

Prähistorische Vorkommen von Hornmoosen (Anthocerotae) in Baden-Württemberg

VON HANS W. SMETTAN, Ostfildern

KURZFASSUNG

Die Sporen der in Baden-Württemberg nachgewiesenen Hornmoose lassen sich dem *Anthoceros punctatus*-Typ (mit *Anthoceros agrestis* und *A. punctatus* im Gebiet) und dem *Phaeoceros laevis*-Typ (mit *Phaeoceros carolinianus* im Gebiet) zuordnen. Während bei ersteren die Oberfläche der triletten Sporen foveolat ist und grobe Echini aufweist, erkennt man auf den ebenfalls triletten Sporen von *Phaeoceros carolinianus* Gemmae.

Subfossile Sporen sind von den Hornmoosen in Südwestdeutschland von 165 m über NN (mittleres Neckarland) bis aus 678 m über NN (Baar) belegt. Bisher tauchten die Überreste von *Phaeoceros carolinianus* und *Anthoceros agrestis* erstmals in Sedimenten auf, die sich im Neolithikum bildeten. Schon damals scheinen bodenfeuchte, lehmige Ackerböden während der Brachezeit diesen Kryptogamen einen zusagenden Lebensraum geboten zu haben. Damit handelt es sich bei den Hornmoosen offensichtlich um Archäophyten.

Die jüngsten subfossilen Sporenfunde datieren derzeit in das 19. Jahrhundert. Seither finden die Hornmoose wegen des fast völligen Verschwindens entsprechender Brachäcker nur noch wenige zusagende Wuchsorte.

ABSTRACT

The spores of the hornworts proven in Baden-Württemberg (Southern Germany) can be assigned to the *Anthoceros punctatus* type (with *Anthoceros agrestis* and *A. punctatus* in the area) and the *Phaeoceros laevis* type (with *Phaeoceros carolinianus* in the area). Whereas the surface of the former trilete spores is foveolate and showing rough echinae, gemmae are found on the surface of *Phaeoceros carolinianus* spores.

Subfossile spores of the hornworts are known in Southwestern Germany from 165 m a.s.l. (Middle Neckar region) to 678 m a.s.l. (Baar region). So far the remains of *Phaeoceros carolinianus* and *Anthoceros agrestis* appeared for the first time in sediments formed in the Neolithic Age. Already at that time soil moist and clayey farmlands seemed to have offered the hornworts during fallow a suitable habitat. Thus they can be regarded as archaeophytes.

Recent findings of subfossile spores are presently being dated to the 19th century. Since then there are only few suitable growth habitats for hornworts due to the disappearance of adequate fallow fields.

Key words: Hornmoose (Anthocerotae), Vegetationsgeschichte, Pollenanalyse, Baden-Württemberg

EINLEITUNG

Ab und zu tauchen in mikroskopischen Präparaten, die man für vegetationsgeschichtliche Untersuchungen angefertigt hat, Sporen von verschiedenen Kryptogamen auf. Schon lange werden dabei von den Moosen die leicht kenntlichen Gebilde der Gattung *Sphagnum* (Torfmoos) berücksichtigt. Darüber hinaus findet man aber in den veröffentlichten Pollendiagrammen nur selten weitere Angaben über subfossile Moossporen.

Eine Ausnahme sollten in Zukunft die Nachweise von Hornmoosen darstellen, zumal ihre Sporen nicht nur sehr widerstandsfähig sind, sondern auch ziemlich leicht angesprochen werden können. Außerdem liefern sie wichtige Hinweise zur vorgeschichtlichen Umwelt des Untersuchungsgebietes.

Der jetzige Wissensstand über die prähistorische Verbreitung der in Baden-Württemberg vorkommenden und in den letzten Jahrzehnten ziemlich selten gewordenen Hornmoose soll hierzu vorgestellt werden.

SYSTEMATISCHE STELLUNG UND NOMENKLATUR

Die Ansicht über den systematischen Rang und damit die richtige Bezeichnung der in Südwestdeutschland auftretenden Hornmoossporen hat sich in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts mehrfach geändert.

Das liegt unter anderem daran, dass man die in Herbarien aufbewahrten Hornmoose lange Zeit zu erneuten Untersuchungen nur schlecht wieder aufweichen konnte. Auch zeigen die charakteristischen Sporen nur bei vollkommener Reife die arttypischen Merkmale. Daher musste Prof. Dr. KARL MÜLLER in seinem großen Werk über die Lebermoose Europas (MÜLLER 1951–1958: 293) feststellen: „Die Systematik der *Anthoceros*-Arten gehört zum dunkelsten Kapitel der Lebermoose . . . Eine ganze Reihe dubiöser Arten wurde jahrzehntelang in der Literatur mitgeschleppt, ohne daß man sich über ihren Anstrich klar wurde.“

Nach seiner Erkenntnis gab es damals (1951) in Deutschland – abgesehen von der aus Baden-Württemberg bisher noch nicht nachgewiesenen und deshalb hier nicht berücksichtigten Sippe *Notothylas orbicularis* – vier Arten von Hornmoosen. Er bezeichnete sie als *Anthoceros levis* Linné (levis = glatt in Bezug auf die Sporen), *Anthoceros crispulus* (Mont.) Douin (crispulus = gekräuselt in Bezug auf den Thallus), *Anthoceros punctatus* Linné (punctatus = punktiert erscheinend wegen der dunklen *Nostoc*-Kolonien) und *Anthoceros Husnotii* Stephani (benannt nach dem Bauern, Bürgermeister und Bryologen PIERRE-TRANQUILLE HUSNOT).

Diese vier Arten findet man auch in der Moosflora von Südwestdeutschland angegeben, die Prof. Dr. KARL BERTSCH in der 2. Auflage 1959 (bzw. im Nachdruck 1966) herausbrachte.

Damit waren die Bezeichnungen aber nicht mehr auf dem neuesten Forschungsstand; denn 1958 war von Prof. Dr. JOHANNES PROSKAUER aus Kalifornien für das Werk von KARL MÜLLER ein „Nachtrag zur Familie der Anthocerotaceae“ erschienen (PROSKAUER in MÜLLER 1958: 1303–1319). Darin wurde von ihm *Anthoceros levis* in eine eigene Gattung gestellt und erhielt den Namen *Phaeo-*

ceros laevis (L.) Proskauer. Diese Sippe teilte er in zwei Unterarten auf: in die getrenntgeschlechtige (diözische) Subspezies *laevis*, die in Deutschland bisher nicht nachgewiesen werden konnte, und in die gemischgeschlechtige (monözische) Subspezies *carolinianus*.

Dann fasste er die bisherigen Arten *A. crispulus*, *A. husnotii* und *A. punctatus* als Varietäten unter dem vorläufigen Namen („Der Name ... ist nicht zu retten“) *Anthoceros punctatus* Linné zusammen.

Diese Gliederung und Benennung findet sich bei Dr. RUPRECHT DÜLL wieder, von dem eine neue Moosflora von Südwestdeutschland 1969 zu erscheinen begann (DÜLL 1969: 39–138).

Wie die vor wenigen Jahren veröffentlichte Referenzliste der Moose Deutschlands von KOPERSKI et al. (2000: 35–37) zeigt, kam es aber inzwischen zu weiteren Erkenntnissen: Die seinerzeit und von einigen Forschern auch heute noch als Unterart aufgefasste Sippe *Ph. laevis* subsp. *carolinianus* wird hierin als eigene Art, nämlich als *Phaeoceros carolinianus* (Michx.) Proskauer, geführt.

Dann zeigte sich, dass *Anthoceros punctatus* Linné in Baden-Württemberg nur an wenigen Stellen im Schwarzwald und Odenwald (über Kristallin) wächst. Viel weiter verbreitet ist dagegen die früher nur als Unterart oder Varietät von *A. punctatus* eingestufte Sippe *Anthoceros agrestis* Paton. Schließlich könnte es sein, dass sich in Südwestdeutschland auch noch das ähnlich aussehende Hornmoos *Anthoceros neesii* Proskauer zeigt. Es unterscheidet sich allein an Sporenmerkmalen (siehe nächstes Kapitel) und wurde in den letzten Jahrzehnten mehrere Male in Hessen festgestellt (FRAHM u. FREY 1992: 33).

KENNZEICHEN DER HORNMOOSSPOREN

Damit kommen wir zu den Merkmalen der in Südwestdeutschland bisher nachgewiesenen Hornmoossporen. Sie lassen sich zwei mikroskopisch leicht unterscheidbaren Typen zuordnen: einmal dem *Anthoceros punctatus*-Typ, der die sehr ähnlichen Formen von *Anthoceros agrestis* und *punctatus* umfasst, zum Zweiten den *Phaeoceros laevis*-Typ, hinter dem die Sporen von *Phaeoceros laevis* und *carolinianus* stecken.

Gemeinsam ist ihnen, dass sie wie viele andere Moossporen rundlich bis stumpf dreieckig sind. Letzteres sieht man häufiger bei unreifen Sporen, da bei ihrer Entwicklung jeweils vier Sporen durch Reduktionsteilung aus einer Sporenmutterzelle hervorgehen und sich erst am Ende abrunden.

Als nächstes besitzen alle Hornmoossporen auf der Unterseite (Bauchseite) drei Furchen, die vom Sporenmittelpunkt ausgehen und damit an einen „Mercedes“-Stern erinnern. Der Palynologe spricht von trilet.

Auch unterscheiden sie sich nur gering in ihrer Größe. Bei zehn *Anthoceros punctatus*-Sporen reichte der Durchmesser (einschließlich der bis zu 5 µm langen Stacheln) von 64 – 76 µm. Der Mittelwert ergab 70 µm. Bei *Anthoceros agrestis* variierte der Durchmesser ebenfalls von 64 – 76 µm, nur lag der Mittelwert mit 72 µm geringfügig höher. Bei *Phaeoceros laevis* waren manche Sporen noch nicht voll ausgereift, so dass sie aufgrund der Behandlung mit Kalilauge stark aufge-

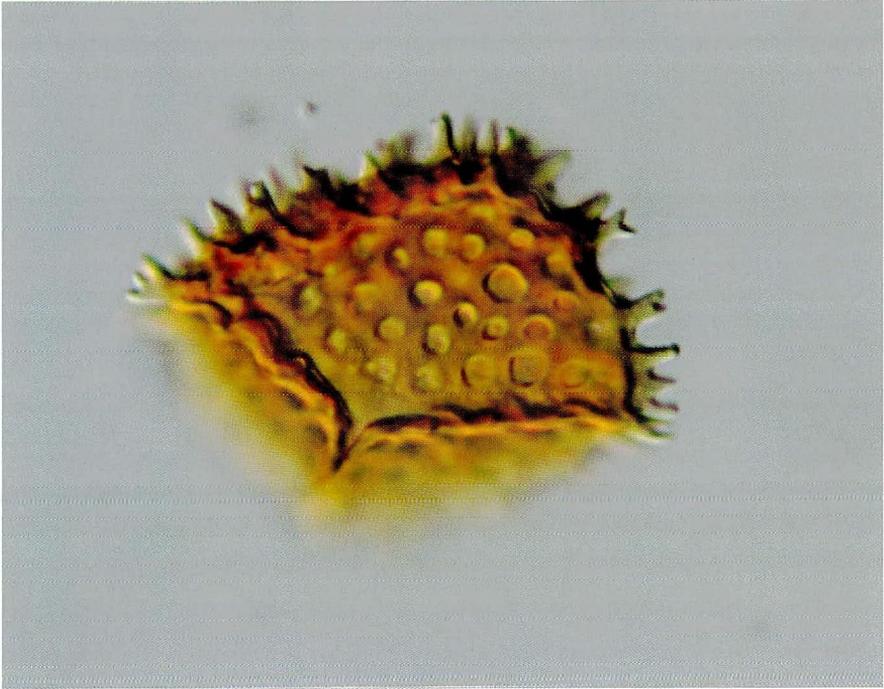


Abb. 1: Nur wenige Moossporen haben so charakteristische Oberflächenstrukturen wie die Hornmoose. Die Aufnahme zeigt eine acetolysierte Spore von *Anthoceros punctatus*.

quollen waren und deshalb bis zu 115 μm im Durchmesser aufwiesen. „Normale“ Sporen zeigten ($n = 10$) Durchmesser von 51 bis 72 μm , woraus sich ein Mittelwert von 61 μm ergab.

Deutliche Unterschiede zeigen sich zwischen den beiden Typen in der Oberflächenstruktur (vergleiche die Abbildungen): So wird die Oberfläche des *Anthoceros punctatus*-Typen als foveolat bezeichnet. Darunter versteht man, dass die Zellwand viele auffällige Gruben aufweist. Außerdem kann man – vor allem am Rand – kräftige (2,5 – 5 μm lange) Stacheln (Echini) erkennen. Sie sind bei *A. punctatus* und *agrestis* meist einfach, bei dem in Südwestdeutschland noch nicht nachgewiesenen *A. neesii* dagegen überwiegend gegabelt. Schließlich soll *A. agrestis* etwa 30, dagegen *A. neesii* ungefähr 45 Stacheln pro Sporenumfang besitzen (FRAHM/FREY 1992: 33). Bei subfossilem Material sind leider oft viele Stacheln erodiert, so dass eine artgenaue Zuordnung in vielen Fällen nicht möglich sein dürfte.

Beim *Phaeoceros laevis*-Typ gibt es keine Foveolae (Gruben), auch sind die Echini wegen ihrer geringen Größe (1,2 – 2,5 μm) wenig auffällig. Stattdessen sieht man vor allem kugelige Skulpturelemente (Gemmae).

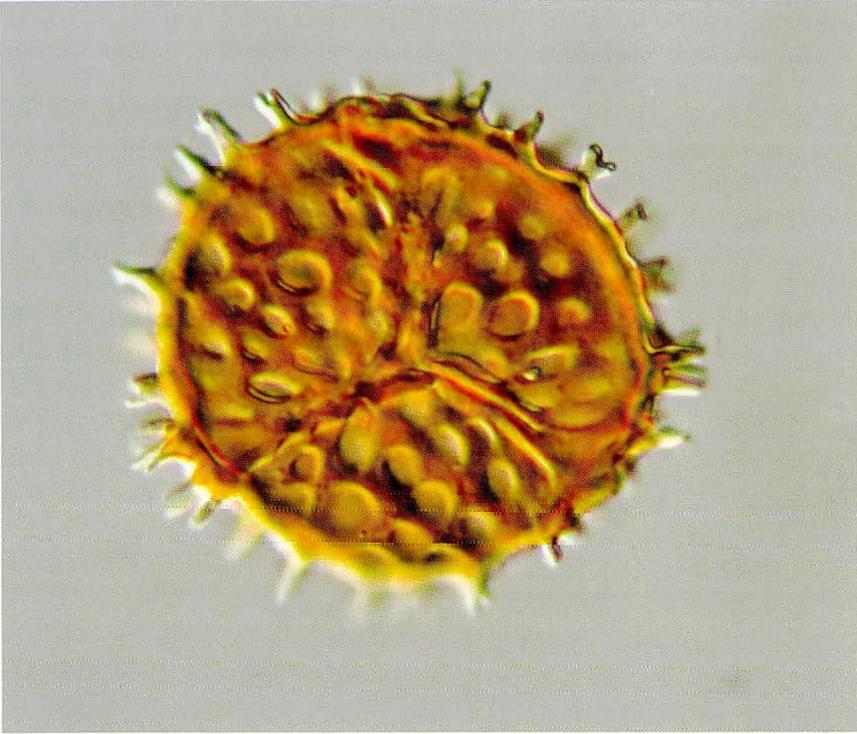


Abb. 2: Die Sporen von *Anthoceros punctatus* und von dem hier abgebildeten *Anthoceros agrestis* ähneln sich sehr stark, so dass sie bei Pollenanalysen sinnvollerweise als *Anthoceros punctatus*-Typ zusammengefasst werden sollten.

Zeichnungen hierzu findet man bereits bei PROSKAUER (1958: 1304 u. 1314). Erste gute lichtmikroskopische Aufnahmen enthält die Arbeit von KOELBLOED u. KROEZE (1965: 105). Im Pollenbestimmungsbuch von MOORE, WEBB u. COLLINSON (1991: Tafel 11) ist eine Spore von *Phaeoceros laevis* gut abgebildet, die Aufnahme von *Anthoceros punctatus* auf der gleichen Tafel ist aber untypisch. Zum Schluss sei noch darauf hingewiesen, dass DICKSON (1973: 62) von den beiden Typen beeindruckende rasterelektronenmikroskopische Bilder veröffentlicht hat.

Für die eigenen Abbildungen wurden, um sie mit subfossilen Funden vergleichen zu können, die Sporen von Herbarpflanzen als erstes mit Kalilauge ($c = 1 \text{ mol/l}$) aufgekocht; daher liegen die oben angegebenen Größen deutlich über den Werten, die man von in Wasser aufgeschwemmten rezenten Sporen erhält (nach PROSKAUER beim *Anthoceros punctatus*-Typ von $40 - 63 \text{ }\mu\text{m}$, beim *Phaeoceros laevis*-Typ von $30 - 62 \text{ }\mu\text{m}$). Anschließend wurde mit Essigsäureanhydrid und konz. Schwefelsäure acetolysiert und schließlich die Sporen in Glycerin übergeführt. Dann konnten sie mit Durchlicht-Interferenz bei 400facher Vergrößerung am Leica DMR fotografiert werden.



Abb. 3: Ebenso wie die Sporen des *Anthoceros punctatus*-Types sind die sub-fossilen Sporen des *Phaeoceros laevis*-Types (das Foto zeigt *Ph. carolinianus*) Indikatoren für früheren Ackerbau.

Dies geschah mit Material, das mir freundlicherweise Dr. MARTIN NEBEL vom Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart zur Verfügung stellte. Davon war im August 1869 *Phaeoceros carolinianus* bei Tübingen gesammelt worden. *Anthoceros agrestis* wurde im August 1994 in Herdwangen-Schönach (Alpenvorland MTB 8121/1) gefunden und die Sporen von *Anthoceros punctatus* reiften im September 2002 in Niedersachsen am Sylbecker Berg (MTB 4122/3).

Eine große Hilfe war beim Fotografieren MARKUS PREUSSING, der ebenfalls am Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart tätig ist. Vielen Dank hierfür!

VORGESCHICHTLICHE FUNDE

Beim Studium der pollenanalytischen Arbeiten aus Baden-Württemberg fiel mir – abgesehen von meinen eigenen Veröffentlichungen – anfangs nur ein einziger weiterer Hinweis auf ein prähistorisches Vorkommen von Hornmoosen auf: RÖSCH (1999: 761) hat in einer Publikation über einen ehemaligen Fischweiher bei Nabern, Stadt Kirchheim/Teck, eine Spore mit der Angabe „*Anthoceros lae-*

Tab. 1: Die bisherigen Fundorte von subfossilen Sporen des *Anthoceros punctatus*-Types in Baden-Württemberg. Aus pflanzengeographischen Gründen dürfte es sich um Nachweise von *Anthoceros agrestis* handeln.

Fundort	Kulturepoche	Menge	Quelle
6724/2 Hohenlohe:	hohes Mittelalter	Einzelfund	SMETTAN 2000b
Kügelhof (Stadt	spätes Mittelalter	Einzelfund	"
Künzelsau) 417 m			
6820/4 mittl. Neckarland:	Altneolithikum	Einzelfunde	SMETTAN 2002
Großgartach (Gem.	Endneolithikum	1 – 11,2 %	"
Leingarten) 166 m	bis Bronzezeit	(angereichert)	
6920/2 mittl. Neckarland:	provinzialröm. Zeit	Einzelfund	SMETTAN unveröff.
alte Lauffener Neckar-	frühalamann. Zeit	Einzelfund	"
schlinge 165 m	frühes, hohes und	Einzelfund	"
	spätes Mittelalter	Einzelfund	"
	Neueste Zeit	Einzelfund	"
7019/2 mittl. Neckarland:	? (umgelagert)	(angereichert)	SMETTAN 1998
Vaihingen an der Enz	frühe Neuzeit	(angereichert)	"
230/235 m			
7128/2 Ries: Benzen-	Bronzezeit	bis 2 %	SMETTAN 2004
zimmern (Gem. Kirch-	Hallstattzeit	Einzelfunde	"
heim am Ries) 447 m	Latènezeit	Einzelfunde	"
	frühalamann. Zeit	bis 1 %	"
	Merowingerzeit	Einzelfunde	"
	Karolingerzeit	Einzelfunde	"
7219/2 mittl. Neckarland:	Bronzezeit	Einzelfunde	SMETTAN unveröff.
Renningen 403 m	Latènezeit	Einzelfunde	"
	Merowingerzeit	Einzelfunde	"
7223/4 mittl. Neckarland:	Hallstattzeit?	Einzelfunde	SMETTAN 1992
Göppingen 319 m	provinzialröm.		
	Zeit?	Einzelfunde	"
	frühalamann. Zeit?	Einzelfunde	"
	Merowingerzeit?	Einzelfunde	"
	hohes Mittelalter?	bis 6,2 %	"
	(angereichert?)		
7225/4 Schwäb. Alb:	Neueste Zeit	Einzelfund	SMETTAN 1995
Märtelesberg (Gem.			
Steinheim) 658 m			
7528/3 oberes Neckarland	frühes Mittelalter	Einzelfunde	SMETTAN 2000a
Forst Neckarhausen	hohes Mittelalter	Einzelfunde	"
(Empfingen) 522 m	spätes Mittelalter	Einzelfunde	"
7817/2 oberes Neckarland:	frühalamann. Zeit	Einzelfunde	SMETTAN 2000a
Sprelling (Rottweil) 578 m			
8017/3 Baar: Donau-	vorrömische Eisen-	Einzelfund	KNIPPING in FRANZ
eschinger Ried 678 m	zeit?		et al. 2003

vis“ abgebildet. Damit dürfte er wohl *Phaeoceros carolinianus* gemeint haben. Auf der Fotografie kann man leider dessen typische Merkmale nicht zweifelsfrei erkennen. Eher scheint es sich um eine Spore vom *Anthoceros punctatus*-Typ zu handeln. Bemerkenswerterweise wird dieser Typ von RÖSCH (1999: 746) im Pollendiagramm nicht aufgeführt; deshalb sei nur festgehalten, dass wohl auch bei Nabern (MTB 7322/4, 350 m ü. NN) in der frühen Neuzeit Hornmoose wuchsen. Dann erschienen kurz vor Abschluss dieses Manuskriptes die Untersuchungsergebnisse zur Genese des Donaueschinger Riedes (FRANZ et al. 2003: 407–422). Dafür wurden von Dr. MARIA KNIPPING Pollenanalysen durchgeführt, bei denen auch eine Spore vom *Anthoceros punctatus*-Typ erkannt wurde. Dieser Befund konnte noch in die Tabelle 1 übernommen werden.

Von den angrenzenden Nachbarländern sei erwähnt, dass nach BURGA u. PERRET (1998) die subfossilen Sporen dieser Moose bisher in der Schweiz nicht beachtet wurden. Ebenso scheinen sie – wie die Durchsicht mehrerer Dissertationen ergab – in Bayern und im Elsass bis heute noch nicht berücksichtigt worden zu sein. Allein in Hessen wurden die Hornmoossporen von Dr. ASTRID STOBBE bei Untersuchungen von Bohrkernen aus dem Wettertal als „*Anthoceros laevis/punctatus*“ erkannt und bewertet (KREUZ, NOLTE u. STOBBE 1998: 152–157).

Wenden wir uns jetzt den Tabellen 1 und 2 zu: Nach ihnen scheint es sich abzuzeichnen, dass vor allem in den tieferen und damit klimatisch begünstigten Gebieten von Baden-Württemberg Hornmoose in größerer Menge vorkamen. So wurde bei den umfangreichen Pollenanalysen auf der östlichen Schwäbischen Alb (SMETTAN 1995) nur ein einziges Mal eine Spore vom *Anthoceros punctatus*-Typ gesichtet. Dabei könnte es sich um ein kleines, vielleicht unbeständiges Vorkommen in einer Höhenlage von 658 m ü. NN. gehandelt haben. Einschränkend muss jedoch gesagt werden, dass von mir erst seit 1989 die Hornmoossporen berücksichtigt werden und viele Gebiete noch der weiteren Untersuchung harren. Als nächstes sei auf die in den Tabellen genannten Kulturepochen eingegangen. Dabei bedeutet Neolithikum die Zeitspanne von 5500 bis 2300 v. Chr., Bronzezeit 2300 – 800 v. Chr., Hallstattzeit 800 – 500 v. Chr., Latènezeit 500 v. – 80 n. Chr., provinzialrömische Zeit 80 – 260 n. Chr., frühalamannische Zeit 260 – 480 n. Chr., Merowingerzeit 480 – 680 n. Chr., Karolingerzeit 680 – 910 n. Chr., hohes Mittelalter 910 – 1200 n. Chr., spätes Mittelalter 1200 – 1500 n. Chr., frühe Neuzeit 1500 – 1820 n. Chr. und schließlich Neueste Zeit der Zeitraum ab 1820 n. Chr. Demnach stammen die ältesten Nachweise von *Anthoceros agrestis/punctatus* in Baden-Württemberg (bisher) aus dem Altneolithikum, genauer gesagt aus der Zeit um 5200 v. Chr.. Von *Phaeoceros carolinianus* zeigten sich Sporen ab dem Endneolithikum (um 2800 v. Chr.). In beiden Fällen ist ihr Auftreten mit Ackerbau anzeigenden Pollentypen (Cerealia, Chenopodiaceae, Polygonaceae, *Artemisia*) verbunden. Es handelt sich somit offensichtlich um Archäophyten, also um Arten, die erst durch die menschliche Siedeltätigkeit ab der Jungsteinzeit in Südwestdeutschland einen zusagenden Lebensraum fanden.

In größerer Menge (bis zu 11,2 % der Gesamtpollensumme) bemerkte ich ihre Überreste in Sedimenten, die zwischen Endneolithikum und Bronzezeit in der

Tab. 2: Die bisherigen Fundorte von subfossilen Sporen des *Phaeoceros laevis*-Types in Baden-Württemberg. Es dürfte sich dabei im Untersuchungsgebiet um Nachweise von *Phaeoceros carolinianus* handeln.

Fundort	Kulturepoche	Menge	Quelle
6820/4 mittl. Neckarland: Großgartach (Gem. Leingarten) 166 m	Endneolithikum	bis 1 %	SMETTAN 2002
6920/2 mittl. Neckarland: alte Lauffener Neckar- schlinge 165 m	provinzialröm. Zeit hohes Mittelalter spätes Mittelalter Neueste Zeit	Einzelfund Einzelfund Einzelfund Einzelfund	SMETTAN unveröff. " " "
7019/2 mittl. Neckarland: Vaihingen an der Enz 230/235 m	? (umgelagert) frühe Neuzeit	(angereichert) (angereichert)	SMETTAN 1998 "
7128/2 Ries: Benzen- zimmern (Kirchheim am Ries) 447 m	Hallstattzeit Latènezeit	Einzelfunde Einzelfunde	SMETTAN 2004 "
7219/2 mittl. Neckarland: Renningen 403 m	Merowingerzeit	Einzelfunde	SMETTAN unveröff.
7518/3 oberes Neckarland:	spätes Mittelalter	Einzelfund	SMETTAN 2000a

Leinbachau bei Großgartach entstanden (SMETTAN 2002). Ebenfalls bronzezeitlich waren die Ablagerungen in einer Senke am Riesrand (Benzenzimmern), in denen jede 50. Sporomorphe eine Hornmoosspore war. Dann müssen noch die mittelalterlichen Sedimente aus dem Filstal (Göppingen) genannt werden, in denen der *Anthoceros punctatus*-Typ bis zu 6,2 % der Gesamtpollensumme aufwies (SMETTAN 1992).

Gemeinsam ist all den genannten Orten, dass sich in ihnen Kolluvien als Folge der menschlichen Siedeltätigkeit bildeten. Die Hornmoossporen könnten hierbei mit dem Wind von den brachliegenden und oft als Weide genutzten Feldern herangeweht oder mit dem erodierten Bodenmaterial in die Senken und Auen eingeschwemmt worden sein. Für letzteres spricht, dass oft die Echini (Stacheln) am Rand der subfossilen Sporen erodiert waren, was man sich als Folge der Windverfrachtung schlecht vorstellen kann. Außerdem konnten in torfhaltigen Sedimenten, wie sie z. B. am oberen Neckar untersucht wurden (SMETTAN 2000a), nur einzelne Hornmoossporen nachgewiesen werden.

Es scheint sich demnach bei den untersuchten *Anthoceros*- und *Phaeoceros*-Sporen um besonders widerstandsfähige Gebilde zu handeln, deren Zellwände selbst in Lehmen kaum abgebaut werden und die sich deshalb – ähnlich wie der Pollen der Cichorioideae – in Kolluvien anreichern können.

Jetzt bleibt noch übrig, darauf hinzuweisen, dass die jüngsten subfossilen Sporenfunde von Hornmoosen in Baden-Württemberg aus Sedimenten stammen, die sich im 19. Jahrhundert bildeten. Genannt seien beispielsweise die alte Lauf-

fener Neckarschlinge und die Rauhe Wiese auf dem Albuch (SMETTAN 1995). Das Fehlen jüngerer Nachweise geht – abgesehen vom Forschungsstand – wohl vor allem auf die moderne Landwirtschaft zurück. Die heutzutage fast ununterbrochene Bestellung der Felder und die mineralische Düngung (vor allem mit Kalk) haben nicht nur verschiedenen Blütenpflanzen wie zum Beispiel den Beifuß (*Artemisia vulgaris*), sondern auch die Hornmoose in großem Umfang aus ihrem Jahrtausende alten Lebensraum vertrieben.

LITERATUR

- BERTSCH, K. (1959): Moosflora von Südwestdeutschland. 2. Aufl. 234 S.; Stuttgart (Ulmer). (1966 erschien als 3. Aufl. ein hiervon nur unwesentlich veränderter Nachdruck).
- BURGA, C. A. u. R. PERRET (1998): Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter. 805 S.; Thun (Ott).
- DICKSON, J. H. (1973): Bryophytes of the pleistocene. 256 S.; Cambridge (University press).
- DÜLL, R. (1969): Moosflora von Südwestdeutschland. Mitteilungen des badischen Landesverbands Naturkunde u. Naturschutz. N. F., 10(1): 39–138.
- FRAHM, J. P. u. W. FREY (1992): Moosflora. 3. Aufl. 528 S.; Stuttgart (Ulmer).
- FRANZ, M., M. KNIPPING, U. C. MÜLLER u. A. SCHREINER (2003): Untersuchungen zum Alter und zur Genese der Schotterfüllung des Donaueschinger Riedes (Baden-Württemberg). Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 154/2–3: 407–422.
- KOELBLOED, K. K. u. J. M. KROEZE (1965): Hauwmoosen (Anthoceros) als Kulturbegleiters – Boor en Spade, 14: 104–109.
- KOPERSKI, M., M. SAUER, W. BRAUN u. S. R. GRADSTEIN (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. 519 S.; Bonn-Bad Godesberg (Bundesamt für Naturschutz) (Schriftenreihe für Vegetationskunde. H. 34).
- KREUZ, A., S. NOLTE u. A. STOBBE (1998): Interpretation pflanzlicher Reste aus holozänen Auensedimenten am Beispiel von drei Bohrkernen des Wettertales (Hessen). – Eiszeitalter und Gegenwart, 48: 133–161.
- MOORE, P. D., J. A. WEBB u. M. E. COLLINSON (1991): Pollenanalysis. 2. Aufl. 216 S.; Oxford (Blackwell Scientific Publications).
- MÜLLER, K. (1954–1958): Die Lebermoose Europas. (Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. VI. Bd. 1. u. 2. Abt. 3. Aufl.) 1365 S.; Leipzig (Akadem. Verlagsgesellschaft. Geest & Portig).
- PROSKAUER, J. (1958): Nachtrag zur Familie Anthocerotaceae. – In: K. MÜLLER: Die Lebermoose Europas: 1303–1319. Leipzig (Geest & Portig).
- RÖSCH, M. (1999): Ein Pollenprofil aus dem ehemaligen Fischweiher des Herzogs von Württemberg bei Nabern, Stadt Kirchheim/Teck, zur Kenntnis der Kulturlandschaftsgeschichte des Späten Mittelalters und der Frühen Neuzeit im Vorland der Schwäbischen Alb. – Fundberichte aus Baden-Württemberg, 23: 741–778.
- SMETTAN, H. (1992): Was der Blütenstaub unter dem Göppinger Rathaus verrät. Höhenstufen/Helfenstein. – Historisches Jahrbuch für den Kreis Göppingen, 2: 9–20 u. Diagramm.
- SMETTAN, H. (1995): Archäoökologische Untersuchungen auf dem Albuch – Forschungen u. Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg, 55: 37–146.

SMETTAN, H. (1998): Pollenanalytische Voruntersuchungen im Umfeld der bandkeramischen Siedlung. – In: KRAUSE, R.: Die bandkeramischen Siedlungsgrabungen bei Vaihingen an der Enz, Kreis Ludwigsburg (Baden-Württemberg). – Bericht der Römisch-Germanischen Kommission, 79: 58–63.

SMETTAN, H. (2000a): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen am oberen Neckar im Zusammenhang mit der vor- und frühgeschichtlichen Besiedlung. – Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg. 49. 149 S. u. 13 Beilagen, Stuttgart (Theiss).

SMETTAN, H. (2000b): Der Kugelhofer Moortopf in Hohenlohe – Naturwissenschaftliche Untersuchungen zu seiner Entwicklung und zur Besiedlungsgeschichte in seiner Umgebung. – Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg, 156: 157–187.

SMETTAN, H. (2002): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der Leinbachaue bei Leingarten-Großgartach, Kreis Heilbronn. – Fundberichte aus Baden-Württemberg. 26: 45–67 u. 2 Beilagen.

SMETTAN, H. (2004): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen am westlichen Riesrand (Württemberg). – Tübinger Geographische Studien: 130: 179–242.

Anschrift des Verfassers:

Dr. HANS W. SMETTAN, Wilhelm-Röntgen-Str. 30, 73760 Ostfildern-Ruit