHLICHTING, W. (1974): Pollenanalytische Untersuchungen an der Hornisgrinde. – Unveröff. Staatsexamensarbeit, Univ. Karlsruhe.

SCHLOSS, S. (1978): Pollenanalytische Untersuchungen in der Seemisse beim Wildsee/Ruhestein (Nordschwarzwald). – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **37**: 37–53; Karlsruhe.

SCHLOSS, S. (1987): Ein spätglaziales Pollenprofil von der Hornisgrinde. – Carolinea **45**: .....; Karlsruhe.

WANDTNER, R. (1981): Indikatoreigenschaften der Vegetation von Hochmooren der Bundesrepublik Deutschland für Schwermetallimmissionen. – Diss. Bot., **59**, 190 S.; Vaduz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carolinea - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: 45

Autor(en)/Author(s): Hölzer Adam, Hölzer Amal

Artikel/Article: Paläoökologische Moor-Untersuchungen an der Hornisgrinde im Nordschwarzwald 43-50