

Juwelen aus schwarzem Stein – die Fossiltschätze der Grube Messel

Text: Dr. Klaus Sparwasser

Vor wenig mehr als zehn Jahren wäre eine der weltweit bedeutendsten Fossilagerstätten aus der Zeit des Eozän beinahe unter Müllbergen begraben worden. Nur dem unermüdlichen Einsatz von Bürgern, Umweltschützern und insbesondere der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt am Main ist es zu verdanken, dass die Grube Messel inzwischen den Status erhielt, der ihr zu Recht gebührt: Weltnaturerbe der Menschheit. Der schwarze Tonstein, der sich in einem urzeitlichen Süßwassersee über rund anderthalb Millionen Jahre abgelagert hat, birgt die Überreste einer einzigartigen Lebewelt. Die kostbaren Funde spiegeln, mitten im heutigen Mitteleuropa, einen subtropischen Lebensraum wider. Aus den dunklen Gesteinsplatten erheben sich Skelettkonturen von filigraner Schönheit. Sie bieten Wissenschaftlern einen einzigartigen Rückblick auf einen ganz besonderen Abschnitt der Erdgeschichte. Noch ist das Bild der Urzeit voller Lücken, doch die Schichten von Messel sind immer für eine Überraschung gut.

Ein dumpfes Grollen unter der Erde kündigt von der bevorstehenden Katastrophe. Dann, in einer gewaltigen Explosion, zerbersten die Oberflächengesteine unter dem enormen Druck unterirdischen Kräfte. Schwarze Wolken aus Wasserdampf und Asche schießen quellend hoch hinauf in die Atmosphäre und verdunkeln das Sonnenlicht. Mehrere Tage dauern die Eruptionen, bis sie schließlich verebben und den Blick freigeben auf ihr zerstörerisches Werk. Dort, wo noch kurz zuvor tropisch-feuchte Wälder den Erdboden bedeckten, gähnt ein abgrundtiefes Loch - weit mehr als einen Kilometer im Durchmesser und einige hundert Meter tief, umsäumt von einem Wall aus vulkanischen Tuffen und Gesteinstrümmern.

Ähnlich dramatisch könnte sich die Geburt der berühmtesten Fossilagerstätte der frühen Erdneuzeit in Europa tatsächlich abgespielt haben. Oder auch nicht. Noch sind die Wissenschaftler uneins über die Entstehung des Messel-Sees vor rund 49 Millionen Jahren. Geologe Franz-Jürgen Harms, Leiter der Forschungsstation Messel, glaubt fest an das apokalyptische Szenario. „Wir haben berechtigten Anlass zu der Vermutung, dass der See vulkano-tektonischen Ursprungs ist. Was bisher allerdings fehlt, ist ein Beweis.“

Die Grube Messel liegt auf einer uralten Störungszone, deren Wurzeln bis zum Zeitpunkt der ersten großen Gebirgsbildung im Erdaltertum vor rund 400 Millionen Jahren zurückreichen. Die beginnende Absenkung des Rheingrabens durch tektonische Bewegungen der euroasischen Kontinentalplatte zum Beginn des Tertiärs, könnte die alte Bruchstelle in der Erdkruste reaktiviert haben. Durch Spalten im Gestein wäre über 1.000°C heißes Magma bis dicht unter die Oberfläche aufgestiegen und hätte sich mit dem vorhandenen Grundwasser zu einem hochreaktiven Sprengstoff vermischt.

Ereignisse von der Brisanz einer Vulkan-Explosion hinterlassen eindeutige Spuren im Gestein. In Aufschlüssen und Bohrkernen können Geologen lesen wie in einem Buch. Aus diesem Grund wird im Laufe des nächsten Jahres eine Bohrung niedergebracht, ein Gemeinschaftsprojekt mehrerer geowissenschaftlicher Institute, das endgültig Aufschluss darüber liefern soll, ob die Maar-Theorie stimmt. Tut sie es, bedeutete das das Ende einer langen Reihe von Spekulationen. „Niemand kann bisher beweisen, wie der See von Messel entstanden ist“, meint auch Stephan Schaal, Abteilungsleiter der Messel-Forschung am Senckenberg Museum in Frankfurt am Main, der die wissenschaftlichen Arbeiten in Messel seit Mitte der achtziger Jahre koordiniert. „Doch die Möglichkeiten wie es zur Bildung geologischer Hohlformen kommen kann, in denen sich anschließend Wasser ansammelt, sind begrenzt.“

Die Hobelwirkung wandernder Gletscher scheidet für Messel aus klimatologischen Gründen definitiv aus. Schon eher käme vielleicht eine Caldera in Frage, der plötzliche Einsturz der

Erdoberfläche über einer entleerten Magmakammer oder gar ein Meteoriteneinschlag. Der urzeitliche See könnte aber auch ebenso gut Teil eines ausgedehnten Gewässersystems gewesen sein, das sich im Rahmen tektonischer Absenkungen gebildet hat.

Immerhin finden sich in unmittelbarer Nachbarschaft weitere, wenngleich wesentlich kleinere Vorkommen des Messel-Gesteins. Der Gedanke liegt nahe, dass von einer ehemals weiten Seenlandschaft im Zuge einer zunehmenden Verlandung nur die tiefsten Stellen übrig geblieben sind. Einige der anderen Fundstellen liegen auf einer von Nordosten nach Südwesten gerichteten Achse, die den Verlauf der „Messel-Störung“ nachzeichnet. Für Franz-Jürgen Harms und Stephan Schaal alles andere als Zufall. Nach Bohrungsergebnissen von vor drei Jahren ist der Ablagerungsraum Groß-Zimmern/Gundernhausen, einige Kilometer südwestlich von Messel, ziemlich sicher vulkanischen Ursprungs. Unterhalb einer etwas über dreißig Meter mächtigen Schicht von Seesedimenten stießen die Forscher auf vulkaniklastisches Gestein, Minerale und Schmelzpartikel, die auf eine frühere vulkanische Aktivität schließen lassen.

Vieles spricht also dafür, dass die heutige Grube Messel ihre Existenz einem Vorgang verdankt, den Geologen eine phreato-magmatische Eruption nennen – eine Wasserdampfexplosion von der Sprengkraft eines Vulkanausbruchs, ausgelöst durch den unmittelbaren Kontakt von Wasser mit glutflüssigem Gestein.

Noch vor 10.000 Jahren wurde die Eifel von solchen Detonationen erschüttert, die zur Bildung der vielen tiefen Eifelseen führten, die heute als blauschillernde Quelltöpfe die hügelige Landschaft durchsetzen. Für manchen Wissenschaftler durchaus eine quasi enttäuschende Perspektive. „Messel wäre dann nur noch ein Maarsee unter vielen“, meint Dr. Schaal. Doch die Sonderstellung von Messel als eine der weltweit bedeutendsten Fossilfundstellen aus der Zeit des Eozäns, bliebe auch durch die neuen Erkenntnisse über ihre Entstehung unangetastet. Berühmt geworden ist die Messel-Formation durch ein schwarzes Gestein, das so weich ist, dass man es mit dem Messer spalten und schneiden kann – den Ölschiefer. Seit dem Ende des vorvergangenen Jahrhunderts wurde er in Messel bergmännisch abgebaut, zur Verschmelzung und Gewinnung von Öl.

Im streng geologischen Sinne freilich ist das fossilhaltige Gestein von Messel kein Ölschiefer, denn erstens enthält es anstelle des schwarzen Goldes Kerogen, eine feste bituminöse Vorstufe davon. Und zweitens zeigt echter Schiefer immer erkennbare Spuren von Druck- und Temperatureinwirkungen. Versteinerungen von Organismen werden dadurch häufig zerstört. Die Sedimente von Messel bestehen aus einem äußerst feingeschichteten Tonstein. Seinen hohen Gehalt an aromatischen Verbindungen verdankt er den Myriaden planktisch lebender Mikroorganismen und einzelliger Algen, die den See von Messel einst vorübergehend in eine undurchsichtige trübe Brühe verwandelten.

Heute ruht der ehemalige Tagebau in einem waldreichen Gelände nahe des gleichnamigen Dorfes Messel, einige zehn Kilometer in südöstlicher Richtung von Frankfurt entfernt, mitten im Herzen von Deutschland. Von der Aussichtsplattform, die über den Grubenrand ragt, bietet sich dem Besucher zunächst ein wenig eindrucksvolles Bild: eine Senke in der Landschaft, von Terrassen und Schutthalden durchzogen, etwa ein Kilometer lang und rund siebenhundert Meter breit. In Stufen zieht sich der Einschnitt vom umgebenden Wald zu der sechzig Meter tiefer gelegenen Grubensohle, aus der, beinahe wie eine futuristische Skulptur, einsam auf einer planierten Schotterfläche die Metallröhre der Pumpstation ragt, die den Boden der Mulde trocken hält. Die Hügellandschaft ist vom Abraum vergangener Grabungen bedeckt. Auf den ersten Blick wirkt der Flecken nichtssagend und grau. Am imponierendsten erscheint da noch die Bauschuttlawine der ehemaligen Gasbeton-Stein-Produktion, die auf der gegenüberliegenden Seite des Tals mit wuchtigen Säulenquadern den Hang hinabstürzt.

Erst bei näherer Betrachtung offenbart sich die Besonderheit des Untergrundes. Metallisch schillernde Gesteinsschuppen bedecken den Boden, die weich unter den Schritten federn und sich zu einem schwarzem Mehl zerreiben. Die grauen Scherben entstehen durch Austrocknung, dort wo der Ölschiefer der Witterung ausgesetzt ist. Wind und Sonne entziehen dem feuchten Tonstein das Wasser. Schrumpfungsprozesse zerren die hauchfeinen horizontalen Lagen wie Papierbahnen auseinander. Dort wo massives Gestein ansteht, türmen sich feinste Sedimentschichten, abgelagert vor fast 50 Millionen Jahren durch das permanente Absinken mineralischer und organischer Schwebstoffe – ein mehr als zweihundert Meter mächtiger Block. Jeder Meter davon 10.000 Jahre Erdgeschichte.

Dazwischen finden sich zur Freude der Paläontologen immer wieder die fossilen Überreste der damaligen Lebewelt. Fast 3.000 Funde sind es pro Jahr, die allein bei den Grabungen der Senckenberg-Forscher ans Licht kommen. Bei weitem am häufigsten sind es Blätter- und Pflanzenreste, Insekten und Fische, viel seltener Vögel und Fledermäuse. Nur hin und wieder, als Ereignis mit Ausnahmestatus, geben die Schichten Skelettreste großer landlebender Säugetiere preis.

Seit 1975 führt das Frankfurter Senckenberg Museum während der Sommermonate im früheren Tagebau Messel regelmäßig wissenschaftliche Forschungsgrabungen durch. Doch erst Anfang der 90-er Jahre stand fest, dass die Messeler Sedimente mit ihrem kostbaren Fossiltschatz der Menschheit auf Dauer erhalten bleiben würden. Die ursprüngliche Absicht, die 25 Millionen m³ fassende Senke nach dem Ende des Ölschieferabbaus 1962 als zentrale Mülldeponie für das Rhein-Main-Gebiet zu „rekultivieren“ sind glücklicherweise endgültig vom Tisch. Als einzigem Naturdenkmal in Deutschland wurde der Grube Messel 1995 von der UNESCO der Titel „Welterbe der Menschheit“ zugesprochen – ein Sieg für die paläontologische Wissenschaft und die Vernunft.

Keine andere Fundstelle in Europa dokumentiert in einem so eng umrissenen Zeitraum eine fast lückenlose Abbildung der damaligen Lebewelt. Unterschiedlichste Tier- und Pflanzengruppen aus verschiedenen Lebensräumen sind hier in einer Fundstelle vereint. Kaum irgendwo lassen sich derart filigrane Strukturen nachweisen, wie an den Fossilien von Messel. Algen, Blütenpollen, Sporen von Farnen, Haare, Federn, sogar Mageninhalte und die winzigen Knöchelchen im Innenohr von Fledermäusen wurden im Ölschiefer von Messel für die Ewigkeit konserviert.

Dass diese Schätze bis heute überdauert haben, verdanken sie der geschützten Lage der Messel-Formation in einem Wall von Urgestein. Millionen Jahre Verwitterung haben am Landschaftsprofil der Umgebung gefeilt und alle jüngeren Schichten wegerodiert. Unter einer dünnen Kappe von Ablagerungen der jüngsten Erdgeschichte tritt überall Rotliegendes zutage, Gestein, das aus dem Perm stammt und über 230 Millionen Jahre alt ist. Die fossilführenden tertiären Sedimente der Grube Messel, die heute überall offen zutage treten, schlummerten einst am Grunde eines tiefen Sees. Nur wenige Millionen Jahre noch und auch sie wären der fortschreitenden Verwitterung zum Opfer gefallen und spurlos verschwunden – und mit ihnen ein besonders interessanter Abschnitt der Erdgeschichte.

Im Eozän beginnt die Blütezeit der Säugetiere. Nach dem unerwarteten Aussterben der Dinosaurier am Ende der Kreide schlägt ihre große Stunde. Mit einem Mal eröffnen sich neue Lebensräume. Ökologische Nischen, von den Schwergewichten aus der Reptilienlinie seit dem Erdmittelalter erfolgreich besetzt, sind plötzlich frei. Kleine unscheinbare fellbedeckte Wesen, die seit der Trias neben den Urzeitriesen ein Schattendasein fristeten, erobern ihr neues Reich. Aus scheuen nachtaktiven Baumbewohnern entsteht vergleichsweise rasch eine ungeheure Vielfalt neuer Arten.

Die Messel-Fossilien fallen genau in diesen Zeitraum. Als Teile eines urzeitlichen Puzzles, aus dem Wissenschaftler nun Stück für Stück dabei sind, das Bild eines typischen eozänen

Lebensraumes zusammensetzen. Zum Zeitpunkt seiner Entstehung, lange bevor die Kollision zweier Kontinentalplatten die Alpen auffaltete, lag der See von Messel ungefähr auf der Höhe des heutigen Mittelmeeres. Alle Tier- und Pflanzenfunde sprechen dafür, dass das Klima im Eozän wesentlich wärmer und feuchter war. Paratropisch nennen die Wissenschaftler einen solchen Lebensraum, in dem sich tropische mit subtropischen Elementen mischen. Im Falle von Messel bedeutete dies eine ausgedehnte Wasserfläche inmitten eines immergrünen Urwalds mit einer entsprechend üppiger Vegetation. Rezente Entsprechungen für den Messeler See dürften wohl am ehesten im ostasiatischen Raum zu suchen sein. Java und Borneo erscheinen vielversprechende Kandidaten für die Suche nach einem anschaulichen Vergleichsmodell.

Wie heute dort, existierten im Eozän um den See von Messel keine Jahreszeiten im klassischen Sinn, wohl aber, aufgrund der relativ weit nördlichen Lage vom Äquator, periodische Schwankungen der Tageslänge. Die feine Bänderung des Ölschiefers lässt auf regelmäßig wiederkehrende Algenblüten schließen. Niemand weiß allerdings, ob solche Zyklen nur zweimal jährlich oder vielleicht viel häufiger aufgetreten sind. Aufschluss erwarten die Forscher durch die Analyse von Mikrofossilien wie Blütenpollen, Sporen und Algen aus Grabungen und Bohrkernen. „Wenn es gelänge, die Pflanzenfunde im See nach Früh- und Spätblütlern aufzuschlüsseln,“ spekuliert Franz-Jürgen Harms, der die Grabungen in Messel leitet, „bekäme man einen direkten Überblick über saisonale Abläufe, die im Eozän das Sedimentationsgeschehen im Messeler See beeinflussten.“

Die hauchdünnen Linien von wenigen Zehntel Millimeter Stärke als geologische Uhr zu verwenden, ähnlich den eiszeitlichen Warventonen, könnte also zu falschen Rückschlüssen führen. Als Faustregel gilt: zehn Zentimeter Ölschiefer entsprechen in etwa eintausend Jahren Sedimentation. Das Alter von Messel steht durch den Faunen und Florenvergleich mit anderen Fundstellen ohnehin fest: unteres Mitteleozän, 49 Millionen Jahre. In anderen eozänen Fundstellen in Deutschland wie im Eckfelder Maar, das einige Millionen Jahre jünger als Messel einzuordnen ist, wurde die gleichmäßige Ablagerung von Schwebeteilchen offenbar zeitweise durch abrupte Ereignisse unterbrochen. Helle, zentimeterstarke Gerölllagen unterbrechen dort die Gleichförmigkeit des Ölschiefers. Vielleicht haben kollabierende Steiluferböschungen und sich fächerförmig ausbreitende Schlammlawinen zu ihrer Bildung beigetragen. In Messel findet man solche Zeugen nicht. Dafür existieren mehrere feine Schichten unterschiedlicher mineralischer Zusammensetzung, die sich über das gesamte Grabungsareal erstrecken und sogenannte Leithorizonte bilden. Über ihre Entstehung gibt es allenfalls Mutmaßungen. Für die Geologen sind sie im Gelände die einzigen Hilfsmittel für eine halbwegs genaue chronologische Einstufung ihrer Funde.

Aus Zehntausenden von Einzelfunden versuchen die Forscher das Ökosystem des urzeitlichen Sees zu rekonstruieren. Häufig stützten sich Ihre Aussagen dabei auf Indizien, weil direkte Beweise fehlen. Zum Beispiel kommen Nadelbäume, die weltweit nur in gemäßigten Breiten zu finden sind und in den Tropen allenfalls die Gebirgsregionen besiedeln, in Messel nur äußerst selten vor. Weitaus häufiger hingegen finden sich Blätter und Samen von Walnussbäumen, Schlingpflanzen, Sumpfyypressen und Wasserfichten sowie verschiedenen anderen Pflanzenarten, die auf ein warmes Klima hindeuten, darunter Palmen, Tee-, Weinreben- und Lorbeergewächse. In der Uferregion wuchsen vermutlich Riedgräser und im Flachwasser wucherte an manchen Stellen eine urtümliche Form unserer heutigen Seerosen.

Über 60 Arten von Blütenpflanzen sind aus Messel überliefert und machen die Fundstelle zu einer botanischen Schatztruhe. Rund die Hälfte aller Funde, die in jeder Grabungssaison das Licht der Gegenwart erblicken, betreffen Pflanzenreste, Blätter, Stiele, Früchte oder Pollen. Versteinertes Holz, Äste oder gar ganze Baumstämme, sind in Messel höchst selten. Ausgedehnte Sumpfyypressenwälder wie in manchen Illustrationen gerne dargestellt, gab es in Messel ganz sicher nicht. Überhaupt scheint kein ausgeprägter Ufersaum vorhanden

gewesen zu sein - oder aber er ist nicht überliefert. Diese Tatsache würde auch das Fehlen von fossilen Überresten typischer Flachwasserbewohner erklären. Wasserkäfer, Köcherfliegen- und Libellenlarven, Krebse und Kaulquappen gehören zu den raren Kostbarkeiten von Messel. Auch echte Wasservögel findet man kaum, obwohl Vögel fast die Hälfte aller Landwirbeltierfunde ausmachen.

Die Belege passen recht gut zu dem Bild, das sich die Wissenschaftler vom Lebensraum des Messeler Sees inzwischen machen. Von Anfang an muss der See größtenteils von Steilufern umgeben gewesen sein. Nur so lässt sich die große Zahl pflanzlicher Makrofunde erklären. Unmöglich können sie über weite Strecken vom Wind eingeweht worden sein. Wahrscheinlich fielen sie direkt vom dicht am Ufer stehenden Wald aus ins Wasser. Gleichzeitig wirkte der schmale Uferbereich als Filter. Baumstämme des ufernahen Waldes verrotteten dort, wo sie umstürzten oder blieben mangels Strömung am Rande des Sees liegen. Dort war die Chance gering, vor dem endgültigen Vermodern von Sedimenten zugedeckt zu werden.

Das gleiche gilt im Wesentlichen auch für Tierkadaver. Nur ein winziger Bruchteil aller Organismen, die je als Kadaver in einen See gelangen, werden zum Fossil. Die weitaus meisten zersetzen sich vollständig oder zerfallen lange vor der Einbettung in Einzelteile. Von ihnen bleiben bestenfalls, wenn überhaupt, ein paar wirre Knochenhaufen oder Zähne übrig. Nur wenn der Leichnam rasch genug in sauerstofflose Tiefen absinkt und dort im Faulschlamm von herabrieselnden Schwebstoffen begraben wird, besteht eine schwache Aussicht, dass seine Überreste versteinern und so der Nachwelt erhalten bleiben.

Stabile Wasserschichten sind dafür die beste Voraussetzung. Der bodennahe Abbau von im See treibendem Plankton und anderen organischen Resten entzieht dem Tiefenwasser die Grundlage für oxidative Prozesse. Über dem schlammigen Seeboden ist das Milieu sauerstofffrei. Jenseits einer Übergangszone beginnt in tiefen stehenden Gewässern in der Regel ein lebensfeindliches Reich. Hier gedeihen nur noch anaerobe Bakterien, die für ihren Stoffwechsel nicht auf Sauerstoff angewiesen sind.

„Wahrscheinlich war der See durch seine Lage hinter einer Mauer aus Tuffstein und Urwald wirksam gegen Windeinflüsse geschützt,“ meint Geologe Harms in Anspielung auf die Maar-Theorie. „Stürme oder starke Winde haben allenfalls die Oberfläche gekräuselt. Wir finden in den Schichten keine Hinweise darauf, dass es während der Zeit der Ablagerungen öfter zu einer vollständigen Durchmischung der Wassersäule gekommen wäre.“

Mithin ein Grund für die hervorragende Erhaltung der Messeler Fossilien. Unter dem Druck des sich stetig anhäufenden Substrats verdichtete sich der dunkle Faulschlamm allmählich zu einem weichen, stark wasserhaltigen Gestein - mitsamt seinen kostbaren Einschlüssen. Die minutiöse Abbildung anatomischer Details begeistert nicht nur unbedarfte Laien. Voll Stolz verweist Geologe Schaal auf das „Prachtexemplar“ eines sogenannten Langfingers, der in der Grabungssaison 1998 aus dem schwarzen Schiefer auftauchte. Es ist weltweit das vollständigste Exemplar einer vor rund 35 Millionen Jahren ausgestorbenen Säugerart. Deutlich zeichnet sich am Schwanzende des rattengroßen Baumbewohners eine buschige Haarquaste ab. Auch die restlichen Körperumrisse sind fast vollständig erhalten. Beinahe scheint es, als sei der Langfinger, der einst, ähnlich dem heute auf Madagaskar lebenden Fingertier, mit den stark verlängerten mittleren Fingergliedern Insektenlarven aus dem Holz morscher Bäume angelte, mitten im Leben erstarrt. Viele der Säugetierfunde umgibt ein dunkler Fellsaum wie der diffuse Körperschatten auf einem Röntgenbild – nur dass Muskeln und Gewebe schon vor Urzeiten zerfallen sind. Geblieben aber sind feinste Abdrücke von Haaren und Federn.

Hassiavis laticauda, ein Messel-Vogel für den es keinen umgangssprachlichen Namen gibt, ist ein Vertreter aus einer ausgestorbenen Gruppe von Vögeln, die mit den heutigen

Ziegenmelkern verwandt zu sein scheint. Selbst nach fast 50 Millionen Jahren, lassen einige der Schwanzfedern noch deutlich die zarten Bahnen einer Querstreifung erkennen, die einst das Gefieder zierten. Anstelle bunter Farben sind allerdings nur dunkelbraune Pigmente übrig geblieben. Noch phantastischer ist die Farberhaltung bei Käfern. Den reflektierenden Partikeln in den Chitinpanzern, die durch Lichtbrechung einen leuchtend bunten, metallischen Glanz erzeugen, hat die halbe Ewigkeit seit der Einbettung nichts anhaben können. Viele Flügeldecken schillern noch wie zu Lebzeiten ihrer Besitzer in allen Farben des Regenbogens.

Erstmals liefern die schwarzen Fossilreliefs auf den Gesteinsplatten den Wissenschaftlern konkrete Hinweise, wie längst ausgestorbene Tiere tatsächlich ausgesehen haben. In den Scherenschnitten aus der Vorzeit wird Phantasie zur Realität. Die Erhaltung von Fellstrukturen und die Abbildung von Weichteilen verdankt die Wissenschaft in erster Linie jenen Bakterien, die einst die sauerstofffreien Tiefen des Sees besiedelten. Die Leichen der verendeten Messelbewohner dienten ihnen als Haftsubstrat. Wie ein Halo legte sich ein hauchdünner Bakterienrasen um Haare, Federn und Knochen und zeichnete so feinste Strukturen nach. Zusammen mit ihren Wirten wurden die Mikroorganismen zu Stein.

Die hohe Auflösung böte an und für sich ideale Voraussetzungen, um durch vergleichende Untersuchungen der Skelettanatomie, Rückschlüsse auf die verwandtschaftlichen Verhältnisse unter rezenten Vögeln zu ziehen. Bei Fossilien ist das sonst nur ganz selten möglich ist. Doch genau da liegt das Problem. „Der Haken ist,“ bestätigt Gerald Mayr, Vogelkundler am Senckenberg Museum in Frankfurt, „dass nur wenige ornithologische Sammlungen eine größere Anzahl von Skeletten zum Vergleich besitzen. Die weitaus meisten Vogelsammlungen bestehen aus Bälgen. So erfahren wir zwar viel über die eozäne Vogelwelt vor 49 Millionen Jahren, doch Aussagen über Verwandtschaftsbeziehungen zu rezenten Vogelfamilien sind nur in begrenztem Umfang möglich.“

Dabei haben die Vögel schon zur Zeit des Eozäns eine enorme Bandbreite erreicht. Insgesamt dürfte es im Wald von Messel deutlich stiller gewesen sein als heutzutage – Singvögel entstanden erst im Oligozän vor etwa 24 Millionen Jahren. Ihre Nische füllten wiedehopf- und spechtartige Vögel, deren fossile Fußknochen deutliche Anpassungen an ein Leben im Geäst zeigen. Rund die Hälfte aller Funde von Landwirbeltieren stammen von Vögeln, die weitaus meisten darunter von der Messelralle, *Messelornis cristata*. Mit den heutigen Rallenvögeln hat der langbeinige Vogel wenig zu schaffen, auch wenn er wahrscheinlich wie diese auf der Suche nach Nahrung durch den Uferbereich des Sees stetzte. Seine nächsten Verwandten, die Sonnenrallen, leben in Südamerika.

Mausvögel, kleine gesellige Vögel mit langen, zugespitzten Schwänzen, kommen heute noch in Afrika südlich der Sahara vor, Eulenschwalme, nachtaktive Insektenjäger, wegen ihrer breiten Schnabelform auch Froschmäuler genannt, in Australien. Die Vogelfauna von Messel setzt sich aus verwandtschaftlichen Gruppen sämtlicher Kontinente zusammen. Diese Feststellung schürt neue Fragen. Hatten Mausvögel, Froschmäuler und Sonnenrallen früher ein wesentlich größeres Verbreitungsgebiet? Oder wurden ihr Lebensraum im Zuge der auseinanderdriftenden Kontinente immer weiter zerschnitten und isoliert?

Die relative Häufung mancher Tierarten im Fossilnachweis der Grube Messel besagt wenig über das tatsächliche Artenspektrum des eozänen Ökosystems. Eher schon über die Lebensgewohnheiten mancher See- und Waldbewohner. Messel repräsentiert eine Grabgemeinschaft. Im oder am Wasser lebende Organismen hatten einfach größere Chancen als Kadaver im See konserviert und somit zum Fossil zu werden. Nicht umsonst sind Fische unter den Wirbeltierfossilien von Messel die am stärksten repräsentierte Gruppe. Der Schlammfisch *Cyclurus kehreri* wird in Messel nahezu täglich zwischen den Schieferplatten entdeckt. Die Fischfauna von Messel ähnelt in ökologischer Hinsicht einem Räuberhaufen. Algenfressende Friedfische sind ausgesprochen selten. Selbst die kleinsten der Fischformen, frühe Vorfahren

heutiger Knochenfische, über deren systematische Stellung noch diskutiert wird, vertilgten reihenweise Insekten und deren Larven.

Krokodilartige Kaimanfische von bis zu einem Meter Länge stellten in der Flachwasserzone ihrer Beute nach. Schon die eozänen Knochenhechte nutzten wahrscheinlich einen Teil ihrer Schwimmblase zur Luftatmung. In Nordamerika haben sie bis in die Gegenwart überdauert. Ihr dichter Hautpanzer aus schmelzüberzogenen Schuppenplatten und einige Primitivmerkmale im Skelettbau weisen sie als lebende Fossilien aus.

Wie landlebende Säugetiere in den See gelangten lässt Raum für viele Spekulationen. Einige mögen von Überhängen gestürzt und im See ertrunken sein. Andere waren vielleicht potentielle Opfer. Am Ufer lauerte der mächtige *Asiatosuchus*, das größte bislang entdeckte Messel-Krokodil, mit einem zähnestarrten Maul und einer Länge von mehr als vier Metern. Er war eine potenzielle Gefahr für jedes Lebewesen des Messeler Lebensraumes. Zwar ist er nur durch ein einziges vollständiges Skelett und mehrere Fragmente belegt, doch nicht immer muss der Angriff eines solchen Ungeheuers auf arglos im Wasser watende Vögel oder Säugetiere, die zum Trinken an den See kamen, erfolgreich gewesen sein. Oft genug vielleicht konnte das verletzte Opfer entkommen und floh dem Tod geweiht in die Fluten des Messeler Sees.

Knochenbrüche an vielen Fossilfunden, die nicht durch Verwerfungen nach der Ablagerung verursacht sein können, scheinen das zu belegen. Trotzdem sind die Messel-Fossilien im Allgemeinen erstaunlich vollständig erhalten. Nur selten verstreuen sich Knochenansammlungen über ein größeres Areal. Auch sind nur wenige Bruchstücke von Tieren bekannt, die als Beutereste großer Räuber durchgehen könnten. So bedeuten die Messelfossilien im Wesentlichen einen aktualistischen Zufallsbefund, der nicht leicht zu interpretieren ist.

Daraus den Lebensraum rekonstruieren zu wollen, bedarf detektivischer Kleinarbeit. Insektenlarven und ein Aal geben Rätsel auf. Auch wenn letzterer nachweislich größere Entfernungen über Land zurücklegen kann, sind die Larven der Wasserkäfergattung *Eubrianax* auf extrem sauerstoffreiches und bewegtes Wasser angewiesen. Ihre Existenz im See von Messel lässt ihn als vollständig isolierte Wasserinsel zunehmend unwahrscheinlich erscheinen. Da die Funde vornehmlich im nordwestlichen Bereich der Grube lokalisiert sind, erhärtet sich der Verdacht, dass sie und andere sauerstoffliebende Larven von Köcher- und Steinfliegen über einen temporären oder dauerhaften Zufluss eingespült wurden.

Auch die vielen Krokodilarten müssen irgendwie den Weg an die Ufer des Sees gefunden haben. Gewöhnlich geschieht dies am ehesten entlang von Flussläufen. Einige Arten zeigen aber auch starke Anpassungen an das Leben an Land. *Bergisuchus*, ein anderthalb Meter langer Alligator bewohnte möglicherweise permanent die angrenzenden Trockengebiete um den Messeler See. Falls Aale schon im Eozän Wanderfische waren, die zum Laichen in die Flüsse aufstiegen, ließe sich auch eine zeitweilige Verbindung zum Meer postulieren. Immerhin lag der Urwald-See von Messel, je nachdem welche paläogeographische Karte man zu Rate zieht, nicht allzu weit vom damaligen Urmeer, der Tethys, entfernt.

Auffallend unter den Vögeln ist das Vorkommen ungewöhnlich vieler flugunfähiger Formen. Bei allen bekannten Arten ist der Skelettbereich des Schultergürtels unterentwickelt und das Flügelskelett reduziert. Zwei von insgesamt vier gleichen in der Größe heutigen Kranichen, mit denen sie offenbar auch verwandt sind. Ein weiterer scheint ein kleiner Urstrauß zu sein, der große Ähnlichkeit mit südamerikanischen Nandus aufweist. Der letzte im Bunde wuchs zu einem wahren Riesen heran. Von *Diatryma*, dem größten Laufvogel des Messeler Sees ist nur ein Oberschenkelknochen erhalten aber er genügt für eine zweifelsfreie Identifikation.

Noch steht nicht fest, ob sich der Riesenvogel regelmäßig im Wald um den See aufhielt oder nur als zufälliger Gast in den Sedimenten des Ölschiefers sein Ende fand. Anhand von Fossilien aus dem Geiseltal, einer weiteren Fundstelle aus dem Eozän einige Kilometer südwestlich von Halle und weiteren Exemplaren aus Nordamerika, lassen sich Skelett und Aussehen gut rekonstruieren. Auf den ersten Blick wirkt der mächtige Vogel mit fast zwei Metern Höhe wie ein furchterregender Räuber. Die Zehen trugen mächtige Krallen und der Schädel endete in einem hakenförmig gekrümmten Schnabel. Doch die Räubertheorie hält der restlichen Anatomie des Riesenvogels nicht stand. Ein vergleichsweise plumper Körperbau prädestinierte *Diatryma* eher für eine gemächlichere Gangart. Manche Forscher halten ihn gar für einen spezialisierten Melonenfresser.

Auch aus rein zoologisch-systematischen Gründen kann die frühere Bezeichnung „Schreckenskranich“ vermutlich nicht aufrecht erhalten werden. Obwohl *Diatryma* abwechselnd in die verwandtschaftliche Nähe von Kranichen, Papageien oder Reiher gestellt wurde, sehen viele Paläoornithologen in dem riesigen Laufvogel einen harmlosen Gänseverwandten, der sich noch am ehesten mit heute lebenden Wehrvögeln vergleichen lässt, die Sumpfbereiche und Waldseen in Südamerika bewohnen. Wie sie war *Diatryma* vermutlich ein gemütlicher Weidegänger, der sich vorwiegend von Pflanzen ernährte - auch wenn die Schnabelform nicht restlos ausschließt, dass er hin und wieder auch kleine Säugetiere, vor allem kranke und sehr junge Tiere, erbeutete.

Für die Häufung bodenlebender Laufvögel um den Messeler See gibt es nur einen einleuchtenden Grund: im Ölschiefer von Messel finden sich keine großen Raubtiere. Die wenigen, die es gibt, erreichen kaum fünf Kilogramm Körpergewicht. Ohnehin ist der Begriff Raubtier irreführend. „Es hängt viel davon ab, wie man ein Raubtier definiert,“ bringt es Michael Morlo, der sich am Senckenberg Museum eingehend mit den eozänen Räufern von Messel befasst hat, auf den Punkt. „Prinzipiell ist jeder Beutegreifer ein Raubtier, doch in der Zoologie gibt es nur eine einzige Gruppe von Tieren, für die dieser Terminus reserviert ist – die Ordnung Carnivora, zu der alle heute lebenden Bären, Marder, Katzen und Hunde gehören.“

Mit diesen haben die meisten Fleischfresser von Messel jedoch nichts gemein. Aufgrund sehr eindeutiger Gebissmerkmale werden sie von Säugetierspezialisten in eine vollkommen verschiedene Verwandtschaftsgruppe gestellt. Die Faunenelemente, die in Messel die Nische der eigentlichen Raubtiere besetzten, gehören einem Kreis sehr archaischer Säugetiere an. Creodonta oder „Urraubtiere“ nennt sie die zoologische Nomenklatur. Der klareren Abgrenzung wegen hat Michael Morlo für sie den Namen „Scheinraubtiere“ geprägt.

Auf Madagaskar findet man noch heute lebende Fossilien, die Gemeinsamkeiten mit der Tierwelt des Eozän aufweisen. Die verbliebenen tropischen Regenwäldern beheimateten etliche primitive Insektenfresser, Halbaffen und Schleickatzen wie die Fossa. Sie ist eine Mungo-Verwandte und eine der ursprünglichsten Carnivoren-Arten, die man kennt. Ein solches schleickkatzenähnliches Tier, mithin ein echtes Raubtier also im zoologischen Sinn, findet man auch in den Überlieferungen von Messel.

Paroodectes erreichte in etwa das Gewicht einer ausgewachsenen Hauskatze, doch weisen schlanke Gliedmassen und Anpassungen im Bereich des Schulter- und Beckengürtels darauf hin, dass der leichtfüßige Räuber ein gewandter Kletterer war. Mehr als die Hälfte der Körperlänge entfällt auf den Schwanz, nicht selten bei Tieren, die bei Sprüngen von Ast zu Ast ein Steuerorgan benötigen. Wahrscheinlich stellte *Paroodectes* Insektenfressern, Nagetieren und Primaten nach, deren Überreste man ebenfalls in Messel gefunden hat. Oder er lauerte nach Leopardmanier als Ansitzjäger auf niedrigen überhängenden Zweigen, um die ahnungslosen Jungtiere urtümlicher Huftiere zu schlagen.

Aus der Ordnung der echten Raubtiere existierte neben ihm nur noch ein marderartiges Leichtgewicht, das möglicherweise Nester plünderte und auf Eier und nicht-flügge Jungvögel aus war. Beide Raubtiere jagten im Geäst der Bäume. Überhaupt besiedelten Raubtiere, Scheinraubtiere und räuberische Insektenfresser in Messel offenbar verschiedene Lebensräume. Die schleickkatzen- und wieselartigen Carnivoren spürten vorzugsweise auf den Bäumen ihrer Beute nach. Sämtliche anderen Räuber hatten den Waldboden für sich erobert.

Beide bekannte Arten von Scheinraubtieren bleiben in Messel überraschend klein. Aus dem Geiseltal kennt man aus der gleichen Tiergruppe wehrhafte Beutegreifer, heutigen Raubkatzen durchaus ebenbürtig wären. Der dortige Lebensraum unterscheidet sich allerdings fundamental von dem von Messel: anstelle eines Waldsees spannte sich hier eine weiträumige Sumpflandschaft, mit völlig anderen Nischen und Anforderungen an ihre Bewohner. Verblüffend ist auch die Häufung von Jungtieren unter den Funden von Messel, für die es bislang keine plausible Erklärung gibt. Am ehesten dürften die Scheinraubtiere von Messel in ihrer Lebensweise australischen Beutelmardern entsprechen, die auf dem fünften Kontinent auch heute noch vergleichbare Nischen füllen. Wie so oft ist der Erhaltungszustand der Fossilien phänomenal. Um das Skelett eines halbwüchsigen Exemplars von *Lesmesodon behnkeae* zeichnet sich deutlich ein dunkler Fellsaum ab, der in einen buschigen Schwanz ausläuft, beinahe wie bei heutigen Eichhörnchen.

Nach Ansicht von Michael Morlo gibt es für das Fehlen großer Raubtiere in Messel zwei Erklärungsmodelle. „Ein Grund könnte einfach in der schlechteren Erhaltungsmöglichkeit großer Organismen zu suchen sein. Ein anderer liegt aber sicher in der Ökologie von Messel selbst begründet. Wir finden in den Ablagerungen mindestens zwei terrestrische Krokodile,“ sagt Morlo. Haben Sie die Rolle der großen Räuber übernommen?

Zumindest eines davon, *Pristichampsus*, das Sägezahnkrokodil, wurde bis zu drei Meter lang. Mit acht Arten und mittlerweile über einhundert gefundenen Exemplaren sind die Krokodile eine formen- und individuenreiche Gruppe. Noch ist nicht restlos geklärt, ob sie alle zeitgleich in Messel vorkamen. Um in dem vergleichsweise kleinen Areal des Messeler Urwaldsees überleben zu können, waren sie gezwungen unterschiedliche Habitate und Nahrungsquellen zu nutzen.

Noch weitere Kandidaten kommen als „Top-Prädatoren“ in Frage. Im Blätterdach des Urwaldes lebte die boa-ähnliche Riesenschlange *Palaeopython*. Untersuchungen von fossil aufgefundenen Mageninhalten zeigen, dass sie auch auf dem Boden und im Wasser gejagt hat. „In Messel besetzen Tiere aus den verschiedensten taxonomischen Gruppen ökologische Nischen, die heute fast ausschließlich von Vertretern der Carnivora belegt sind,“ sagt Paläontologe Morlo. „Das macht den Reiz, aber auch die Schwierigkeit einer Analyse der Synökologie von Messel aus.“ Um sich ein Bild von der Ökologie des Lebensraumes zu machen, hat Michael Morlo einen tropischen See im afrikanischen Regenwald als Vergleich herangezogen und quasi als Standard definiert. Dort existieren vierundsechzig Nischen, die von Säugern ausgefüllt werden. Rund zwei Drittel davon finden sich im Wald von Messel wieder.

Damit stellt die Grube Messel in Europa die bislang vollständigste Dokumentation einer eozänen Lebensgemeinschaft von Säugetieren. Was fehlt, sind vor allem kleine boden- und baumlebende Insektenfresser, kleine und sehr große bodenbewohnende Pflanzenfresser sowie große und sehr große terrestrische Alles- und Fleischfresser. Um zu verstehen, warum solche Lücken bestehen, wird Dr. Morlo seine Untersuchungen im kommenden Jahr fortsetzen. Weitere Fossilagerstätten aus dem Eozän in Europa und Nordamerika sollen mit den Befunden der Vorstudie verglichen werden. Die Resultate seiner Analyse werden unter Paläo-

Ökologen mit Spannung erwartet. Steinchen für Steinchen wird so das Mosaik der eozänen Lebewelt zusammengefügt.

Dass überhaupt nachvollzogen werden kann, von was sich die Tiere im Messeler Urwald ernährten, gehört zu den seltenen Glücksfällen in der paläontologischen Forschung und wird erst durch die phantastisch detailreiche Erhaltung der Messel-Fossilien ermöglicht. Von manchen Tieren sind die Mageninhalte überliefert, in denen Wissenschaftler Blattreste, Schmetterlingsflügel, Ameisenteile, Fischgräten und -schuppen nachweisen konnten.

Zusammen mit Gebissmerkmalen liefert die gute Erhaltung der Skelette und des Weichkörpers wertvolle Hinweise auf den Spezialisierungsgrad des betreffenden Tieres. Der „Otter“ von Messel, *Buxolestes piscator*, fraß zum Beispiel bevorzugt Fische. Ob er sich vorwiegend amphibisch im Uferbereich des Sees aufhielt, wie heutige Fischotter das tun, ist allerdings fraglich. Seine Gliedmassen lassen keine Veränderungen erkennen, die ihn für einen Schwimmräuber besonders prädestinieren. Nur die Schwanzwirbel zeigen verbreiterte Muskelansatzflächen, die für die Ausbildung eines Ruderschwanzes sprechen. Dafür trägt *Buxolestes* an den Zehen der Vorder- und Hinterfüße lange Krallen, die gut zum Graben geeignet erscheinen. Vergleiche mit heutigen Dachsen drängen sich auf.

Sein erst im vergangenen Jahr beschriebener kleiner Bruder, der etwa 30 cm lange *Buxolestes minor*, entspricht diesem Bild noch mehr. Wie sein moderner Nachfahre war er ein Allesfresser und nutzte die vielfältigen Nahrungsquellen der Streuschicht des Waldbodens. Er teilte sich seinen Lebensraum mit potentiellen Nahrungskonkurrenten aus anderen Familien, allesamt Insektenfresser. Springmäusen ähnliche Koblode mit langem Schwanz huschten auf der Jagd nach Beute durch das Unterholz. Ihren enorm verlängerten Hinterbeinen ist zu entnehmen, dass sie flinke zweibeinige Spurtjäger gewesen sein müssen, die sich nur selten auf die beinahe kümmerlichen Vordergliedmassen herabließen. Die Insektenfresser waren zur Zeit des Eozän eine artenreiche Gruppe. Von den meisten Wissenschaftlern werden sie als die Stammform aller Säugetiere angesehen. Heute sind sie nur noch durch Spitzmaus und Igel vertreten.

Allein drei Arten von Igelverwandten gab es im Wald von Messel. In der Gebissstruktur unterscheiden sich die frühen Igel kaum voneinander. Ihre Überlebensstrategien sind dennoch vollkommen verschieden. Der erste, *Macrocranion tupaiodon*, ein dämmerungsaktiver, flinker Bewohner des Urwaldbodens, ernährte sich von kleinen Wirbeltieren, Insekten und zeitweise auch Fischen. Der zweite, der „Hessische Schuppenschwanz“ *Pholidocercus hassiacus* war ein gemächlicher Allesfresser. Beschaulichkeit konnte er sich leisten. Ein dichtes borstiges Rückenfell schützte ihn wirksam gegen potentielle Feinde. *Macrocranion tenerum* schließlich vereint die Merkmale der beiden vorausgegangenen Arten. Er war flink, konnte auf zwei stark verlängerten Hinterbeinen Angreifern springend entkommen und besaß zudem ein Stachelkleid.

Zu den fortschrittlichsten Säugetieren in Messel gehören Fledermäuse. Im Fossilnachweis sind sie normalerweise eine ausgesprochene Seltenheit. In Messel gehören sie mit Abstand zu den am häufigsten entdeckten Säugetieren. Noch dazu stellen sie die ältesten Nachweise von Fledermäusen überhaupt. Leider lassen sich aus den Fossilfunde kaum Rückschlüsse auf die Entstehung des Fluges bei Säugetieren ziehen. Der Flugapparat der Messel-Fledermäuse ist bereits vollständig entwickelt. Nur die Anordnung und Ausdehnung der Flughäute lässt Rückschlüsse auf die Geschicklichkeit beim Fliegen und die Nutzung des Luftraumes zu.

Einige Arten nutzten den freien Luftraum. In schnellem Flug jagten sie über dem See nach Insekten. Die häufigste und mit kaum vier Zentimeter Körperlänge kleinste Messeler Fledermaus, *Palaeochiropteryx tupaiodon*, konnte bereits in langsamem wendigen Flatterflug die Zweige der Ufervegetation nach Nahrung absuchen. Im Gegensatz zu anderen Arten war bei ihr die Schwanzwirbelsäule vollständig in die Flughaut einbezogen. Durch Abbiegen des

Schwanzes lässt sich so eine Hauttasche formen, die akrobatische Flugmanöver erlaubt. Eine eigens dafür entwickelte Mikroröntgentechnik gestattet sogar einen Blick in die winzigen fossilen Schädel und selbst die Struktur des Innenohres. Deutlich erscheinen auf den Röntgenbildern die schneckenförmigen Auftreibungen des Hörsinns und die ausholenden Bögen des Gleichgewichtsorgans. Im Vergleich zu heute lebenden Arten war die akustische Sinneswahrnehmung der Messel-Fledermäuse offenbar schon weit entwickelt.

Palaeochiropteryx scheint sich bei ihrem Beuteflug bereits der Echoortung bedient zu haben – wengleich noch längst nicht in dem Maße wie moderne Kleinfledermäuse.

Dass Fledermäuse in Messel so häufig gefunden werden, stellt die Wissenschaftler vor ein Rätsel. Manche machen unregelmäßige Gas-Eruptionen von Methan, Kohlendioxid oder Schwefelwasserstoff für den Tod der Tiere verantwortlich. Mitten im Flug seien die Tiere betäubt in den See gestürzt und ertrunken. Doch solche Gasausbrüche müssten im Sediment ihre Spuren hinterlassen haben, sofern sie nicht ausschließlich aus der bodennahen Wassersäule stammten. Irgendwo müssten feinste Entgasungskanäle sichtbar werden. Doch solche direkten Hinweise fehlen in Messel bisher. Noch eine weitere Tatsache lässt die „Katastrophen-Theorie“ eher unwahrscheinlich erscheinen. „Bei Ereignissen dieser Art sollte man vermuten, dass es einzelne „Katastrophen-Lagen“ im Ölschiefer gibt, in denen gehäuft Überreste nicht nur von Fledermäusen, sondern auch von Vögeln in einer zeitlichen Ebene auftauchen,“ verdeutlicht Harms den Sachverhalt. Bisher haben die Geologen allerdings nichts dergleichen gefunden.

Manche Fledermaus- und Vogelskelette, die im Ölschiefer eingebettet wurden, zeigen hingegen deutliche Spuren von Verletzungen, Brüche des Schlüsselbeins und des Handskeletts. Andere wiederum scheinen mitten aus dem Leben gerissen. Vielleicht geben die Funde auch nur den Mittelwert einer statistischen Verteilung von Tierkadavern wieder, die im Abstand von einigen hundert oder tausend Jahren am Boden tropischer Seen abgelagert werden. Die Hypothese in der Gegenwart zu überprüfen, dürfte schwer fallen. „Bis jetzt hat noch niemand die Zeit aufgebracht, sich über Jahrzehnte an einen Tropensee zu stellen und brauchbare Vergleichszahlen zu erfassen,“ schmunzelt Geologe Harms. So bleiben nur Schlussfolgerungen, die sich aus der Lebensweise der Tiere ableiten lassen.

Ornithologe Gerald Mayr bringt eine Erklärung ins Spiel, die eigentlich auf der Hand liegt. Nur hat sie bisher in die wissenschaftliche Betrachtung der Messeler Funde kaum Eingang gefunden. „Für fliegende Tiere, besonders, wenn sie verletzt oder geschwächt sind, ist die Wahrscheinlichkeit in einen See zu fallen und damit fossil überliefert zu werden, einfach viel höher als für flugunfähige Landbewohner. Während letztere nur über den Uferbereich oder Zuflüsse in den See gelangen können, steht Fledermäusen und Vögeln die ganze Seeoberfläche zur Verfügung.“

Seine Theorie wird von der relativen Seltenheit bodengebundener Waldbewohner untermauert. Aus der großen Gruppe der Paarhufer, die heute Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen, Hirsche, Antilopen, Giraffen, Kamele und Flusspferde umfasst, sind nur ganz wenige Exemplare aus Messel bekannt. Wahrscheinlich waren sie zudem keine Herdentiere und lebten im Wald von Messel als heimliche, scheue Einzelgänger. Andere Tiergruppen sind gar nur durch Unikate belegt. Je weiter sich der Lebensraum eines Organismus vom Seeufer entfernt, desto geringer war verständlicherweise seine Chance im schwarz glänzenden Ölschiefer als Fossil der Nachwelt erhalten zu bleiben. Schon allein deshalb sind die wenigen Exemplare, die von den heimlichen Waldbewohnern überliefert sind, von so unermesslichem Wert.

Halbaffen gehören ebenso zum Raritätenkabinett, wie baumlebende Riesennager, die sich ausschließlich von Blättern ernährten. Kleine bodenbewohnende Nagetiere mit extrem kurzen Beinchen reizen zu Spekulationen über ihre Lebensweise. Lebten sie, ähnlich wie heutige

Wühlmäuse, in unterirdischen Gängen? Suchten sie vielleicht in der Streuschicht des Waldes nach Insekten? Oder waren sie im Uferbereich des Sees heimisch und wie heutige Bisamratten exzellente Schwimmer? Fragen, auf die es, bedingt durch die Seltenheit der Funde, noch keine befriedigende Antwort gibt. Und es gibt deren mehr.

Wie gelangten Beuteltaschen und ein Ameisenbär an den Messeler See? Erstere sind heute nur noch in Amerika und in großer Artenfülle in Australien vertreten, letzterer ausschließlich in Südamerika. Streng genommen dürfte es das Fossil gar nicht geben. Zumindest nicht in Messel. Von *Eurotamandua*, dem Ameisenbär, existiert nur ein einziger Fund, doch der genügt, die tiergeographischen Verbreitungswege im Tertiär zu überdenken. Der fossile Ameisenbär ist das einzige Exemplar, das je außerhalb Südamerikas entdeckt wurde. Die Erhaltung des Skeletts ist brillant und lässt keinen Zweifel an der Identität des Objekts aufkommen. Der zahnlose röhrenförmige Schädel ist charakteristisch für die Familie der Myrmecophagidae, wie die Wissenschaft Ameisenbären nennt. Auch andere Merkmale passen. Die Gliedmaßen sind ganz auf das Graben und Aufreißen von Termitenbauten spezialisiert und im Magen des spektakulären Messel-Fossils entdeckte man neben Blattresten winzige zusammengebackene Holzklümpchen, wie sie für das Wandmaterial heutiger Termitenhügel typisch sind. Auch ist *Eurotamandua* der mit Abstand älteste Fund eines Ameisenbären.

Prinzipiell wurde die Ausbreitung einer subtropischen Tier- und Pflanzenwelt durch das weltweit ausgeglichene warme Klima im Eozän begünstigt. Auf der Höhe von London herrschte eine Jahresdurchschnittstemperatur von rund 25° C. Doch die Kontinentaldrift legte der Bewegungsfreiheit der Landbewohner Schranken auf. Ozeane öffneten sich dort, wo vorher Land war. Verbindungen rissen ab und entstanden anderswo neu. Die Spitzen der heutigen Alpen begannen, sich als Inselkette aus dem Urozean zu erheben. Ganze Landstriche wurden vollständig isoliert. Auf ihnen ging die Evolution eigene Wege. Neue Arten entstanden und breiteten sich aus.

Südamerika war im Eozän längst von den afrikanischen und europäischen Landmassen getrennt. Wenn also mehr oder weniger zeitgleich im Fossilnachweis verschiedener Kontinente Lebewesen auftauchen, die eine verblüffende Ähnlichkeiten miteinander aufweisen, wirft dieser Sachverhalt gewisse Fragen auf. Gab es etwa doch noch Landbrücken, die solchen Exoten eine Verbreitung über Kontinentgrenzen hinweg ermöglichten? Oder fanden Ameisenbären ebenso wie Beuteltaschen als unfreiwillige Seereisende auf Treibholz entlang von Meeresströmungen den Weg über das Urmeer?

Sie sind die Exoten von Messel, ebenso wie die gepanzerten Schuppentiere, deren Erscheinung sich in den letzten 50 Millionen Jahren kaum verändert hat. Offenkundig waren diese schon zu Zeiten des Eozän ausgeprägte Spezialisten. Ihre Nahrung bestand ausschließlich aus Termiten und Ameisen. Wiederum sind die Messel-Funde die geologisch ältesten und vollständigsten Schuppentiere, die man kennt, und sie beweisen, dass scheinbar moderne Anpassungen an die Nutzung spezieller Nischen schon früh in der Entwicklung einiger Tiergruppen vorhanden waren.

Weltberühmt aber wurde die Fundstätte Messel durch ihre Urpferdchen. Die kleinen, unscheinbaren Geschöpfe reichen zurück an den Beginn der Pferdeevolution. Viel eher erinnern sie an afrikanische Ducker-Antilopen als an stattliche Araberhengste. Das kleinste Messel-Pferd, *Palaeotherium parvulum*, erreichte gerade einmal eine Schulterhöhe von etwas über dreißig Zentimetern. An seinen Vordergliedmaßen trug es noch je vier, an den Hinterläufen je drei winzige Hufe. Erst sehr viel später nahm die Körpergröße zu und aus dem dritten Knochenstrahl von Hand und Fuß entstand die bekannte Einhufigkeit, namengebend für die gesamte Tiergruppe - Unpaarhufer.

Die Pferdeentwicklung gilt als Paradebeispiel der Evolution. Der Fossilnachweis ist beinahe lückenlos. Nur die Schauplätze wechselten des öfteren. Kaum zehn Millionen Jahre nach Messel waren die Propalaeotherien in Europa ausgestorben und ihre Vettern in Nordamerika setzten den Aufstieg der Pferdeartigen fort. Über die Behring-Straße breiteten sie sich bis nach Asien aus. Dort wird die Wiege der modernen Pferde vermutet. Ihr Ursprung liegt allerdings ganz sicher in Europa. Die Urpferdchen von Messel bilden eine der ersten Seitenlinien ganz unten an der Basis des Stammbaums.

Im Laufe von Jahrmillionen entwickelten sie sich von scheuen, blätter- und fruchtefressenden Waldbewohnern zu grasfressenden Steppentieren. Die Mageninhalte einiger Messel-Präparate beweisen es. Hauptsächlich Blattreste finden sich darin. Bei einem Tier war der Magen gar mit Weintraubenkernen gefüllt. Nur ganz selten stoßen die Paläontologen und Grabungshelfer einmal auf ein vollständiges Pferdeskelett in den Platten des Ölschiefers. Die versteinerten Überreste eines jener Tiere, die ertrunken oder eines natürlichen Todes gestorben, vor knapp fünfzig Millionen Jahren auf den See hinaustrieben und hinabsanken in sauerstofflose Tiefen, wo ihre Leichen der endgültigen Verwesung entgingen. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein schwangeres Weibchen dabei ist, geht gegen Null. In einhundert Jahren Grabungsgeschichte wurden auch erst zwei trächtige Stuten entdeckt, jede mit je einem winzigen Fötus in der Leibeshöhle. Bei einem solchen Anblick geraten selbst nüchterne Wissenschaftler ins Schwärmen.

Auf dem Rolltisch im Laborraum der Messeler Forschungsstation ruht fein säuberlich in graue Plastikplanen gehüllt, eine esstischgroße Gesteinsplatte. Vorsichtig löst Michael Ackermann, paläontologischer Präparator in Messel und verantwortlich für den Fund, die Klebstreifen der Verpackung. Nasse Tücher kommen zum Vorschein, die verhindern, dass der kostbare Schatz Risse bekommt. Darunter erhebt sich aus den Unebenheiten des schwarzglänzenden Gesteins das plastische Relief eines schlanken Schädels. Es ist ein Urpferdchen. Das erste seit zehn Jahren. Die Vorderbeine ruhen fast entspannt neben dem Körper. Ganz so, als sei das Tier in dieser Haltung sanft entschlafen. Deutlich zeichnen sich die zierlichen Hufe und die Bögen der Rippen ab. Nur im Beckenbereich stört ein ungeordneter Knochenhaufen das ruhige Bild. Zwischen grotesk verrenkten Beckenknochen ballt sich eine dunkle, beinahe strukturlose Masse. Einzig eine winzige Beule im Schiefer und ein paar angedeutete Striche weisen auf Schädel und Rippen des ungeborenen Fohlens hin. Fohlen Nummer drei. Auch nach geologischen Zeitmaßstäben ist das fast wie ein Sechser im Lotto. Der neue Fund scheint sogar besser erhalten als die anderen vorher. Nachdrücklich unterstreicht er den Ruf Messels als *der* Säugetierfundstätte in Europa.

Bis das Urpferdchen in die Schausammlung des Museums kommt, werden noch Monate harter Arbeit vergehen. Ein Holzrahmen wird geformt und dann das Fossil Schicht für Schicht in Kunstharz versenkt. Erst danach geht es an die Gegenseite. Mit Spachteln, Messern und feinsten Nadeln wird Präparator Ackermann jedes noch so feine Knöchelchen minutiös vom umgebenden Schiefer befreien und jedes Stück vorsichtig mit Sekundenkleber tränken. Der Klebstoff dringt in die fossilen Knochen und härtet sie aus.

Erst dann ist die Urpferdstute bereit für eine zweite Ewigkeit. Wissenschaftliche Untersuchungen werden sich anschließen, detaillierte Zeichnungen, Beschreibungen, Vermessungen und schließlich die Einreihung in die systematische Nomenklatur - obwohl an der zoologischen Stellung des Pferdchens kein wirklicher Zweifel besteht. Und natürlich wird man Röntgenaufnahmen des winzigen Fötus anfertigen, der vielleicht neue Erkenntnisse darüber liefert, wie die Fortpflanzungsstrategie und Embryonalentwicklung bei Unpaarhufern zur Zeit des Eozän ausgesehen hat. Die Geschichte des kleinen Pferdchens ist bemerkenswert - eine Zeitreise von einem tropischen See vor 49 Millionen Jahren bis in die Gegenwart. Ein weiteres Mosaiksteinchen im unendlichen Puzzle der Erdgeschichte.

Vom Fossilfund zum Schaustück – ein Geduldsspiel

Nur selten einmal wird in Messel, wie Anfang der 80-er Jahre durch einen Glückstreffer initiiert, gezielt nach einem Fossil gegraben. Im Bohrkern einer Probebohrung hatte sich, relativ dicht unter der Oberfläche, ein Skelettfragment verkeilt. Ein Schwanzwirbel, Teil eines vier Meter langen Krokodils, des einzigen nahezu vollständigen Skeletts von *Asiatosuchus*, dem größten Reptil des Messeler Sees.

Normalerweise passieren die Funde in Messel allerdings eher zufällig. Die Haupttätigkeit der Geologen und Grabungshelfer besteht im Wesentlichen im bergmännischen Abbau von Blöcken und Quadern mit Aluminum-Keilen, Brechstangen und Vorschlagshämmern und im anschließenden Spalten der mineralisierten Sedimentlagen – meist mit einfachen Messern, denn das Gestein ist weich genug.

So ideal der Messeler Ölschiefer für die Erhaltung feinsten Details in fossilem Material geeignet erscheint, so schwer ist die Erhaltung der kostbaren Funde. Der feine Tonstein, der sich über einen Zeitraum von mehr als einer Million Jahre in ungestörten Schichten auf dem Grund eines Süßwassersees abgelagert hat, enthält nicht nur jene unzähligen Mikroorganismen und Grünalgen, die für seinen hohen Kerogen-Anteil verantwortlich sind, organische bituminöse Substanzen, die Ende des vorvergangenen Jahrhunderts den kommerziellen Abbau des Ölschiefers interessant machten, sondern auch Wasser und zwar in beträchtlichem Maße - bis zu 40%.

Der Wassergehalt wäre nicht weiter schlimm, blieben die Funde wo sie seit 49 Millionen Jahren sind: unter Tage. Schon beim Abbau führt die hohe Feuchtigkeit zu Komplikationen und mehr noch bei der späteren Konservierung des Fossils.

Bereits stundenweiser Kontakt mit Sonne oder Außenluft führt zu Schrumpfungen im Gestein und gefährlichen Rissen. In gewölbten Lamellen löst sich Schicht auf Schicht. Ölschiefer zerfällt beim Austrocknen an der Luft und mit ihm jedes noch so gut erhaltene Fossil.

Lange Zeit war es unmöglich Ölschieferfossilien längerfristig aufzubewahren. Erst Anfang der 60-er Jahre wurden haltbare Präparate hergestellt, mit einem Verfahren, das paläontologische Präparatoren Tranfer-Methode nennen. Damit gelingt es inzwischen, die meisten Wirbeltierfunde dauerhaft vor dem Zerfall zu schützen. Die Frage der Präparation ist heute eher ein Kapazitätsproblem. Immerhin gilt es bei Senckenberg fast dreitausend Funde jährlich zu ordnen, zu katalogisieren, zu lagern und irgendwann zu präparieren. Die weitaus meisten Fundstücke landen nicht im Schaumuseum, aber gerade sie sind für wissenschaftliche Aussagen oft von unschätzbarem Wert.

Die Grundlage moderner Konservierungsarbeit ist ein gelbliches Kunstharz, das in die fossilen Knochen umschließt und das spätere Schau- und Forschungsstück versiegelt. Von der Unterseite der Schieferplatte wird das Tier, ob Fisch oder Urpferd, freipräpariert, nach kurzer Antrocknung mit Kunstharz eingepinselt und schließlich Lage auf Lage, von einem Holzrahmen geschützt, in einem Bett aus Kunststoff versenkt. Erst dann kommt die andere Seite an die Reihe und am Ende schwebt das Fossil, ein Skelett mit Haarumrissen, Mageninhalt und ungeborenen Föten vielleicht, auf einer gelblich schimmernden, milchig-transparenten Scheibe aus gehärteten Polymeren.

Durchleuchtungen mit Röntgenstrahlen sind schon an massiven Fossilplatten vielversprechend, um in etwa die Gruppenzugehörigkeit und die Lage des Fossils im Gestein zu bestimmen. Mikro-Röntengeräte allerdings lassen am fertigen Präparat weit feinere Details erkennen. Selbst die winzigen Schneckengänge im Gehör der Messel-Fledermäuse erscheinen so präzise wie in einem zoologischen Lehrbuch für vergleichende Anatomie. Von großen Skeletten wie von Krokodilen zum Beispiel lassen sich völlig freistehende Präparate erstellen. Dabei wird jeder einzelne Knochen exzessiv mit Spatel und Kratznadel bearbeitet, mit Sekundenkleber getränkt und schließlich in mühevoller Kleinarbeit auf einer

Spindel aus Stahl zu einem fossilen Gesamtkunstwerk zusammengesetzt. Bis zur Fertigstellung solcher Kostbarkeiten können mitunter Jahre vergehen. Von all dem sieht der Museumsbesucher, der die Schätze der Urzeit in den Ausstellungen betrachtet, nichts. Manche Organismen widersetzen sich den neuen Konservierungstechniken allerdings hartnäckig. Insekten mit ihren starren Chitinpanzern haften oft nur ungenügend in dem aushärtenden Kunstharz. In der Regel werden sie mit feinsten Nadeln unter dem Stereomikroskop einseitig von allen Gesteinsresten befreit und anschließend in kleinen Plastikschälchen unter reinem Glycerin gelagert.

Gelingt es, größere Insekten wie Blattkäfer oder die riesigen geflügelten Ameisen von Messel, vollständig aus dem Schiefer herauszuschälen und auf eine Kunstharzplatte zu überführen, lassen sich neben den prächtigen Farben selbst feinste Verästelungen der Flügeläderung in Durchlichtmikroskop darstellen.

Die Grube Messel – eine wechselhafte Chronik

Die Geschichte der Grube Messel beginnt streng genommen vor 49 Millionen Jahren. In diesen Zeitabschnitt der Erdgeschichte fällt ihre Entstehung als Sedimentationsraum eines eozänen Süßwassersees. Irgendwann, rund anderthalb Millionen Jahre später, war der Messeler See verlandet und die eozäne Lebewelt neigte sich aufgrund klimatischer Veränderungen ihrem Ende entgegen. Sedimente wurden abgetragen, der Rheingraben öffnete sich und wechselnde Warm- und Eiszeiten zogen bis in die Neuzeit über Mitteleuropa hinweg. Um die Gegend von Messel wurden die Gesteinschichten bis tief hinunter ins Erdaltertum erodiert. Nur die fossilen Tonschichten des Messeler Sees schlummerten, geborgen in einer geologischen Depressionszone, unbehelligt einen friedlichen Dornröschenschlaf. Gemessen an den hektischen Ereignissen der letzten 141 Jahre herrschte Ruhe.

Um 1859 wurde die Königin der eozänen Fossilfundstätten unsanft wachgeküsst. Zufällige Funde von Eisenerz führen zur Verleihung eines Eisenstein-Grubenfeldes in der Nähe der Bahnstation Messel. Dies war der Anfang des bergmännischen Abbaus in Messel. Sechzehn Jahre später beginnt man nach Braunkohle zu graben. Das Gestein wird als Braunkohle bezeichnet, obwohl es sich von anderen Kohlen durch sein schiefer-artiges Aussehen deutlich unterscheidet. Doch der hohe Gehalt an Bitumen erscheint den Betreibern der Grube vielversprechend.

Im Laufe des Jahres 1875 taucht der erste Fossilfund aus dem Messeler Tonstein auf, Reste eines urzeitlichen Krokodils. Immer wieder werden in der Folgezeit Fossilien entdeckt, doch ihre Konservierung ist mit den damaligen Mitteln nicht möglich und Messel ist schließlich kein Ort für naturforschende Träumer. Das beginnende Industriezeitalter prägt auch den Produktionsstandort von Messel.

Seit Ende des 19. Jahrhunderts wird in der Grube Messel kommerziell Ölschiefer abgebaut und in Hochofenanlagen verschwelt – zur Gewinnung von kostbarem Rohöl und Paraffin. Eine Million Tonnen werden es bis in die zweite Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts. Dann lohnt sich die vergleichsweise teure Ölproduktion nicht mehr. Ab 1962 stehen die Öfen in Messel still.

Dazwischen liegt die Enteignung des Werk nach dem 2. Weltkrieg durch die Amerikaner und die Gründung einer Gas-Beton-Baustein Fabrik durch den schwedischen Ytong Konzern Anfang der fünfziger Jahre, der aus den Rückständen der Schieferverschmelzung ein neues, federleichtes Baumaterial gewinnt.

Als die Paraffin- und Mineralölwerke Messel GmbH ihre Produktion einstellt, finden in Messel erstmals systematische Grabungen nach Fossilien statt. Fossilienräuber und Privatsammler folgen den Wissenschaftlern auf den Fersen. Dann tauchen Anfang der 70-er Jahre Gerüchte auf, die sich bald zur Gewissheit verdichten: Messel soll Mülldeponie werden, ein Sammelbecken für die Millionen Tonnen Abfall einer ganzen mitteldeutschen Wohlstandsregion.

Erste Bürgerproteste regen sich. Gegen die Müllpläne formiert sich eine breite Front des Widerstands. Wissenschaftler versuchen in fiebriger Eile zu retten was zu retten ist. Die Grabungsintensität wird verstärkt, seit 1975 ist neben dem Hessischen Landesmuseum Darmstadt auch das Senckenberg-Museum in Frankfurt mit von der Partie. Ausstellungen, Kundgebungen und Gutachten zur Erhaltung der Grube Messel als wissenschaftliche Forschungsstätte folgen aufeinander. Unter dem politischen Klimawandel der achtziger Jahre als der Umweltgedanke mehr und mehr zu greifen beginnt, wächst allmählich der Druck auf die hessische Landesregierung.

Anfang der achtziger Jahre treffen die Parteien ein Abkommen zur Erhaltung der Grube Messel als Kulturdenkmal. Doch die Arbeiten zur Installation der Müllhalde laufen

unvermindert weiter. Neue Gutachten werden, diesmal vom Wissenschaftsministerium, in Auftrag gegeben. Das erste internationale Messel-Symposium, zu dem Wissenschaftler aus zwölf Ländern anreisen, lässt über die Landesgrenzen hinaus aufhorchen.

Trotzdem gibt die Regierung des Landes Hessen 1987 grünes Licht für den endgültigen Ausbau von Messel zur Mülldeponie. Nur gerichtlich bestätigte Mängel im Planfeststellungsverfahren verhindern den Sofortvollzug. Noch weitere vier Jahre dauert der Kampf um eines der bedeutendsten Naturdenkmäler der Welt an. Dann endlich ist die Schlacht geschlagen. Die Landesführung lenkt ein. Eine Mülldeponie wäre zu diesem Zeitpunkt wohl politisch auch nicht mehr durchsetzbar gewesen.

Für 35 Millionen DM erwirbt das Land Hessen die Grube Messel und erklärt das Areal zum Kulturdenkmal. Schätze von unermesslichem Wert bleiben damit der Nachwelt erhalten. 1992 wird das Senckenberg Museum offiziell mit der Organisation wissenschaftlicher Grabungen beauftragt. Gutachter der UNESCO prüfen im Mai 1995 den Stellenwert der Fundstätte als einzigartiges Dokument der Erdgeschichte. Im Herbst des gleichen Jahres erhält die Grube Messel nach zähem Ringen den verdienten Titel „Weltnaturerbe der Menschheit“.

