

Geol. Paläont. Westf.	78	73-81	6 Abb.	Münster Dezember 2010
--------------------------	----	-------	--------	--------------------------

Eine Mikrofloren-Mischvergesellschaftung in mittelepleistozänen Schichten (MIS 6) der Dechenhöhle (NW Sauerland/NRW)

Rasmus Dreyer¹, Stefan Niggemann¹, Detlev K. Richter² & Rüdiger Stritzke³

Zusammenfassung

Erstmals wird eine mittelepleistozäne Ablagerung mit reichhaltiger Mikroflorenvergesellschaftung aus einer Höhle des Rheinischen Schiefergebirges beschrieben. Die zeitliche Einstufung erfolgte über Th/U-Datierungen an begleitenden umgelagerten Stalagmiten sowie überlagernder Flowstones. Quartäre und neogene Pollen sowie Dinoflagellaten oberkretazisch / paläogenen Alters belegen eine Mikrofloren-Mischvergesellschaftung.

Einführung

Mikrovergesellschaftungen in Höhlensedimenten sind einerseits zur zeitlichen Einstufung von Verkarstungen und andererseits zur Interpretation von Umlagerungen von Bedeutung. So konnten für mittel / oberdevonische Massenkalkgebiete des Rheinischen Schiefergebirges prä- bis synunterkretazische Hohlraumbildungen durch Lagen mit gut erhaltener Flora und teilweise auch Fauna aus der Unterkreidezeit in Höhlensedimenten belegt werden (pflanzenreiche Karstfüllung im Steinbruchgebiet zwischen Eisborn und Hönnetal – WIRTH 1964, mikrosorenführende Karstfüllung im Kallenhardter Steinbruch bei Warstein – CLAUSEN et al. 1978, Sauriergrube von Nehden nördlich Brilon – u.a. KAMPMANN 1983 und SCHUDACK 1987, mikroflorenreiche Tiefenkarstfüllung im Steinbruch Rohdenhaus-Süd bei Wülfrath – DROZDZEWSKI et al. 1998). Häufig sind die Fossilfunde nicht eindeutig, und es muß mit Faunen/Florenvermischungen sowie mit mehrphasig verlaufenen Verkarstungen gerechnet werden (s. Kompilation von STRITZKE et al. 2007). Über Mikroflorenvermischung in Höhlensedimenten haben VOIGT (1992) aus der Kluterthöhle in Ennepetal (tertiäre Dinoflagellaten neben kreidezeitlichen Pollen und Sporen), und STRITZKE et al. (2007) aus dem Laubengang der Dechenhöhle in Iserlohn (oberkretazische Dinoflagellaten neben neogenen sowie quartären Mikroflorenvergesellschaftungen) berichtet.

Der Kenntnis über Vergesellschaftungen von Mikrofloren sowie -faunen in Höhlen des Rheinischen Schiefergebirges zwischen Kalksinterlagen kommt neuerdings für paläogeographische und paläoklimatische sowie zeitliche Aussagen eine besondere Bedeutung zu, da die jüngeren Kalksinter (bis 500 ka) mit der TIMS-Th/U-Datierungsmethode (u.a. SCHOLZ & HOFFMANN 2008) und die älteren Generationen mit der U/Pb-Methode (u.a. MEYER et al. 2009) absolut datiert werden können.

Aus der Dechenhöhle (Lage siehe Abb. 1) konnten bislang die Forschungsprofile Königshalle, Laubengang, Knochengrube und Brückengang (Lokalitäten siehe Abb. 2) über TIMS-Th/U-Datierungen zeitlich recht gut eingehängt werden (Zusammenfassung siehe DREYER et al. 2008 und NIGGEMANN et al. 2008). Erste palynologische Untersuchungen in der Dechenhöhle fanden im Zuge der Forschungsgrabung „Dechenhöhle 2000“ in der Königshalle statt (DREYER et al. 2000). In einer Schicht konnte dort eine quartäre warmzeitliche Pollenvergesellschaftung und umgelagertes Tertiärmaterial nachgewiesen werden.

*Anschrift der Verfasser:

¹Rasmus Dreyer, Stefan Niggemann
Dechenhöhle und Deutsches Höhlenmuseum Iserlohn, Dechenhöhle 5, 58644 Iserlohn

²Detlev K. Richter
Ruhr-Universität Bochum, Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik, Universitätsstraße 150, 44801 Bochum

³Rüdiger Stritzke
Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, De-Greif-Straße 195, 47803 Krefeld

Eine im Sommer 2008 durchgeführte umfangreiche Beprobungsaktion für palynologische Untersuchungen hat für Schicht 7 des Profils Brückengang (Abb. 3) eine aussagekräftige Mikroflorenvergesellschaftung ergeben, über die nachfolgend berichtet und diskutiert werden soll.

Profil Brückengang

Das Profil Brückengang liegt im westlichen Abschnitt der Dechenhöhle (Abb. 2). Diese Höhlenteile wurden erst 1909-1912 im Zuge der Fortsetzungssuche nach touristisch erschließbaren Höhlenteilen entdeckt (HAMMERSCHMIDT et al. 1995). Bis 1921 wurden die Räumlichkeiten erweitert, so dass Besuchern ein Betreten der Höhlenteile möglich wurde. Der Hauptgang mündet in eine kleine Kammer, die ursprünglich fast bis zur Decke mit Lehm verfüllt war. Der weitere Gangverlauf war ursprünglich sehr niedrig. Daher wurde unterhalb der Sinterdecke des „Brückengangs“ das teilweise karbonatisch verkittete Lockersediment auf einer Strecke von etwa 15 m ausgegraben. Nach etwa 20 m sprengte man einen geräumigen Ausgangsstollen, der auch heute noch benutzt wird. Durch die anthropogenen Eingriffe entstand ein etwa 15 m langer bis zu 2,5 m mächtiger Sedimentaufschluß, der in zwei Detailprofilen aufgenommen wurde.

Schicht 2 besteht aus einem geschichteten schluffigen, schnecken- und pflanzenresteführenden grau-braunen Lehm, der teilweise bis zur Decke gereicht hat und bereits vor den anthropogenen Aktivitäten partiell ausgeräumt bzw. umgelagert wurde. Zum Teil wachsen auf diesem Lehm junge, aktive Stalagmiten (Schicht 1). Schicht 3 ähnelt Schicht 2, ist jedoch ungeschichtet und enthält an der Basis zusätzlich Massenkalkblöcke und umgelagerte Speläotheme. Ein kleines Stalagmitenbruchstück konnte seinem Wuchsort auf einem benachbarten älteren Stalagmiten zugeordnet werden und ergab ein TIMS-Th/U-Alter von 98,6 ka (\pm 9,5 ka). Die Schichten 2 und 3 müssen im Weichsel-Glazial (MIS 5a/b bis 2) abgelagert und partiell ausgeräumt worden sein.

Im Liegenden der Schicht 3 befand sich eine dünne Sinterlage (Schicht 4), die teilweise zerbrochen ist. Reste dieser Sinterlage finden sich an einem benachbarten Stalagmiten. Schicht 5 ist ein rotbrauner schnecken- und kleinsäugerknochenführender tonig-schluffiger Lehm, der zahlreiche Stalaktitenbruchstücke und Sinterperlen enthält, denn die Schicht 5 hat ein ehemaliges Sinterbecken verfüllt, welches zu der darunterliegenden Sinterschicht (Schicht 6) gehörte. Diese in-situ gewachsene Sinterschicht mit Stalagmiten und Decksinter entstanden eemzeitlich (Alter zwischen 121,5 ka (\pm 2 ka) und 118,4 ka (\pm 6,2 ka)). Die Schicht 5 ist somit frühglazial in der Weichselzeit abgelagert worden (MIS 5 c/d). Unter der eemzeitlichen Sinterlage folgt mit Schicht 7 eine Lehmlage, die zahlreiche zerbrochene Speläotheme enthält. Hier liegt eine ältere Th/U-Datierung vor, die in das MIS 7 passen könnte (231,9 ka (+114,9 ka, -51,1 ka)). Dieses Ergebnis muß durch eine modernere TIMS-Datierung demnächst überprüft werden. Die Sinterbruchstücke dieser Generation liegen auf einer in-situ-Sinterdecke (Schicht 8), deren mögliches MIS7-Alter in die weitere Abfolge passen würde. An der Basis dieser Sinterdecke treten erstmalig für das Profil „Brückenhalle“ Knochen von Großsäugern (hier wohl *Ursus spelaeus*) auf.

Schicht 9 ist im östlichen Profilabschnitt ein ungeschichteter grau-brauner, schluffig-toniger Lehm mit zahlreichen Massenkalkblöcken, der auf einer Sinterdecke (Schicht 10) abgelagert wurde. Die Datierung dieser Sinterlage (Schicht 10) ergab ein TIMS-Th/U-Alter von 353,0 ka (+ 20 ka, - 16 ka). Diese Lage lässt sich im weiteren Profil nach Westen verfolgen und korrespondiert mit einem in-situ befindlichen Stalagmitenensemble, das ein TIMS-Th/U-Alter von 336,7 ka (+37,1 ka, -28,0 ka) ergeben hat. Die darüber befindliche schluffig-tonige grau-braune Schicht lässt sich der Schicht 9 zuordnen, enthält allerdings keine Massenkalkstücke und ist geschichtet. Diese Schicht ist offenbar zwischen den Sinterlagen des MIS 7 und MIS 9 abgelagert worden. Direkt unter der In-situ-Sinterlage befindet sich 0,1 m mächtige rotbraune tonig-sandig-kiesige Lage (Schicht 11), die partiell von einer ebenfalls geringmächtigen weiteren grau-braunen schluffigen Schicht (Schicht 12) unterlagert ist. Darunter ist eine konkretionär verhärtete dünne Lage erkennbar. Schicht 13 zeigt eine tonig-schluffige hellbraun-rötliche Ausbildung und wird partiell durch eine konkretionäre Lage von der darunterliegenden, ähnlich ausgebildeten, jedoch geschichteten Schicht 14 getrennt.

An der Basis befindet sich Schicht 15, die in ihrer Zusammensetzung (brauner, steiniger schluffig-toniger Lehm mit zahlreichen Massenkalkstücken und umgelagerten Speläothemen sowie Großsäugerknochen) stark an die knochenführenden Lagen des Profils „Königshalle“ erinnert („debris-flow“-Einheit). Ein Sinterbruchstück wurde mittels TIMS-Th/U-Verfahren auf 386,8 ka (+39,8 ka, - 29,2 ka) datiert, was ebenfalls mit den Altern umgelagerter Sinter in den knochenführenden Lagen der Profile „Knochengrube“ und „Königshalle“ korrespondiert. Inwieweit das Profil sich nach unten fortsetzt konnte bislang nicht geklärt werden. Die Untersuchungen dauern an.

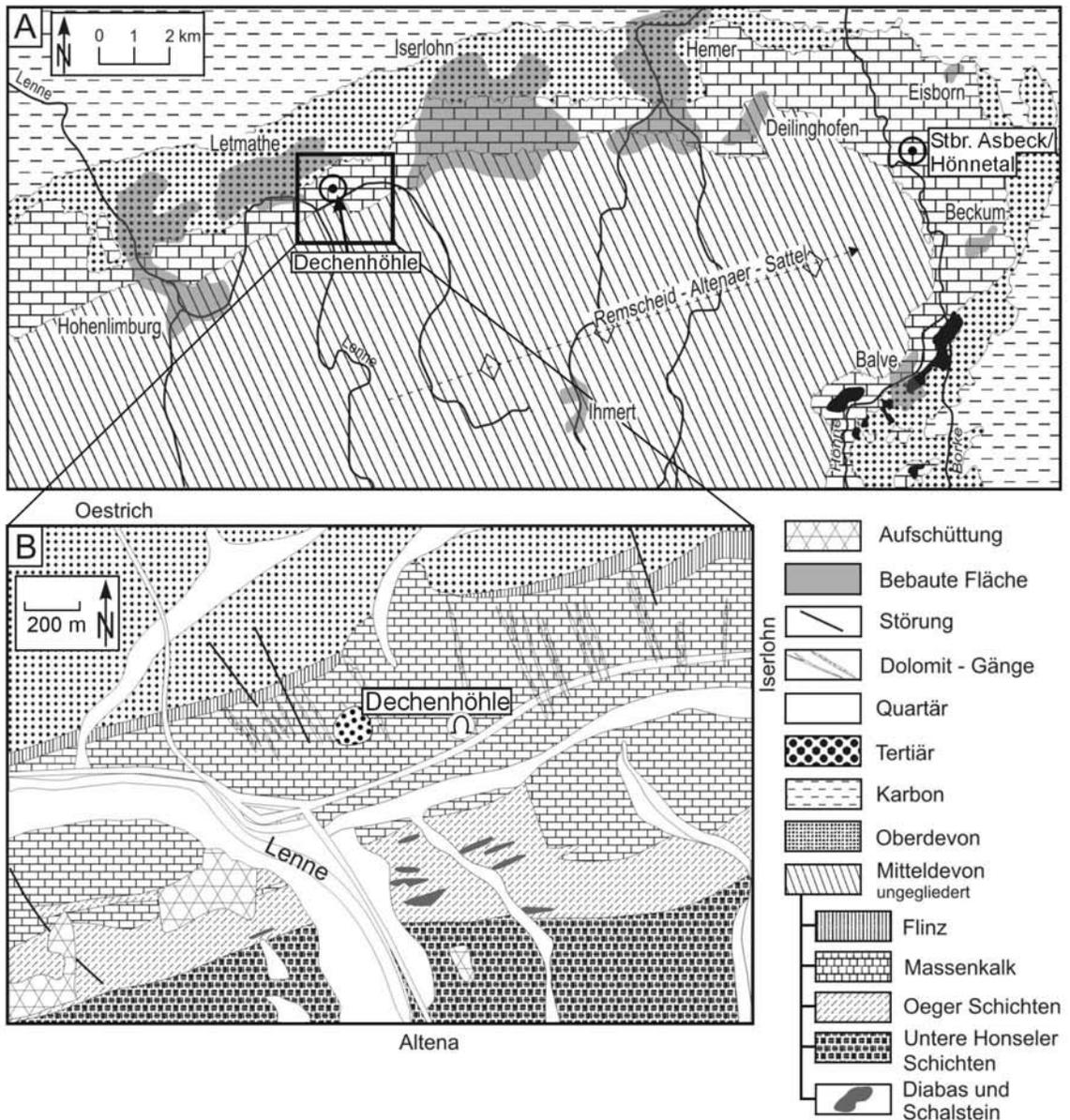


Abb. 1 Geologische Übersichtsskizzen zur Lage der Lokalitäten Dechenhöhle und Steinbruch Asbeck/Hönnetal im Massenkalk des Nordflügels des Remscheid-Altenaer-Sattels nach Karten des geologischen Dienstes NRW (v. KAMP 1972)

Mikroflora

Den feinklastischen Abschnitten 2, 3, 5, 7, 9, 13, 14 und 15 des Profils Brückengang (vgl. Abb. 2) wurden 70 Proben für Mikroflorauntersuchungen entnommen. Die meisten Proben erwiesen sich als weitgehend palynomorphleer, wobei neogene und untergeordnet paläogene Einzelpollen und -sporen immer wieder auf Umlagerungen tertiärer Schichten hingewiesen haben. Lediglich Einheit 7 hat in 8 Proben statistisch auswertbare Palynofloren ergeben.

Die Mikrofloraengesellschaften sind in Abb. 3 dargestellt worden, und eine Auswahl bestens erhaltener Pollen findet sich in Abb. 4.

Die Flora ist sippenreich, aber gemischt. Die parantochthone Flora wird durch quartäre Florenelemente markiert. Dazu gehören die Nadelgehölze Kiefer, Fichte und Tanne, ferner sommergrüne Gehölze des

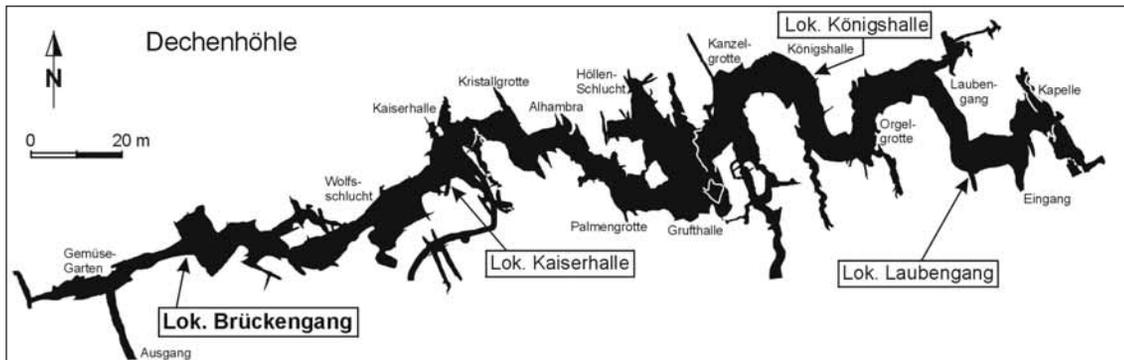


Abb. 2 Lage des Profils Brückengang in der Dechenhöhle (Kartengrundlage: HAMMERSCHMIDT et al. 1995)

Eichenmischwäldes mit Eiche, Ulme, Linde und Ahorn sowie Buche, Hainbuche, Birke und Weide. Die begleitende Krautflora wird durch Beifuß (*Artemisia*), Ampfer (*Rumex*) sowie vor allem Korb- und Kreuzblütler (Cichoriaceae, Asteraceae, Brassicaceae) geprägt. Insgesamt wird dadurch vermutlich eine pleistozäne meso- bis telokratische Vegetation repräsentiert, wie sie wiederholt in pleistozänen Ablagerungen des mitteleuropäischen Raumes nachzuweisen ist.

Interessant ist der Nachweis paläo- bis neogener Gehölze – wie z.B. der Schirmtanne (*Sciadopitys*), der Sequoie (*Sequoia*), des Tupelobaumes (*Nyssa*) oder der Sumpfyzypresse (*Taxodium*). Ergänzt wird diese Tertiärfloora durch Dinoflagellaten-Zysten. Allerdings fanden sich nur chorate Zysten, vor allem *Spiniferites* sp., *Areosphaeridium* sp., *Hystrichodinium* sp. und *Hystrichosphaeridium* sp.. Sie alle sind stratigraphische Durchläufer von der Kreide bis ins Quartär ohne Leitwert. Da aber marines Quartär im Umfeld des Untersuchungsraumes ausscheidet, marines Tertiär nicht zweifelsfrei bekannt ist und oberkretazische Dinoflagellaten (u.a. *Aeroligera*) aus benachbarten Dechenhöhlen-Profilen sowie vom Burgberg beschrieben worden sind (STRITZKE et al. 2007), gehen wir auch bei den marinen Elementen des Brückengang-Profiles von einer oberkretazischen Mikroflora aus.

Zusammenfassende Diskussion

Das Profil „Brückengang“ zeichnet sich durch eine kompliziert aufgebaute Abfolge aus warmzeitlich gebildeten Speläothemen und klastischen Sequenzen aus (DREYER et al. 2008). Die Genese der klastischen Ablagerungen ist vielfältig, da sie einerseits zumeist schlecht verrundete Speläothem- und Massenkalkklasten aus dem direkten Umfeld der Höhle und andererseits vornehmlich feinkörniges siliziklastisches Material („Höhlenlehm“) enthalten. Systematische Untersuchungen an Höhlenlehmproben der Dechenhöhle haben ergeben, daß der überwiegende Feinkornanteil von außen in die Höhle eingetragen worden ist (ALBRECHT -VAN GRIETHUYSEN 1999, STRITZKE et al. 2007). Anders verhält es sich mit den Speläothem- und Massenkalkklasten, die im direkten Höhlenbereich bereitgestellt worden sein müssen und keinen größeren Transportweg zurückgelegt haben können. RICHTER & RIECHELMANN (2008) und RICHTER et al. (2008) konnten für Höhlen im Rechtsrheinischen Schiefergebirge zeigen, daß Versturzereignisse in direktem Zusammenhang mit der Ablagerung kryogen gebildeter Calcitpartikel zu sehen sind, was nach den genannten Autoren beim Überschreiten der 0°C-Isotherme der Jahresdurchschnittstemperatur im Übergang von Kalt- zu Warmphasen während des quartären Eiszeitalters wiederholt gegeben war. Da die betrachteten klastischen Sequenzen keine strömungsbedingten Sedimentstrukturen aufweisen, sind sie im Sinne der Ausführungen von DREYER et al. (2008) und NIGGEMANN et al. (2008) als Massenstromablagerungen mit einem Gemenge an Material unterschiedlicher Herkunft sowie verschiedenen Alters anzusehen.

Die zuvor durchgeführte Diskussion verdeutlicht die bereits vor den Untersuchungen gemachte Annahme, daß es sich bei potentiellen Mikrofossilansammlungen in den Höhlenabschnitten des Profils Brückengang um in die Höhle eingetragenes und miteinander vermengtes Material handelt. Im vorliegenden Fall des klastischen Profilabschnitts 7 handelt es sich um ein Mikroflorenngemenge von Elementen quartären, tertiären sowie wahrscheinlich oberkretazischen Alters. Dabei dominiert in den 8 Proben eine quartärzeitliche Florenvergesellschaftung. Aus dem weiter östlich gelegenen jungpleistozänen Höhlenlehmprofil der Lokalität Laubengang (vgl. Abb. 2) haben STRITZKE et al. (2007) eine Mikroflorenvermischung mit einer Dominanz von neogenen Elementen beschrieben.

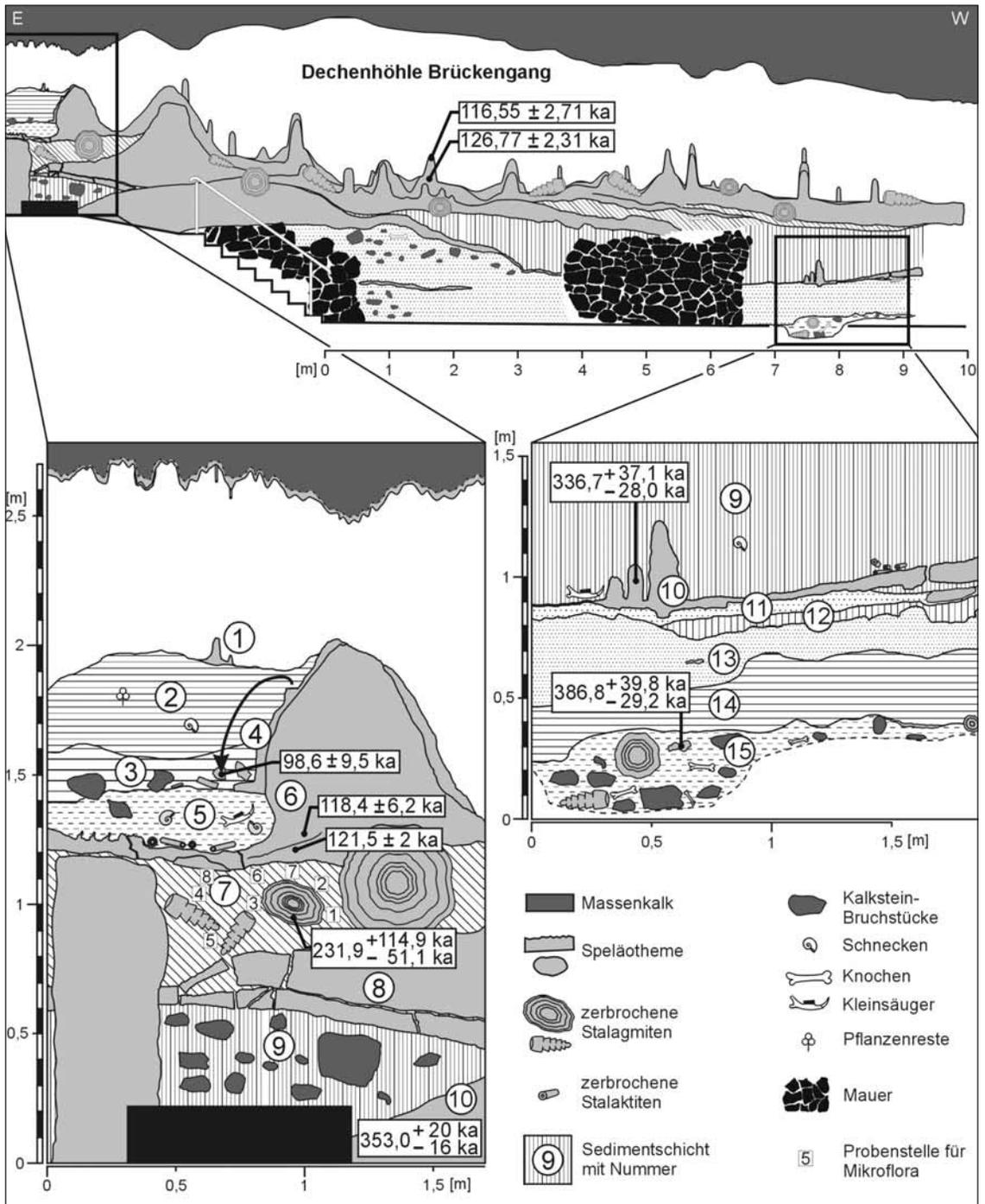


Abb.3 Profil Brückengang (DREYER et al. 2008) mit Positionsangaben für die Mikroflorenproben 1 bis 8 in Schicht 7

Die bislang durchgeführten palynologischen Untersuchungen an Höhlenlehmern der Dechenhöhle haben lediglich Mikroflorenvermischungen und keine Hinweise zum Alter der Ablagerungen ergeben. Somit müssen für zeitliche Einstufungen von Profilsequenzen – wie dem Profil Brückengang – Th/U-Datierungen an Speläothemengenerationen herangezogen werden (Abb. 3). Im vorliegenden Fall ergibt sich für die mikroflorenbearbeitete Einheit 7 ein präoberpleistozänes Alter, wobei eine Zuordnung zum MIS 6 wahrscheinlich ist.

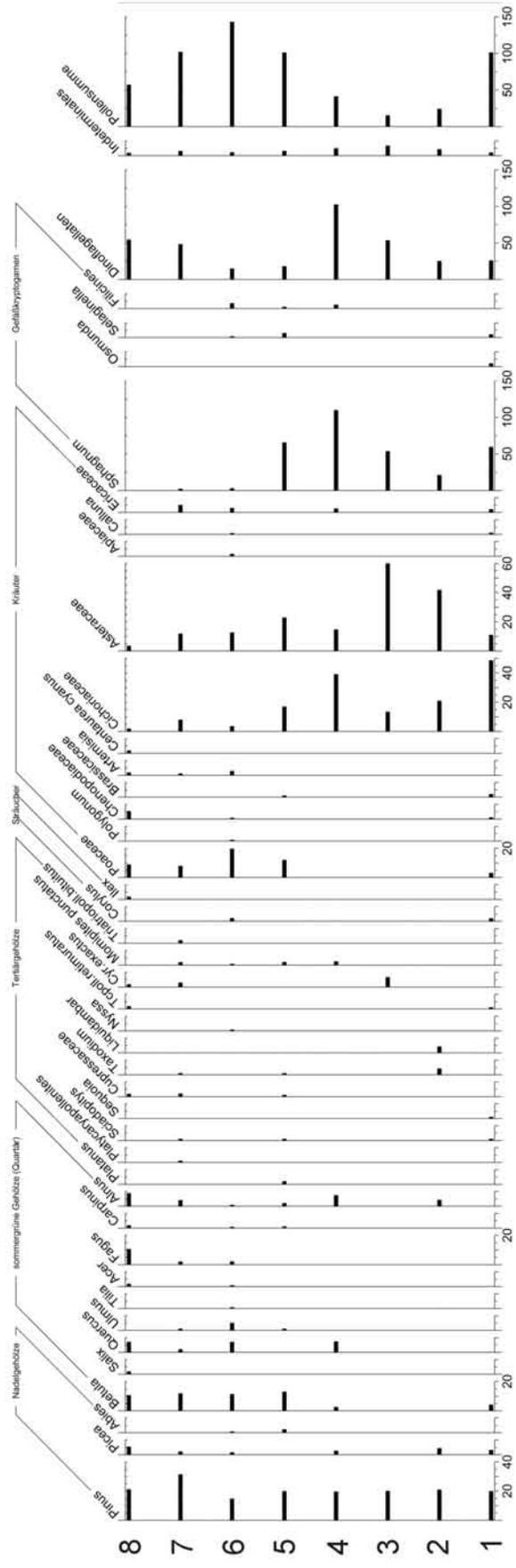


Abb. 4 Mikrofloraergesellschaftungen in den Proben 1 bis 8 der Schicht 7 des Profils Brückengang

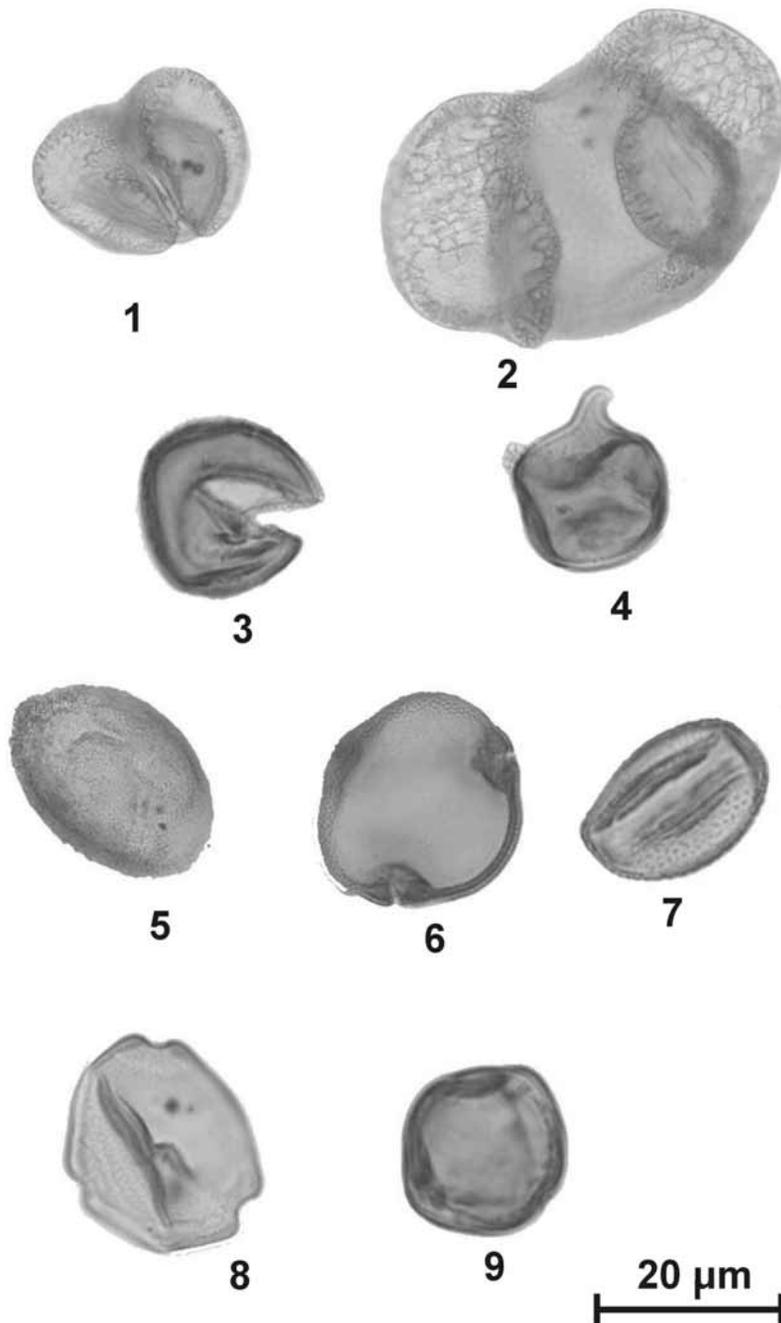


Abb. 5 Gut erhaltene Pollen der Schichteinheit 7 des Profils Brückengang:

- 1) *Pinuspollenites/Pinus*. Der durchschnittlich 60 μm große Pollen ist bisaccat mit halbkugelförmigen Sacci setzen sich deutlich vom Zentralkörper ab.
- 2) *Piceapollenites/Picea*. Dieser ebenfalls bisaccate Pollen ist mit 100 μm deutlich größer als *Pinuspollenites*. Seine Sacci sind vom Zentralkörper kaum abgesetzt.
- 3) *Taxodiaceapollenites/Taxodium*. Der durchschnittlich 30 μm große, rundliche Pollen ist inaperturat. Er hat eine psilate Skulptur.
- 4) *Sequoiapollenites/Sequoia*. Der 20-25 μm große kugelige Pollen hat immer eine Ligula, die nach unten gebogen sein kann.
- 5) *Sciadopityspollenites/Sciadopitys*. Der um 30 μm große Pollen ist inaperturat oder auch monosulcat. Seine dünne Exine ist granuliert.
- 6) *Intratrisporopollenites instructus (Tilia)*. Der flachlinsige Pollen hat drei seitenständige, tiefe Germinalien. Die Exine weist ein weitmaschiges Reticulum auf.
- 7) *Tricolpopollis asper (Fagus)*. Der etwa 20x27 μm große Pollen ist tricolpat und hat eine aufgeraute Oberfläche.
- 8) *Momipites punctatus*. Der etwa 20 μm große, triporate Pollen hat einen gerundet-dreieckigen Umriss.
- 9) *Nyssapollenites/Nyssa*. Der im mittel 30 μm große Pollen hat deutliche, am Rande verdickte Poren.

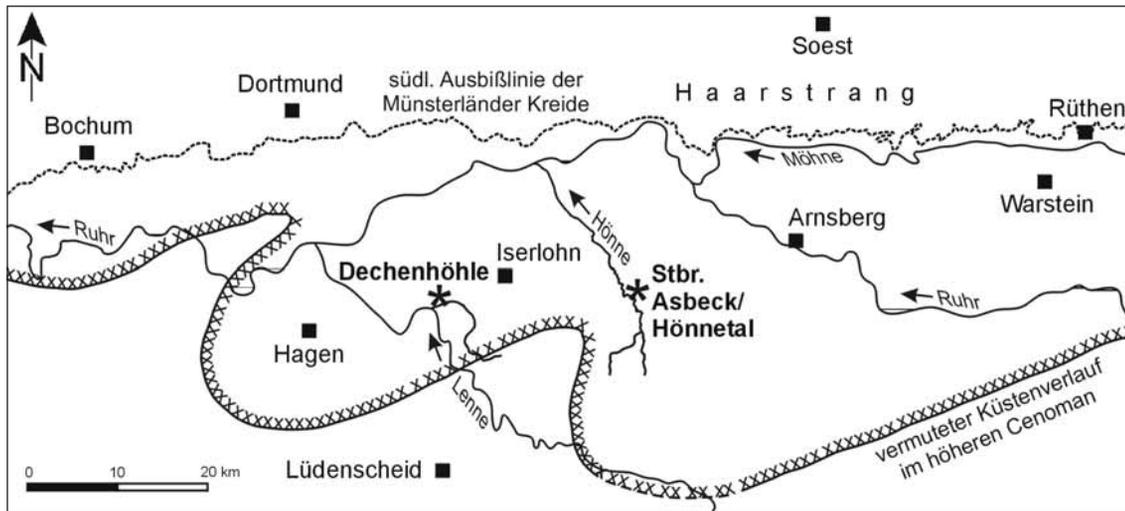


Abb. 6 Übersichtsskizze zur paläogeographischen Situation der Oberkreide-Vorkommen „Dechenhöhle“ und „Steinbruch Asbeck/Hönnetal“. Geologische Grenzen nach FRIEG et al. (1990)

Von besonderem Interesse sind die im Höhlenlehm eingelagerten Dinoflagellaten, da sie als marine Elemente für paläogeographische Überlegungen herangezogen werden können. Im Profil Brückengang ließen sich Dinoflagellaten oberkretazischen Alters lediglich wahrscheinlich machen, aber im benachbarten Laubengangprofil konnten sie gesichert nachgewiesen werden (STRITZKE et al. 2007). Da oberkretazische Dinoflagellaten inzwischen auch aus Hohlräumfüllungen des Steinbruchs Asbeck/Hönnetal bestimmt werden konnten (RICHTER et al., in Vorb.), ergeben sich nun zwei Vorkommen im Massenkalkgebiet des Remscheid-Altener-Sattels mit Hinweisen zu Ablagerungen mariner Oberkreide. Beide Vorkommen liegen im von FRIEG et al. (1990) angenommenen küstennahen Gebiet der Münsterländer Kreide (Abb. 6).

Literatur

- ALBRECHT – VAN GRIETHUYSEN, E. (1999): Sedimentpetrographische Untersuchungen an „Höhlenlehm“ aus Höhlen der Devon- und Karbonkalke des Rechtsrheinischen Schiefergebirges. – Unpubl. Dipl. Arbeit, Geol Inst. Ruhr-Univ., 83 S., Bochum.
- CLAUSEN, C.-D., GREBE, H., LEUTERITZ, K. & WIRTH, W. (1978): Zur Altersstellung und paläogeographischen Bedeutung des Paläokarstes auf der Warsteiner Carbonatplattform. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., Jg. **1978** (10): 577-589, Stuttgart.
- DREYER, R., GRAW, R., NIGGEMANN, S. & RICHTER, D. K. (2000): Forschungsgrabung „Dechenhöhle 2000“: Erste Ergebnisse. – Bochumer Geologische und Geotechnische Arbeiten, Beiträge zur Speläologie 1, **55**: 169-178; Bochum.
- DREYER, R., NIGGEMANN, S., RICHTER, D.K. & RIECHELMANN, D. F. C. (2008): Groundwater table caves: Quaternary cave systems in the north-eastern Rhenish Slate Mountains (Germany). – Exkursionsführer und Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, Heft **237**: 35-50, Hannover.
- DROZDZEWSKI, G., HARTKOPF-FRÖDER, C., LANGE, F. G., OESTERREICH, B., RIBBERT, K. H., VOIGT, S. & WREDE, V. (1998): Vorläufige Mitteilung über unterkretazischen Tiefenkarst im Wülfrather Massenkalk (Rhein. Schiefergebirge). – Mitt. Verb. Dt. Höhlen- u. Karstforscher, **44**: 53-63, München.
- FRIEG, C., HISS, M. & KAEVER, M. (1990): Alb und Cenoman im zentralen und südlichen Münsterland (NW-Deutschland) – Stratigraphie, Fazies, Paläogeographie. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **181**: 325-363, Stuttgart.
- HAMMERSCHMIDT, E., NIGGEMANN, S., GREBE, W., OELZE, R., BRIX, M. & RICHTER, D.K. (1995): Höhlen in Iserlohn. – Schriften zur Karst- und Höhlenkunde in Westfalen, **1**, 153 S.; Iserlohn.

- KAMPMANN, H. (1983): Mikrofossilien, Hölzer, Zapfen und Pflanzenreste aus der unterkretazischen Sauergrube bei Brilon-Nehden. – Geol. Paläont. Westf., 1: 146 S., Münster.
- MEYER, M.C., CLIFF, R.A., SPÖTL, C., KNIPPING, M. & MANGINI, A. (2009): U-Pb dated speleothems from the Earliest Quaternary – Insights into landscape evolution and paleoclimate at the northern rim of the alps. – Quaternary Science Reviews (in press).
- NIGGEMANN, S., RICHTER, D. K., VOIGT, S. & WEBER, H.-W. (2008): Karst und Höhlen im devonischen Massenkalk der Umgebung von Hagen / Iserlohn. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **90**: 401-434, Stuttgart.
- RICHTER, D. K., NEUSER, R. D. & VOIGT, S. (2008): Kryogene Calcitpartikel aus der Heilenbecker Höhle in Ennepetal (NE Bergisches Land / Nordrhein-Westfalen). – Die Höhle, **59** (1-4): 37-47, Wien.
- RICHTER, D. K. & RIECHELMANN, D. F. C. (2008): Late Pleistocene cryogenic calcite spherulites from the Malachitdom cave (NE Rhenish Slate Mountains, Germany): origin, unusual internal structure, and stable C-O isotope composition. – Int. J. Speleol., **37**(2): 119-129, Bologna.
- RICHTER, D. K., GÖTTE, TH. & STRITZKE, R. (in Vorb.): Eine neogene Hohlraumfüllung im Massenkalk der östlichen Iserlohner Kalksenke.
- SCHOLZ, D. & HOFFMANN, D. (2008): $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -dating of fossil corals and speleothems. – E & G, Quaternary Science Journal, **57**/1-2: 52-76, Hannover.
- SCHUDACK, M. E. (1987): Charophytenflora und Alter der unterkretazischen Karsthöhlenfüllung von Nehden (NE-Sauerland). – Geol. Paläont. Westf., **10**: 7-43, Münster.
- STRITZKE, R., NIGGEMANN, S. & RICHTER, D. K. (2007): Neogene und oberkretazische Mikrofossilien in pleistozänen Höhlenlehmen der Dechenhöhle (NW Sauerland/NRW). – Geol. Paläont. Westf., **69**: 67-77; Münster.
- VON KAMP, H. (1972): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25 000. Erläuterungen zu Blatt 4611 Hohenlimburg: 182 S., Krefeld.
- VOIGT, S. (1992): Das Klutert-Höhlensystem. Beschreibung und Entstehung der Höhlen im Klutertberg. – [In:] KOCH, L. (Hrsg.): Das Kluterbuch. – 37-69, von der Linnepe Verlag, Hagen.
- WIRTH, W. (1964): Über zwei Unterkreiderelikte im nördlichen Sauerland. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **7**: 403-420, Krefeld.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologie und Paläontologie in Westfalen](#)

Jahr/Year: 2010

Band/Volume: [78](#)

Autor(en)/Author(s): Dreyer Rasmus, Niggemann Stefan, Richter Detlef K., Stritzke Rüdiger

Artikel/Article: [Eine Mikrofloren-Mischvergesellschaftung in mittelpleistozänen Schichten \(MIS 6\) der Dechenhöhle \(NW Sauerland/NRW\) 73-81](#)