

Neandertaler und Symbole. Neue Forschungen zur Einhornhöhle im Harz, Ldkr. Göttingen

Dirk Leder, Gabriele Russo, Philipp Hoelzmann, Raphael Hermann, Ralf Nielbock, K. Felix Hillgruber, Andreas Kotula, Nadja Lüdemann, Jens Lehmann, Thomas Terberger

Zusammenfassung Kulturelle Zeugnisse aus der Zeit des Neandertalers sind im Harz weitgehend unbekannt, die Einhornhöhle liefert dagegen seit 1985 neue Erkenntnisse aus der Region. Im Zuge der Ausgrabungen 2019/20 konnte erstmals eine *in situ*-Kulturschicht in der Höhle erforscht werden. Die insgesamt sechs Kulturschichten belegen die Anwesenheit des Neandertalers im MIS 5 und 6 (ca. 70.000 bis 190.000 Jahre vor heute). Ausgrabung an einem ehemaligen Höhleneingang erbrachten jüngere Fundschichten des MIS 3 (ca. 60.000 bis 45.000 Jahre vor heute). Hier fanden sich unter anderem Reste von Wisent und Rothirsch, die als Jagdbeute des Neandertalers anzusprechen sind. Ein mit einem Winkelmuster verzierter Riesenhirschknochen ist bisher einzigartig in Eurasien und repräsentiert einen Fund von herausragender Bedeutung. Mithilfe von μ CT-Scans und 3D Digitalmikroskopie war eine detaillierte Analyse seiner Gravierungen möglich. Experimente mit modernen Bovidenknochen zeigen, dass der Knochen wohl zunächst gekocht, und dann in einer Schnitt-und-Schabtechnik eingraviert wurde. Mithilfe der ^{14}C -Methode konnte der Riesenhirschknochen direkt datiert werden. Das kalibrierte Mindestalter von 51.000 Jahren vor heute bestätigt, dass der Neandertaler bereits zu symbolischem Verhalten fähig war, Jahrtausende bevor *Homo sapiens* in Mitteleuropa eingewandert war. Andere Objekte mit abstrakten Linienmustern sowie wenige Wandmalereien aus dem Mittelpaläolithikum Eurasiens lassen sich mit dem verzierten Riesenhirschknochen der Einhornhöhle vergleichen.

Schlüsselwörter Neandertaler, Harz, Symbolisches Verhalten, Mittelpaläolithikum, μ CT-scans

Symbolic behaviour of the Neanderthals. The results of new research from the Unicorn Cave in the Harz region, Göttingen district

Abstract *There is little evidence of the presence of Neanderthals in the Harz Mountains while Einhornhöhle (Unicorn Cave) delivers new results since 1985. The 2019–2020 excavations provided the first opportunity to explore an *in situ* cultural layer inside the cave. A total of six cultural layers prove the presence of the Neanderthals in MIS 5 and 6 (approx. 70,000 to 190,000 years ago). Excavations at a former cave entrance revealed a more recent stratigraphy dating to MIS 3 (approx. 60,000 to 45,000 years ago). Amongst other remains, those of bison and red deer were found, which are considered to have been the hunting prey of the Neanderthals. The discovery of a giant deer bone engraved with a chevron pattern is unique in Eurasia, and thus represents a find of outstanding significance. A detailed analysis of the engravings was made possible by using μ CT scans and 3D digital microscopy. Experiments with modern bovid bones indicate that the bone was probably cooked first, and then engraved using a cut-and-scrape method. The giant deer bone has been directly-dated using ^{14}C -dating. A calibrated minimum age of 51,000 cal BP confirms that Neanderthals were already capable of symbolic behaviour, which was millennia before *Homo sapiens* migrated to Central Europe. The engraved giant deer bone from Einhornhöhle can be compared to other objects with abstract line patterns and a few wall paintings in Middle Palaeolithic Eurasia.*

Keywords Neanderthals, Harz Mountains, symbolic behaviour, Middle Palaeolithic, μ CT-scans

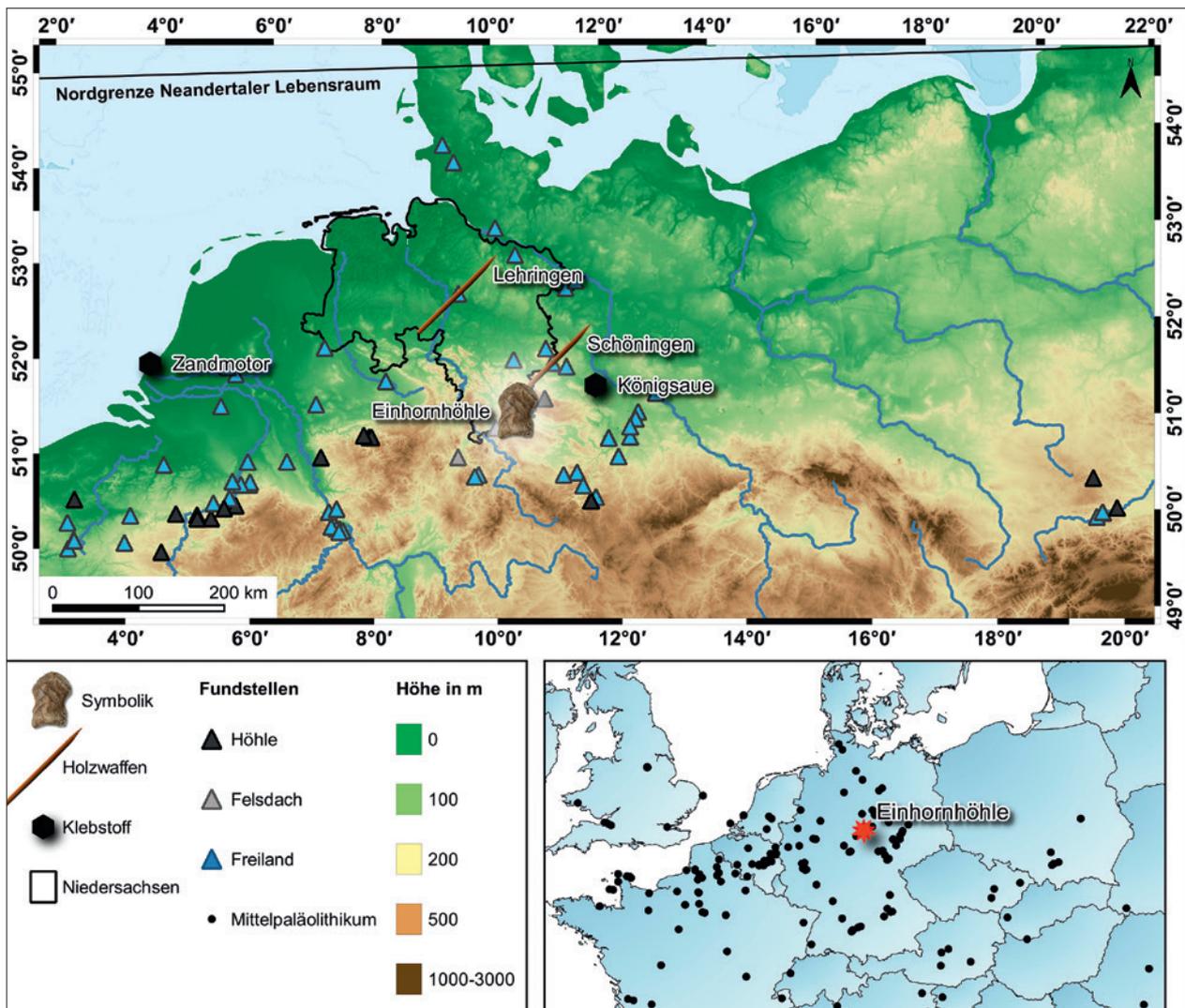


Abb. 1 Mittelpaläolithische Fundstellen in Mitteleuropa nördlich 50° Nord, sowie herausragende Funde der Region (Grafik: D. Leder, NLD; Erstellt mit QGIS 3.12).

Einleitung

Der Neandertaler ist unser genetisch nächster Verwandter (GREEN u.a. 2010) und kann als eine der am besten erforschten menschlichen Spezies Europas gelten. Bedeutende Funde und Befunde der letzten 30 Jahre haben gezeigt, dass sich Neandertaler erfolgreich an ihre Umwelt anpassen konnten (z. B. ROSELL/BLASCO 2019; STEWART u.a. 2019; WROE u.a. 2018) und als versierte Jäger an der Spitze der Nahrungskette standen (z. B. BOCHERENS u.a. 2005; RICHARDS u.a. 2000). Auch zu komplexen technologischen Leistungen waren sie fähig. Hier sei an die Speere, die Lanze und die Wurfhölzer von Schöningen (THIEME 1997; SCHOCH u.a. 2015;

CONARD u.a. 2020) sowie die Lanze von Lehringen (THIEME/VEIL 1985; SCHOCH 2014) als Beispiele exzellenter Jagdwaffentechnologie und Materialkenntnis des pleistozänen Frühmenschen erinnert (Abb. 1). Die Birkenpechreste von der mittelpaläolithischen Fundstelle Königsau, Sachsen-Anhalt (KOLLER u.a. 2001) und ein Streufund aus Baggerseimenten von der Küste bei Zandmotor, Niederlande (NIEKUS u.a. 2019), zeigen zudem die Fähigkeit des Neandertalers, aus Naturprodukten (hier Birkenrinde) durch chemische Prozesse (Destillation) „künstlichen“ Klebstoff herzustellen. Nicht wenige mittelpaläolithische Steinartefakte dürften mithilfe von solchem Birkenpech in Holz- oder Knochen-schäfte eingesetzt worden sein.

Fundstelle	Region	Typ	Kalenderalter (ka BP)	Methode	Detail	Kommentar
Cova Foradada (CP)	NO-Spanien	Schmuck	> 39	¹⁴ C	Kaiseradler, Phalangen	Minimalalter
Combe-Grenal (MP)	SW-Frankreich	Schmuck	90	–	verschiedene Greifvögel	
Grotte du Renne (CP)	Z-Frankreich	Schmuck	40–45	¹⁴ C	Durchbohrte/gravierte Zähne und Knochen	
Quincay (CP)	Z-Frankreich	Schmuck	–	–	durchbohrte Zähne	ca. 40–45 ka BP laut Typologie
Krapina (MP)	Kroatien	Schmuck	130	ESR, U-Th	Seeadlerklauen	Nachweise für Kannibalismus
Les Fieux (MP)	SW-Frankreich	Schmuck	40–60	–	Steinadlerklauen	
Mandrin Cave (MP)	SO-Frankreich	Schmuck	50.0	¹⁴ C	Adlerklauen	
Rio Secco Höhle (MP)	N-Italien	Schmuck	48,0–49,1	¹⁴ C	Adlerklauen	
Grotta di Fumane (MP)	N-Italien	Schmuck	42,2–44,8	¹⁴ C	Federn verschiedener Raubvögel	
Cova Ardales (MP)	SW-Spanien	Wandmalereien	33–70	U-Th	bemalte Tropfsteine	Altersspanne ist Minimalalter
La Pasiega (MP)	N-Spanien	Wandmalereien	50–80	U-Th	Ockerbemalung und rotes Symbol	Altersspanne ist Minimalalter
Maltravieso (MP)	SW-Spanien	Wandmalereien	41–70	U-Th	Handnegativ	Altersspanne ist Minimalalter
Einhornhöhle (MP)	Germany	Gravierung	> 55–47,5	¹⁴C	Riesenhirschphalanx mit geometrischem Muster	direkt datiert, übereinstimmende Datierungen aus gleichem Kontext
Kiik-Koba (MP)	Krim	Gravierung	35–37	¹⁴ C	Feuersteinartefakt mit subparallelen Linien	aus Kindergrab
Kůlna, levels 6–11 (MP)	Mähren	Gravierung	40–80	U-Th, OSL, ¹⁴ C	15 Knochen mit Liniengravuren	möglicherweise nichtintentionelle Schnittpuren
La Ferrassie (MP)	SW-Frankreich	Gravierung	60–70	–	Röhrenknochen mit vier Strichbündeln, aus Bestattung 1	frühe Ausgrabung, Peyrony 1934
Les Pradelles (MP)	S-Frankreich	Gravierung	60–70	U-Th, TL	parallele Einkerbungen	Interpretiert als Zählsystem
Oldisleben (MP)?	Mitteldeutschland	Gravierung	–	–	drei Knochen mit Liniengravuren	Funde aus Sandgrube, kein primärer Kontext
Prolom II (MP)	Krim	Gravierung	–	–	Liniengravuren an drei Knochen und Zähnen	Radiokarbonalter zu jung
Biqat Quneitra (MP)	Golanhöhen	Gravierung	53,9±5,9	ESR	Knochen und Stein mit Kreismuster	
Zaskalnaya VI (MP)	Krim	Gravierung	38–43	¹⁴ C	Rabenknochen mit acht parallelen Kerben	
Cueva Antón (MP)	S-Spanien	Schmuckmuschel	> 50	¹⁴ C	durchbohrt, mit Farbbrechen	Mindestalter; > 60 km Transport
Cueva de los Aviones (MP)	S-Spanien	Schmuckmuschel	> 50	¹⁴ C	durchbohrt, mit Farbbrechen	Mindestalter; Küstennähe
Grotta di Fumane (MP)	N-Italien	Schmuckmuschel	45–47,6	¹⁴ C	Einzelobjekt, mit Farbbrechen	Miozäne Muschel aus > 100 km importiert
Axlor Felsdach (MP)	NO-Spanien	Gepicktes Flussgeröll	> 47,5	¹⁴ C	gepicktes Kreuz auf gespaltenem Sandsteingeröll	Mindestalter
Gorhams Höhle (MP)	Gibraltar	Felsgravierung	30–39	¹⁴ C	schachbrettartiges Muster	Altersspanne ist Mindestalter
La Ferrassie (MP)	SW-Frankreich	Felsgravierung	60–70	–	Cupulae in Fels gepickt, Abdeckung für Kindergrab	frühe Ausgrabung, Peyrony 1934

Tab. 1 Neandertalerfundstellen mit vermeintlichen Kunstäußerungen oder solchen, die im Zusammenhang mit symbolischem Verhalten gesehen werden. (MP) = Mittelpaläolithikum, (CP) = Châtelperronien. Referenzen in LEDER u. a. 2021 (Tabelle: D. Leder, NLD).

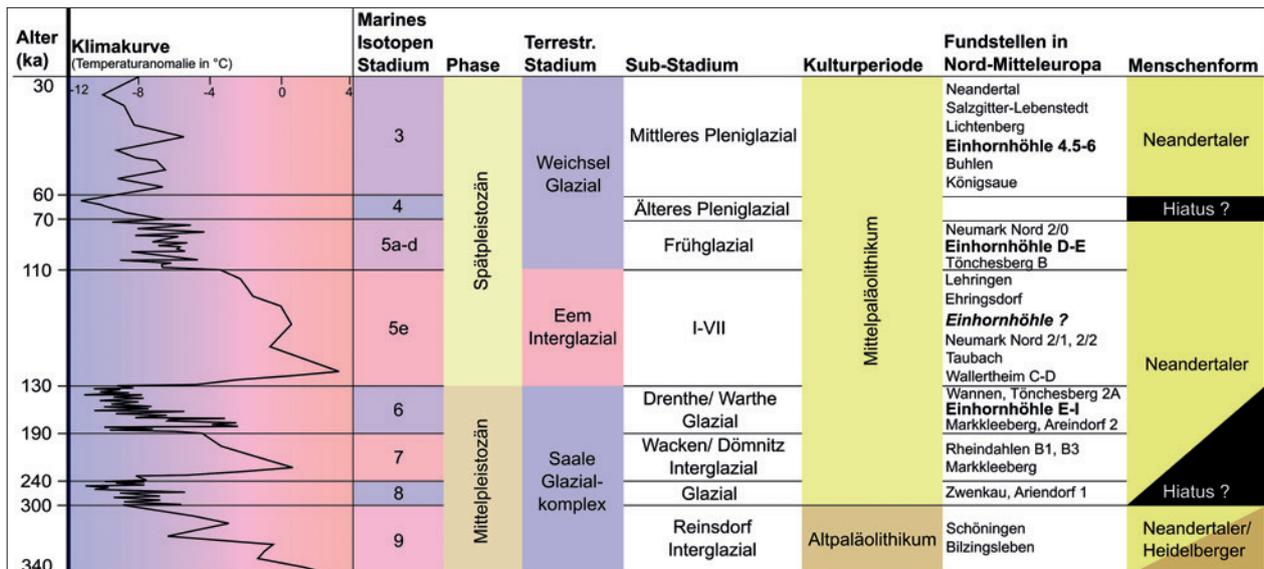


Abb. 2 Chronologie der mittelpaläolithischen Fundstellen und Klimaveränderungen im nördlichen Mitteleuropa (Grafik: D. Leder, NLD).

In den letzten Jahren wird zudem verstärkt die Fähigkeit des Neandertalers zur Herstellung von Schmuck und zu symbolischem Verhalten diskutiert, und zwar schon für die Zeit vor dem ersten Auftreten des *Homo sapiens* in Europa (Tab. 1). Hier sind z.B. Klauen und Federn verschiedener Raubvögel von einigen mittelpaläolithischen Fundstellen zu nennen (FINLAYSON u. a. 2019). Vor wenigen Jahren wurden dann auch einfache Wandmalereien und ein Handabdruck in drei spanischen Höhlen (HOFFMANN u. a. 2018; 2020) sowie ein Kreis aus abgebrochenen Tropfsteinbildungen in der Höhle Bruniquel, Frankreich, in die Zeit des Neandertalers datiert (JAUBERT u. a. 2016). Die Datierung der neandertalerzeitlichen Höhlenkunst und auch von verzierten Objekten wird allerdings kontrovers diskutiert (HOFFMANN u. a. 2020) und nach wie vor werden diese Neuerungen von einigen Forschenden als Folge einer Kontaktsituation der späten Neandertaler und der frühen modernen Menschen interpretiert. Dies gilt insbesondere für Schmuckobjekte aus Fundstellen des westeuropäischen Châtelperronien, die zeitgleich mit den ältesten Nachweisen des Aurignaciens in Südwestdeutschland vor etwa 40.000 Jahren sein sollen. Ein kleiner Neufund aus der Einhornhöhle, der im Zuge von Ausgrabungen im Rahmen eines PRO*Niedersachsen-Projektes entdeckt wurde, leistet zu dieser Debatte entscheidende neue Hinweise (LEDER u. a. 2021). Mit diesem Beitrag werden dieser einmalige Fund und seine Bedeutung für die Forschung zum Neander-

taler vorgestellt. Ferner wird auf Basis der neuen Untersuchungen die Nutzung der Einhornhöhle im Mittelpaläolithikum diskutiert.

Neandertaler in der nördlichen Mittelgebirgszone

Die Einhornhöhle gehört zu einer Reihe von Höhlen- und Felsdachfundstellen, die nördlich des 50. Breitengrades liegen und Nachweise für neandertalerzeitliche Begehungen geliefert haben. Dazu zählen unter anderem die Balver Höhle, die Volkringhauser Höhle, die berühmte kleine Feldhofer Grotte als Typuslokalität des Neandertalers (alle NRW) und die Freilandfundstelle Buhlen (Nord-Hessen). Wenige radiometrische Datierungen und typologische Vergleiche stellen diese mittelpaläolithischen Belegungen in die letzte Eiszeit (Weichseleiszeit), und zwar in die Marinen Isotopen Stadien (MIS) 5–3 (Abb. 2); möglicherweise datieren sie z. T. in einen jüngeren Kontext nach dem ersten Kältemaximum (RICHTER 2016, contra JÖRIS 2004) und damit in die Zeit der letzten Neandertaler in Mitteleuropa. Weniger bekannt sind die Baumannshöhle (BLASIUS 1898) im Nordharz und das Felsdach Bettenroder Berg IX (GROTE 1994) im Göttinger Wald, die der Einhornhöhle geographisch am nächsten gelegen sind und wenige mittelpaläolithische Steinartefakte geliefert haben. ¹⁴C-Datierungen an Tierknochen der Baumannshöhle erlauben eine Einordnung der

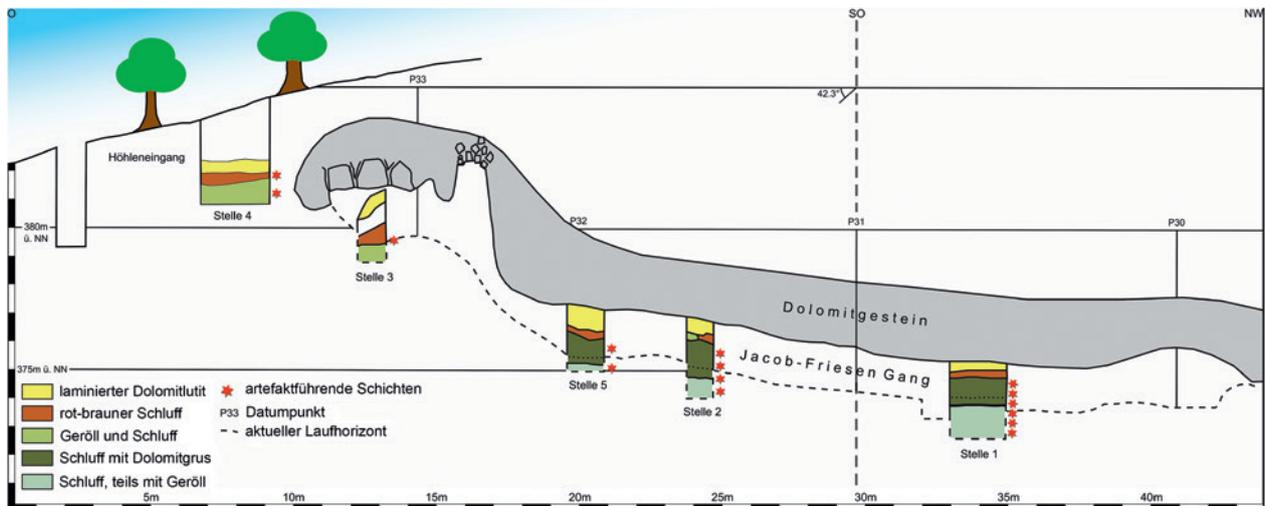


Abb. 3 Saigerriss durch den Jacob-Friesen-Gang, der die Verbindung mit dem ehemaligen Eingangsportal verdeutlicht und die Positionen der Stellen 1–5 anzeigt. Verändert nach VEIL 1989 und KOTULA u. a. 2019 (Grafik: D. Leder, NLD).

Funde in das MIS 3 (ROSENDAHL u. a. 2005). Den meisten Höhlen und Felsdachfundstellen der Mittelgebirgszone ist gemeinsam, dass sie bereits vor langer Zeit oder aber in einem frühen Stadium der archäologischen Forschung nahezu vollständig ausgegraben bzw. leergeräumt worden sind. Daher liegt für viele dieser Funde nur eine bescheidene oder gar keine Dokumentation vor, sodass kaum etwas über Befunde und den Schichtzusammenhang bekannt ist. Mit ihrer geographischen Lage am Rande der Mittelgebirgszone, die an die Norddeutsche Tiefebene grenzt, und ihren über 30 m mächtigen pleistozänen Sedimenten ist die Einhornhöhle eine bislang deutlich unterschätzte eiszeitliche Fundstelle, zumal sich hier auch bislang unberührte Fundschichten erhalten haben.

Forschungen in der Einhornhöhle

Die neuzeitliche Geschichte der Einhornhöhle, ihre paläontologisch-archäologische Erforschung und ihre geologische Entstehungsgeschichte sind bereits an anderer Stelle ausführlich dargelegt worden (NIELBOCK 2019; KOTULA u. a. 2019; RÖHLING u. a. 2019; KAUFMANN u. a. 2020), sodass hier nur wenige Aspekte zusammengefasst werden sollen. Die Einhornhöhle befindet sich im Werra-Dolomit des Perm-zeitlichen Zechsteingürtels des Südwestharzes im Landkreis Göttingen. Durch chemische Lösung des Dolomitgesteins unter dem Einfluss kohlenstoffhaltiger Bodenwässer formte sich die

Einhornhöhle im Tertiär. Archäologische Zeugnisse belegen die Nutzung der Einhornhöhle durch den modernen Menschen vom Neolithikum bis in die Neuzeit, sowie durch den Neandertaler (Mittelpaläolithikum). Nachweise für jung- oder spätpaläolithische Funde (ca. 45.000–11.600 BP) fehlen dagegen bislang. Die archäologischen Funde aus dem Holozän wurden vor allem in der Blauen Grotte entdeckt, während mittelpaläolithische Funde bislang ausschließlich aus dem sogenannten Jacob-Friesen-Gang vorlagen. Mit den neuen Grabungen ist es erstmals gelungen, mittelpaläolithische Funde auch an einem heute verschütteten Eingangsportal in Verlängerung des Jacob-Friesen-Gang zu lokalisieren (Abb. 3).

Der Jacob-Friesen-Gang wurde erst in den Jahren 1925–1926 durch den Direktor des Provinzialmuseums Hannover (heute Landesmuseum Hannover) freigelegt. K. H. Jacob-Friesen fand bei der Suche nach Höhlenfortsetzungen in der Arme-Sünder-Kammer, einer kleinen Kammer, die mittig des Haupthöhlenganges nach Osten hin abzweigt, einen neuen, weitgehend verfüllten Höhlenbereich (JACOB-FRIESEN 1926). Dieser wurde später nach ihm benannt. Auf einer Länge von 35 m legte er einen „Tunnel“ mit einer maximalen Höhe von 1,5 m an. Bereits Jacob-Friesen vermutete einen verschütteten Eingang am Ende des Ganges. Der etwa 1 m breite Schnitt wurde durch holozäne und pleistozäne Sedimentschichten getrieben. Erst im Jahre 1985 wurden im Rahmen paläontologischer Untersuchungen erste mittelpaläolithische Steinartefakte



Abb. 4 Topographische Situation und Stratigraphie der Stelle 4. **a** Das ehemalige Eingangsportal lässt sich anhand der nördlichen und südlichen Portalwand gut erkennen. Im Hintergrund befindet sich das Westprofil. Blick Richtung SW. Stand Oktober 2020. **b** Stratigraphie des Westprofils, Stand Oktober 2020. **c** Stratigraphie des Westprofils, Stand Oktober 2019. Der rote Kreis gibt die, auf das Profil projizierte Position des verzierten Knochens wider, mit 1 sind die Sinterplatten gekennzeichnet, mit 2 und 3 sind Langknochen im Planum gekennzeichnet (2: Rothirsch (*Cervus elaphus*), 3: Rind (*Bison sp.*)) (Fotos: J. Lehmann (a, b), N. Lüdemann und L. Peter (c), NLD).

durch R. Nielbock entdeckt. Jacob-Friesen muss unbemerkt bereits archäologische Fundschichten gestört haben, und zwar in den heute so bezeichneten Schichten D3 bis E2a (SCHEER 1986; VEIL 1989; NIELBOCK 1989).

Seit 2014 hat das Niedersächsische Landesamt für Denkmalpflege (NLD) in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft Unicornu fossile e.V. neue Untersuchungen in und vor der Einhornhöhle initiiert.

Einige Ergebnisse der bis 2019 durchgeführten Geländearbeiten wurden kürzlich vorgelegt (HILLGRUBER u. a. 2017; KOTULA u. a. 2019). Nachfolgend werden daher die Resultate der Jahre 2019–2021 vorgestellt und mit früheren Ergebnissen zusammenfassend diskutiert. Die neuen Ausgrabungen fanden – wie in den Jahren zuvor – im Jacob-Friesen-Gang (Stelle 1) sowie am ehemaligen Höhleneingang (Stelle 4) statt (Abb. 3).

Höhleneingangsbereich – Stratigraphie und Fundübersicht

Durch die Ausgrabungen der letzten Jahre lässt sich die topographische Situation im Eingangsbereich (Stelle 4) nun besser nachvollziehen. Von dem ehemaligen Eingang ist vor allem die Nordwand erhalten geblieben, während die Südwand im oberen Teil erodiert, und das Höhlendach vollständig verstimmt ist (Abb. 4). Diese Situation spiegelt sich auch am Ende des Jacob-Friesen-Gangs (Stelle 3) wider, wo sich vor der steil einfallenden südlichen Felswand großes Blockwerk bis in die Firste auftürmt. Die Erosion des Höhlendaches wird vermutlich über einen längeren Zeitraum erfolgt sein, wenngleich auch Verstimmtphasen (Schichten 3.9 und 7) nachgewiesen werden konnten. Entsprechend der lokalen Topographie fallen die Sedimentpakete vorwiegend von Süd nach Nord ein und sind vermutlich über den Bereich der Südwand und das erodierte Höhlendach in den Eingangsbereich gelangt (Abb. 5). Erst Richtung Nordwand weisen die Schichten eine horizontale Lagerung auf. Sedimentanalysen zeigen, dass es sich bei den Sedimenten vorwiegend um Schluffe mit Ton- und Sandanteilen handelt (LEDER u. a. 2021), in denen auch Dolomitgrus und -blöcke zum Liegen kamen. Da die einzelnen Schichten bereits an anderer Stelle beschrieben wurden (KOTULA u. a. 2019; LEDER u. a. 2021), erfolgen hier lediglich Ergänzungen.

Schicht 3.9/Befund 7

Blockverstimmt und Verwitterungssediment. Einzelkorngefüge, Steingehalt > 80 %, Humusgehalt niedrig, nicht durchwurzelt, nach oben deutlich abgegrenzt. Der Blockverstimmt besteht zu oberst aus kantenverrundeten Dolomitsteinen (20–30 cm Ø) mit einer dunkelgrauen Mangandecke. Darunter finden sich kantige Blöcke (20–50 cm Ø), die im untersten Teil eine Einregelung, also eine Orientierung entlang der Längsachse eines Objekts, Richtung Nordosten erkennen lassen. Die Nordost-Ausrichtung korreliert mit der Richtung des oberhalb gelegenen und kollabierten Höhlendaches und deutet eine Fall- oder Rutschbewegung des unteren Blockschutts an. Dieser mischt sich mit dem älteren GH 4 im Norden. Zwischen dem Blockwerk findet sich bläulich-grauer sandiger Schluff, der als Verwitterungsmasse des Dolomitgesteins angespro-

chen werden kann. Befund 7 enthält größere Langknochen mit verschiedenen, oftmals senkrechten Einregelungen. Drei mögliche Dolomitabschläge kommen ebenfalls aus Befund 7. Die drei Stücke könnten aber auch durch Fiederklüftung geprägte Gesteinsbruchstücke sein, die im Zuge von Klüfttektonik entstanden sind.

Schicht 4.5

Grau-brauner bis rötlich-brauner toniger Schluff, mit Lagen verwitterten Dolomitbruchs, bodenfeucht, 0,1–0,5 m mächtig, dicht, schluffig-tonig, Einzelkorngefüge, Steingehalt < 20 %, Humusgehalt hoch, sehr gut durchwurzelt (Mikrowurzeln), nach oben diffus abgegrenzt (GH 3 ist homogener und rötlich), mittlere Steine (5–20 cm Ø), holzkohlehaltig, viele Faunenreste, u. a. solche mit Schnitt-/Bearbeitungsspuren, 1 Lamellenfragment, 1 verzierter Knochen.

Schicht 6

Konisch verlaufender Schuttkegel (?) unter GH 5. Rötlich-brauner, leicht toniger Schluff, keine Hohlräume, bodenfeucht, 0,1–0,6 m mächtig, dicht, schluffig, Einzelkorngefüge, Steingehalt > 40 %, Humusgehalt niedrig, nicht durchwurzelt, nach oben klar abgegrenzt, mittlere Steine (< 0,3 m Ø), aber vor allem Sinterplatten mit bis zu 0,5 m Länge und 15 cm Dicke und Knochen mit Schnitt-/Bearbeitungsspuren.

Taphonomische Analysen legen nahe, dass sich das Gros der Funde aus Schicht 6 nicht *in situ* befindet, während sich für Schicht 4.5 ein heterogeneres Bild ergibt (LEDER u. a. 2021). Der verzierte Knochen befand sich in einer Sedimentlinse mit verwitterten Dolomitbröckchen (Ø 1–2 cm), deren Funde relativ wenig Verlagerung anzeigen, wie dies Analysen der Fundneigung und -orientierung an Einzelunden nahelegen. Darunter liegende Bereiche von Schicht 4.5 zeigen dagegen mehr Ablagerungsdynamik an.

Steinartefakte kommen in der Außengrabung kaum vor. Zu dem nicht diagnostischen Rindenabschlag von der Schichtgrenze 2/3 und den zwei Lamellenfragmenten der Schichten 4.5 und 7 (KOTULA u. a. 2019), können lediglich drei mögliche Dolomitabschläge aus der Schicht 3.9 ergänzt werden, die

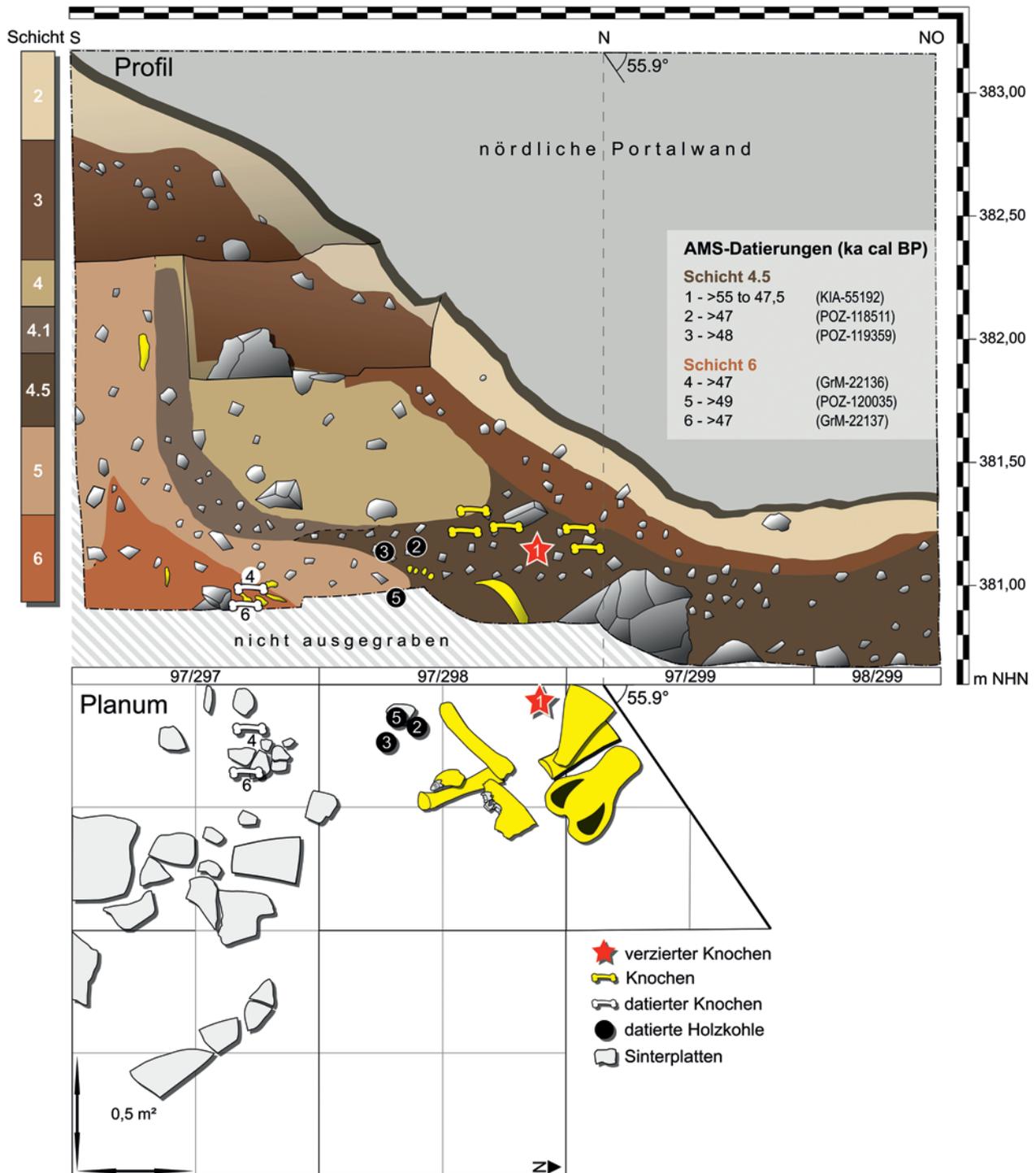


Abb. 5 Stratigraphie des Westprofils der Stelle 4 sowie Fundkontext des verzerten Knochens und akzeptierte AMS-Datierungen. Stand Oktober 2019 (Grafik: D. Leder, NLD).

aufgrund des verwitterten und kantenverrundeten Zustands keine eindeutige Identifikation als Steinartefakte erlauben. Demgegenüber ist die Fauna vergleichsweise umfangreich und vielfältig. Die Überreste liegen vor allem aus den Schichten 3.9, 4.5 und 6 vor.

Höhleneingangsbereich – Faunenreste

Im Zuge der Ausgrabungen an Stelle 4 konnten insgesamt 357 Knochen- und Zahnreste der Großfauna geborgen werden, was der Anzahl der identifizierten Exemplare (NISP) entspricht (Tab. 2). Höhlen-

Schicht	1 bis 3	3.9	4	4.5	5	6	andere	Summe
Ungulata								
Wisent (<i>Bison sp.</i>)	1	5	4	26	3	9	0	48
Riesenhirsch (<i>Megaloceros giganteus</i>)	0	0	0	19	2	0	0	21
Rothirsch (<i>Cervus elaphus</i>)	0	0	0	3	6	21	0	30
sehr großer Cervide	0	0	0	4	0	0	1	5
sehr großes Huftier	3	4	2	37	1	3	0	50
großes Huftier	0	0	0	5	0	3	0	8
Carnivora								
Höhlenbär (<i>Ursus cf. spelaeus</i>)	4	7	24	45	2	0	4	86
Höhlenlöwe (<i>Panthera spelaea</i>)	0	0	0	0	3	3	0	6
Vielfraß (<i>Gulo gulo</i>)	0	0	0	2	0	0	0	2
Rotfuchs (<i>Vulpes cf. vulpes</i>)	0	7	7	3	1	0	0	18
großes Raubtier	1	0	3	7	3	2	0	16
kleines Raubtier	0	0	0	1	0	1	0	2
Lagomorpha								
Feldhase (<i>Lepus cf. europaeus</i>)	0	0	1	0	0	1	0	2
Mammalia								
groß	0	2	0	2	0	0	0	4
medium	2	4	7	36	2	1	2	54
medium bis klein	0	0	0	1	0	0	0	1
klein	0	2	0	1	1	0	0	4
Summe NISP	11	31	48	192	24	44	7	357
Schnittspuren*	1	1	0	6	0	3	0	11
potentielle Schnittspuren*	2	0	1	10	2	3	0	18
Karnivorverbiss*	3	5	18	71	10	30	1	138

* Anzahl der Knochen mit Modifikationen

Tab. 2 Faunenreste der Großsäuger vom Eingangsportal (Stelle 4). NISP = Number of Identified Specimens (Anzahl der identifizierten Exemplare) (Tabelle: D. Leder, NLD).

bären sind mit 24,1% das am stärksten vertretene Taxon der Stelle 4. Insgesamt dominieren Huftiere jedoch mit 45,4%, während große Karnivoren – einschließlich Höhlenbären – lediglich 30,3% der Gesamtmenge ausmachen. Die Schichten 1 und 2 sind nahezu fundsteril und lieferten jeweils nur einen Fossilfund. In Schicht 3 sind Tierreste ebenfalls selten (NISP = 9) umfassen jedoch Wisent (*Bison sp.*) und Bär (*Ursus cf. spelaeus*). Aus Schicht 3 stammt der jüngste Knochen mit Schnittspuren der Stelle 4 und belegt, zusammen mit einem nicht-diagnostischen Abschlag (KOTULA u. a. 2019), dass Menschen

die Höhle auch nach dem Einsturz der Höhlendecke aufgesucht haben. Wahrscheinlich bot zu diesem Zeitpunkt nur noch eine kleine Nische Aufenthaltsmöglichkeiten im Eingangsbereich.

Überraschenderweise wurden zwischen dem Blockwerk der Schicht 3.9 vollständig erhaltene Langknochen von Wisent und sehr großen Huftieren (Σ NISP = 9) gefunden, zusammen mit einer geringeren Anzahl von Knochen großer und kleiner Raubtiere. Der Erhaltungszustand dieser Überreste ist sehr gut und sowohl anthropogene Modifikationen als auch Karnivorenverbiss sind selten. In

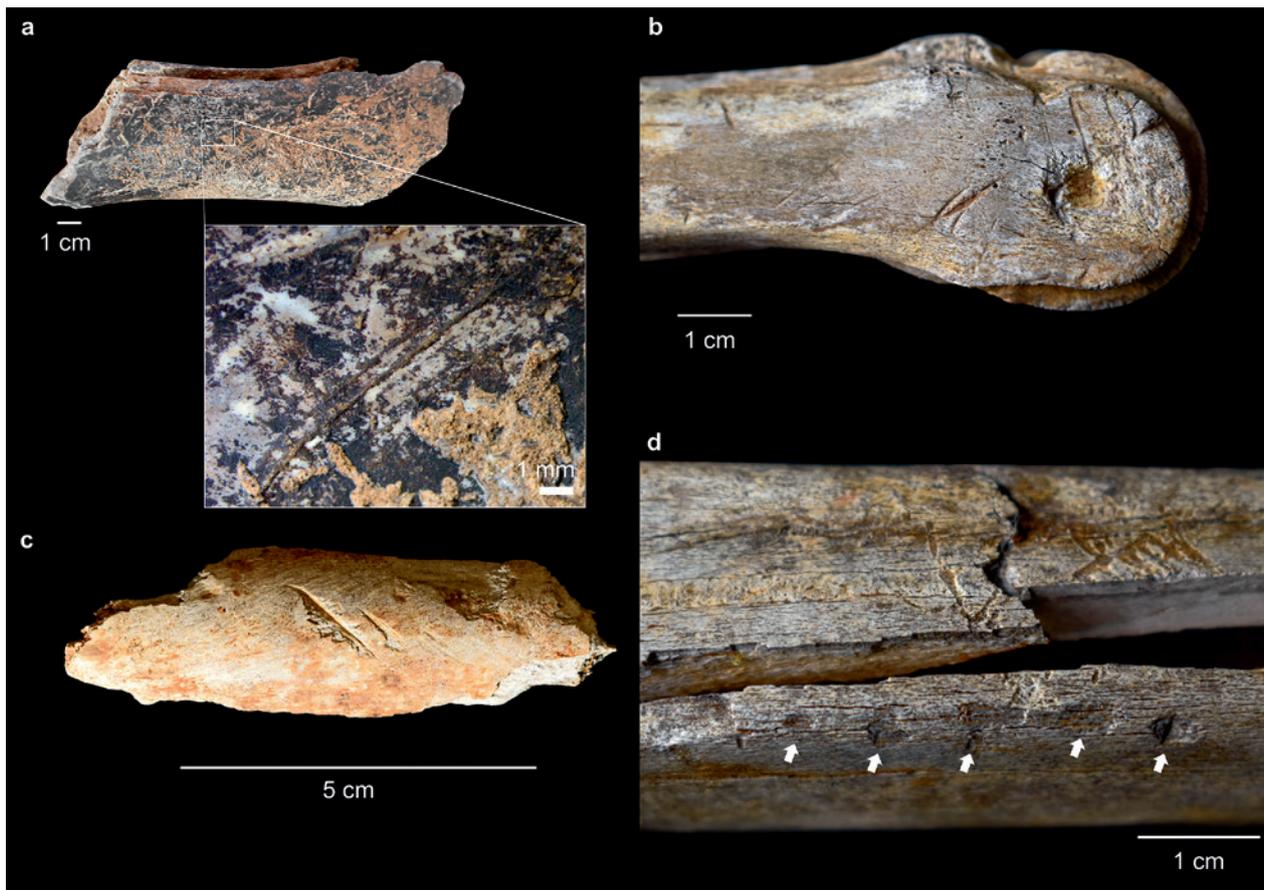


Abb. 6 Knochen mit anthropogenen Schnittspuren und Tierverschiss von den Stellen 1 (JFG) und 4 (Höhleingang). **a** Bovidenhumerus mit Schnittspuren und Wurzelfraß. **b** Rothirschmetacarpal mit Schnittspuren. **c** Langknochenfragment mit Schnitt-/ Hackspuren. **d** Riesenhirschmetatarsal mit Karnivorenverschiss. **a, b, d** Eingangsbereich, **c** JFG (Fotos: G. Russo).

Schicht 4 ist Wisent ebenfalls vorhanden und tritt hier zusammen mit Bär und Fuchs (*Vulpes cf. vulpes*) auf. In Schicht 4 konnte auch der Feldhase (*Lepus cf. europaeus*) nachgewiesen werden; gesicherte anthropogene Modifikationen an Faunenresten liegen aus dieser Schicht jedoch nicht vor.

Schicht 4.5 zeichnet sich dagegen durch eine erhöhte Häufigkeit von großen Huftierresten aus, die mit ihren Zerlegungsspuren auf Jagdbeutereiste hinweisen (Abb. 6). Wisent und Riesenhirsch (*Megaloceros giganteus*) sind am häufigsten vertreten, aber auch Rothirsch (*Cervus elaphus*) wurde nachgewiesen. Der Höhlenbär zählt auch zu den großen Wirbeltieren und ist im Spätpleistozän ein nahezu reiner Pflanzenfresser. In der Gruppe der kleinen Raubtiere sind Vielfraß (*Gulo gulo*) und Fuchs zu nennen. Die meisten Faunenreste sind gut erhalten. Karnivormodifikationen kommen zwar häufig vor (NISP = 71), sind jedoch jeweils quantitativ gering und lokal ausgeprägt, was auf kleine Aasfresser hindeutet. Aus Schicht 4.5 stammt neben dem gravier-

ten Riesenhirschknochen (Inv.Nr. 46999448-423) ein Bärenzahn (Inv.Nr. 46999448-211), der möglicherweise als Meißel verwendet worden ist.

In Schicht 5 ist die Artenzusammensetzung bei geringerer Anzahl der Faunenreste nahezu identisch. In diesem Horizont ist der Höhlenlöwe (*Panthera spelaea*) unter den großen Raubtieren prominent vertreten. Das Fehlen gesicherter menschlicher Modifikationen kann darauf hindeuten, dass Raubtiere für die Anhäufung der Faunenreste in Schicht 5 verantwortlich waren. Schicht 6 wird von Rotwildresten dominiert, aber auch Wisent und Höhlenlöwe sind nachgewiesen. Interessanterweise ist das Gros der Faunenreste durch Gliedmaßen repräsentiert. Schnittspuren sind auf mehreren Exemplaren von Rothirsch und möglicherweise auch Wisent dokumentiert. Unter den anthropogen modifizierten Exemplaren befindet sich ein Rothirschmetapodium, das als Retuscheur verwendet wurde.

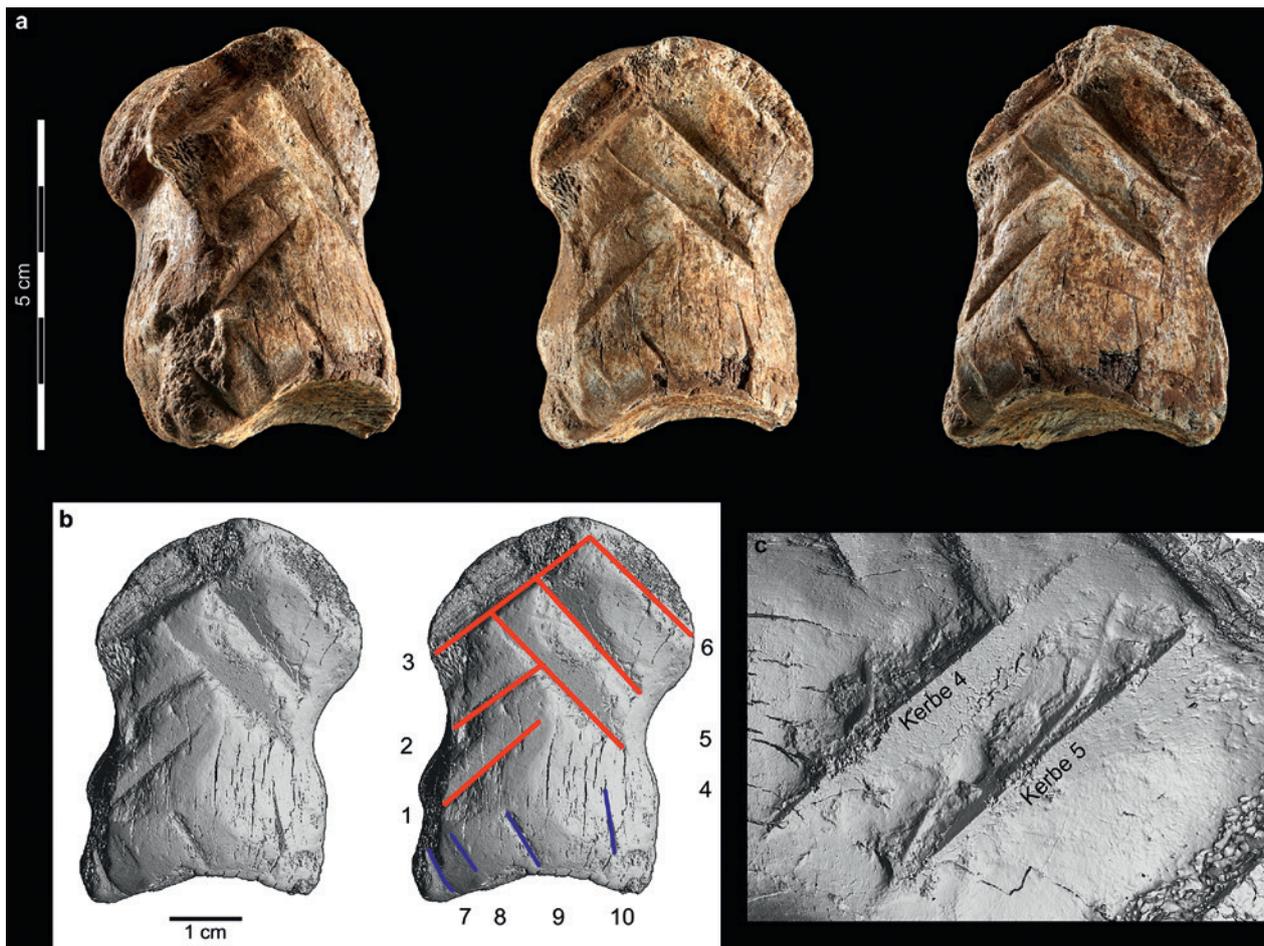


Abb. 7 a Der verzierte Riesenhirschknochen der Einhornhöhle (Inv. Nr. 46999448-423; Fotos: V. Minkus, © NLD). b: μ CT-Scan des verzierten Objekts und Linieninterpretation (Grafik: A. Tröller-Reimer, Dirk Leder, NLD). c Detailansicht der Kerben 4 und 5 basierend auf dem μ CT-Scan. Ein 3D-Video des verzierten Knochens ist abrufbar via: https://denkmalpflege.niedersachsen.de/live/institution/mediadb/mand_45/psfile/bild/57/CC_BY_SA_3606c7d7aad00b.mp4. Ein 3D-Modell kann hier heruntergeladen werden: https://denkmalpflege.niedersachsen.de/download/166881/CC-BY-SA_3.0.stl

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der geringe Fragmentierungsgrad der Knochen und die geringe Häufigkeit an Schlachts Spuren auf eine niedrige Intensität der Beuteverwertung durch Neandertaler schließen lässt, was in der Regel mit einem geringen Druck auf potentielle Jagdbeute verbunden ist (BINFORD 1978; BURGER u.a. 2005; LUPO 2007). Die archäozoologische Analyse des Eingangsbereichs spricht für das Vorliegen einer Palimpsests-Fundsituation, die aus mehreren kurzen Begehungsereignissen von Hominiden und Karnivoren entstanden ist. Da bislang nur ein kleiner Ausschnitt eines ehemaligen Aktivitätsbereiches ergraben worden ist, wird sich das Bild durch künftige Grabungen wohl weiter differenzieren lassen.

Eine verzierte Riesenhirsch-Phalanx aus dem Höhleneingangsbereich

Beschreibung

Einen Fund von herausragender Bedeutung stellt eine verzierte Riesenhirschphalanx (Phalanx 2) aus Schicht 4.5 dar (Inv.Nr. 46999448-423; *Abb. 7*; LEDER u.a. 2021). Der verzierte Knochen wurde im Zusammenhang mit einer Knochenakkumulation aufgefunden, die unter anderem einen auf der Stirnseite liegenden Höhlenbärenschädel sowie zwei aufeinander liegende Schulterblätter von Cerviden umfasst. Eine zweite Riesenhirschphalanx (Phalanx 2) fand sich nur wenige Zentimeter südlich des verzierten Objekts.

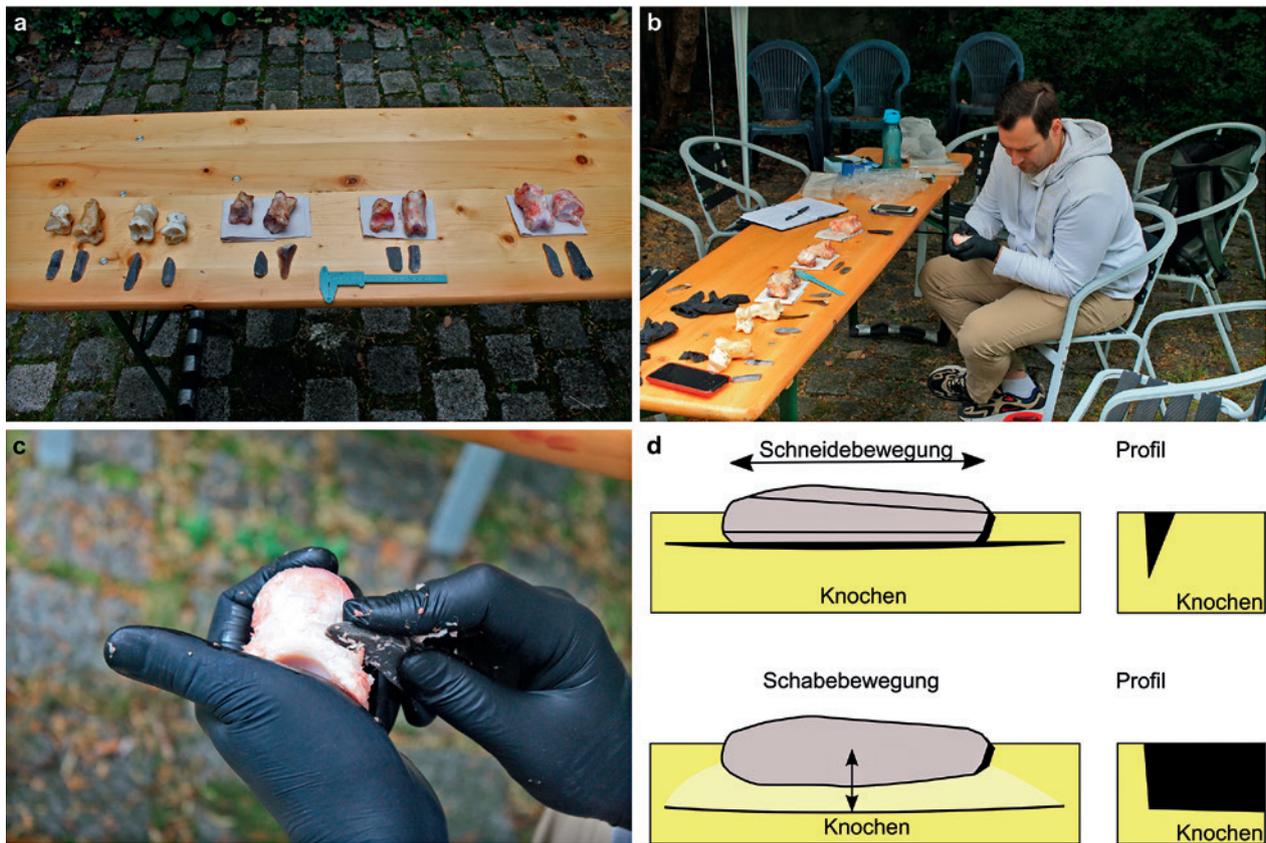


Abb. 8 Schnitzexperiment mit modernen Bovidenphalangen. **a** Arrangement der experimentellen Knochen und Feuersteinklingen. Die Knochen rangieren von gekocht (links) über getrocknet (Mitte) zu frisch (rechts). **b** Durchführung des Experiments. **c** Detail der Handhaltung während des Einschneidens. **d** Schematische Repräsentation der Schneid- und Schabebewegungen (Fotos: R. Hermann; Grafik: D. Leder, NLD).

Bei dem ungewöhnlichen Objekt handelt es sich um den Zehenknochen eines Riesenhirschs, der mit einem Winkelmuster verziert worden ist. Die Verzierung besteht aus sechs Linien (Kerben 1–6), von denen sich jeweils drei parallele Linien auf jeder Seite befinden, die zusammen ein versetzt-gestapeltes Winkelmuster ergeben. Gegenüberliegende Linien treffen dabei in Winkeln zwischen $92,3^\circ$ und $100,5^\circ$ aufeinander. Die Linielängen variieren von 13,2 bis 29,2 mm, während die Kerbtiefe von 1 bis 5 mm reicht. Damit sind diese Kerben um das 10 bis 50-fache tiefer als gewöhnliche Schnittspuren auf Knochen, die experimentell mit Steinartefakten erzeugt worden sind (z. B. BOSCHIN/CREZZINI 2011; DOMÍNGUEZ-RODRIGO u. a. 2012); eine zufällige Entstehung kann daher ausgeschlossen werden. Im Proximalbereich der Phalanx finden sich zudem vier kurze, parallele Linien mit Tiefen von bis zu einem Millimeter (Kerben 7–10). Die Einkerbungen sind im Distalbereich des Knochens sowie zum Teil auf der Oberfläche leicht beschädigt bzw. erodiert.

Mithilfe von μ CT-scans (phoenix 320 V | tome | xm) und 3D Digitalmikroskopie (Keyence VHX-5000) war eine nähere Charakterisierung der Kerben möglich (LEDER u. a. 2021). Die Kerben bestehen aus steilen, teils gestuften Vertikalflächen und winkelig daran anschließenden, relativ glatten Horizontalflächen (Abb. 7). Der innere Profilwinkel der Kerben der linken Seite (Kerben 1–3) reicht von $127,0^\circ$ bis $149,4^\circ$, während auf der rechten Seite (Kerben 4–6) Winkel zwischen $66,8^\circ$ und $102,3^\circ$ gemessen wurden. Bei den Kerben 1, 4 und 5, konnten zudem Mikroschnittspuren an der Kerbenbasis identifiziert werden, sogenannte *internal striations*, die von schneidenden Bewegungen zeugen.

Experimente

Um die Herstellungsweise dieser Kerben nachzuvollziehen, wurden mithilfe von Feuersteinklingen Schnitzexperimente an Bovidenphalangen durch-

LabID	$\delta^{13}\text{C}$ AMS [‰]	C [%]	Kollagen [%]	C:N	pMC	^{14}C -Alter (BP)	SD (\pm)	Cal 2-sigma (calBP)	Kommentar
Poz-118511	–	–	–	–	–	>45,000	–	–	Mindestalter
MAMS-45842	-22.9	17.4	0.2	3.3	–	29,340	180	34,325–33,395	geringer Kollagengehalt
MAMS-45843	–	–	–	–	–	–	–	–	kein Kollagen
KIA-55192	-20.3 \pm 0.2	41 \pm 2	4.0	–	0.26 \pm 0.08	47,800	+2800/ –2100	>55,000–47,492	
Poz-119359	–	–	–	–	–	>46,000	–	–	Mindestalter
GrM-x*	–	32.7	0.17	2.6	–	–	–	–	geringer Kollagengehalt
GrM-22136	-19.77	41.4	1.5	3.1	–	>45,000	–	–	Mindestalter
Poz-120035	–	–	–	–	–	>47,000	–	–	Mindestalter
GrM-22137	-19.96	39.9	0.8	3.1	–	>45,000	–	–	Mindestalter

Tab. 3 Radiometrische Daten vom Eingangportal der Einhornhöhle (Stelle 4). Altersangaben sind absteigend nach ihrer Höhe NHN sortiert. ^{14}C -Altersangaben wurden mithilfe der OxCal 4.4 Software berechnet, die auf der IntCal20 Kalibrationskurve beruht (BRONK RAMSEY u. a. 2020; REIMER u. a. 2020). *nicht erfolgreiche Datierungsversuche werden von CIO ohne LabID angegeben (Tabelle: D. Leder, NLD).

geführt (LEDER u. a. 2021; *Abb. 8*). Die Experimente mit unterschiedlich vorbereiteten Knochen legen nahe, dass die Phalanx wahrscheinlich zunächst mindestens zwei Stunden vor der Bearbeitung gekocht und dann getrocknet wurde, um die harte Oberfläche aufzuweichen. Luftgetrocknete Knochen ließen sich demgegenüber erheblich schlechter, und frische Knochen kaum sinnvoll bearbeiten. Das gleiche Problem wurde auch bei anderen Schnittexperimenten mit nahezu frischen und luftgetrockneten Knochen beobachtet (WALLDUCK/BELLO 2018).

Die Experimente legen nahe, dass der Riesenhirschknöchel nach dem Abkochen zunächst getrocknet und dann senkrecht eingeschnitten wurde, um Kerben zu erzeugen. Nach dem senkrechten Schnitt wurde die Horizontalfläche durch Schaben abgeteufelt, woraus dann die Kerben resultierten. Bei wiederholtem Einschneiden konnten gestufte Profile an der Vertikalfläche entstehen, wie sie auch am verzierten Knochen der Einhornhöhle beobachtet wurden. Basale Schnittspuren entstanden ebenfalls beim Einschneiden der Kerben in die Knochensubstanz. Für jede im Experiment erzeugte Kerbe mit einer Tiefe von 2 mm benötigten die Beteiligten jeweils etwa 10 Arbeitsminuten. Daraus ergibt sich zur Fertigung der verzierten Phalanx mit sechs Kerben eine geschätzte Arbeitszeit von etwa 90 Minuten.

Die geometrische Anordnung des Winkelmusters, die investierte Zeit und die Auswahl eines Knochens vom Riesenhirschen – der größten nachgewiesenen Tierart im Fossilgut der Schicht 4.5 – sprechen für eine gezielte Herstellung der Verzierung für eine, allem Anschein nach, symbolische Bedeutung des Knochens. Der verzierte Riesenhirschknöchel der Einhornhöhle ist damit ein einzigartiges Zeugnis der kognitiven Fähigkeiten des Neandertalers. Die verzierte Phalanx könnte, in aufrecht gestellter Position mit dem Winkelmuster nach oben ausgerichtet, eine figurale Bedeutung gehabt haben.

Höhleneingangsbereich – Absolute Datierung

Um das Alter des Schichtpakets und vor allem des verzierten Riesenhirschknöchels zu ermitteln, wurden drei Holzkohle- und sechs Knochenproben aus den Schichten 4.5 und 6 mithilfe der ^{14}C -Methode in verschiedenen Laboren datiert (*Tab. 3*). Bei der Auswahl der Knochen wurden solche mit Schnitt- und Bearbeitungsspuren bevorzugt ($n = 4$). Unter diesen befindet sich auch der verzierte Riesenhirschknöchel, der im Leibniz Labor der Universität Kiel datiert wurde. Das kalendarische Alter der Proben wurde mit der Software OxCal v.4.4 berechnet, die die Kalibrationskurve IntCal20 verwendet

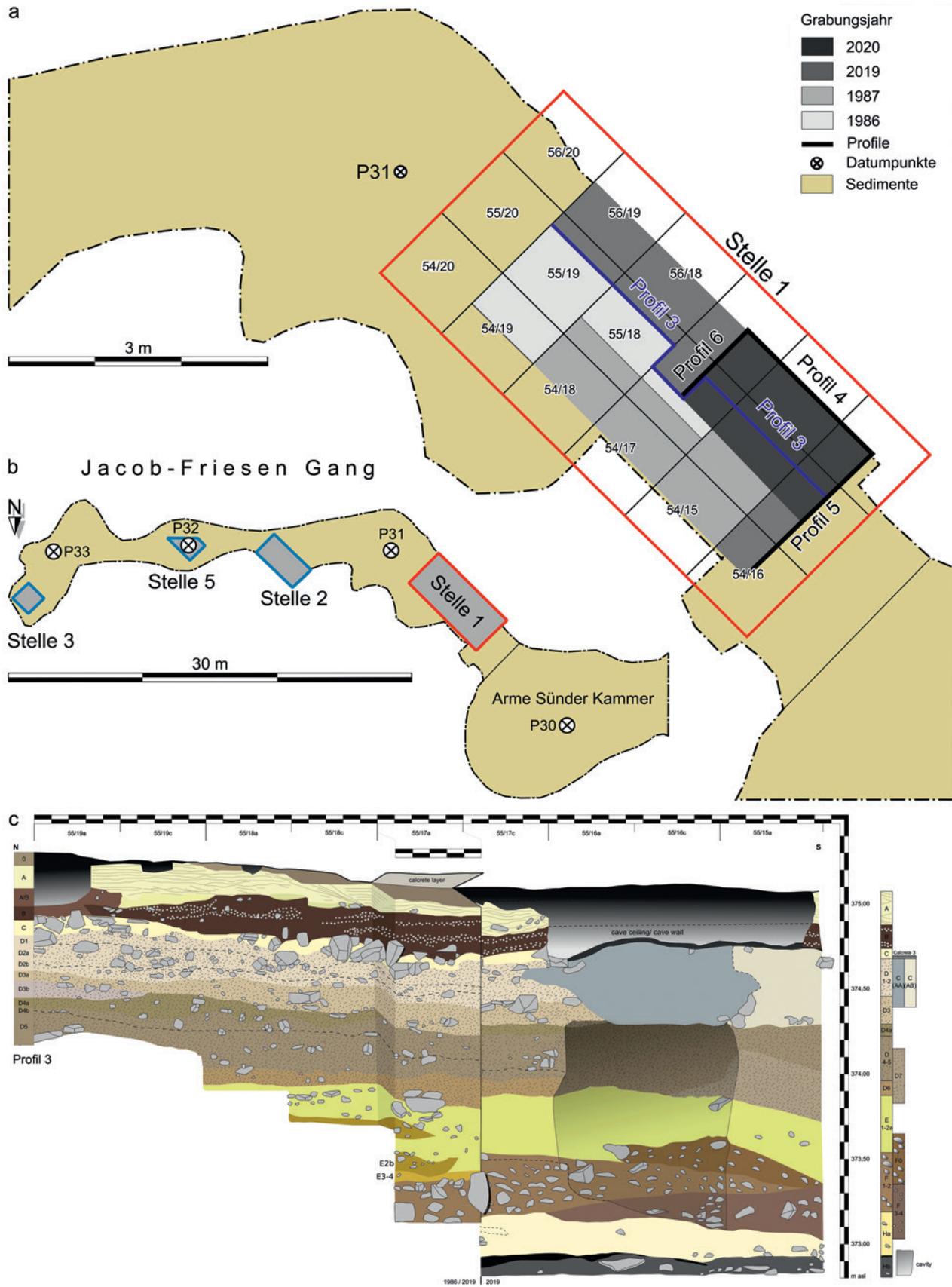


Abb. 9 Grabungsstellen und Stratigraphie des Jacob-Friesen-Gangs. **a** Grabungsareale der 1980er und 2000er Jahre an Stelle 1. **b** Plana der Stellen 1–3 und 5 im Jacob-Friesen-Gang. Grabungsnord weicht um 122,3° Richtung OSO von geographisch Nord ab. **c** Längsprofil (Profil 3) der Stelle 1. Stand 2019 (Grafik: D. Leder, NLD).

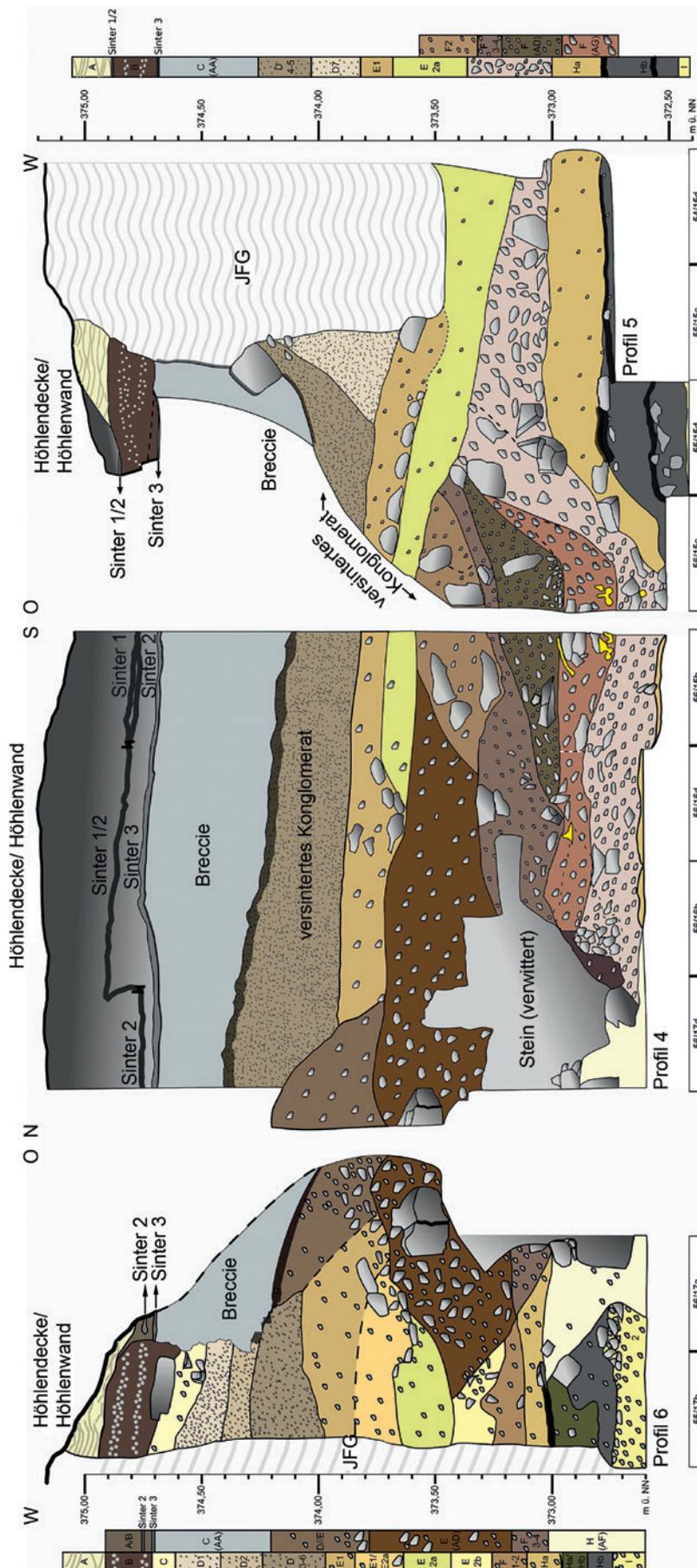


Abb. 10 Stratigraphie der Stelle 1 im Jacob-Friesen-Gang, Profile 4–6. Stand Oktober 2020 (Grafik: D. Leder, NLD).

(BRONK RAMSEY u. a. 2020; REIMER u. a. 2020). Drei Knochen enthielten nur wenig (MAMS-45842) oder gar kein Kollagen (MAMS-45843, GrM-x; LEDER u. a. 2021). Die drei Holzkohlen- und zwei weitere Knochenproben ergaben kalibrierte Minimalalter von >47.000 bis >49.000 cal BP. Der verzierte Knochen ergab ein Radiokarbonalter von 47.800 +2800/-2100 Jahren. Bei doppelter Standardabweichung (2-sigma) ergibt sich somit ein kalibriertes Minimalalter von 47.492 bis > 55.000 cal BP.

Jacob-Friesen-Gang – Stratigraphie und Fundübersicht

Die Grabungen der 1980er Jahre im Jacob-Friesen-Gang (JFG) erfolgten an vier Stellen (Stellen 1–3 und 5) und erreichten dabei eine maximale Tiefe von ca. 2,5 m unter der Höhlendecke (*Abb. 3* u. 9; VEIL 1989). Die Stratigraphie der verschiedenen Stellen lässt sich dabei gut korrelieren. Bohrungen der 1980er Jahre lassen zudem weitere über 15 m mächtige Sedimente darunter erwarten (NIELBOCK 1989). Die Grabungen im Jacob-Friesen-Gang fanden ab dem Jahr 2015 vor allem an Stelle 1 und in der Arme-Sünder-Kammer statt. Letztere lieferte bislang nur gestörte Sedimente, sodass sich die nachfolgenden Ergebnisse vor allem auf Stelle 1 beziehen.

Die Ablagerungen im Jacob-Friesen-Gang und auch in Stelle 1 bestehen vorwiegend aus klastischen Sedimenten der Kornfraktion Schluff, die vom Höhleneingang kommend gravitativ verlagert worden sind (VEIL 1989; NIELBOCK 1989). An Stelle 1 lässt sich die Stratigraphie wie folgt zusammenfassen (*Abb. 9* u. *10*).

Sinter 1

1 cm dicke Bodensinterlage, die partiell ausgeprägt der Schicht A aufliegt

Schicht A

Hellbeiger Dolomiltutit mit feiner Laminierung, bis 20 cm mächtig. Einige Knochenfunde, vor allem Kleinsäuger und Fledermäuse

Sinter 2

1 cm dicke Bodensinterlage, die partiell ausgeprägt der Schicht B aufliegt

Schicht B

Brauner Schluff mit Lagen verrundeter Dolomite, bis 30 cm mächtig, einige Knochenfunde, wenig Höhlenbär. Ein homogener rot-brauner Schluff an Stelle 3 wird als B1 bezeichnet und korreliert wohl mit der Schicht 3 des Eingangsbereichs. Schicht B korreliert dagegen mit Schicht 4.5 im Eingangsbereich (LEDER u. a. 2021)

Sinter 3

1–2 cm dicke Bodensinterlage, die kontinuierlich ausgeprägt der Schicht C aufliegt

Schicht C

Beiger Schluff mit Blockwerk, teils durchsintertes Konglomerat, nahezu fundleer

Schicht D

Grau-brauner Schluff mit Dolomitgrus, teils durchsintertes Konglomerat. Knochenfunde nehmen mit der Tiefe zu, Artefakte treten in den Sedimenteinheiten D3–7 auf.

Schicht E

Beiger bis curry-gelber Schluff, teils mit verwitterten Blöcken. E2a steht mit einem Erosionsereignis in Verbindung, das darunterliegende Schichten kappt (*Profil 5* in *Abb. 10*). Viele Knochen, vor allem Höhlenbären und Kleinsäuger, viele Artefakte (1. Hauptfundschrift)

Schicht F

Braun-grauer Schluff mit verwitterten Blöcken. Viele Knochen, vor allem vom Höhlenbären und Kleinsäuger, einige Artefakte

Schicht G

Beiger Schluff mit Blockwerk, einige Knochen vor allem vom Höhlenbären, wenige Kleinsäuger, einige Artefakte

Schicht H

Obere Sedimenteinheit (Ha) ist ein beiger Schluff mit kleinen Manganeinschlüssen. Ein wenige Millimeter dickes schwarzes Band, H(J), trennt den darunterliegenden grauen Schluff Hb ab, bei dem es sich wohl um eine Aschenlage handelt (siehe unten). Viele Knochen vor allem von Höhlenbären und Kleinsäufern (Nagetierschicht), viele Artefakte (2. Hauptfundschrift)

Schicht I

Gelblich beiger Schluff mit wenigen Manganeinschlüssen (ähnlich Ha). Viele kantenverwitterte Steine von Faustgröße. Knochen vor allem vom Höhlenbären, einige Kleinsäuger, wenige Artefakte

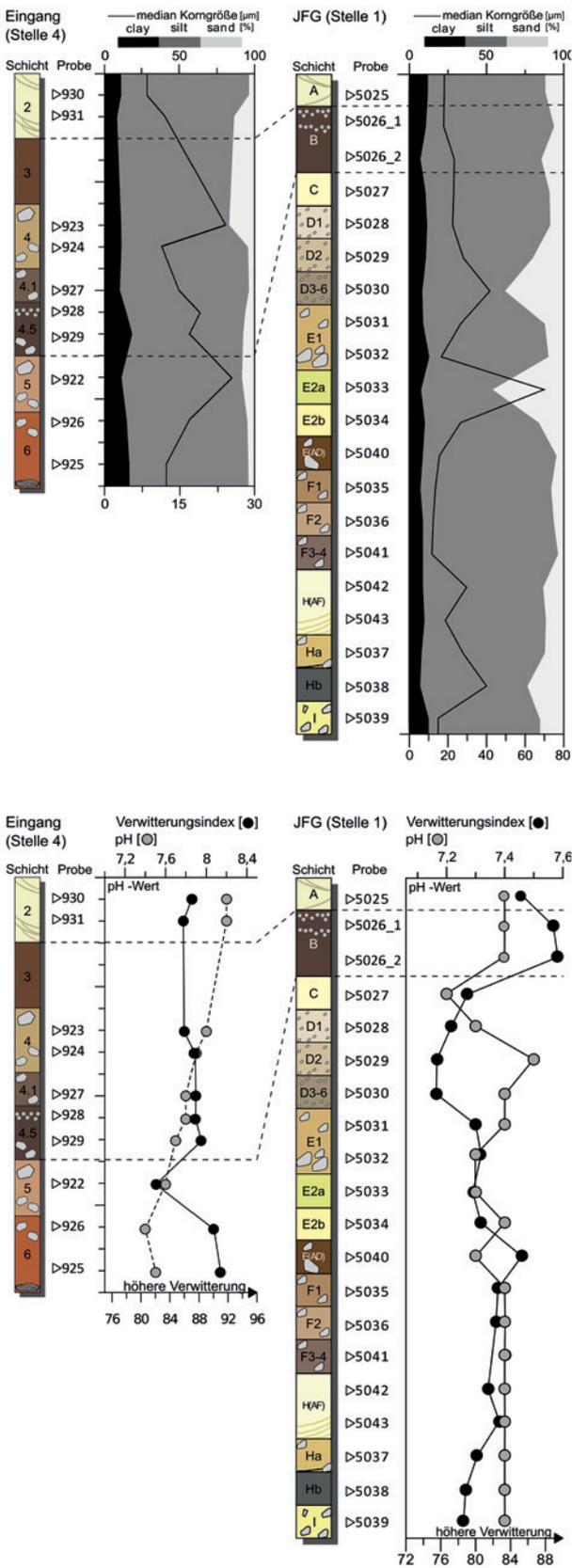


Abb. 11 Sedimentanalysen der Stellen 1 und 4 (Grafik: P. Hoelzmann u. D. Leder, NLD).

Sedimente des Jacob-Friesen-Gangs und des Eingangsportals

Für die Charakterisierung der <2mm-Sedimente des Profiles am Eingangsportal und des Jacob-Friesen-Ganges wurden die Korngrößen, ausgewählte Elemente (Al, Ca, Fe, K, Na, Mg, Mn, P als PO_4) und der daraus resultierende Verwitterungsindex, die Kohlenstoffgehalte (TC = gesamter Kohlenstoffgehalt; TIC = gesamter anorganischer Kohlenstoffgehalt, TOC = gesamter organischer Kohlenstoffgehalt), die Mineralzusammensetzung der Sedimentanteile <2mm sowie die pH-Werte bestimmt (Methoden siehe LEDER u. a. 2021, in Vorb.).

Für alle Sedimentproben liegt der Median der Korngrößenverteilung in der Schlufffraktion zwischen $11,8\mu\text{m}$ und $69,9\mu\text{m}$ und es handelt sich bei allen Proben um lehmigen Schluff mit meist nur geringen Feinsandanteilen (Abb. 11). Anhand der Elemente (Al, K, Na) wurde der Verwitterungsindex berechnet (NESBITT/YOUNG 1982), der den Verwitterungseinfluss auf die Sedimente charakterisiert: Zunehmende Werte des Verwitterungsindex deuten auf einen höheren Einfluss der Verwitterung auf die Sedimente hin, die dadurch eine Anreicherung von Schichtsilikaten (Tonmineralien), Silikaten und Quarz sowie feinere Korngrößen aufweisen. Die Sedimente des Eingangsportales weisen leicht höhere Verwitterungsindizes auf als die Sedimente des JFG innerhalb der Höhle, da die Verwitterungsintensität im Innenbereich der Höhle abnimmt. Generell liegen aber beide Profile in einem ähnlichen Bereich des Verwitterungsindex.

Die organischen Kohlenstoffgehalte sind durchweg gering (0,1–2,9% TOC), was auf den Abbau der organischen Substanz aufgrund des hohen Alters der Sedimente zurückzuführen ist. Im JFG sind die TOC-Gehalte im Vergleich zum Westprofil am Eingangsportal im unteren Abschnitt erhöht, was vermutlich an der Ablagerung innerhalb des Höhlenbereiches liegt. In beiden Aufschlüssen ist Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) das dominierende Mineral, welches in unterschiedlichen Gehalten von Calcit (CaCO_3), Quarz (SiO_2), Schichtsilikaten (Muskovit, Illit, Kaolinit- und Chloritgruppe) sowie Feldspate (z. B. Orthoklas und Anorthit) begleitet wird. Aufgrund der hohen Karbonatgehalte (CO_3) liegen die pH-Werte im sehr schwach bis schwach alkalischen Bereich (pH 7,2 bis pH 8,3). In den Schichten der Knochenfunde des Eingangsportals (Schicht 4.5)



Abb. 12 Übersicht und Details der grauen Ascheschicht Hb an Stelle 1. **a** Schicht Hb im Planum. **b** Rötlicher, verbrannter Dolomit im Planum. **c** Goethitkonkretionen im Planum. **d** Detailansicht eines Zwischenplanums der Schicht Hb (südliche $\frac{1}{4}$ m² 55/15b und 56/15a). Blick jeweils Richtung Grabungssost (Fotos: C. Röhding, NLD).

treten zudem die höchsten Calcitgehalte auf, die auch zur guten Erhaltung der Knochen beigetragen haben.

Jacob-Friesen-Gang – eine *in situ* Ascheschicht (Schicht Hb)

Während das Gros der Sedimente des Jacob-Friesen-Ganges durch gravitative Massenbewegung an Stelle 1 gelangt ist, finden sich an der Basis der freigelegten Schichtenfolge in Sedimenteinheit Hb Anzeichen einer *in situ* Lage. Das graue schluffige Sedimentpaket ist 30–40 cm mächtig und zeigt

kleinräumig Wechselschichtungen mit den Sedimenteinheiten Ha und I auf (Abb. 12). Holzkohlen (39,9 g) sind in Schicht Hb nicht nur zahlreich, sondern auch – im Gegensatz zu anderen Schichten – als größere Fragmente erhalten (Abb. 13). Erste Analysen an fossilen Holzfragmenten und Holzkohlen aus den Schichten Ha und Hb liefern Nachweise von Fichte (*Picea abies*) und/oder Lärche (*Larix sp.*) (Bestimmungen M. Sietz, NLD, und F. Bittmann, NihK). Fichten kommen heute im Harz erst ab 700 m NHN vor, während Lärchen in der Harzregion nur im Pleistozän nachgewiesen werden konnten (RICKEN/GRÜGER 1988). Auffällig in Schicht Hb sind zudem das Vorkommen rosa bis

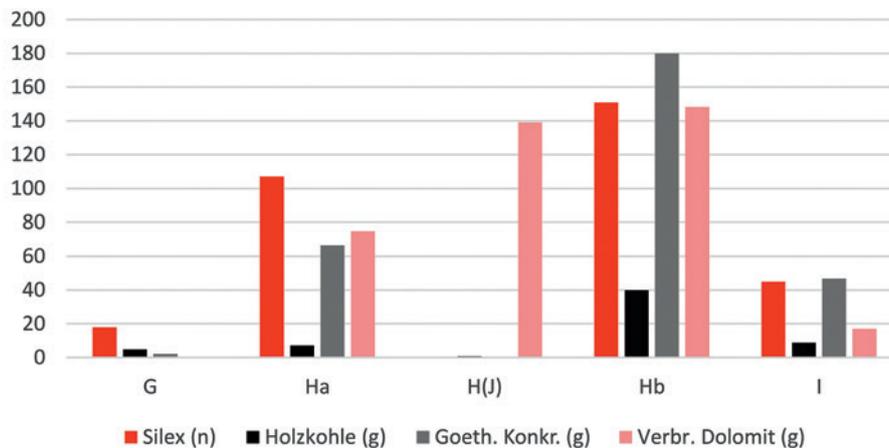


Abb. 13 Steinartefakte und verbranntes Material aus den Schichten G bis I (Grafik: D. Leder, NLD).

rötlich verfärbter Dolomitfragmente (\varnothing 2–5 cm; 148,3 g) sowie eines schwarzen, schlackenartigen Materials (180,0 g). Bei dem verfärbten Dolomit handelt es sich um halbgebrannten Dolomit (Temperaturen $< 900^\circ\text{C}$), während das schwarze Material wohl als Goethitkonkretion mit Mangananreicherungen anzusprechen ist (freundl. Mitt. W. Ließmann, TU Clausthal). Beide Materialien kommen in Verbindung mit der dunkelgrauen Schicht Hb vor oder kommen aus Bereichen, die eine Schichtgrenze mit Hb bilden (Ha, H(J) und I). Ob die Dolomitfragmente und die Goethitkonkretionen funktional mit einer Feuernutzung in Verbindung stehen (HEYES u. a. 2016), oder ob sie auf natürlichem Wege entstanden sind, ist Gegenstand weiterer Untersuchungen. Es fällt allerdings auf, dass lithische Artefakte, meist in Form von Absplissen, in Hb ebenfalls häufiger vertreten sind als in allen anderen Sedimenteinheiten ($n = 151$). Vier der acht Grundformen $> 1\text{ cm}$ aus Hb wurden weiter modifiziert und spiegeln das typische Werkzeugspektrum wider: eine Kerbe, ein kantenretuschiertes Stück, ein gekerbtes und gezähntes Stück mit Kantenretusche sowie ein Bohrer. Die räumliche Verteilung der Holzkohlen, des angebrannten Dolomits und des schwarzen Materials korrespondieren, während die Steinartefakte ein abweichendes Verteilungsbild zeigen (Abb. 14). Steinartefakte finden sich häufiger in den östlichen Quadranten (56/15–17), während die anderen Materialien weiter westlich (Quadranten 55/15–17) konzentriert sind.

Die verschiedenen Hinweise auf Feuernutzung sprechen für eine *in situ* Situation, ohne dass eine eindeutige Feuerstelle in der Grabungsfläche iden-

tifiziert werden konnte. Die Holzkohlen und verbrannten Dolomite aus einer 30–40 cm mächtigen Sedimenteinheit lassen eine mehrphasige Ascheschicht vermuten. Die homogene Verteilung des verbrannten Materials auf einer Fläche von derzeit ca. $1,5\text{ m}^2$ spricht für ein Ausfeigen und anschließendes Vertreten einer oder mehrerer Feuerstellen durch den Neandertaler (MILLER u. a. 2010). Dies lässt eine mehrfache Nutzung dieses Bereiches annehmen, der etwa 30 m vom Eingangsbereich entfernt liegt und mit einer lichten Höhe von mehr als 2,30 m und einer verfügbaren Raumbreite von mindestens 5 m in dieser Zeit gut begehbar war. Unter günstigen Bedingungen mag diese Stelle noch im Tageslichtbereich gelegen haben. Ob der Befund tatsächlich – wie hier vorgeschlagen – auf wiederholte menschliche Begehungen und/oder Überprägungen zurückgeht, soll mit mikromorphologischen Untersuchungen geprüft werden (ALDEIAS 2017; GOLDBERG u. a. 2017; MILLER u. a. 2010).

Jacob-Friesen-Gang – Mittelpaläolithische Steinartefakte

Das lithische Inventar aus dem Jacob-Friesen-Gang besteht aus insgesamt 739 Artefakten, die zwischen 1985 und 2020 ausgegraben worden sind (Tab. 4 u. 5). Das Gros der Funde kommt aus Stelle 1 (91,6%). Absplisse und Trümmer überwiegen deutlich (86,3%), gefolgt von Abschlägen (9,9%), Klingen/Lamellen (1,6%) und Kernen (1,2%) (Abb. 15 u. 16). Dabei lieferten die Schichten E, F und H das Gros der Artefakte an Stelle 1 (82,2%). Die unter-

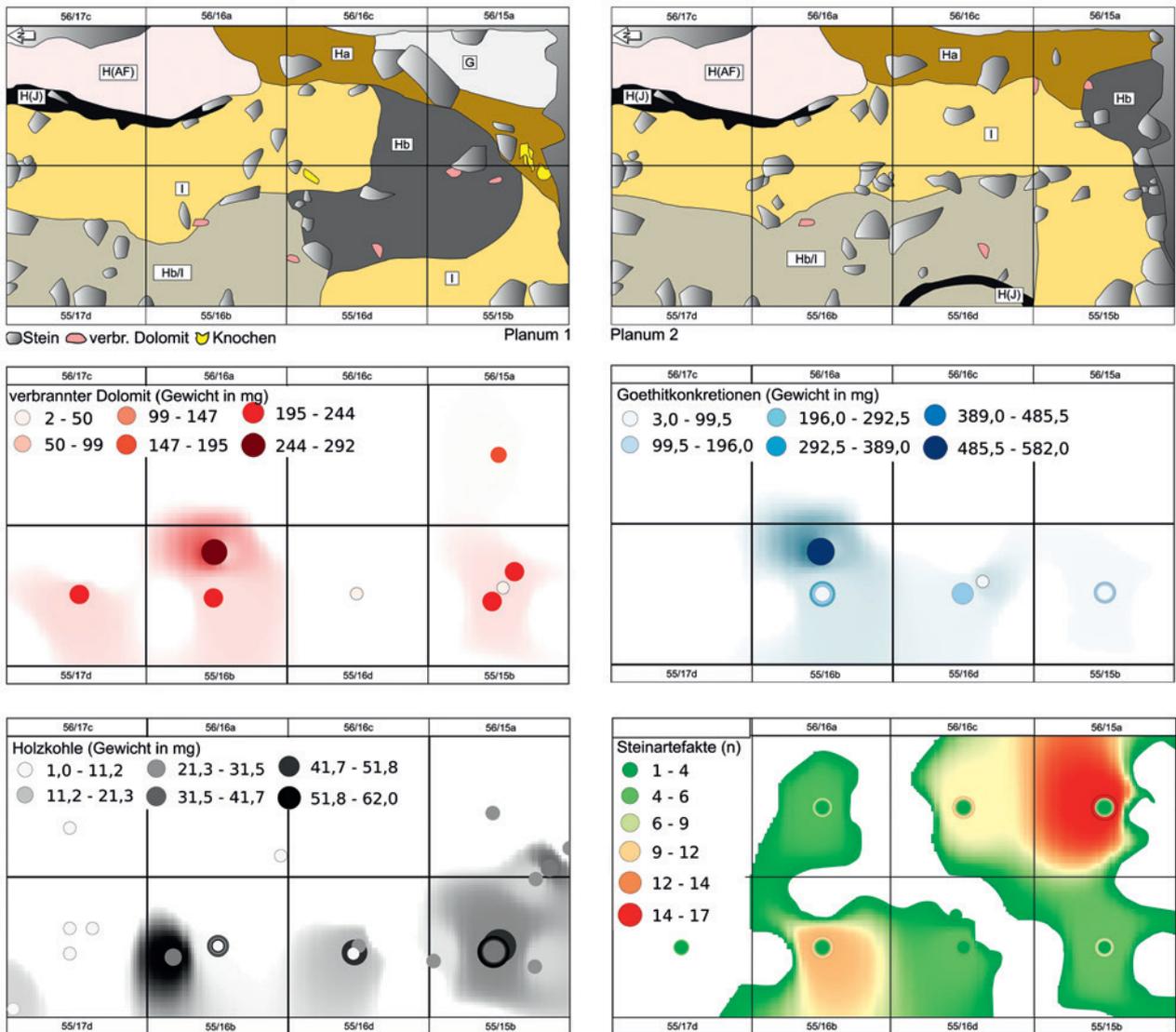


Abb. 14 Verteilungspläne und Verteilungsdichten des verbrannten Materials und der Steinartefakte in Schicht Hb. Die Steinartefakte zeigen ein anderes Verteilungsmuster als die anderen Materialien. Funddichte berechnet mit Inverse Distance Weighting in QGIS 3.12 (Grafik: D. Leder, NLD).

schiedlichen Fundmengen lassen sich nicht allein durch die Größe der gegrabenen Flächen erklären. So ist Schicht D an den Stellen 1, 2 und 5 aufgeschlossen, hat jedoch relativ wenige Funde geliefert. Darunterliegende Schichten finden sich meist nur an Stelle 1. Schicht G beschränkt sich dagegen auf den südlichen Teil der Stelle 1, was die geringe Fundmenge erklären kann. Schicht I konnte bislang nur in Bereichen nahe unter der Schichtgrenze zu Hb aufgeschlossen werden und hat daher nur geringe Fundmengen geliefert. Ein wesentlicher Faktor mag der Abstand zur Höhlendecke gewesen sein, der es Neandertalern erst ab ca. 1,70 m lichter Höhe (Schicht F3–4) erlaubte, sich aufrecht im Jacob-Friesen-Gang zu bewegen. Dieser „Gang“ ist

allerdings nur der kleine, durch die Grabung von Jacob-Friesen wieder begehbare Ausschnitt einer ehemaligen Gewölbehalle, für die eine ca. 300 m² große Grundfläche im jüngeren Mittelpleistozän angenommen wird.

Die Neandertaler der Einhornhöhle nutzten zumeist lokale Rohmaterialien wie Grauwacke, Hornfels, Kieselschiefer, Rhyolit und Quarzit, die überwiegend im Nahbereich nordöstlich der Höhle im Harz anstehen. Dagegen ist Feuerstein wahrscheinlich aus 30 km nördlicher Richtung nahe Seesen herangebracht worden (VEIL 1989). In einem Falle wurde ein rekristallisierter Tuff genutzt, um ein bifazielles Gerät, einen Faustkeil, herzustellen (Schicht D4–5). Eine wahrscheinliche Rohstoff-

	Stelle 1	Stelle 2	Stelle 3	Stelle 4	Stelle 5	ASK	Summe	%
Abschlag	56	10	0	1	2	4	73	9,9
Klinge/Lamelle	7	1	0	2	1	1	12	1,6
Abspliss	363	7	0	2	3	6	381	51,6
Trümmer	237	15	0	2	1	2	257	34,8
Kern	9	0	0	0	0	0	9	1,2
sonstige	5	0	1	0	0	1	7	0,9
Summe	677	33	1	7	7	14	739	100,0
%	91,6	4,5	0,1	0,9	0,9	1,9	100,0	

Tab. 4 Verteilung der Steinartefakte über die Stellen 1 bis 5 und Arme-Sünder Kammer (ASK) (Tabelle: D. Leder, NLD).

	D	E	F	G	H	I	andere	Summe	%
Abschlag	5	12	9	7	19	3	1	56	8,3
Klinge/Lamelle	1	1	1	1	2	0	1	7	1,0
Abspliss	24	110	64	14	127	22	10	371	54,8
Trümmer	4	33	41	8	122	16	5	229	33,8
Kern	0	5	2	1	1	0	0	9	1,3
sonstige	0	1	2		2	0	0	5	0,7
Summe	34	162	119	31	273	41	17	677	100,0
%	5,0	23,9	17,6	4,6	40,3	6,1	2,5	100,0	

Tab. 5 Stratigraphische Verteilung der Steinartefakte an Stelle 1 (Tabelle: D. Leder, NLD).

quelle bilden die Rotliegend-Gesteine aus dem Südharz nahe Ilfeld, ca. 25 km östlich der Einhornhöhle. Die Hälfte aller Artefakte trägt keine natürlichen Flächenreste, während ca. ein Drittel der Objekte eine natürliche Oberfläche von $> 2/3$ aufweist. Von den 57 Grundformen mit natürlichen Flächen tragen ca. 25% eine Flussschotterrinde. Nahe gelegene Rohmaterialquellen dürften somit die Vorläufer der heutigen Flüsse Oder und Bremke gewesen sein, während Grauwacke heutzutage bereits wenige Meter unterhalb der Einhornhöhle ansteht. Das ausgewählte Rohmaterial ist insgesamt sehr feinkörnig und damit gut zur Bearbeitung geeignet, dennoch zeigen einige Artefakte kleine Risse und Einschlüsse. Das feinkörnige Rohmaterial ist wohl bewusst aufgrund seiner Eigenschaften ausgewählt worden, um es dann in Abschlüge und Werkzeuge umzuarbeiten.

Charakteristisch für das lithische Inventar sind gedrungene (Median Länge: Breite = 1,1) und relativ dicke (Median = 9 mm) Abschlüge, die zumeist rechteckige bis unregelmäßige Formen haben. Die Grundformen zeigen vorwiegend glatte oder natürliche Schlagflächenreste (62,9%), während $< 1/3$

facettiert ist. Die Hälfte der Grundformen haben stumpfe Abbauwinkel $> 80^\circ$, während $1/3$ aller Schlagwinkel zwischen 60° und 80° liegt. Die Dorsalflächen der Grundformen weisen verschiedene Abbaurichtungen auf. Unipolar-parallele und bipolar-parallele Negative machen etwa $1/3$ aus, ebenso unipolar-laterale, bipolar-laterale und radiale Negative zusammengenommen. Dementsprechend sind die Grate der Dorsalflächen zumeist parallel (50,8%) oder weisen multiple Richtungen (42,9%) auf, was zu einer größeren Formenvielfalt führt. Rechteckige, breite und unregelmäßige Grundformen machen jeweils 20–30% des Inventars aus, während ovale/dreieckige Formen seltener sind (je $< 12\%$).

Eindeutig identifizierbare Produkte der Levalloismethode stammen vor allem aus den Schichten E und F, während aus den anderen fundführenden Schichten (D und G–I) jeweils nur einzelne Stücke vorliegen. Neben Levalloiskernen aus den Schichten E und F kommen auch ein Lamellenkern (Schicht E), ein Kombewakern (Schicht G) und zwei mögliche Quinakerne (Schichten E und H) vor. Damit liefert Schicht E mit Levallois-, Quina-

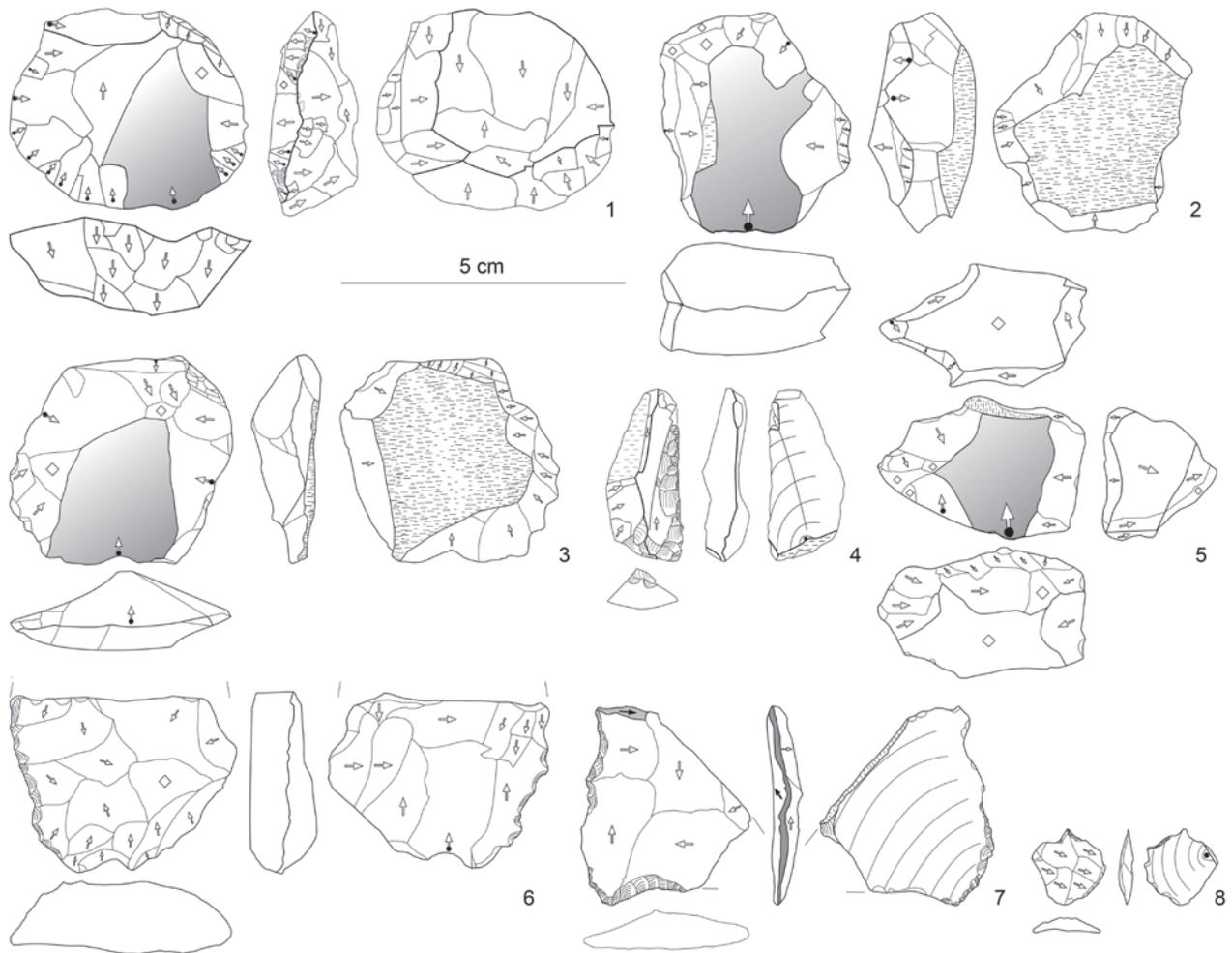


Abb. 15 Steinartefakte aus dem Jacob-Friesen-Gang. 1–3 Levalloiskerne, teils mit opportunistischer Abschlagproduktion (Nr. 1, 2), 4 einfacher Schaber aus Schicht H, 5 Levalloiskern, Quinakern oder opportunistische Abschlagproduktion an Querbruch, 6 Basalfragment des Faustkeils aus Schicht D, opportunistische Abschlagproduktion an Querbruch, 7 dorso-ventraler gekerbter Levalloisabschlag mit Tansversalstichel, 8 Mikrobohrer (Grafik: O. Sarhan/A. Michalak/D. Leder, NLD).

und Lamellenkonzept das technologisch breiteste Spektrum. Eine Zuordnung der wenig charakteristischen Abschlüge entweder zum Quinakonzept oder zu einem Präparationsstadium des Levalloiskonzepts war in den meisten Fällen nicht möglich, auch kann eine opportunistische Grundformproduktion nicht ausgeschlossen werden (Abb. 15 u. 16). Abschlüge der bifaziellen Überarbeitung sind nicht vorhanden.

Von den 92 Grundformen wurden 49 retuschiert (55,4%; Tab. 6). Mehr als 40% der Werkzeuge sind kantenretuschierte Stücke, gefolgt von ca. 1/3 gekerbten/gezähnten Stücken. Bohrer kommen regelmäßig vor (15,7%), während Schaber (5,9%) selten sind. Berücksichtigt man den klastischen Aspekt der Sedimente, so wird die Anzahl der kantenretuschierten und der gekerbten/gezähnten Stücke

sicherlich überschätzt, da Sedimentbewegung und Steintransport ebenfalls unregelmäßige Retuschen an Artefaktkanten erzeugen können. Kombinationsgeräte sind bisher selten ($n = 7$), kommen aber in allen Schichten vor und sind jeweils mit Kantenretuschen kombiniert. Drei Werkzeugklassen treten im Hinblick auf ihre stratigraphische Verteilung dagegen hervor. Das einzige bifaziale Gerät kommt aus Schicht D, Bohrer kommen zumeist in den Schichten E und F vor, während Schaber bislang auf Schicht H beschränkt sind.

Das Gros der retuschierten Grundformen besteht aus Abschlügen (78,3%), gefolgt von „Sonstigen“ (13,0%) und Klingen (8,7%). Das Verteilungsmuster entspricht dem der Grundformen, wobei die Anteile der Klingen und „Sonstigen“ umgekehrt sind. Es zeichnet sich eine positive Auswahl stabi-

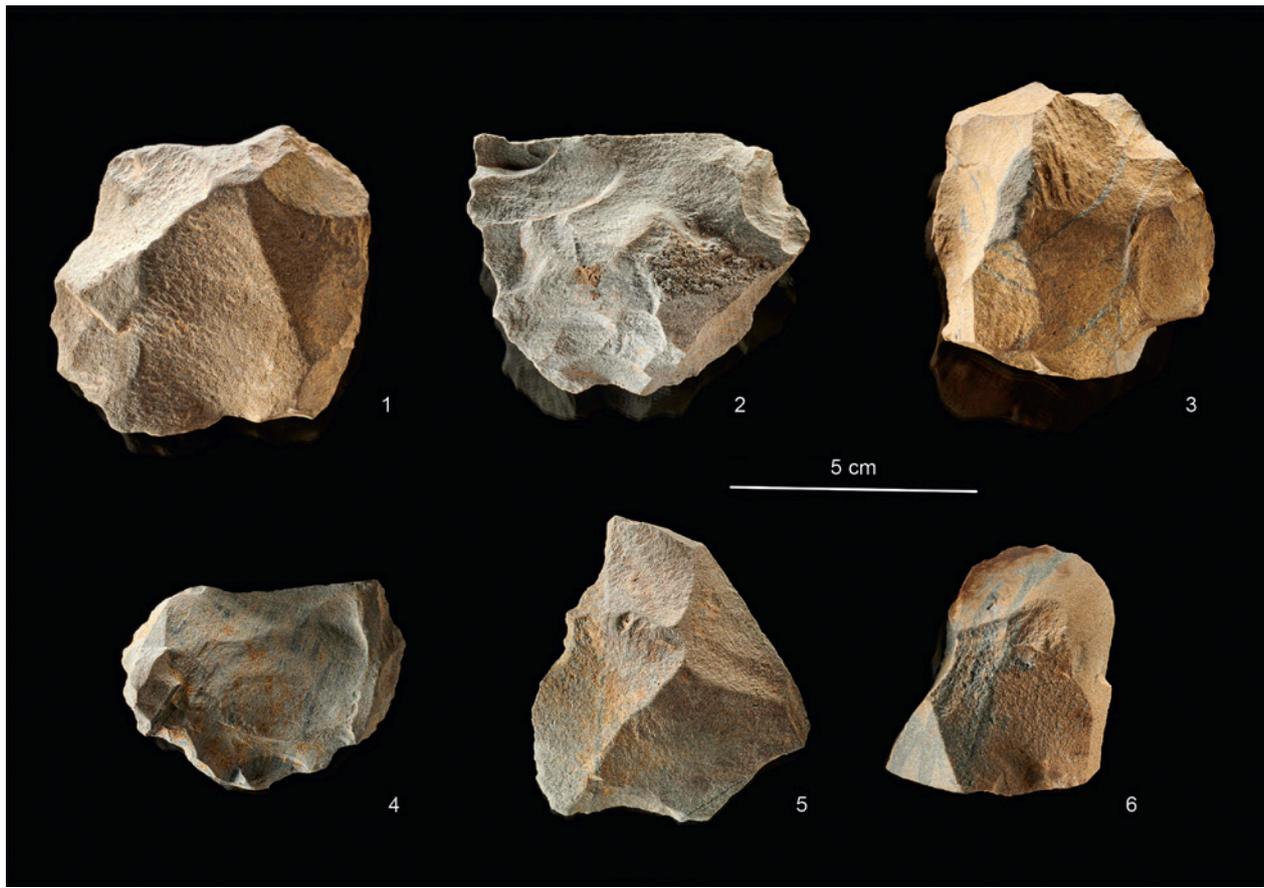


Abb. 16 Steinartefakte der Stelle 1 aus dem Jacob-Friesen-Gang. 1, 3 Levalloiskern, 2 Basalfragment des Faustkeils aus Schicht D, 4 Levalloisabschlag, 5 gekerbter Levalloisabschlag mit dorso-ventraler Retusche, 6 Abschlag mit distaler Gebrauchsretusche (Fotos: V. Minkus, NLD).

lerer Grundformen ab, die bevorzugt als Werkzeuge genutzt wurden. Werkzeugretuschen sind zumeist dorsal angebracht (42,3%), aber auch ventrale Retuschen (33,3%) und alternierende Retuschen (24,4%) kommen regelmäßig vor.

Jacob-Friesen-Gang – Faunenreste

Insgesamt wurden 1210 Großsäugerreste identifiziert, die während der jüngsten Ausgrabungen im Jacob-Friesen-Gang geborgen wurden. Identifizierte

	D	E	F	G	H	I	andere	Summe	%
Bifazielles Gerät	1	0	0	0	0	0	0	1	2,0
Schaber	0	0	0	0	3	0	0	3	5,9
gek./gez. Stücke	1	4	3	0	6	1	1	16	31,4
Bohrer	1	4	2	0	1	0	0	8	15,7
Kantenretusche	6	9	2	1	2	1	1	22	43,1
Endretusche	0	0	0	0	1	0	0	1	2,0
Summe	9	17	7	1	13	2	2	51	100,0
%	17,6	33,3	13,7	2,0	25,5	3,9	3,9	100,0	
Kombinationengeräte	1	2	2	0	1	1	0	7	12,1

Tab. 6 Stratigraphische Verteilung der Steinwerkzeuge an Stelle 1 (Tabelle: D. Leder, NLD).

Schicht	A	B	C	D	E	F	G	Ha	Hb	I	andere	Summe
Ungulata												
Elefant (<i>Elephantidae sp.</i>)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Wisent (<i>Bison sp.</i>)	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
Rothirsch (<i>Cervus elaphus</i>)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Wildschwein (<i>Sus scofra</i>)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
sehr großes Huftier	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
großes Huftier	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
medium Huftier	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
klein Huftier	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Carnivora												
Höhlenbär (<i>Ursus cf. spelaeus</i>)	4	3	10	185	216	107	43	180	96	43	65	952
Höhlenlöwe (<i>Panthera spelaea</i>)	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	4
Wolf (<i>Canis lupus</i>)	0	0	0	1	6	2	1	3	0	1	0	14
großes Raubtier	1	0	0	10	15	15	6	12	7	3	0	69
kleines Raubtier	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	4
Lagomorpha												
Feldhase (<i>Lepus cf. europaeus</i>)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Mammalia												
groß	2	1	0	0	6	3	1	1	2	1	1	18
medium	1	0	0	15	35	14	17	12	11	5	0	109
medium bis klein	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	4
klein	2	0	0	10	3	2	0	1	1	0	0	19
Summe NISP	11	9	10	226	283	150	71	212	119	53	66	1210
Schnittspuren*	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3
potentielle Schnittspuren*	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3
Karnivorverbiss*	6	2	1	28	40	22	5	20	11	7	0	142

* Anzahl der Knochen mit Modifikationen

Tab. 7 Faunenreste der Großsäuger vom Jacob-Friesen-Gang (Stelle 1) NISP = Number of Identified Specimens (Anzahl der identifizierten Exemplare) (Tabelle: D. Leder, NLD).

Tierarten und ihre Häufigkeiten sowie Modifikationen sind in Tabelle 7 aufgeführt. In diesem tiefen Teil der Höhle besteht das Großfauneninventar zu 85,9% aus großen Raubtieren, zu dem der Höhlenbär einen großen Anteil (78,7%) beisteuert. Auffällig ist der hohe Anteil an Milchzähnen (NISP = 500), der für eine ganzjährige Belegung der Höhle durch den Höhlenbären spricht (NIELBOCK 2021a). Huftiere sind ebenfalls vorhanden, aber sie machen nur 0,9% der Großfauna aus.

Die oberen Schichten A bis C zeichnen sich durch niedrige Fundfrequenzen (Σ NISP = 30) aus. Die geringe Fundinzidenz ist wahrscheinlich auf den engen Hohlraum zwischen Sedimentoberfläche und Höhlendecke zurückzuführen und die Überreste wurden wohl überwiegend durch Sedimenttransport hier abgelagert. In den Schichten D und E fehlen die Huftiere vollständig, während Bärenreste sehr häufig sind; der Wolf (*Canis lupus*) ist ebenfalls nachweisbar.

LabID	$\delta^{13}\text{C}$ AMS [‰]	C [%]	Kollagen [%]	C:N	^{14}C -Alter (BP)	SD	Cal 2-sigma (calBP)	SD	Kommentar
GrM-22169	-24.54	14.6	5.0	3.2	7760	35	8541	43	Schicht A, oben
GrM-22168	-21.70	12.8	1.3	3.1	>45000	–	>47000	–	Schicht A/B, Mindestalter
GrM-22165	-21.00	13.4	2.1	3.1	>45000	–	>47000	–	Schicht B, Mindestalter
GrM-22232	-20.88	42.4	8.5	3.2	>45000	–	>47000	–	Schicht B, Mindestalter
GrM-22164	-21.31	10.1	0.9	3.1	>45000	–	>47000	–	Schicht B, Mindestalter
GrM-22166	-21.93	14.2	4.1	3.1	>45000	–	>47000	–	Schicht B, Mindestalter
GrM-22167	–	–	–	–	–	–	–	–	Schicht C, kein Kollagen
GrM-22170	–	–	–	–	–	–	–	–	Schicht C, kein Kollagen

Tab. 8 Radiometrische Daten vom Jacob-Friesen-Gang der Einhornhöhle (Stelle 1). Altersangaben sind absteigend nach ihrer Höhe NHN sortiert. ^{14}C -Altersangaben wurden mithilfe der OxCal 4.4 Software berechnet, die auf der IntCal20 Kalibrationskurve beruht (BRONK RAMSEY u. a. 2020; REIMER u. a. 2020) (Tabelle: D. Leder, NLD).

Schicht F weist die größte Artenvielfalt in der stratigraphischen Abfolge der Stelle 1 auf. In dieser Schicht sind erstmals Überreste von Vögeln (*Corvus sp.*) und Elefanten (*Elephantidae sp.*) belegt. Das Vorkommen mehrerer Arten großer Raubtiere zusammen mit Steinartefakten sowie eines Knochens mit Schnittspuren belegen eine komplexe Folge von Begehungsereignissen und post-depositionellen Prozessen. In Schicht G sinkt die Anzahl der Tierreste. Huftiere fehlen in Schicht Ha nun vollständig, während Wölfe, Löwen und Höhlenbären gut vertreten sind. Neben der Anwesenheit dieser großen Raubtiere wird die menschliche Besiedlung vor allem durch lithische Artefakte und einen Knochen mit Schnittspuren belegt. In den Schichten Hb und I ist die einzige identifizierte Tierart der Höhlenbär und es fehlen Hinweise auf anthropogene Modifikationen an den Knochen.

Karnivorenverbiss ist mit 25,0% in den Schichten A-C am höchsten und fällt dann kontinuierlich ab. Während die Schichten D, E und F jeweils Werte um die 15–17% aufweisen, tragen lediglich 8,0% aller Knochen in Schicht G Karnivorenverbiss. Danach steigt der Wert wieder leicht an und erreicht 12,3% in Schicht I.

Obwohl die Steinartefakte die Anwesenheit des Neandertalers in der Einhornhöhle während der Bildung der unteren Schichten der Stelle 1 deutlich belegen, bilden anthropogene Modifikationen an Faunenresten die Ausnahme. Der Ursprung des Großfauneninventar der Stelle 1 ist daher primär

auf das Lagerplatzverhalten großer Karnivoren, vor allem des Bären, zurückzuführen. Die sporadischen Hinweise auf anthropogene Modifikationen an Knochen zeugen jedoch von einer Koexistenz von großen Raubtieren und Neandertalern im Südharz: Hominiden und große Raubtiere bewohnten die Einhornhöhle für Jahrtausende wohl immer wieder abwechselnd und kamen dabei selten miteinander in direkten Kontakt, wie etwa Schnittspuren an einem Karnivorenknochen aus Schicht Ha belegen.

Jacob-Friesen-Gang – Absolute Datierung

Neue Datierungen erlauben eine genauere Einschätzung der Zeitspanne, in der Neandertaler die Einhornhöhle als Aufenthaltsort genutzt haben. An acht Knochenproben der Schichten A bis C wurden am *Centre for Isotope Research in Groningen* (CIO) ^{14}C -Altersbestimmungen durchgeführt (Tab. 8). Das kalendarische Alter dieser Proben und einer alten Probe (BAIER 2004) wurde mit der Software OxCal v.4.4 berechnet, die die Kalibrationskurve IntCal20 verwendet (BRONK RAMSEY u. a. 2020; REIMER u. a. 2020). Ein Knochen aus dem oberen Bereich der Schicht A ergab ein kalibriertes Alter von 8.598 bis 8.430 cal BP (2-sigma; GrM-22169), was eine Einordnung in das ältere Atlantikum erlaubt. Die Zuordnung der Schicht A zum Holozän wird durch die Auswertungen der Kleinf fauna und der Fledermausreste bestätigt (NIELBOCK 1989; NIELBOCK

2021b). Aus der darunterliegenden, gemischten Schicht A/B lieferte ein Knochen ein kalibriertes Alter >47.000 cal BP (GrM-22168). Ein singuläres Datum an einer Holzkohle aus der Schicht B1 der Stelle 3 (BAIER 2004), ergibt ein kalibriertes Alter zwischen 47,936 und 43,232 cal. BP. B1 liegt stratigraphisch über der Schicht B, aus der vier weitere Knochenproben datiert werden konnten, die jeweils ein Minimalalter von > 47.000 cal BP ergaben (GrM-22164, GrM-22165, GrM-22166, GrM-22232). Die beiden Knochenproben der Schicht C (GrM-22167, GrM-22167) enthielten kein Kollagen.

Eine ESR-Datierung an einem Höhlenbärenzahn der darunterliegenden Schicht D, die Mitte der 1980er Jahren durchgeführt wurde, ergab ein Alter von 53–64ka und ein weiteres ESR-Datum an Sedimenten der Schicht E1 ergab eine Altersspanne von 86–131ka (NIELBOCK 1989). Eine vorläufige U-series/ESR-Datierung deutet an, dass Schicht E2b bereits in das MIS 6 (130–190 ka BP) datieren könnte. Somit ergibt sich folgende Chronostratigraphie: Schicht A datiert in das Frühholozän, darunter fehlen jedoch Sedimente des Spätglazials, die jünger als 40.000 Jahre wären (MIS 2 und 3). Im Liegenden folgt die Schicht B, die bereits zwischen 40.000 und 60.000 Jahre vor heute datiert und in das frühe MIS 3 gehört. Für Schicht C kann ein Alter von 60.000 bis 70.000 Jahren angenommen werden (MIS 4). Die darunter folgenden Schichten D1 bis E2a datieren in das MIS 5, wobei derzeit keine Schicht sicher dem Eem (MIS 5e) zugewiesen werden kann. Den Abschluss bilden die Schichten E2b bis I, für die sich ein Mindestalter von 130.000 Jahren vor heute ergibt (MIS 6). Die noch ausstehenden OSL- und Uran/Thorium-Datierungen mögen diese Ergebnisse modifizieren.

Diskussion – Die Einhornhöhle im mittelpaläolithischen Kontext

Nördlich des 50. Breitengrades finden sich in Mitteleuropa zu Beginn des Mittelpaläolithikums (vor ca. 300.000 Jahren) vor allem Freilandfundstellen, die in das MIS 8 bis MIS 6 datieren (RICHTER 2016). Diese Fundplätze umfassen z.B. solche in ehemaligen Kratern der Eifel, zu denen unter anderem Wannan, Tönchesberg (1A, 2a), Schweinskopf und Kährlich Jb im Rheinland zählen (Abb. 2). Dazu kommen eine Reihe von Freilandfundstellen aus Flusskontexten im nord- und mitteldeutschen

Tiefland, wie z.B. Lüchow-Dannenberg, Woltersdorf (Niedersachsen), Hundisburg (Sachsen-Anhalt), Zwenkau und Markkleeberg (beide Sachsen) (LAUER/WEISS 2018; RICHTER 2016).

Fundstellen des nachfolgenden Eem Inter-glazials (MIS 5e) kennen wir ausschließlich aus Freilandkontexten. Hier sind vor allem die Fundstellen Lehringen (Niedersachsen), Gröbern, Neumark-Nord 2/1 und 2/2 (beide Sachsen-Anhalt), Weimar-Ehringsdorf, Taubach (beide Thüringen) und Wallertheim A (Rheinland-Pfalz) zu nennen, die vor allem an eemzeitlichen Seen liegen (RICHTER 2016).

In die anschließende Frühweichseiszeit (MIS 5a–d) können dagegen nur wenige Fundstellen eingeordnet werden: Neumark-Nord 2/0 (Sachsen-Anhalt), Tönchesberg 2B und Wallertheim C, D (beide Rheinland-Pfalz). Möglicherweise lassen sich die Schichten D und E im Jacob-Friesen-Gang der Einhornhöhle ebenfalls in diesen zeitlichen Kontext stellen, was aber noch durch weitere Datierungen bestätigt werden muss.

Während des ersten Kältemaximums, MIS 4, scheint Mitteleuropa besiedlungsfrei gewesen zu sein, abgesehen von wenigen Ausnahmen, wie sie etwa sporadische Begehungen in Garzweiler im Rheinland nahelegen (UTHMEIER u.a. 2011). Eine kontinuierliche Belegung zeichnet sich bislang nur im südöstlichen Mitteleuropa (CYRECK u.a. 2014), wo mit der Biśnik Höhle und der Freilandstation Zwoleń (beide Südpolen) auch zwei unterschiedliche Fundstellentypen vertreten sind.

Die Fundinventare nach dem ersten Kältemaximum, dem MIS 3, lassen sich den Keilmessergruppen zuordnen, zu denen so bedeutende Fundstellen wie Salzgitter-Lebenstedt, Lichtenberg (WEISS 2020; beide Niedersachsen), Königsau A–C (Sachsen-Anhalt), Reutersruh, Rörshain (beide Hessen), und Zwochau (Sachsen) zu rechnen sind. Ob die nördlichste mittelpaläolithische Fundstelle Mitteleuropas, Drelsdorf in Schleswig-Holstein (HARTZ u.a. 2012), ebenfalls in einen späten Kontext gehört, werden weitere Arbeiten zeigen müssen.

Die Funde und Befunde der Stelle 4 an der Einhornhöhle legen nahe, dass der Bereich des Höhleneingangs vor mehr als 50.000 Jahren vom späten Neandertaler wiederholt aufgesucht und als Schlachtplatz genutzt worden ist. Die Faunenauswertung verweist dabei auf ein kühlgemäßigtes Klima mit Wald-, Wiesen- und Wasserflächen (NIELBOCK 2021b), wobei der Steppenanteil überwiegt.

Die wenigen Steinartefakte und das Fehlen einer Feuerstelle sind wohl auf die geringe Größe der bisherigen Grabungsfläche zurückzuführen. So weisen einige mittelpaläolithische Fundstellen eine funktionale Differenzierung der Siedlungsfläche auf (z. B. DEPAEPE 2001; VAQUERO u. a. 2001), die hier vermutet, aber noch nicht weiter konturiert werden kann.

Von besonderer Bedeutung ist der mit einem Winkelmuster verzierte Riesenhirschknochen, welcher in eindrucklicher Weise symbolisches Verhalten bei Neandertalern belegt und in Mitteleuropa einen einmaligen Fund repräsentiert. Mit einem gemittelten Alter von ~51.000 Jahren vor heute liegt der Fund zeitlich vor den ältesten Nachweisen des *Homo sapiens* in Europa. Aus der derzeit ältesten jungpaläolithischen Fundstelle Europas, Bacho Kiro in Bulgarien, liegen menschliche Fossilien und aDNA-Ergebnisse aus Schichten vor, die auf 45.500 cal BP datiert worden sind (HUBLIN u. a. 2020; FEWCLASS u. a. 2020; BARD u. a. 2020). Früheste jungpaläolithische Funde in Mitteleuropa sind dagegen mit der Schwäbischen Alb und dem Aurignacien verbunden. Sie datieren zwischen 43,5 und 38ka cal BP (HIGHAM u. a. 2012; 2014). Auch wenn hier menschliche Fossilien fehlen, so erlaubt die Verbindung zum Aurignacien eine Assoziation mit *Homo sapiens*. Die genannten Fundstellen haben die ältesten Musikinstrumente und geschnitzte Elfenbeinfiguren Europas geliefert (Schwäbische Alb), sowie einige Schmuckgegenstände (Schwäbische Alb und Bacho Kiro). Die genannten Fundkontexte datieren jedoch einige Jahrtausende jünger als der verzierte Riesenhirschknochen vom Eingangsbereich der Einhornhöhle. Ein Einfluss des modernen Menschen auf die Fertigung des verzierten Objektes durch den Neandertaler kann vor diesem Hintergrund ausgeschlossen werden. Die eigenständige Entwicklung und Umsetzung des Verzierungskonzeptes durch den Neandertaler erscheint somit als das wahrscheinlichste Szenario.

Die Funde und Befunde der Stelle 1 im Jacob-Friesen-Gang haben gezeigt, dass der Bereich vor allem als Bärenhöhle anzusprechen ist. Dennoch lassen sich in sechs übereinanderliegenden Fundschichten Steinartefakte nachweisen, die eine Nutzung der Einhornhöhle durch den Neandertaler belegen. Die jeweiligen Aufenthalte mögen von kurzer Dauer gewesen sein, müssen aber regelmäßig erfolgt sein. Die Auswertung der Kleinfafauna verweist für die Zeit der Anwesenheit des Neandertalers (Schichten D bis I) auf ein kühlgemäßigtes Klima

mit Wiesen-, Wald-, und Wasserflächen (NIELBOCK 2021b), wobei der Steppenanteil deutlich überwiegt und Waldelemente erst im unteren Teil der Stratigraphie zunehmen (Schicht H).

Die Sedimente der Stelle 1 sind vorwiegend gravitativ verlagert, wogegen *in situ* Sedimente wohl eher im Eingangsbereich und wenige Meter davon entfernt im Inneren des Jacob-Friesen-Ganges (Stelle 3) zu erwarten sind. Die Entdeckung einer *in situ* Kulturschicht mit Hinweisen auf Feuernutzung an der Basis der bisher ergrabenen Schichtenfolge an Stelle 1 ist eine wichtige Erkenntnis. Die Distanz von ca. 30m zum Eingang ist dabei für den Neandertaler ungewöhnlich, doch wahrscheinlich erreichte das Tageslicht im Pleistozän noch diesen Bereich. Die Datierungsergebnisse legen nahe, dass der Neandertaler die Einhornhöhle bereits während des MIS 6 und MIS 5 aufsuchte. Zusammen mit den radiometrischen Ergebnissen aus dem Eingangsbereich lässt sich nunmehr die Nutzung der Einhornhöhle auch für das MIS 3 nachweisen. Nach dem jetzigen Forschungsstand verfügt die Einhornhöhle damit über eine der längsten mittelpaläolithischen Stratigraphien in Mitteleuropa, wie sie sonst nur von wenigen anderen Fundstellen, wie z. B. der Biśnik Höhle in Polen (CYREK u. a. 2014), überliefert sind. Zusammen mit dem Nachweis der wiederholten Anwesenheit des Neandertalers sowie den guten Erhaltungsbedingungen für organisches Material, trägt die Einhornhöhle bemerkenswertes Potential für die Erforschung von Mensch-Umwelt-Beziehungen und des kulturellen Verhaltens des Neandertalers im nördlichen Mitteleuropa. Der verzierte, mindestens 51.000 Jahre alte Riesenhirschknochen der Einhornhöhle repräsentiert nicht nur das älteste verzierte Objekt Norddeutschlands, sondern ist ein herausragendes Zeugnis für eine vom anatomisch modernen Menschen unabhängige Entwicklung eines komplexen Musters und der Kommunikation über Symbole des Neandertalers.

Danksagungen

Wir danken den vielen Grabungshelfern für ihre Unterstützung, insbesondere Klaus Meyer (Herzberg am Harz) für seinen unermüdlichen Einsatz. Dankbar sind wir Frank Sieker von der Waygate Technologies GmbH, der das Projekt mit der Durchführung des μ CT-Scans unterstützt hat. Tim Koddenberg (Göttingen) gebührt besonderer Dank

für seine großartige Unterstützung im Bereich der 3D Digitalmikroskopie. Darüber hinaus bedanken wir uns bei Jürgen Vespermann (Roemer- und Pelizaeus-Museum Hildesheim), Ivo Verheijen (Schöningen) und Ángel Blanco Lapaz (Tübingen) für die Hilfe bei der Identifizierung des Riesenhirschknochens. Für die Konservierung der Faunenreste möchten wir uns bei Gabriele Schulz und Anna-Laura Krogmeier (beide NLD) bedanken, insbesondere aber bei Michael Meier (NLD), der für die Konservierung des verzierten Knochens verantwortlich war und entscheidende Hinweise zu den Bearbeitungsspuren geben konnte. Felix Bittmann (NihK) und Michael Sietz (NLD) danken wir für die Bestimmung der Holzkohlen. Wilfried Ließmann und Karl Strauß (beide TU Clausthal) sei für die Erstansprache der Eisenkonkretionen und Unterstützung bei der Rohmaterialansprache gedankt. Ein weiterer Dank gilt dem Eigentümer der Einhornhöhle, der Forstgenossenschaft Scharzfeld, die erneut die Forschungen an der Höhle auch logistisch begleitet hat. Wir sind dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur zu großem Dank verpflichtet, welches die Forschungen an der Einhornhöhle im Rahmen des PRO*Niedersachsen Projekts Nr. 76202-76-2/17 gefördert und ermöglicht hat.

LITERATURVERZEICHNIS

- ALDEIAS 2017
V. ALDEIAS, Experimental Approaches to Archaeological Fire Features and Their Behavioral Relevance. *Current Anth.* 58(S16), 2017, S191–S205.
- BAIER 2004
S. BAIER, Frühweichselzeitliche feinlaminierte Sedimente der Einhornhöhle bei Scharzfeld/Harz. Ungedr. Diplomarbeit (Mainz 2004).
- BARD 2020
E. BARD / T. J. HEATON / S. TALAMO / B. KROMER / R. W. REIMER / P. J. REIMER, Extended dilation of the radiocarbon time scale between 40,000 and 48,000 y BP and the overlap between Neanderthals and Homo sapiens. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117 (35), 2020, 21005–21007. <https://doi.org/10.1073/pnas.2012307117>
- BINFORD 1978
L. R. BINFORD, *Nunamiut Ethnoarchaeology* (New York 1978).
- BLASIUS 1898
W. BLASIUS, Spuren paläolithischer Menschen in den Diluvial-Ablagerungen der Rübeländer Höhlen. *Festschrift zur 29. Versammlung der Deutschen Anthropologischen Gesellschaft Braunschweigs*, 1898, 1–37.
- BOCHERENS u. a. 2005
H. BOCHERENS / D. G. DRUCKER / D. BILLIOU / M. PATOU-MATHIS / B. VANDERMEERSCH, Isotopic evidence for diet and subsistence pattern of the Saint-Césaire I Neanderthal – review and use of a multi-source mixing model. *Journal of Human Evolution* 49(1), 2005, 71–87. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2005.03.003>
- BOSCHIN / CREZZINI 2011
F. BOSCHIN / J. CREZZINI, Morphometrical analysis on cut marks using a 3D digital microscope. *International Journal of Osteoarchaeology* 22, 2011, 549–562.
- BRONK RAMSEY u. a. 2020
C. BRONK RAMSEY / T. J. HEATON / G. SCHLOLAUT / R. A. STAFF / C. L. BRYANT / A. BRAUER / H. F. LAMB / M. H. MARSHALL / T. NAKAGAWA, Reanalysis of the atmospheric radiocarbon calibration record from Lake Suigetsu, Japan. *Radiocarbon* 62, 2020, 989–999.
- BURGER u. a. 2005
O. BURGER / M. J. HAMILTON / R. WALKER, The prey as patch model – optimal handling of resources with diminishing returns. *Journal of Archaeological Science* 32, 1147–1158. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.02.012>
- CONARD u. a. 2020
N. J. CONARD / J. SERANGELI / G. BIGGA / V. ROTS, A 300,000-year-old throwing stick from Schöningen, northern Germany, documents the evolution of human hunting. *Nature Ecology & Evolution* 4, 2020, 690–693. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1139-0>
- CYREK 2014
K. CYREK / M. SUDOŁ / Ł. CZYŻEWSKI / G. OSIPOWICZ / M. GRELOWSKA, Middle Palaeolithic cultural levels from Middle and Late Pleistocene sediments of Biśnik Cave, Poland. *Quaternary International* 326–327, 2014, 20–63. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.12.014>
- DEPAEPE 2001
P. DEPAEPE, A comparison of spatial analyses of three Mousterian sites – new methods, new interpretations. In: N. J. Conard (Hrsg.), *Settlement Dynamics of the Middle Paleolithic and Middle Stone Age, Volume I* (Tübingen 2001) 337–360.
- DOMÍNGUEZ-RODRIGO u. a. 2012
M. DOMÍNGUEZ-RODRIGO / T. RAYNE PICKERING / H. T. BUNN, Experimental study of cut marks made with rocks unmodified by human flaking and its bearing on claims of ~3.4-million-year-old butchery evidence from

- Dikika, Ethiopia. *Journal of Archaeological Sciences* 39(2), 2012, 205–214. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.03.010>.491
- FEWGLASS u. a. 2020
H. FEWGLASS/S. TALAMO/L. WACKER/B. KROMER/T. TUNA/Y. FAGAULT/E. BARD/S. P. MCPHERRON/V. ALDEIAS/R. MARIA/N. L. MARTISIUS/L. PASKULIN/Z. REZEK/V. SINET-MATHIOT/S. SIRAKOVA/G. M. SMITH/R. SPASOV/F. WELKER/N. SIRAKOV/T. TSANOVA/J.-J. HUBLIN, A ¹⁴C chronology for the Middle to Upper Palaeolithic transition at Bacho Kiro Cave, Bulgaria. *Nature Ecology & Evolution* 4, 2020, 794–801.
- FINLAYSON u. a. 2019
S. FINLAYSON/G. FINLAYSON/F. GILES GUZMAN/C. FINLAYSON, Neanderthals and the cult of the Sun Bird. *Quaternary Science Reviews* 217, 2019, 217–224. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.04.010>
- GREEN u. a. 2010
R. E. GREEN / J. KRAUSE / A. W. BRIGGS / T. MARICIC / U. STENZEL / M. KIRCHER / N. PATTERSON / H. LI / W. ZHAI / M. HSI-YANG FRITZ / N. F. HANSEN / E. Y. DURAND / A.-S. MALASPINAS / J. D. JENSEN / T. MARQUES-BONET/C. ALKAN/K. PRÜFER/M. MEYER/H. A. BURBANO/J. M. GOOD/R. SCHULTZ/A. AXIMUPETRI / A. BUTTHOF / B. HÖBER / B. HÖFFNER / M. SIEGEMUND / A. WEIHMANN / C. NUSBAUM / E. S. LANDER / C. RUSS / N. NO-VOD / J. AFFOURTIT / M. EGHOLM / C. VERNA / P. RUDAN / D. BRAJKOVIC / Ž. KUCAN/I. GUŠIĆ/V.B. DORONICHEV/L.V. GOLOVANOVA/C. LALUEZA-FOX / M. DE LA RASILLA / J. FORTEA/A. ROSAS/R.W. SCHMITZ/P.L.F. JOHNSON/E.E. EICHLER/D. FALUSH/E. BIRNEY/J. C. MULLIKIN/M. SLATKIN/R. NIELSEN / J. KELSO / M. LACHMANN / D. REICH/S. PÄÄBO, A Draft Sequence of the Neandertal Genome. *Science* 328(5979), 2010, 710–722. DOI: 10.1126/science.1188021
- GOLDBERG u. a. 2017
P. GOLDBERG/C. E. MILLER/S. M. MENTZER, Recognizing Fire in the Paleolithic Archaeological Record. *Current Anth.* 58(S16), 2017, 175–190.
- GROTE 1994
K. GROTE, Die Abris im südlichen Leinebergland bei Göttingen: Archäologische Befunde zum Leben unter Felsschutzdächern in urgeschichtlicher Zeit, Vol I–III (Oldenburg 1994).
- HARTZ u. a. 2011
S. HARTZ/J. BEUKER/M. J. NIEKUS, Neanderthal finds in Schleswig Holstein? Middle Palaeolithic flint scatters in Northern Germany. In: M. J. Niekus/N. Barton/M. Street/T. Terberger (Hrsg.) *A Mind set on Flint. Studies in Honour of Dick Stapert* (Groningen 2011) 93–106.
- HEYES u. a. 2016
P. HEYES/K. ANASTASAKIS/W. DE JONG/A. VAN HOESEL/W. ROEBROEKS/M. SORESSI, Selection and Use of Manganese Dioxide by Neanderthals. *Scientific Reports* 6, 2016, 22159. <https://doi.org/10.1038/srep22159>
- HIGHAM u. a. 2012
T. HIGHAM / L. BASELL / R. JACOBI / R. WOODAE / C. BRONK RAMSEY/N. J. CONARD, Testing models for the beginnings of the Aurignacian and the advent of figurative art and music – the radiocarbon chronology of Geißenklösterle. *Journal of Human Evolution* 62, 2012, 664–676.
- HIGHAM u. a. 2014
T. HIGHAM/K. DOUKA/R. WOOD/C. BRONK RAMSEY/F. BROCK/L. BASELL/M. CAMPS/A. ARRIZABALAGA/J. BAENA/C. BARROSO-RUÍZ/C. BERGMAN/C. BOITARD/P. BOSCATO/M. CAPARRÓS/N. J. CONARD/C. DRAILY/A. FROMENT/B. GALVÁN/P. GAMBASSINI/A. GARCIAMORENO / S. GRIMALDI / P. HAESAERTS / B. HOLT / M. J. IRIARTE-CHIAPUSSO / A. JELIN-EK / J. F. JORDÁ PARDO / J.-M. MAÍLLO-FERNÁNDEZ / A. MAROM/J. MAROTO / M. MENÉNDEZ / L. METZ / E. MORIN / A. MORONI / F. NEGRINO / E. PANAGOPOULOU/M. PERESANI/S. PIR-SON/M. DE LA RASILLA/J. RIEL-SALVATORE/A. RONCHITELLI/D. SANTAMARIA/P. SEMAL/L. SLIMAK/J. SOLER/N. SOLER/A. VILLALUENGA/R. PINHASI/R. JACOBI, The timing and spatiotemporal patterning of Neanderthal disappearance. *Nature* 512, 2014, 306–309. <https://doi.org/10.1038/nature13621>
- HILLGRUBER u. a. 2017
K. F. HILLGRUBER/J. LEHMANN/T. TERBERGER, Scharzfeld FstNr. 2, Gde. Stadt Herzberg am Harz, Ldkr. Osterode am Harz. In: *Fundchronik Niedersachsen 2015. Nachr. Niedersachsens Urgesch., Beih. 21* (Darmstadt 2017) 195–199.
- HOFFMANN u. a. 2018
D. L. HOFFMANN/C. D. STANDISH/M. GARCÍA-DIEZ/P. B. PETTITT/J. A. MILTON/J. ZIL-HÃO/J. J. ALCOLEA-GONZÁLEZ / P. CANTALEJO-DUARTE / H. COLLADO/R. DE BALBÍN / M. LORBLANCHET / J. RAMOS-MUÑOZ/G.-CH. WENIGER/A.W.G. PIKE, U–Th dating of carbonate crusts reveals Neanderthal origin of Iberian cave art. *Science* 359, 2018, 912–915.
- HOFFMANN u. a. 2020
D. L. HOFFMANN/C. D. STANDISH/M. GARCÍA-DIEZ/P. B. PETTITT/J. A. MILTON/J. ZIL-HÃO/J. J. ALCOLEA-GONZÁLEZ / P. CANTALEJO-DUARTE / H. COLLADO/R. DE BALBÍN / M. LORBLANCHET / J. RAMOS-MUÑOZ/G.-CH. WENIGER/A.W.G. PIKE, Response to White u. a.’s reply: ‘Still no archaeological evidence that Neanderthals created Iberian cave art’ [*J. Hum. Evol.* (2020) 102640]. *Journal of Human Evolution* 144, 2020, 102810.

HUBLIN u. a. 2020

J.-J. HUBLIN / N. SIRAKOV / V. ALDEIAS / S. BAILEY / E. BARD / V. DELVIGNE / E. ENDAROVA / Y. FAGAULT / H. FEWLESS / M. HAJDINJAK / B. KROMER / I. KRUMOV / J. MARREIROS / N. L. M. / L. PASKULIN / V. SINET-MATHIOT / M. MEYER / S. PÄÄBO / V. POPOV / Z. REZEK / S. SIRAKO-VA / M. M. SKINNER / G. M. SMITH / R. SPASOV / S. TALAMO / T. TUNA / L. WACKER / F. WELKER / A. WILCKE / N. ZAHARIEV / S. P. MCPHERRON / T. TSANOVA, Initial Upper Palaeolithic Homo sapiens from Bacho Kiro Cave, Bulgaria. *Nature* 581, 2020, 299–302. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2259-z48>

JACOB-FRIESEN 1926

K.-H. JACOB-FRIESEN, Die Einhornhöhle bei Scharzfeld, Kreis Osterode a. Harz. Führer zu urgeschichtlichen Fundstätten Niedersachsens 2 (Hannover 1926).

JAUBERT u. a. 2016

J. JAUBERT / S. VERHEYDEN / D. GENTY / M. SOULIER / H. CHENG / D. BLAMART / C. BURLET / H. CAMUS / S. DELABY / D. DELDICQUE / R. L. EDWARDS / C. FERRIER / F. LACRAMPE-CUYAUBÈRE / F. LÉVÊQUE / F. MAKSUD / P. MORA / X. MUTH / É. RÉGNIER / J.-N. ROUZAUD / F. SANTOS, Early Neanderthal constructions deep in Bruniquel Cave in southwestern France. *Nature* 534, 2016, 111–114. <https://doi.org/10.1038/nature18291>

JÖRIS 2004

O. JÖRIS, Zur chronostratigraphischen Stellung der spätmittelpaläolithischen Keilmessergruppen. Der Versuch einer kulturgeographischen Abgrenzung einer mittelpaläolithischen Formengruppe in ihrem europäischen Kontext. *Ber. RGK* 84, 2004, 49–153.

KAUFMANN u. a. 2020

G. KAUFMANN / D. ROMANOV / R. NIELBOCK / J. LUNDBERG, The sediment record of the Unicorn Cave, southern Harz Mountains, Germany. *Geomorphology* 367, 2020, 107295. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107295>.

KOLLER u. a. 2001

J. KOLLER / U. BAUMER / D. MANIA, High-Tech in the Middle Palaeolithic – Neandertal-manufactured Pitch Identified. *European Journal of Archaeology* 4, 2001, 385–397.

KOTULA u. a. 2019

A. KOTULA / D. LEDER / J. LEHMANN / F. HILLGRUBER / R. NIELBOCK / T. TERBERGER, Eiszeitliche Besiedlung in Niedersachsen Höhlen – neue Forschungen an der Einhornhöhle im Harz, Ldkr. Göttingen. *Nachr. Niedersachsens Urgesch.* 88, 2019, 213–231.

LAUER/WEISS 2018

T. LAUER / M. WEISS, Timing of the Saalian- and Elsterian glacial cycles and the implications for Middle Pleistocene hominin presence in central Europe. *Scientific Reports* 8, 2018, 5111. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23541-w>

LEDER u. a. 2021

D. LEDER / R. HERMANN / M. HÜLS / G. RUSSO / P. HOELZMANN / R. NIELBOCK / U. BÖHNER / J. LEHMANN / M. MEIER / A. SCHWALB / A. TRÖLLER-REIMER / T. KODDENBERG / T. TERBERGER, A 51,000-year-old engraved bone reveals Neanderthals' capacity for symbolic behaviour. *Nature Ecology & Evolution*, 2021, 1273–1282. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01487-z>

LEDER u. a. in Vorb.

D. LEDER / P. HOELZMANN / G. RUSSO / R. NIELBOCK / A. SCHWALB / H. RUPP / M. DUVAL / T. LAUER / T. TERBERGER, Geo-archaeological research at the Middle Palaeolithic MIS 3–6 site Einhornhöhle, Germany.

LUPO 2007

K. D. LUPO, Evolutionary Foraging Models in Zooarchaeological Analysis – Recent Applications and Future Challenges. *Journal of Archaeological Research* 15, 143–189. <https://doi.org/10.1007/s10814-007-9011-1>

MILLER u. a. 2010

C. E. MILLER / N. J. CONARD / P. GOLDBERG / F. BERNA, Dumping, sweeping and trampling: experimental micromorphological analysis of anthropogenically modified combustion features. *Palethnologie* 2, 2010, 25–37.

NIEKUS u. a. 2019

M. J. L. T. NIEKUS / P. KOZOWYK / G. LANGEJANS / D. NIGANTILLARD / H. VAN KEULEN / J. VAN DER PLICHT / K. COHEN / W. VAN WINGERDEN / B. VAN OS / B. SMIT / L. AMKREUTZ / L. JOHANSEN / A. VERBAAS / G. DUSSELDORP, Middle Paleolithic complex technology and a Neandertal tarbacked tool from the Dutch North Sea. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116(44), 2019, 22081–22087.

NIELBOCK 1989

R. NIELBOCK, Die Tierknochenfunde der Ausgrabungen 1987/88 in der Einhornhöhle bei Scharzfeld. *Arch. Korrb.* 19, 1989, 217–230.

NIELBOCK 2019

R. NIELBOCK, Die Einhornhöhle. Die Welt der Einhornr, Höhlenbären und Neandertaler (2. Aufl. München 2019).

NIELBOCK 2021a

R. NIELBOCK, Die Höhlenbärenzähne der Grabungskampagne 2019/20 in der Einhornhöhle (Harz). *Mitt. Verb. dt. Höhlen- u. Karstforscher* 67(2), 2021, 49–62.

NIELBOCK 2021b

R. NIELBOCK, Die fossilen Wühlmäuse der Einhornhöhle (Harz) aus der Grabungskampagne 2019/20. *Nachr. Niedersachsens Urgesch.* 90, 2021, 43–55 [in diesem Band].

REIMER u. a. 2020

P. J. REIMER/W. E. N. AUSTIN/E. BARD/A. BAYLISS/P. G. BLACKWELL/C. BRONK RAMSEY/M. BUTZIN/H. CHENG/R. L. EDWARDS/M. FRIEDRICH/P. M. GROOTES/T. P. GUILDER-SON/I. HAJDAS/T. J. HEATON/A. G. HOGG/K. A. HUGHEN / B. KROMER / S. W. MANNING / R. MUSCHELER/J. G. PALMER/C. PEARSON/J. VAN DER PLICHT/R. W. REIMER/D. A. RICHARDS/E. M. SCOTT/J. R. SOUTHON/C. S. M. TURNER/L. WACKER/F. ADOLPHI/U. BÜNTGEN/M. CAPANO/S. M. FAHRNI/A. FOGTMANN-SCHULZ/R. FRIEDRICH/P. KÖHLER/S. KUDSK/F. MIYAKE/J. OLSEN / F. REINIG / M. SAKAMOTO / A. SOOKDEO / S. TALAMO, The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* 62, 2020, 735–757.

RICHARDS u. a. 2000

M. P. RICHARDS/P. B. PETTITT/E. TRINKAUS/F. H. SMITH/M. PAUNOVIĆ/I. KARAVANIĆ, Neanderthal diet at Vinđija and Neanderthal predation – the evidence from stable isotopes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97(13), 2000, 7663–7666. <https://doi.org/10.1073/pnas.120178997>

RICHTER 2016

J. RICHTER, Leave at the height of the party – a critical review of the Middle Paleolithic in Western Central Europe from its beginnings to its rapid decline. *Quaternary International* 411(A), 2016, 107–128.

RICKEN/GRÜGER 1988

W. RICKEN, E. GRÜGER, Vegetationsentwicklung, Paläoböden, Seespiegelschwankungen – Untersuchungen an eem- und weichselzeitlichen Sedimenten vom Südrand des Harzes. *E&G Quaternary Science Journal* 38, 1988, 37–51. <https://doi.org/10.3285/eg.38.1.04>

RÖHLING u. a. 2019

H.-G. RÖHLING / R. NIELBOCK / G. KAUFMANN / D. TANNER/D. COLIN/J. IGEL/U. POLOM/H. ZELLMER/D. VOGEL, An integrated geophysical and geological interpretation of the area around Unicorn Cave (Southern Harz Mountains, Germany). *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* 170, 2019, 117–144.

ROSENDAHL u. a. 2005

W. ROSENDAHL/D. DÖPPES/U. JOGER/R. LASKOWSKI/M. LÓPEZ CORREA/R. NIELBOCK/V. WREDE, New radiometric datings of different Cave Bear sites in Germany – results and interpretations. *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Toulouse et de Midi-Pyrénées* 141(1), 2005, 39–46.

ROSELL/BLASCO 2019

J. ROSELL/R. BLASCO, The early use of fire among Neanderthals from a zooarchaeological perspective. *Quaternary Science Review* 217, 2019, 268–283. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.03.002>

SCHEER 1986

A. SCHEER, Mittelpaläolithische Funde in der Einhornhöhle bei Scharzfeld (Stadt Herzberg am Harz, Ldkr. Osterode am Harz). *Nachr. Niedersachsens Urgesch.* 55, 1986, 1–39.

SCHOCH 2014

W. SCHOCH, Holzanatomische Nachuntersuchungen an der eemzeitlichen Holzlanze von Lehringen, Ldkr. Verden. *Nachr. Niedersachsens Urgesch.* 83, 2014, 19–29.

SCHOCH u. a. 2015

W. SCHOCH / G. BIGGA / U. BÖHNER / P. RICHTER / T. TERBERGER, New insights on the wooden weapons from the Paleolithic site of Schöningen. *Journal of Human Evolution* 89, 2015, 214–25.

THIEME 1997

H. THIEME, Lower Palaeolithic hunting spears from Germany. *Nature* 385, 1997, 807–810.

THIEME/VEIL 1985

H. THIEME/S. VEIL, Neue Untersuchungen zum eemzeitlichen Elefanten-Jagdplatz Lehringen, Ldkr. Verden. *Die Kunde* 36, 1985, 11–58.

STEWART u. a. 2019

J. R. STEWART / O. GARCÍA-RODRÍGUEZ / M. V. KNUL / L. SEWELL / H. MONTGOMERY / M. G. THOMAS / Y. DIEKMANN, Palaeoecological and genetic evidence for Neanderthal power locomotion as an adaptation to a woodland environment. *Quaternary Science Review* 217, 2019, 310–315. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.12.023>

UTHMEIER u. a. 2011.

TH. UTHMEIER/H. KELS/W. SCHIRMER/U. BÖHNER, Neanderthals in the cold: Middle Palaeolithic sites from the opencast mine of Garzweiler, Northrhine-Westfalia (Germany). In: N. J. Conard/J. Richter (Hrsg.), *Neanderthal lifeways, Subsistence and Technology* (New York 2011) 25–42.

VAQUERO u. a. 2001

M. VAQUERO/G. CHACÓN/C. FERNÁNDEZ/K. MARTÍNEZ/J. M. RANDO, Intrasite spatial patterning and transport in the Abric Romaní Middle Palaeolithic site (Capellades, Barcelona, Spain). In: N. J. Conard (Hrsg.), *Settlement Dynamics of the Middle Paleolithic and Middle Stone Age, Volume I* (Tübingen 2001) 573–596.

VEIL 1989

S. VEIL, Die archäologisch-geowissenschaftlichen Ausgrabungen 1987/1988 in der Einhornhöhle bei Scharzfeld, Ldkr. Osterode am Harz. Arch. Korrb. 19, 1989, 203–215.

WALLDUCK/BELLO 2018

R. WALLDUCK/S. M. BELLO, Cut mark micro-morphometrics associated with the stage of carcass decay – a pilot study using three-dimensional microscopy. *Journal of Archaeological Science: Reports* 18, 2018, 174–185.

WEISS 2020

M. WEISS, The Lichtenberg Keilmesser – it's all about the angle. *PLoS ONE* 15(10): e0239718. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239718>

WROE u. a. 2018

S. WROE / W. C. H. PARR / J. A. LEDOGAR / J. BOURKE / S. P. EVANS / L. FIORENZA / S. BENAZZI / J-J. HUBLIN / C. STRINGER/O. KULLMER/M. CURRY/T. C. RAE/T. R. YOKLEY, Computer simulations show that Neanderthal facial morphology represents adaptation to cold and high energy demands, but not heavy biting. *Proceedings of the Royal Society* 285, 2018, 20180085. <http://doi.org/10.1098/rspb.2018.0085>