

# Paläontologie und paläontologische Bodendenkmalpflege im Rheinland – Ergebnisse und Perspektiven

Christoph Hartkopf-Fröder, Hans Martin Weber und Renate Gerlach

„**B**odendenkmäler sind bewegliche oder unbewegliche Denkmäler, die sich im Boden befinden oder befanden. Als Bodendenkmäler gelten auch Zeugnisse tierischen und pflanzlichen Lebens aus erdgeschichtlicher Zeit, ferner Veränderungen und Verfärbungen in der natürlichen Bodenbeschaffenheit, die durch nicht mehr selbständig erkennbare Bodendenkmäler hervorgerufen worden sind, sofern sie die Voraussetzungen des Absatzes 1 erfüllen.“ So steht es im Gesetz zum Schutz und zur Pflege der Denkmäler im Lande Nordrhein-Westfalen, das Grundlage für alle Arbeiten im Bereich der Bodendenkmalpflege ist. Mit den Zeugnissen tierischen und pflanzlichen Lebens werden explizit Fossilien, also die Paläontologie, angesprochen. Welchen Stellenwert haben Fossilien in der Bodendenkmalpflege im Rheinland, was hat die Paläontologie in den letzten Jahren im Rheinland geleistet und was soll in den nächsten 25 Jahren paläontologischer Bodendenkmalpflege erreicht werden? Was erreicht worden ist, lässt sich leicht zu-

sammenfassen. Schwieriger ist naturgemäß die Frage nach der Zukunft der paläontologischen Bodendenkmalpflege.

## Das Rheinland – Heimat weltberühmter Fossilien

Die Archäologie hat im Rheinland traditionell einen besonderen Stellenwert, nicht verwunderlich in Anbetracht der Fülle an Fundplätzen und den z. T. einzigartigen Funden. Weniger bekannt ist, dass im Rheinland Fossilfundstellen liegen, die weltberühmt sind und von denen spektakuläre Funde in praktisch allen paläontologischen Lehrbüchern abgebildet sind.

Die paläontologische Bodendenkmalpflege konnte allerdings von Beginn an von den gewachsenen Strukturen der archäologischen Bodendenkmalpflege und den Möglichkeiten des Denkmalschutzgesetzes profitieren und diese auch zum bis dato nahezu unbekannten Schutz des erdgeschichtlichen Erbes einsetzen. Von den Verursachern finanzierte Großgrabungen aus den Anfangsjahren der paläontologischen Bodendenkmalpflege wie die ICE-Strecke durch das Siebengebirge, Erdgasleitungen wie die Westdeutschland-Anbindungsleitung (WEDAL) im Bergischen Land oder die Trans-Europa-Naturgas-Pipeline (TENP) in der Eifel stehen hierfür als Beispiele.

Seit einigen Jahren verstärkt eine enge Kooperation mit dem Geologischen Dienst NRW die paläontologische Bodendenkmalpflege und hat zu neuen Einblicken in längst vergangene Welten und Zeiten geführt, von denen hier die Rede sein soll.

Gut erhaltene Fossilien werden in den meisten Fällen gefunden, wenn etwa in Baugruben, Steinbrüchen oder Straßenanschnitten die oberflächennahe Verwitterungszone entfernt und das frische Gestein angeschnitten wird. Daher konzentriert sich die paläontologische Bodendenkmalpflege auf solche temporären Aufschlüsse. In den letzten Jahren galt unser Hauptaugenmerk dem Devon des Bergischen Landes und der Eifel, den kreidezeitlichen Höhlenfüllungen von Wülfrath und Wuppertal sowie den ausgedehnten Tertiärvorkommen in der Niederrheinischen Bucht. Über diese Projekte wurde vielfach im Jahrbuch „Archäologie im Rheinland“ berichtet.

**1** Brachiopode (*Uncites gryphus*) aus der Schlade in der Paffrather Mulde, Mitteldevon (Givetium); Slg. H. Paffrath.

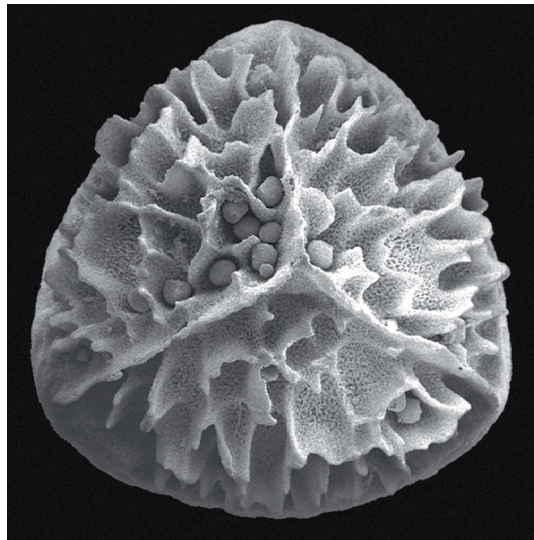


## Frühe Landpflanzen – das Rheinland wird grün

Zu den spektakulärsten Funden des Rheinlands zählen sicherlich die Pflanzenreste aus dem Unterdevon des Bergischen Landes (Wahnbachtal-Flora, vor ca. 410 Mio. Jahren), die im Bereich eines Deltas abgelagert wurden. Etwas später, im Mitteldevon (vor ca. 390 Mio. Jahren), sind es die weltberühmten Pflanzenfunde von Wuppertal-Elberfeld und Lindlar, die ebenfalls in Sand- und Siltsteinen des festlandnahen Flachwassers erhalten sind. Da die Pflanzenfossilien hier oft als große Reste zu finden sind, konnten Rekonstruktionen entworfen werden, die heute in keinem paläobotanischen Lehrbuch und populärwissenschaftlichen Werk fehlen; genannt sei beispielhaft die Veröffentlichung von H.-J. Schweitzer aus dem Jahr 1990. Gelegentlich ermöglichen neue Aufschlüsse im Wuppertaler Raum das Aufsammeln dieser Flora und die neue wissenschaftliche Bearbeitung hat in den letzten Jahrzehnten durchaus überraschende Ergebnisse gebracht. Vergleichbar in der wissenschaftlichen Bedeutung sind die Pflanzenfunde aus dem Raum Lindlar (vgl. Beitrag H. M. Weber / P. Giesen, 36–38). Große, noch im Abbau befindliche Steinbrüche ermöglichen auch heute noch spektakuläre Funde.

## Klassische Fossilfunde im Bergischen Land und der Eifel

Die Fauna aus diesem Zeitraum sowie aus dem Oberdevon ist vor allem aus den Eifelkalkmulden und der Paffrather Mulde bekannt (Abb. 1). Gerade die kleine Paffrather Mulde ist ein klassisches Gebiet der Devon-Paläontologie. Erste Veröffentlichungen mit Abbildungen von Fossilien reichen zurück bis ins 18. Jahrhundert. Die Gegend hat bemerkenswerte Faunen geliefert, so z. B. Fossilien mit Farberhaltung oder eine große Anzahl von komplett erhaltenen Fischen. Klassische Publikationen über die Fischfauna des hohen Mitteldevons und tiefen Oberdevons (vor ca. 385 Mio. Jahren) basieren ganz wesentlich auf Material aus der Paffrather Mulde. Auch wenn es sich dabei um Funde handelt, die vor vielen Jahrzehnten geborgen wurden, ist die wissenschaftliche Untersuchung noch nicht abgeschlossen. So werden z. Zt. im Rahmen einer Dissertation an der Universität Uppsala die Lungenfische dieser Lokalität bearbeitet – ein klares Indiz für die wissenschaftlich herausragende Bedeutung der Fischfauna aus der Paffrather Mulde. Gerade wegen der überdurchschnittlich guten Fossilhaltung werden temporäre Aufschlüsse in der Paffrather Mulde immer dokumentiert und beprobt (Arch. Rheinland 2010, 36 f.). Gelegentlich liegen die Aufschlüsse dann auch noch in inzwischen dicht bebauten, aber klassischen Fundgebieten, sodass sich die seltene Chance bietet, alte Aufsammlungen durch neues Material zu ergänzen. Häufig genug aber existieren die alten Sammlungen



**2** Megaspore aus einer Höhlenfüllung von Wülfrath-Rohdenhaus, Kreide.

gar nicht mehr; sie wurden entweder Opfer der beiden Weltkriege oder das Material ging in schlecht gepflegten Sammlungen über die Jahrzehnte verloren. Als kürzlich nahe der klassischen Fundstelle Steinbreche in der Paffrather Mulde eine Baugrube ausgehoben wurde, war dies eine willkommene Gelegenheit, Grabungen und umfangreiche Neuansammlungen durchzuführen.

Interessante Fossilfunde stammen auch aus dem Unterkarbon des Rheinlandes (Arch. Rheinland 2006, 40–42). Eine vor zehn Jahren aus dem unterkarbonischen Kohlenkalk geborgene Mikrofauna ist allein schon wegen der Fundumstände bemerkenswert. Die außergewöhnlich gut erhaltene und artenreiche Fauna stammt aus einer einzigen kleinen Probe, die aber fast ganz aus verkieselten Mikrofossilien bestand. Die frühe Verkieselung erklärt die gute Erhaltung. Gefunden wurden vor allem Ostracoden (Muschelkrebse), Foraminiferen (Kammerlinge), Schwammskleren, Bryozoen (Moostierchen), verschiedene Korallen, Bivalven (Muscheln), Gastropoden (Schnecken), Brachiopoden (Armfüßer), Trilobiten (Dreilappkrebse) und Kalkalgen. Allein die Ostracoden waren so artenreich, dass ihre Bearbeitung in mehreren Publikationen erfolgte, so z. B. bei H. M. Weber und G. Becker 2006.

## Klein, aber fein –

### Pflanzenreste aus kreidezeitlichen Höhlen

Kreidezeitliche Ablagerungen sind im Rheinland nur an wenigen Stellen erhalten. Paläontologisch besonders interessant sind Höhlenfüllungen aus dieser Zeit (vor ca. 100 Mio. Jahren), die seit etwa 20 Jahren intensiv untersucht werden. Mit der Entdeckung einer reichen Mesoflora (Abb. 2), das sind Pflanzenreste in der Größe von etwa 0,2 mm bis wenige Millimeter, begannen intensive Sicherungsmaßnahmen. Da die Fossilfundstellen im aktiven Steinbruchsteil knapp 200 m unter der jetzigen



**3** Geologische Aufnahme der Höhlenfüllung von Wülfrath-Rohdenhaus und Vorbereitung zur Herstellung eines Lackabzuges, Kreide.



Oberfläche lagen, konnten die Fundstellen nicht auf unbegrenzte Zeit erhalten werden. Eine sorgfältige geologische Aufnahme der komplizierten geologischen Verhältnisse (Abb. 3) und umfangreiche Probennahmen waren daher notwendig. In den Folgejahren erfolgte dann die wissenschaftliche Bearbeitung der Funde, die sich sicherlich noch eine Weile hinziehen wird. Herausragende Ergebnisse waren die detaillierte Untersuchung einer neuen Angiospermenblüte und, kürzlich erschienen, der Nachweis von Culiciden (Stechmücken) und einer Milbe auf einer ebenfalls neuen Angiospermenblüte, veröffentlicht 2012 von Ch. Hartkopf-Fröder, J. Rust, T. Wappler, E. M. Friis und A. Viehofen.

#### **Die jüngsten Fossilien: Meeresfaunen, Mammutbaum und Mammut**

Die tertiären Meeressedimente am Niederrhein lassen sich vor allem in zahlreichen Bohrungen studieren. Diese werden meist zur Wasser- und Erdwärmegewinnung abgeteuft. Je nach Bohrverfahren können dabei exzellent erhaltene Faunen zum Vorschein kommen. Die Qualität dieser Funde ist durchaus vergleichbar mit der Erhaltung der Molluskenfaunen aus dem Pariser Becken. Neben zahlreichen Wirbellosen finden sich auch Reste von Wirbeltieren, zumeist Zähne von Haien, Rochen und Knochen von Walen. Leider sind die zahlreichen Geothermiebohrungen aufgrund des ungünstigen Bohrverfahrens zur Bergung größerer Fossilien wenig geeignet. Große Molluskenschalen werden durch den Bohrkopf und den hohen Spül- druck zerbrochen. Trotzdem sind diese Bohrungen gerade für die Bergung kleinerer Fossilien gut geeignet und manch eine Bohrung hat seltene oder für das Rheinland neue Fossilien vor allem aus

einem Zeitabschnitt vor ca. 30–5 Mio. Jahren geliefert. Dass aber auch komplette Funde möglich sind, zeigt der in einer Sandgrube entdeckte „Wal von Kervenheim“, ein weitgehend vollständiges, 6,5 m langes Bartenwalskelett (Abb. 4), das von O. Hampe 1996 detailliert bearbeitet wurde.

Im Gegensatz zu den Bohrungen bieten die riesigen Braunkohletagebaue detaillierte Einblicke in die Geologie und ermöglichen die Bergung auch großer, kompletter Fossilien. Der Großteil der Fossilien, die in den Braunkohletagebauen geborgen werden, stammt von Pflanzen. Blätter (Abb. 5), Zapfen, Früchte, Samen und Holzstämmen bis zu einer Länge von 9,5 m treten insbesondere in Ton- und Sandlagen zwischen den Braunkohleflözen auf. 2011 gelang ein spektakulärer Fund, der in diesem Band auch vorgestellt wird (vgl. Beitrag U. Lieven/Ch. Hartkopf-Fröder, 44–46). Während Pflanzenreste häufig in den Tagebauen vorkommen, sind tierische Überreste eine Seltenheit. Gelegentlich findet man zwischen den Blättern auch einmal kleine Reste von Käfern oder auch Muschelabdrücke. Eine besondere Ausnahme sind Funde von Wirbeltieren wie Fischen, Reptilien und Säugetieren.

Älteren Datums sind dagegen die Funde von der weltberühmten Fundstelle Rott im Siebengebirge, die neben vielen Pflanzenresten auch eine sehr reiche Arthropoden- und Wirbeltierfauna geliefert hat (Arch. Rheinland 2007, 35–37). Im Bereich dieser alten klassischen Fundstelle wurden mithilfe der Bodendenkmalpflege auch Kernbohrungen durchgeführt, um genauere Einblicke in die Lagerungsverhältnisse zu bekommen. Das Material aus den Bohrungen wurde dann auch genutzt, um mit neuen Methoden Zähnen von Säugetieren zu gewinnen, die für die Altersdatierung wichtig sind. Auf



diese teilweise winzigen Zähnchen hatte man beim Sammeln der attraktiven Pflanzen- und Arthropodenreste damals kaum geachtet.

Die jüngsten Fossilien im Rheinland stammen aus dem Quartär. Hier sind z. B. die Knochenfunde von eiszeitlichen Wirbeltieren zu nennen, die in Kiesgruben z. T. in großer Zahl gefördert werden. Reste von Pflanzen, von den mikroskopisch kleinen Pollen bis hin zu Früchten und Samen, kommen besonders in Mooren und Gleyböden in den Fluss- und Bachauen vor. Sie ermöglichen die Rekonstruktion einer hochauflösenden Klima- und Besiedlungsgeschichte. Damit wird die Grenze zwischen Paläontologie, Geoarchäologie und Archäobotanik überschritten. Dieses Arbeitsgebiet gehört daher nicht mehr zur klassischen paläontologischen Bodendenkmalpflege.

#### Geborgen und trotzdem verloren?

Suchen und Bergen gefährdeter Fossilien sind nur der erste Schritt bei der Sicherung unseres paläontologischen Erbes. Die Funde müssen auch dauerhaft archiviert und Wissenschaft der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Sehr früh entstand daher die fruchtbare Kooperation mit dem Ruhr Museum, das jetzt in der ehemaligen Kohlenwäsche der Zeche Zollverein, Schacht XII, in Essen untergebracht ist. In dem spektakulären Industriegebäude, es wurde 2001 in die Liste des UNESCO-Welt(kultur)erbes aufgenommen, werden alle Funde aus Grabungen der paläontologischen Bodendenkmalpflege des Rheinlands untergebracht. Sofern eine wissenschaftliche Bearbeitung der Funde in naher Zukunft geplant ist, erfolgt teilweise eine Zwischenlagerung beim Geologischen Dienst NRW.

Während mit dieser Regelung für alle Neufunde eine praktikable Lösung gefunden wurde, sind die Sammlungsbestände vieler kleiner Museen, städtischer Einrichtungen oder von Privatpersonen z. T. akut gefährdet – ein Problem, das in vielen Ländern offensichtlich ist. Diese Bestände dauerhaft zu sichern, ist auch ein wichtiges Betätigungsfeld der paläontologischen Bodendenkmalpflege. Schließlich sind die Funde mit großen Mühen, teilweise auch unter Einsatz erheblicher finanzieller Mittel zusammengetragen worden. Allein aus ökonomischer Sicht ist es daher völlig unverständlich, wenn solche Sammlungen im günstigsten Fall vor sich hin schlummern, häufig sogar verrotten und schließlich „entsorgt“ werden. Auch hier übernimmt das Ruhr Museum eine wichtige Aufgabe, indem es versucht, alte Sammlungen zu übernehmen und nach modernen Kriterien in ihrer Datenbank zu erfassen. Gute Beispiele für diese Tätigkeit sind die mehrere Tausend Stücke umfassende Henry-Paul-Sammlung und die umfangreiche Kaolinkohlentonstein-Sammlung von Kurt Burger. Letztere hat jetzt plötzlich einen großen Bedeu-

tungszuwachs erfahren, da Material aus dieser Sammlung im Rahmen eines internationalen Projekts über hochpräzise radiometrische Altersdatierungen im Oberkarbon benutzt werden kann.

Wie wichtig alte Sammlungen sein können, beweist die Fossiliensammlung der Stadt Bergisch Gladbach. Dort gelang es kürzlich, den seit Jahrzehnten verschollen geglaubten Holotyp von *Duisbergia mirabilis* var. *bensbergensis* (heute *Calamophyton*), einer mitteldevonischen Pflanze, wiederzuentdecken, die 1938 von R. Kräusel und H. Weyland beschrieben worden war (Abb. 6). Das Exemplar war nicht beschriftet, konnte aber zweifelsfrei aufgrund alter Fotos identifiziert werden. Zusätzlich enthält diese Sammlung viele Belegstücke längst unzugänglicher Fossilfundstellen, z. B. aus der Sandgrube Zinngraf bei Erkrath (Arch. Rheinland 2010, 40 f.). Nicht zuletzt sind die zahlreichen privaten Fossiliensammlungen von großer Bedeutung. Viele ältere Spezialsammlungen sind unwiederbringlich verloren, weil sie aus Unkenntnis „entsorgt“ oder

4 Bergung des „Wals von Kervenheim“.





**5** Blatt einer Birke (*Betula*) aus dem Tagebau Hambach, Vivianit-Flora, Horizont 9A, Tertiär. Slg. U. Lieven.



**6** Der wiederentdeckte Holotyp von *Calamophyton mirabilis* var. *Bensbergensis*, einer Pflanze des Mitteldevons (Eifelimium), stammt aus Obersteeg bei Immekeppel.



durch Verkauf in alle Winde zerstreut wurden. Ein sehr positives Beispiel – eine Pflanzenfossilien-sammlung aus dem Mitteldevon von Lindlar – wird in diesem Band gesondert vorgestellt (vgl. Beitrag H. M. Weber/P. Giesen, 36–38).

#### Die nächsten 25 Jahre paläontologischer Bodendenkmalpflege

Wo werden die zukünftigen Schwerpunkte der paläontologischen Bodendenkmalpflege liegen? Natürlich hängt das ganz wesentlich von zukünftigen Bauvorhaben ab. Temporäre Aufschlüsse in klassischen Fundgebieten sind immer spannend und erfordern frühzeitige Koordination, damit die Bergung der Fossilien einer zügigen Durchführung des Bauvorhabens nicht im Wege steht. Auch in dicht besiedelten Gebieten sind solche Aufschlüsse immer von großer Bedeutung, da hier der Untergrund anderweitig nicht zugänglich ist. „Dauerbrenner“ während der nächsten Jahre werden die kreidezeitlichen Höhlenfüllungen von Wülfrath und Wuppertal sein. Durch den fortschreitenden Abbau in den Kalksteinbrüchen werden immer wieder verfüllte Hohlräume angeschnitten, die nicht selten reiche Floren liefern. Auch das bereits geborgene Material muss nach und nach wissenschaftlich bearbeitet und dann publiziert werden. Aufgrund der exzellenten Aufschlussverhältnisse und der reichen Funde sind die Braunkohletagebaue sicherlich weiterhin ein Schwerpunkt paläontologischer Bodendenkmalpflege. Glücklicherweise ist über die Jahre eine vertrauensvolle Kooperation zwischen der RWE Power AG, dem LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland und dem Geologischen Dienst NRW entstanden und nur die vielfältigen Hilfestellungen der RWE Power AG ermöglichen überhaupt ein erfolgversprechendes Bergen von Fossilien in größerem Umfang.

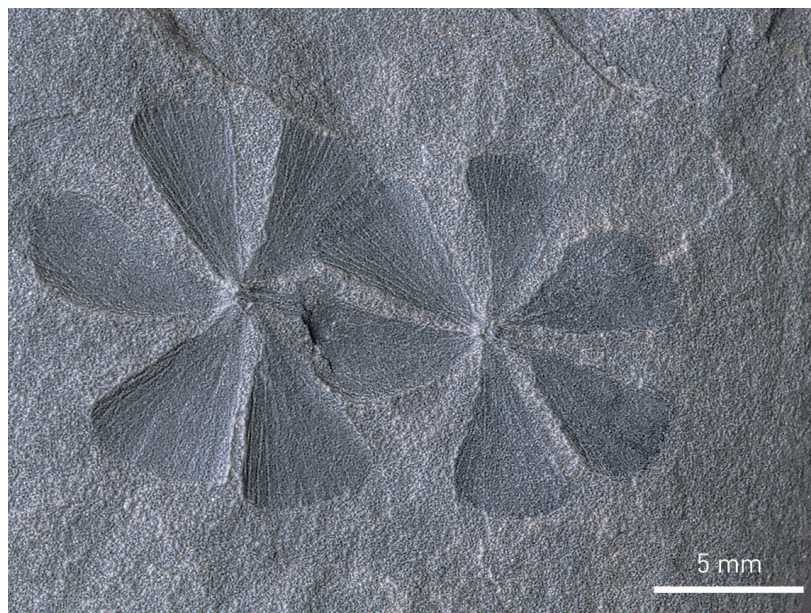
Ein ganz wesentlicher Schwerpunkt zumindest für die nächsten zehn Jahren wird aber das flözführende Oberkarbon sein. Nach Beschlüssen der Europäischen Kommission und des Deutschen Bundestages wird der traditionsreiche Bergbau im Ruhrrevier in knapp sieben Jahren für immer eingestellt werden. Obwohl es seit weit über 100 Jahren intensiven Bergbau im Ruhrgebiet gibt, liegt erstaunlich wenig gut dokumentiertes, engständig entnommenes und sorgfältig aufbewahrtes Probenmaterial vor. Dies bezieht sich vor allem auf Kohleflöze und Leithorizonte. Fossilmaterial wurde im rheinischen Anteil des Ruhrkarbons ebenfalls nicht in allzu großer Menge geborgen (Abb. 7). Hinzu kommt die schlechte bis fehlende Erfassung des Fossilmaterials in Datenbanken und die z. T. mangelhafte Dokumentation bezüglich Fundorten und Stratigraphie. Wenn wir jetzt nicht handeln, wird also unwiederbringlich die Chance vertan, aus dieser wichtigen Lagerstätte Fossil- und Probenmaterial zu bergen, das heutigen Ansprüchen an



Dokumentation und Aufbewahrung gerecht wird. Nur mithilfe von neuem Probenmaterial werden wir und spätere Generationen in der Lage sein, wissenschaftliche Untersuchungen an dieser mehrere 1000 m mächtigen Sedimentfolge vornehmen zu können. Dabei gibt es schon jetzt auf wissenschaftlicher Ebene eine Vielzahl von Themen, die dringend einer modernen Bearbeitung bedürfen. Hier wird also die paläontologische Bodendenkmalpflege in Kooperation mit Industrie und Ruhr Museum einen ganz wesentlichen Beitrag zur Wahrung unseres geologischen und paläontologischen Erbes leisten müssen.

Diese kurze Zusammenfassung über die paläontologischen Fundmöglichkeiten zeigt, dass das Rheinland eine Menge aus der fossilen Lebewelt zu bieten hat. Dabei sind die hier aufgelisteten Fundregionen und Funde nur die „Highlights“. Kaum eine Formation hat im Rheinland keine Fossilien geliefert. Das Rheinland ist nicht nur Stein-reich, sondern auch Fossil-reich! Wie sind aber die Funde aus dem Rheinland für die Wissenschaft und die breite Öffentlichkeit zu bewerten? Die wissenschaftliche Bedeutung wurde bereits mehrfach angesprochen. Wenn Fossilfunde und Rekonstruktionen von Fossilien oder ganzen Lebensgemeinschaften in englischsprachigen Lehrbüchern abgebildet werden oder Gegenstand wissenschaftlicher Publikationen in internationalen Zeitschriften sind, dann ist unzweifelhaft, dass die Funde aus dem Rheinland keinen Vergleich mit denen aus anderen Regionen Deutschlands scheuen müssen – auch wenn bei uns keine großen Saurierfunde geborgen werden. Aus wissenschaftlicher Sicht sind kleine, aber exzellent erhaltene Fossilien viel interessanter als etwa der tausendste Mammutzahn. Größe ist mit wissenschaftlicher Bedeutung nicht gleichzusetzen und das versteht auch die breite Öffentlichkeit. Die zahlreichen Berichte in allen Medien über spektakuläre Fossilfunde, die hohen Besucherzahlen bei Landesausstellungen, Geo- und Archäologie-Touren sowie Vorträgen zeugen davon, wie leicht paläontologische Inhalte darzustellen sind und von der Öffentlichkeit aufgenommen werden. Der Dino-Boom bei Kindern und Jugendlichen hilft bei der Vermittlung neuer Forschungsergebnisse natürlich sehr. Dies müssen wir auch für die Zukunft nutzen. Nicht selten führt die Beschäftigung mit Fossilien im Kindesalter später zu einem besonderen Interesse an Naturwissenschaften.

Paläontologische Bodendenkmalpflege hat vor allem die Aufgabe, gefährdete Fossilien zu bergen, dauerhaft zu archivieren und der Wissenschaft zugänglich zu machen. Sie hat aber auch erhebliche Bedeutung bei der Wissensvermittlung und dem Heranführen zu den Naturwissenschaften. All diese Anforderungen zu erfüllen, wird unser Ziel in den nächsten 25 Jahren paläontologischer Bodendenkmalpflege sein.



#### Literatur

R. Gerlach, ... da war noch was: Armfüßer, Trilobiten und Korallen – Projekte der paläontologischen Bodendenkmalpflege im Rheinland. In: H. G. Horn / H. Hellenkemper / G. Isenberg / J. Kunow (Hrsg.), Von Anfang an. Archäologie in Nordrhein-Westfalen. Schr. Bodendenkmalpflege Nordrhein-Westfalen 8 (Köln 2005) 94–99. – Dies. / Ch. Hartkopf-Fröder, Paläontologie im Rheinland. In: Th. Otten / H. Hellenkemper / J. Kunow / M. Rind (Hrsg.), Fundgeschichten – Archäologie in Nordrhein-Westfalen. Schr. Bodendenkmalpflege Nordrhein-Westfalen 9 (Köln 2010) 19–23. – O. Hampe, Ein artikuliertes Bartenwalskelett aus dem Neogen (?Udem-Schichten, Obermiozän) der Niederrheinischen Bucht (NW-Deutschland) und seine systematische Stellung innerhalb der Mysticeti (Mammalia: Cetacea). Decheniana, Beih. 33, 1996, 1–75. – Ch. Hartkopf-Fröder / J. Rust / T. Wappler / E. M. Friis / A. Viehofen, Mid-Cretaceous charred fossil flowers reveal direct observation of arthropod feeding strategies. Biology Letters 8, 2012, 295–298. – R. Kräusel / H. Weyland, Pflanzenreste aus dem Devo XI. Ein neuer Fund von *Duisbergia* Kr. & Weyl. im Rheinland. Senckenbergiana 20, 1938, 417–421. – H.-J. Schweitzer, Pflanzen erobern das Land. Kleine Senckenberg-Reihe 18, 1990, 1–75. – H. M. Weber / G. Becker, Silifizierte Ostracoden aus dem Oberrhin des Velberter Sattels (Unterkarbon; Rheinisches Schiefergebirge) 1. Palaeocopida. Senckenbergiana lethaea 86, 2006, 23–61.

#### Abbildungsnachweis

1 H. M. Weber, Bergisch-Gladbach. – 2 Ch. Hartkopf-Fröder / Geologischer Dienst NRW, Krefeld. – 3; 7 Geologischer Dienst NRW, Krefeld. – 4 R. Gerlach / LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland. – 5 U. Lieven / RWE Power AG, Bergheim. – 6 P. Giesen, Wuppertal.

**7** Keilblattgewächs (*Sphenophyllum emarginatum*) aus der Ziegelei Hebbel bei Ibbenbüren, Oberkarbon (Asturium).