

Die Fossilienfundstätte „Korbacher Spalte“ – Geo-Erbe und heimlicher Schatz der paläontologischen Forschung

Norbert Panek †

Einleitung

Die Fossilienfundstätte „Korbacher Spalte“ ist neben der UNESCO-Welterbestätte „Grube Messel“ bei Darmstadt das bedeutendste paläontologische Bodendenkmal Hessens. Während die Funde in Messel unter anderem die Phase der Entfaltung der Säugetiere im frühen Tertiär-Zeitalter (ca. 50 Mio. Jahre vor heute) nach dem Aussterben der Dinosaurier dokumentieren, markieren die um rund 200 Mio. Jahre älteren Funde in Korbach die evolutive Frühphase der Säugetier-Entwicklung im ausgehenden Permzeitalter. Aufsehen erregte insbesondere der Fund eines Unterkiefer-Fragments der zur Unterordnung der Cynodontier („Hundezähner“) zählenden Gattung *Procynosuchus* (Abb. 1, 2), die zuvor weltweit nur in südafrikanischen Fundstätten nachgewiesen wurde. Aus der Gruppe der Cynodontier entwickelten sich im Verlauf der Trias die Säugetiere. Gemessen an der Bedeutung der „Korbacher Spalte“ hielten sich die Anstrengungen zur Sicherung der Fundstätte zunächst in einem eher restriktiven Rahmen. So verzögerte sich jahrelang sowohl der Ankauf als auch die bergbautechnische Sicherung der Fundstelle aufgrund fehlender Geldmittel. Heute ist lediglich ein Bruchteil der fossilhaltigen Spalten-Füllung an exponierter Stelle sichtbar geschützt.



Abb. 1: Modell des „Hundezähners“ *Procynosuchus* (Foto: N. Panek).



Abb. 2: Unterkiefer-Fragment mit gut erhaltener Bezahnung (Foto: J. Kulick)

Entdeckungsgeschichte

Die Entdeckung der „Korbacher Spalte“ wurde erst durch den bis in die 1970er Jahre währenden Kalkstein-Abbau am südlichen Rand der Kreis- und Hansestadt Korbach (Landkreis Waldeck-Frankenberg) ermöglicht. In dem dortigen ehemaligen Steinbruch „Fisseler“ fand der Landesgeologe Dr. Jens Kulick (1931 – 1996) im Jahr 1964 im Profil der westlichen Steinbruchwand eine Spalte vor, deren

Füllung aus tonigem Schluffgestein zahlreiche fossile Knochenreste enthält. Kulick beschrieb bis fünf Zentimeter große Knochen-Fragmente und stellte sie zeitlich zunächst in das Mittel- oder Altpleistozän (KULICK 1968). Ein Unterkiefer-Fragment (Abb. 2) mit guter Zahn-Erhaltung gelangte zum Institut für Geowissenschaften der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz, wo das Fundstück mit Hilfe verbesserter Konservie-

rungs- und Präparationstechnik stabilisiert und anschließend eindeutig der spätpermzeitlichen Gattung *Procynosuchus* zugeordnet werden konnte – ein Reptil, das bereits Säugetier-Merkmale aufweist und bis dato nur aus afrikanischen Fundstätten bekannt war (SUES & BOY 1988, SUES & MUNK 1996). Zwischenzeitlich gefährdeten Bauschuttablagerungen die Fundstätte. Das hessische Umweltministerium kündigte ein „umfassendes Schutz-



Abb. 3: Zustand der Fundstätte „Korbacher Spalte“ in den Jahren 1994, 1997 und 2010 (Fotos: N. Panek).

konzept“ an. Die erste Forschungsgrabung in der Spalte fand daraufhin im Juli 1991 unter der Leitung von Dr. Eberhard Frey (Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe) sowie Prof. Dr. Hans-Dieter Sues (Smithsonian Institution/National Museum of Natural History, Washington/USA) mit technischer Unterstützung von Wolfgang Munk (Karlsruhe) sowie des örtlichen Spezialisten für Zechstein-Fossilien, Hartmut Kaufmann (Burgwald), statt. Finanziell unterstützt wurde die Grabung wie meist üblich durch Einwerben von Drittmitteln, in diesem Fall von der National Geographic Society (Washington).

Kurzbeschreibung und Bedeutung der Fundstätte aus aktueller Sicht

Die „Korbacher Spalte“ liegt, wie bereits erwähnt, in einem aufgelassenen Kalksteinbruch in Korbach (BÖKENSCHMIDT 2006, PANEK 2011/2012). Im Steinbruch ist die Spalte ca. 12 Meter tief und maximal 3,8 Meter breit im Zechsteinkalk (Randkarbonat der Werra-Folge) aufgeschlossen (Abb. 3). Der tiefere Bereich zeigt das gelblich bis violett gefärbte Füllsediment der Spalte. Die Lagerungsverhältnisse im Steinbruch deuten darauf hin, dass die Spalte vor rund 255 Mio. Jahren durch ein tektonisches Ereignis (Erdbeben) entstanden ist und sich über

eine Länge von mindestens einem Kilometer in westliche bzw. südöstliche Richtung fortsetzt. Im Querprofil an der westlichen Steinbruchwand ist somit nur ein Bruchteil der Spaltenfüllung aufgeschlossen. Eine im Juni 1999 durchgeführte Forschungsbohrung etwa 200 m westlich der „Korbacher Spalte“ wies in 35 m Tiefe direkt oberhalb des Randkarbonats einen ca. 30 cm mächtigen Verwitterungshorizont aus gelblichen Sedimenten nach, die im Aussehen und in ihrer Zusammensetzung der Spaltenfüllung gleichen (BÖKENSCHMIDT et al. 1999, BÖKENSCHMIDT 2006). Daraus kann geschlossen werden, dass die Füllung mit den Knochen-Fragmenten kurz nach der ersten Rückzugsphase des sogenannten Zechsteinmeeres, das heißt nach Abschluss der Randkarbonat-Sedimentation in einer Landphase gegen Ende der sogenannten Werra-Folge (Z1) entstanden ist. Sie weist demzufolge ein Alter von 252,5 bis 257,5 Mio. Jahren auf.

Der Fund eines *Procynosuchus*-Unterkiefers und somit der erste Nachweis dieser säugetierähnlichen Reptil-Gattung nördlich des Äquators belegen die herausragende internationale Bedeutung der Fossilienfundstätte. Der Korbacher Fund korreliert mit weiteren *Procynosuchus*-Nachweisen in Südafrika (Beaufort-Gruppe), in Sambia (Madumabisa Mudstone-Formation), wo ein fast vollständig erhaltenes Skelett ge-

funden wurde, sowie in Tansania (Usili-Formation) und dokumentiert damit die Verbreitung dieser Reptil-Gattung in östlichen Teilregionen des damaligen weltumspannenden Superkontinents „Pangäa“ (SUES & MUNK 1996). Bereits die Grabung 1991 bestätigte, dass die Korbacher Fauna aus einer Vielzahl von Tetrapoden-Formen zusammengesetzt ist, die evolutionsgeschichtlich verschiedene Entwicklungsstufen bzw. verschiedene Stammlinien repräsentieren, die unter anderem zu den heutigen Säugetieren und zu den Krokodilen sowie Vögeln (und damit auch den Dinosauriern) führen. Funde dieser Tierformen waren zuvor in Mitteleuropa nur vereinzelt und weit verstreut aus dem „Kupferschiefer“ überliefert. Die zwischenzeitlich präparierten Funde bestätigen die ausgesprochene Vielfalt der Korbacher Paläo-Fauna. Neben der Dominanz des basalen Cynodontiers *Procynosuchus* sind weitere therapside Reptilien (Formengruppe der Dicynodontier, Gorgonopsier, Therocephalier) sowie ein „Hakenzahn“ der Therapsiden-Gattung *Biseridens* belegt (Fröbisch 2019, schriftl. Mitt.). An einem *Procynosuchus*-Kieferfragment gelang der weltweit erstmals dokumentierte Nachweis eines Zahnwechsels bei einem Therapsiden. Weiterhin wurden sowohl Knochen-Fragmente von ursprünglichen Reptilien (Pareiasaurier u. a.) als auch von proto-sauromorphen Archosauriern gefunden,

die zu den frühen Vorfahren der Krokodile zählen. Nachgewiesen sind Zahnreihen von Captorhiniden, die mit Funden in China korrespondieren. Weitere Untersuchungen förderten die Hautknochenplatte eines Chroniosuchiers (*Hassiaco-scutum munki*) und damit den Erstnachweis dieser reptiliomorphen permischen Amphibie außerhalb von Russland und China zutage (WITZMANN et al. 2019). Generell dürfte die Fundstätte „Korbacher Spalte“ in ihrer Art und Faunen-Zusammensetzung „weltweit einzigartig“ sein (Fröbisch 2019, schriftl. Mitt.). Besondere Bedeutung erlangt die Korbacher Fundstätte noch dadurch, dass sie in der Nähe eines weiteren bedeutenden zechsteinzeitlichen Aufschlusses, dem Steinbruch „Hohenäcker“ bei Frankenberg/Eder (PANEK & KAUFMANN 2018) liegt, in dem zahlreiche hervorragend erhaltene Fossilreste von Pflanzen, vornehmlich Nadelhölzern, geborgen wurden, die Hinweise bzw. Rückschlüsse auf den Lebensraum (Abb. 4) der in Korbach gefundenen Reptilien-Formen zulassen.

Entwicklung erster „vollständiger“ Nahrungsketten und Land-Ökosysteme

Im Verlauf des Permzeitalters (296 bis 251 Mio. Jahre vor heute) hatten sich weltweit die ersten Land-Ökosysteme mit „vollständigen“ Nahrungsketten aus Primärproduzenten (Pflanzen) und unterschiedlich spezialisierten Konsumenten-Gilden (Pflanzen- und Fleischfresser) herausgebildet. Anhand von Isotopenmessungen sowie Analysen mikroskopischer Oberflächentexturen an fossilen Zahnschmelzproben permischer Tetrapoden, unter anderem auch aus der „Korbacher Spalte“, konnten in einer Forschungsarbeit des Instituts für Geowissenschaften in Mainz Informationen zu den Ernährungspräferenzen der Tiere abgeleitet werden (WEBER 2020). Daraus lassen sich wiederum Rückschlüsse auf die bevorzugten Nahrungs- bzw. Lebensräume und die trophischen Nischen der Tiere ziehen (Abb. 5). In Korbach herrschten vor allem säugetierähnliche Reptilien (Therapsiden) vor, die sich sowohl von Pflanzen als auch von Fleisch ernährten – darunter auch *Procynosuchus*

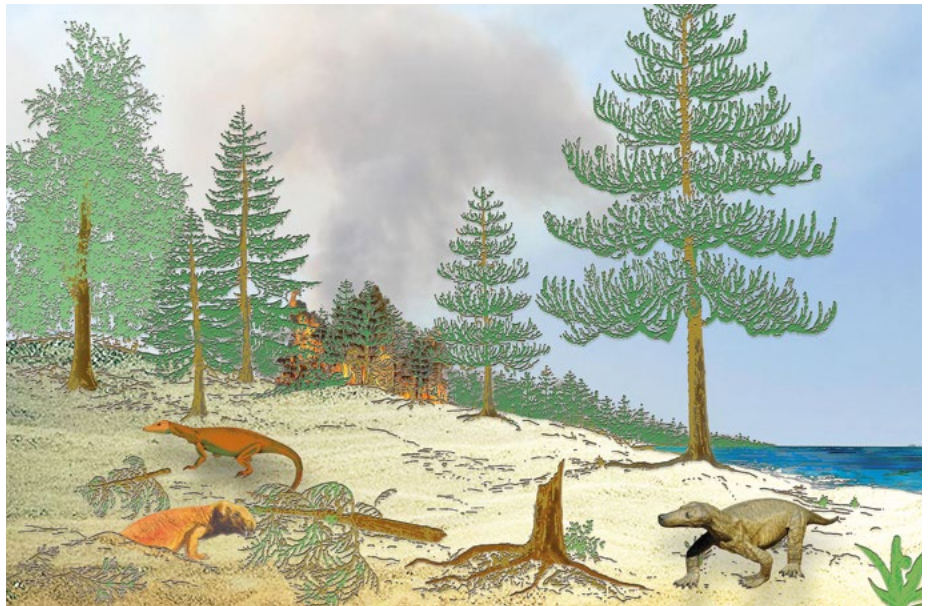


Abb. 4: Rekonstruktion der Paläo-Landschaft mit Nadelholzwäldern im Küstengebiet des Zechsteinmeeres; Buschbrand im Hintergrund (Grafik: Nationaler Geopark GrenzWelten)

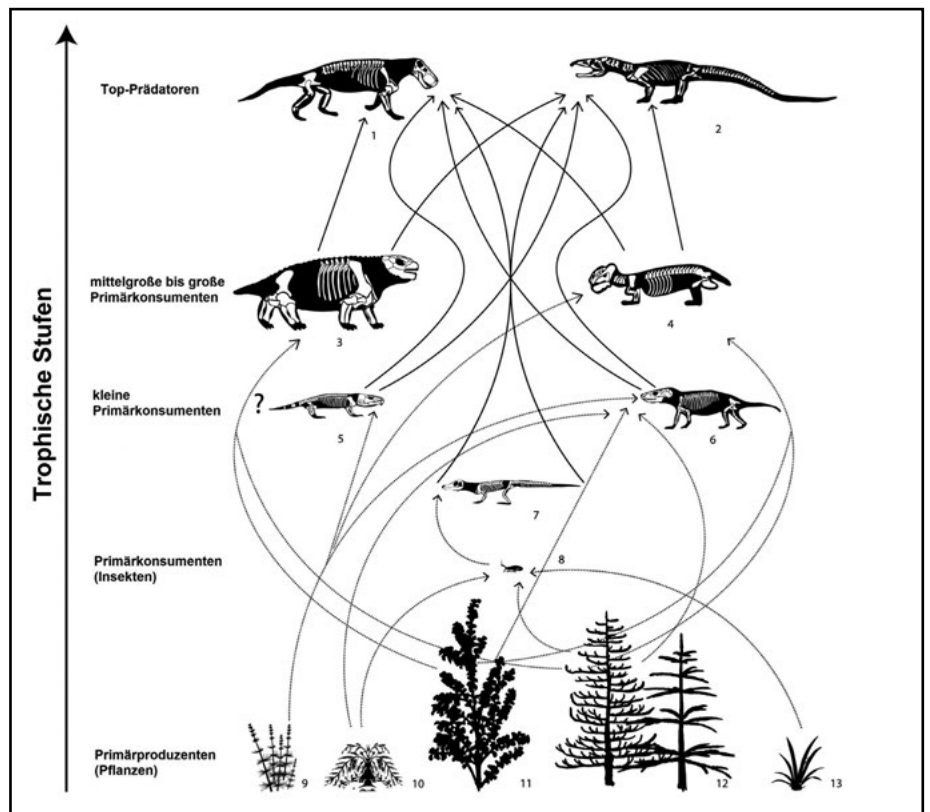


Abb. 5: Vereinfachte Rekonstruktion der Nahrungsbeziehungen innerhalb einer spätpermischen Paläo-Tetrapodenfauna; 1 = carnivore Therapsiden, 2 = Archosauromorphe, 3 = Pareiasaurier, 4 = herbivore Therapsiden, 5 = Captorhiniden, 6 = indet. Therapsiden, 7 = Neodiapsiden, 8 = Insekten (indet. Blattodea), 9 – 13 = Koniferen-dominierte Paläo-Flora (wie z. B. im Steinbruch „Hohenäcker“) (Grafik: Bernardi et al. 2017, veränd.)

als vornehmlicher Insektenfresser bzw. sich auch von kleinen Wirbeltieren ernährenden Therapside (WEBER 2020) sowie Pflanzen fressende Captorhiniden und Pareiasaurier. Letztere ernährten

sich hauptsächlich von hartfaserigen Pflanzenteilen, vermutlich von Zweigen, Sporophyllständen und Wurzeln der Nadelgehölze (BERNARDI et al. 2017), die im erwähnten Steinbruch „Hohenäcker“

nachgewiesen wurden. Die Zusammensetzung der Korbacher Fauna korreliert mit dem konstruierten Phytotop (Abb. 4), das sich aus der fossilen Flora des Steinbruches „Hohenäcker“ mit einer Dominanz verschiedener Coniferophyten (*Ullmannia*, *Pseudovoltzia*, *Quadrocladus*) und Farnsamern ableiten lässt (UHL 2013, KAUFMANN 2017).

Schutz und Sicherung der Fundstätte

Die Fundstätte „Korbacher Spalte“ wurde im Juni 1991 auf Antrag des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung als „geologisches Naturdenkmal“ nach § 14 Hessisches Naturschutzgesetz einstweilig sichergestellt. Parallel wurde die Spalte als „unbewegliches Boden- und Kulturdenkmal“ nach §§ 10 und 19 Hessisches Denkmalschutzgesetz in das Denkmaltbuch des Landesamtes für Denkmalpflege Hessen eingetragen. Beide Unterschutzstellungsverfahren bezogen sich lediglich auf ein etwa ein Hektar großes Areal im unmittelbaren Bereich der Grabungsstätte. Bereits im Juni 1991 forderte der damalige Landrat des Landkreises Waldeck-Frankenberg, Dr. Horst Bökemeier (1935 – 2015), in Schreiben an die zuständigen Ministerien (Umwelt, Wissenschaft und Kunst) den Ankauf des gesamten Steinbruchgeländes. Doch beide Ministerien lehnten dies wegen nicht verfügbarer Haushaltsmittel ab.

Im November 1991 ließ das Landesamt für Bodenforschung zwei Bagger-Schürfe oberhalb der Grabungsstätte anlegen, um den weiteren Spaltenverlauf westlich des Steinbruches zu untersuchen. Das Landesamt empfahl mit Blick auf zukünftige Grabungen, diesen weiteren Abschnitt in einem 50 Meter breiten Schutzstreifen als „Grabungsschutzgebiet“ und „Naturschutzgebiet“ auszuweisen, eine entsprechende Schutzforderung für den Spaltenverlauf innerhalb des Steinbruches unterblieb. Die Schutzaktivitäten der Behörden beschränkten sich auf einen relativ kleinen Abschnitt der Spalte. Ein Genehmigungsverfahren für eine Erdauffüllung (Volumen: 140 000 m³) wurde lediglich „ausgesetzt“. Ein Rekultivierungsplan sah vor, nur den Bereich der Grabungsstätte freizuhalten. 1997

erwarb die Stadt Korbach nach zähen Verhandlungen das Areal der Grabungsstätte (1,4 Hektar). 2003 aktualisierte die Eigentümerin des Steinbruches ihre Voranfrage zur Errichtung einer Boden-deponie. Trotz massiver Einwände des Projektbüros des damals in der Gründungsphase befindlichen Geoparks („GrenzWelten“) konnte das Vorhaben nicht mehr gestoppt werden. Ein weiteres Problem war die bergbautechnische Sicherung der Fundstätte. Bereits nach den ersten beiden Grabungskampagnen drohte die freiliegende Spalte durch Witterungseinflüsse an den Rändern einzustürzen (PANEK 1994). Die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen scheiterten zunächst an der mangelnden Bereitstellung von Finanzmitteln. Erst 1999 konnten diese Maßnahmen in der Spalte sowie der Bau einer dauerhaften Überdachung abgeschlossen werden. Die Realisierung wurde letztlich durch eine private Spende in Höhe von 150 000 D-Mark ermöglicht.

Das Fundmaterial

Nach den 1998 abgeschlossenen Grabungen in der „Korbacher Spalte“ wurde das nahezu gesamte geborgene Fundmaterial (rund 2 500 Einzelstücke und Fundkomplexe) in das Staatliche Museum für Naturkunde nach Karlsruhe transportiert. Ein Großteil blieb dort zunächst unbearbeitet bzw. unpräpariert liegen. Ein 1998 mit der Eigentümerin der Fundstätte (Stadt Korbach) abgeschlossener Fundverwaltungsvertrag verpflichtete das Museum in Karlsruhe, eine Dokumentation der Funde zu erstellen, welche jedoch lückenhaft war. Auf Drängen der Stadt Korbach und des Landkreises (Geopark *GrenzWelten*) konnte 2010 schließlich eine dreimonatige Pilot-Präparation unter wissenschaftlicher Aufsicht des Karlsruher Museums initiiert werden, die von der Stadt sowie vom Geopark finanziert wurde. Im Oktober 2010 fand in Korbach ein gut besuchtes internationales Symposium zur Korbacher Spalte statt, dessen positive Resonanz die für das Bodendenkmal zuständigen Landesbehörden dazu bewegte, die weitere Bearbeitung des Korbacher Fundmaterials einzuleiten. Für die Arbeiten von zwei

Präparatorinnen standen durch Zuwendungen des Landesamtes für Umwelt und Geologie, des Landesamtes Denkmalpflege, des Senckenberg-Forschungsinstituts sowie der Stadt Korbach und des Geoparks insgesamt Mittel in Höhe von rund 100 000 Euro zur Verfügung. Die Arbeiten wurden im Naturkundemuseum Kassel und ab 2012 im Karlsruher Museum durchgeführt und im Juli 2015 abgeschlossen. Nach Abschluss der Kooperation (2015) waren vom Fundgesamtbestand rund 1 230 Fundstücke präpariert. Das gesamte präparierte (und bis dato noch unpräparierte) Material wurde vom Karlsruher Museum bereits 2015 an das Museum für Naturkunde in Berlin (Prof. Dr. Jörg Fröbisch) zur weiteren wissenschaftlichen Bearbeitung ausgeliehen.

Inwertsetzung der Fundstätte

Als die Korbacher Funde 1991 bundesweit bekannt und als „Sensation“ gefeiert wurden, herrschte vor allem seitens der Politik euphorische Stimmung. „Das ist etwas, was für die Menschheit gesichert werden muss“, verkündete die damalige hessische Wissenschaftsministerin Dr. Hohmann-Dennhardt vollmundig (Waldeckische Landeszeitung vom 20.6.1996). Danach hatte sich die Stimmung merklich gelegt. Aufwind bekam die „Korbacher Spalte“ im Rahmen des Hessentags 1997 in Korbach und im Zuge des Neubaus des Korbacher Museums, das eine adäquate umfassende Präsentation der Spalten-Funde ermöglichte. Ergänzt wurde das Besucher-Angebot im Jahr 2000 durch den Bau einer Besucher-Plattform direkt über der „Korbacher Spalte“ (Abb. 3), durch die Errichtung von Info-Pavillons sowie nicht zuletzt durch den 2015 erfolgten Ausbau des ehemaligen Kalksilos an der Frankenger Landstraße mit einer Ausstellung zum Thema „Brücken- und Mosaiktiere“. Seit 1997 werden regelmäßig Führungen an der Fundstätte angeboten. Als „Korbacher Dackel“ und Wappentier des Geoparks *GrenzWelten* avancierte *Procynosuchus* zu einem werbewirksamen Markenzeichen. Eine ausführliche Dokumentation über die Forschungsgrabungen wurde allerdings nie realisiert. Eine vom Landesamt

für Denkmalpflege herausgegebene Info-schrift (HEGEMANN & KELLER 2003) ist längst überholt und wird aktuell durch Publikationen des Geoparks *GrenzWelten* ersetzt (PANEK & BÖKENSCHMIDT 2018). Im Jahr 2019 wurde die „Korbacher Spalte“ vom Präsidium der Akademie für Geowissenschaften und Geotechnologien e. V. mit dem Prädikat „Nationaler Geotop“ ausgezeichnet. Aufgrund der Tatsache, dass erst seit relativ kurzer Zeit intensiv am Fundmaterial geforscht wird, sind wissenschaftliche Veröffentlichungen noch rar. Mit Fortschritt der Forschungsarbeiten in Berlin sind in den kommenden Jahren weitere Publikationen zu erwarten, zum Teil bereits angekündigt oder konkret geplant (Fröbisch 2022, schriftl. an den Autor). Im Jahr 2017 wurde die „Korbacher Spalte“ fotogrammetrisch vermessen. Aus den gewonnenen Einzelaufnahmen hat die TU Darmstadt im Auftrag des HLNUG (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie) mittels eines speziellen Computerprogrammes ein 3D-Modell der Fundstätte erstellt. 2021 wurde von der Universität Bonn in Zusammenarbeit mit dem Geopark und dem HLNUG per Laserscanning ein weiteres (animiertes) 3D-Modell entwickelt, das über die Internetseite www.digitalgeology.de abgerufen werden kann. Mit Hilfe der „Augmented Reality“-Technologie (wörtlich übersetzt: erweiterte Realität) ist es seit Sommer 2020 möglich, die „Korbacher Spalte“ und dessen Leitfossil *Procyonosuchus* virtuell „lebendig“ werden zu lassen. Mit einem Smartphone können Besucher einen QR-Code scannen und bekommen auf diese Weise Informationen zur Fundstätte sowohl visuell als auch interaktiv vermittelt.

Die Fundstätte ist wichtigster Referenzfundpunkt für spätpermische Tetrapoden-Vergesellschaftungen in Mitteleuropa (BERNARDI et al. 2017, WITZMANN et al. 2019, WEBER 2020) und steht weltweit in paläo-biogeografischer Korrelation zu oberpermischen Tetrapoden-Fundstätten anderer Regionen (insbesondere Afrika, Osteuropa und China). Der Status „Bodendenkmal“ wird dieser herausragenden Bedeutung nur ansatzweise gerecht. Nach Auffassung des Autors könnte die „Spalte“ zusammen mit anderen Fundstätten über das Potenzial einer „seriellen“

Nominierung als UNESCO-Weltnaturerbe verfügen (PANEK 2019). Weitere Überlegungen oder Prüfungen in diese Richtung wurden vor dem Hintergrund laufender Forschungsarbeiten und aufgrund einer Absage des zuständigen Wissenschaftsministeriums zwischenzeitlich verworfen.

Fazit und Ausblick

Lässt man die Geschichte der Fossilienfundstätte „Korbacher Spalte“ Revue passieren, so fällt das zögerliche Verhalten der zuständigen Behörden auf, als es insbesondere um den Schutz und die Sicherung der Fundstätte sowie um den Ankauf des Steinbruches ging. Sämtliche Schutzbemühungen konzentrierten sich lediglich auf den sichtbaren Teil der Fundstätte. Das Fundmaterial lagerte ohne eine vollständige Dokumentation über zehn Jahre lang zum größten Teil unbearbeitet im Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe. Über den zukünftigen Verbleib des präparierten Materials wird zurzeit (September 2022) verhandelt. Dessen ungeachtet sollte in Zukunft daran gearbeitet werden, das Potenzial der Fundstätte für touristische und bildungspädagogische Zwecke weiter auszuschöpfen. Dazu könnten auch weitere Forschungsgrabungen in einem ausgewählten Spalten-Abschnitt außerhalb des Steinbruches beitragen. Weiterhin geforscht wird an der Zusammensetzung und den trophischen Beziehungen der Korbacher Tetrapoden-Fauna (Fröbisch 2022, schriftl. Mitt.). Eine publizistische Aufarbeitung der vorangegangenen Grabungen steht noch aus, ebenso eine zusammenfassende Dokumentation zum bisherigen Stand der Forschungsarbeiten am Fundmaterial. In diesem Zusammenhang ist die Durchführung eines weiteren wissenschaftlichen Symposiums angedacht, das aber nach Einschätzung der Forschenden wohl erst nach 2023 stattfinden könnte.

Kontakt

Der Autor, Dipl.-Ing. (Landespflege) Norbert Panek (Korbach), ist leider kurz vor der Drucklegung des Jahrbuchs Naturschutz in Hessen verstorben.

Literatur

- BERNARDI, M.; PETTI, F. M.; KUSTATSCHER, E.; FRANZ, M.; HARTKOPF-FRÖDER, C.; LABANDEIRA, C. C.; WAPPLER, T.; VAN KONIJNENBURG-VAN CITTERT, J. H. A.; PEECOOK, B. R.; ANGIELCZYK, K. D. (2017): Late Permian (Lopingian) terrestrial ecosystems: A global comparison with new data from the low-latitude Bletterbach Biota. *Earth-Science Rev.* 175: 18-43.
- BÖKENSCHMIDT, S. (2006): Die Fossilagerstätte Korbacher Spalte – ihre Entstehung und Einordnung in den Zechstein Nord-Hessens. Diss. Institut für Geologie und Paläontologie der Philipps-Universität Marburg. <http://archiv.ub.uni-marburg.de/diss/z2007/0090/>.
- BÖKENSCHMIDT, S.; BRAUN, A.; HEGEMANN, H.; ZANKL, H. (1999): Oberpermische Spaltensedimente bei Dorffitter südlich von Korbach und ihre Beziehungen zur Fossilagerstätte Korbacher Spalte. *Geol. Jahrb. Hessen* 127: 19-31.
- HEGEMANN, H.; KELLER, T. (2003): Die Korbacher Spalte – Eine einzigartige Fundstelle landlebender Saurier des späten Erdaltertums im Landkreis Waldeck-Frankenberg. *Paläont. Denkmäler Hessen* 15: 1-16.
- KAUFMANN, H. (2017): Eine Pflanzen führende Zechstein-Lagune bei Frankenberg (Eder)-Rodenbach. *Fossilien, Sonderh.* 2017: 23-26.
- KULICK, J. (1968): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1 : 25 000, Blatt Nr. 4719 Korbach. *Hess. Landesamt f. Bodenforschung, Wiesbaden.* 272 S.
- PANEK, N. (1994): Wertvolle Fundstätte vor dem Verfall. *Kosmos* 90(9): 64-65.
- PANEK, N. (2011/2012): Die „Korbacher Spalte“ – ein paläontologisches Welterbe im Zentrum des Nationalen Geoparks „GrenzWelten“. *Jahrb. Natursch. Hessen* 14: 125-131.
- PANEK, N. (2019): Einige Gedanken und Überlegungen zu einem Welterbe „Korbacher Spalte“ als herausragende Komponente einer seriellen, geologisch-paläontologischen Naturstätte, Geopark-Projektbüro. Korbach. unveröff.
- PANEK, N.; BÖKENSCHMIDT, S. (2018): Ein paläontologisches Erbe von Weltrang – Die „Korbacher Spalte“. 3. Aufl. Nationaler Geopark *GrenzWelten* (Hrsg.). Korbach. 15 S.
- PANEK, N.; KAUFMANN, H. (2018): Steinbruch „Hohenacker“ bei Frankenberg (Eder) – Eine Fossilienfundstätte von Weltrang vorbildlich erschlossen. *Jahrb. Natursch. Hessen* 17: 91-94.
- SUES, H.-D.; BOY, J. A. (1988): A procynosuchid cynodont from Central Europe. *Nature* 331: 523-524.
- SUES, H.-D.; MUNK, W. (1996): A remarkable assemblage of terrestrial tetrapods from the Zechstein (Upper Permian: Tartarian) near Korbach (north-western Hesse). *Paläont. Z.* 70(1): 213-223.
- UHL, D. (2013): The paleoflora of Frankenberg/Geismar (NW-Hesse, Germany) – a largely unexplored ‚treasure chest‘ of anatomically preserved plants from the Late Permian (Wuchiapingian) of the Euramerican floral province. In: LUCAS, S. G. et al.: *The Carboniferous-Permian Transition*. New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin 60: 433-443.
- WEBER, K. (2020): Experimental alteration of diet-related dental wear and isotope proxies in teeth – implications for fossil food web reconstruction of Permo-Carboniferous vertebrates. Diss. Institut für Geowissenschaften der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. <http://doi.org/10.25358/openscience-5936>.
- WITZMANN, F.; SUES, H.-D.; KAMMERER, C.; FRÖBISCH, J. (2019): A new bystrowianid from the late Permian of Germany. First record of Permian chroniosuchian (Tetrapoda) outside Russia and China. *J. Verbr. Paleontol.* DOI:10.1080/02724634.2019.1667366.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch Naturschutz in Hessen](#)

Jahr/Year: 2022

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Panek Norbert

Artikel/Article: [Die Fossilienfundstätte „Korbacher Spalte“ – Geo-Erbe und heimlicher Schatz der paläontologischen Forschung 59-63](#)