



Kaugummi oder Werkstoff? Birkenpechstücke aus der Pfahlbausiedlung Hornstaad-Hörnle am Bodensee

Bei Feuchtbodengrabungen in den vergangenen Jahrzehnten stießen Archäologen immer wieder auf eine kuriose Fundgattung. Stücke einer bräunlich-schwarzen Substanz, die eine auffallende Ähnlichkeit mit einer Erscheinung aufweist, die man heutzutage am ehesten unter Tischen oder Stühlen findet: Kaugummi. Die Funde aus der Jungsteinzeit zeigen des Öfteren menschliche Zahnabdrücke und sind häufig so gut erhalten, dass diese Abdrücke nicht nur das Alter des Kauenden, sondern auch dessen Zahngesundheit erkennen lassen (Abb. 1). Mithilfe unterschiedlicher Analysen konnte das Material, das üblicherweise zum Kleben und Abdichten verwendet wurde, zweifelsfrei identifiziert werden. Es handelt sich um Birkenpech. Und je mehr dieser „Kaugummi“ zum Vorschein kamen, desto interessanter wurde die Frage: Warum kauten unsere Vorfahren ihren Klebstoff?

Carola Fuchs/Joachim Wahl

Das Birkenpech vom Bodensee

Auffallend viele Exemplare wurden in der jungsteinzeitlichen Pfahlbausiedlung Hornstaad-Hörnle am Bodensee entdeckt. Die Fundstelle liegt am westlichen Bodenseeufener auf der Halbinsel Höri, im Bereich der Gemeinde Gaienhofen. Alles in allem wurden dort – über mehrere Siedlungsphasen verteilt – fast 200 Birkenpechstücke geborgen, von denen mehr als die Hälfte Zahnabdrücke aufweist. Es handelt sich damit um die mit Abstand größte Anzahl an Pechfunden mit Kauspuren, die bisher an einem Ort dokumentiert werden konnte.

Die Fundstelle wurde 1858 zum ersten Mal schriftlich erwähnt. Bis zu ihrer ausführlichen Erschließung und Dokumentation sollten jedoch über 100 Jahre vergehen. Seit den 1970er Jahren fanden immer wieder Sondagen und mehrjährige Grabungskampagnen statt, und bis heute wurden im Rahmen des Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft „Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Alpenvorland“ über

1200 qm der Siedlungsfläche ausgegraben. Die Erkenntnisse daraus sind mittlerweile in einem halben Dutzend Bänden der Reihe „Siedlungsarchäologie im Alpenvorland“ ausführlich publiziert. Die hier vorgestellte Studie über die Birkenpechfunde entstand 2012 im Rahmen einer Magisterarbeit an der Universität Tübingen.

Hornstaad-Hörnle IA war laut Dendrodaten zwischen 3917 v. Chr. und 3902 v. Chr. besiedelt. Im Jahr 3909 v. Chr. ereignete sich eine Brandkatastrophe, der nahezu das gesamte Dorf zum Opfer fiel (Abb. 2).

Birkenpech wurde zwar während der gesamten Siedlungsphase verwendet, doch kam es in den Jahren nach dem Brand bis zum Verlassen der Siedlung offenbar besonders häufig zum Einsatz. Die Fundstücke sind unterschiedlich gut erhalten, was auf die verschiedenen Lagerungsbedingungen zurückzuführen ist, etwa infolge einer Ablagerung unter Wasser, Trockenlegung durch wiederkehrende Wassertiefstände oder abweichende Zusammensetzung des Sediments.

Wichtelbrot, Räucherkekse und Urnenharz

Pech und vergleichbare Substanzen wie Harz oder eine Mischung aus beidem finden sich besonders häufig in Seeufer- und Pfahlbausiedlungen sowie in Mooren und Feuchtgebieten. Viele Fundstellen liegen in Mitteleuropa und entlang der skandinavischen Küsten. Außerdem wurden Harz- und



1 Zungenförmiges, von einem frühadulten (ca. 20- bis 30-jährigen) Individuum auf der rechten Seite gekautes Birkenpech (25 mm × 11 mm × 7 mm; 1 g).



Pechstücke zahlreich in Urnengräbern in ganz Europa entdeckt. Seit der ersten schriftlichen Erwähnung von „Pech unbekannter Natur“ 1764 in einem Werk über Urnenbestattungen und Totenverbrennung erhielten Birkenpech und ähnliche Materialien viele unterschiedlich einfallsreiche Namen, darunter Wichtelbrot (Reste versteinerten Brotes, das von unterirdisch lebenden Wichteln gebacken wurde), Räucherkekse sowie später Bezeichnungen, die sich auf den Ursprung der Substanzen bezogen (Kiefernpech, Birkenteer, Erdpech).

Die erste ausführliche Abhandlung dazu stammt aus dem Jahr 1888, als eine größere Menge runder, mittig durchbohrter Platten aus einem harzigen Material beschrieben wurden, die man bis dahin hauptsächlich aus nordischen Mooren kannte – die so genannten Räucherkekse. In den folgenden Jahrzehnten wurden immer mehr derartige Berichte veröffentlicht, es sollte jedoch noch länger dauern, bis man, vor allem durch chemische Analysen, eine genauere Vorstellung von den verschiedenen Anwendungsgebieten bekam.

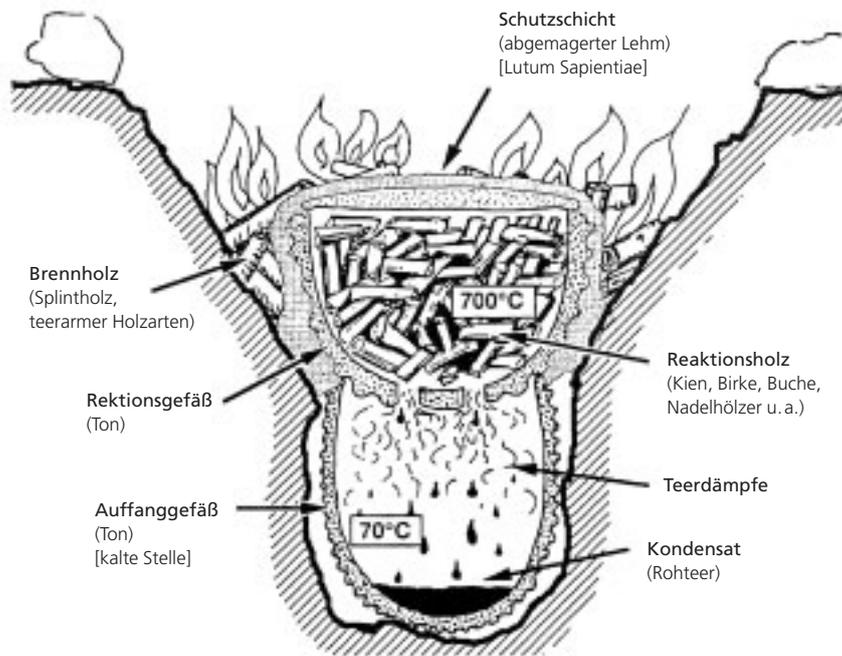
Die bislang älteste bekannte Fundstelle, die etwa 200 000 Jahre vor heute von Menschen aufgesucht worden war und Hinweise auf die Nutzung von Birkenpech lieferte, ist Campitello in Süditalien. Dort entdeckte man zwei Steinwerkzeuge mit Anhaftungen einer schwarzen Substanz, die offenbar zur Befestigung des Werkzeugs an einem Holzgriff o. Ä. verwendet worden war. Die älteste Birkenpechfundstelle in Deutschland, Inden-Altendorf im Rheinland, wurde auf etwa 128 000 bis 115 000 Jahre vor heute datiert.

Obwohl Herstellung und Verwendung von Pech demnach schon früh bekannt waren, zeigt sich der Höhepunkt seiner Nutzung vergleichsweise spät. Während die Nachweise bis zum Neolithikum noch recht vereinzelt auftreten, häufen sich die Funde in dieser Zeit beträchtlich und verteilen sich über ganz Europa bis in den Norden Skandinaviens. Diese Verteilung dürfte hauptsächlich mit der Verbreitung und Zugänglichkeit des Rohmaterials – zur Pechherstellung geeigneter Bäume wie Birke oder Kiefer – zusammenhängen.

Herstellung von Birkenpech

Schon bald nach Entdeckung der ersten Birkenpechfunde wurde offensichtlich, dass es sich um eine Verschwelung von Rinde oder Holz dieser Baumart handeln musste. Allerdings muss die Erhitzung unter Luftabschluss und bestimmten Temperaturbedingungen stattfinden, da sonst das Material verbrennt und sich kein Pech bildet. Seit dem Beginn der Keramikherstellung kann davon ausgegangen werden, dass üblicherweise die so genannte Doppeltopfmethode zur Anwendung kam (Abb. 3). Dabei wird ein Gefäß mit Löchern im Boden dicht mit Rindenstücken befüllt und mit Lehm nach oben hin möglichst luftdicht verschlossen. Dieser Topf wird über ein Auffanggefäß gestellt und in einer Erdgrube versenkt, in der dann ein Feuer entfacht wird. Durch die indirekte Hitze von außen kann die Rinde nicht verbrennen, und das Pech tropft aus dem oberen Topf in das Auffanggefäß. Wie jedoch der Herstellungsprozess in vorkeramischer Zeit abgelaufen sein könnte, ist

2 Die Pfahlbausiedlung Hornstaad Hörnle IA vor dem großen Siedlungsbrand im Jahr 3909 v. Chr. Blick von Südosten. Zeichnerische Rekonstruktion nach den archäologisch erfassten Hausgrundrissen. Die Bebauung der noch nicht ausgegrabenen Bereiche ist schemenhaft angedeutet.



- Reaktionsprinzip:** Pyrolyse (Erhitzen von Holz unter Luftabschluss)
- Reaktionsdauer:** ca. 3 Stunden
- Ausbeute:** ca. 10 % des eingesetzten Holzes als Holzteer, Holzkohle als Nebenprodukt

3 Die so genannte Doppeltopfmethode zur Pechherstellung wurde zwar experimentalarchäologisch erfolgreich durchgeführt, entsprechende Gerätschaften sind allerdings in Hornstaad (noch) nicht gefunden worden.

4 Mit Teer am (nicht mehr erhaltenen) Holzschafte verklebte Pfeilspitze aus Hornstaad (Sammlung Lang).

5 Reste eines keramischen Gefäßes mit Flickung/Reparatur einer Fehlstelle mithilfe von Birkenpech.

bis heute nicht restlos geklärt – trotz zahlreicher Experimente, anhand derer alle möglichen (und meist untauglichen) Arten der Pechgewinnung erforscht werden sollten.

Klebstoff, Dichtungsmittel, Reparaturhilfe?

Die Anwendungsbereiche von Birkenpech sind besonders seit dem Neolithikum sehr vielfältig. Zuvor wurde die Substanz vor allem zur Verklebung von Steinwerkzeugen in Holzschäften verwendet (Abb. 4).

In der Jungsteinzeit diente das extrem klebrige Material außerdem zur Abdichtung von Booten, Dächern, Brunnen und kleineren Objekten wie Schuhen, Taschen oder Körben beziehungsweise zur Reparatur von Keramikgefäßen und anderen Alltagsgegenständen (Abb. 5). Mit Birkenpech ließen sich gleichermaßen Keramik, Schmuck und andere Dekorationsgegenstände verzieren. Es hat neben seiner Wasser abweisenden auch eine desinfizierende Wirkung, die vor allem bei organischen Gegenständen nützlich war, die dauerhafter Feuchtigkeit und damit Pilzbefall ausgesetzt waren. Zu den Zahnabdrücken, die auf vielen Pechstücken zu erkennen sind, gibt es unterschiedliche Interpretationsansätze. Birkenpech wird nach einer gewissen Lagerungszeit sehr hart und damit als Klebstoff unbrauchbar. Durch Kauen lässt sich das Material wieder weich und geschmeidig machen.

Durch nachfolgendes Kneten mit den Händen wird die Feuchtigkeit des Speichels entfernt, und die Masse gewinnt ihre Klebrigkeit zurück. So behandelt kann sie wie frisches Pech verwendet werden. Nach einer weiteren Theorie wurden durch das Kauen Produktionsreste (Kohle, Asche, Holzreste) entfernt, die unter Umständen die Verarbeitung des Materials erschweren würden. Es liegen jedoch auch zahlreiche Pechstücke vor, die ausschließlich Zahnabdrücke und keinerlei Anzeichen für eine Weiterverarbeitung aufweisen. Möglicherweise kaute man das Pech nach längerer Lagerungszeit, nur um dann festzustellen, dass es sich doch nicht mehr zur Verwendung eignete. Allerdings könnte das Kauen auch Gründe gehabt haben, die jenseits einer handwerklichen Nutzung liegen (Abb. 6).

Birkenpech als Arzneimittel?

Insbesondere bei früheren Erwähnungen der Pechfunde wurde auf deren mögliche Wirkung gegen Zahn- und Halsschmerzen beziehungsweise Zahnkrankheiten wie Karies oder Zahnfleischentzündungen hingewiesen. Birkenpech wirkt leicht anästhetisch. Die Volksmedizin belegt unterschiedliche Anwendungsformen von Pech zur Bekämpfung zahlreicher Krankheiten, am häufigsten zur Behandlung von Hautkrankheiten wie Schuppenflechte, Gürtelrose und Neurodermitis. Als Pflaster aufgelegt, sollte die Masse bei der Wund-



heilung oder rissiger Haut hilfreich sein, aber auch bei Gicht und Rheuma. Zudem ist von Inhalieren bei Atemwegserkrankungen und vom Kauen des reinen Pechs zur Verschönerung (Reinigung, Polieren) der Zähne die Rede. Einige dieser Verwendungen, speziell bei Hautkrankheiten, sind bis in jüngste Vergangenheit belegt. In den letzten Jahrzehnten wurde die medizinische Nutzung allerdings fast vollständig eingestellt, nachdem neuere Untersuchungen belegten, dass Pech krebserregend sein kann – vor allem, wenn es eingenommen oder über längere Zeit im Mund behalten wird. Es ist jedoch anzunehmen, dass Pech auch in der Jungsteinzeit in einigen der genannten Fälle eingesetzt wurde.

Die Bezeichnung „Kaugummi“ für manche Pechstücke ist ebenfalls nachzuvollziehen. Man kann sich durchaus vorstellen, dass das Material alleine um des Kauens willen in den Mund genommen wurde. Birkenpech hat einen markanten, rauchigen Geschmack und brennt beim Kauen leicht auf der Zunge, was für die neolithischen Konsumenten aber nicht unangenehm gewesen sein muss. Das Kauen von Kaugummis oder vergleichbaren Substanzen hat einige positive Effekte, die möglicherweise auch unseren Vorfahren – bewusst oder unbewusst – zugute kamen. Kauen erhöht den Speichelfluss, was zur Verbesserung der Mundflora beiträgt – und damit zur Verhinderung oder zumindest zur Minderung von bakteriellen Zahn- und Mundraumkrankungen. Die regelmäßige Kaubewegung kann als Beschäftigungstherapie, zur Entspannung, Konzentrationsförderung oder zum Stillen des Hunger- und Durstgefühls beitragen. Als Vergleich mag an dieser Stelle das Kaugummi Chicle, der Vorläufer unserer heutigen Kaugummis, erwähnt werden. Auf der Halbinsel Yucatán ist es seit mehreren Jahrtausenden bekannt und wird als Zwischenprodukt der Latexherstellung aus den oben genannten Gründen gekaut.

Analyse des Hornstaader Birkenpechs

Die 190 im Rahmen dieser Studie untersuchten Birkenpechfunde von Hornstaad Hörnle IA waren größtenteils gut erhalten und konnten daher in vielerlei Hinsicht beurteilt werden. Neben allgemeinen Merkmalen wie Größe, Gewicht, Färbung und Erhaltungszustand wurden alle sichtbaren Abdrücke möglichst genau erfasst und identifiziert. 110 Stücke weisen mehr oder weniger deutliche Zahnabdrücke auf. Hier wurde besonders auf die Art der Kauspuren geachtet, die anzeigen, auf welche Weise das Material gekaut wurde. Einige Objekte sind vollständig flach gekaut, andere zeigen sehr deutliche Negative eines bestimmten Abschnitts der Zahnreihe. Bei manchen Pechstücken war klar erkennbar, dass das Material zwischen



6 Länglich-zylindrisches, durch Drehen mithilfe der Zunge zwischen den Frontzähnen gerolltes Birkenpech (34 mm × 8 mm × 6 mm; 0,6 g).



7 Brotlaibförmiges, von einem juvenilen oder frühadulten (ca. 14- bis 25-jährigen) Individuum auf der rechten Seite gekautes Birkenpech (23 mm × 10 mm × 6 mm; 0,9 g).



8 Unregelmäßig flaches, mit insgesamt 18 Zahnabdrücken mehrfach von einem Kind gekautes Birkenpech. Zueinander parallel verlaufende Schleifspuren vermitteln den Eindruck eines Geflechtabdrucks (41 mm × 21 mm × 10 mm; 1,9 g).

den Schneidezähnen des Ober- und Unterkiefers gerollt wurde. Als ein Ergebnis dieser Analyse kann festgehalten werden, dass das Kauverhalten der Neolithiker offenbar dem heute zu beobachtenden Verhalten beim Kaugummikauen entspricht. Das Pech wurde nicht mit den Schneidezähnen abgebissen, um ein Stück abzutrennen – wie man es unter Umständen bei einem handwerklichen Prozess erwarten könnte. Es wurde hin- und hergeschoben, mit den Zähnen und der Zunge gerollt, flach gekaut und wieder zusammengedrückt und in den meisten Fällen wurde vor dem Ausspucken noch einmal kräftig zugebissen. Alles Verhaltensweisen, die üblicherweise mit „Kauen um des Kauens Willen“ einhergehen (Abb. 7; 8).

Sofern die Abdrücke (mehr oder weniger) vollständige Zahnkronen abbilden und sich die einzelnen Kauspuren nicht zu stark überlagern, wurde des Weiteren das Alter des Kauenden bestimmt. Um die Zahnabdrücke auf dem Birkenpech besser erkennen zu können, wurden Silikonabgüsse der Zahnbögen des Ober- und Unterkiefers komplett erhaltener Gebisse erstellt. Es handelte sich um Personen unterschiedlichen Alters und aus verschiedenen Zeitstufen (Abb. 9).

Je nach Güte der Abdrücke lässt sich feststellen, ob es sich um ein Milch- oder Wechselgebiss oder um ein bleibendes Gebiss handelte. Daneben können Zahnkrankheiten (Hohlräume, die auf kariöse Defekte hinweisen), Zahnfehlstellungen (z. B. schiefe Schneidezähne), intravitale Zahnverlust (in Form von Lücken in der Zahnreihe) oder Abnutzungserscheinungen (Abkauung) dokumentiert werden.

9 Abdrücke der Kauflächen des Ober- und Unterkiefers. Es handelt sich um das bleibende Gebiss einer erwachsenen Frau, bei der die Weisheitszähne nicht angelegt sind.



Demnach stammen die mit Abstand meisten Kau-
spuren auf den Birkenpechfunden aus Hornstaad
von jungen Erwachsenen (damals etwa 17 bis 25
Jahre), nur wenige Kauende waren Kinder mit
Milchzähnen oder Jugendliche mit einem Wechsel-
gebiss. Lediglich in zwei Fällen zeichnete sich
zweifelsfrei eine Abnutzung der Kaufläche ab, die
für ein höheres Alter der Person spricht. Diese Be-
obachtung steht im Gegensatz zu den Ergebnis-
sen aus vielen anderen Fundstellen. Dort sind die
Pechstücke offenbar besonders häufig von Kin-
dern und Jugendlichen gekaut worden. Am ehes-
ten lässt sich deshalb vermuten, dass den Kindern
das Pech zur Ablenkung und/oder Beschäftigung
(bis zur nächsten Mahlzeit) beziehungsweise auch
als Hilfsmittel beim Zahnwechsel gegeben wurde.
Dieser Ansatz kann nun für die hier untersuchte
Bevölkerung nicht als Begründung dienen. Be-
züglich der „Kaugummis“ aus Hornstaad Hörn-
le IA ist vielmehr anzunehmen, dass – neben einer
technischen – die medizinische oder zahnhy-
gienische Anwendung eine Rolle spielte (Abb. 10).
Unter den 80 ungekauften Objekten gibt es einige
mit Abdrücken von Gegenständen mit Holzstruk-
turen oder Pflanzenfasern wie Schnur, Stöckchen
oder Ähnliches. Manche Stücke weisen dagegen
weder spezifische Spuren noch eine spezielle Form
auf. Sie wurden demzufolge als Produktionsreste
interpretiert.

Die Stücke mit Abdrücken, die eindeutig nicht von
einem Kauvorgang stammen, wurden unter ande-
rem zur Abdichtung oder zum Verschließen von
Körben oder Gefäßen sowie zur Reparatur zerbro-
chener Keramik genutzt. Andere zeigen deutliche
Spuren von Schnüren und Pflanzenfasern, die
möglicherweise zur Fixierung von Schnüren oder
zur Abdichtung von Taschen, geflochtenen Schu-

hen und anderen Alltagsgegenständen verwendet
wurden.

Eine weitere interessante Kategorie sind Pechstü-
cke in ungewöhnlichen Formen. Eines wurde läng-
lich gerollt und in der etwas stärker belassenen
Mitte durchlocht. Vielleicht handelte es sich hier-
bei um eine aufgefädelte „Perle“, um ein Endstück
zur Befestigung einer Schnur oder an einem dün-
nen Stöckchen. Einige Birkenpechstücke sind zu
Kugeln oder Klumpen geformt, bisweilen seitlich
leicht abgeflacht. Bei diesen Objekten wird ver-
mutet, dass sie zur Aufbewahrung für eine spätere
Verwendung in diese Form gebracht wurden. Be-
sonders auffällig ist ein längliches, flachgedrück-
tes Stück, das dann zu einer Schnecke aufgerollt
wurde. Hier sind keinerlei Anzeichen für eine wei-
tere Verwendung erkennbar. Möglicherweise war
es ein Reststück, das nicht mehr gebraucht und da-
her „just for fun“ auf diese Weise geformt wurde –
etwa in der Art, wie man heute mit Knetmasse ver-
fährt (Abb. 11–13).

Im Rahmen der Untersuchung wurden außerdem
verschiedene Experimente mit frischem Birken-
pech, das über das Internet erhältlich ist, durch-
geführt. Die Masse wurde in kleine Stücke geteilt
und von mehreren Testpersonen gekaut. Es stellte
sich heraus, dass dadurch der Speichelfluss stark
angeregt wird. Nach einigen Minuten Kauzeit stell-
ten die Versuchsteilnehmer zudem fest, dass sich
die Zähne sauberer anfühlten.

Weiter war zu beobachten, dass das im Trockenzu-
stand sehr harte und spröde Material unter dem
Einfluss von Wärme und Feuchtigkeit weich und
überaus elastisch wird. Durch Kneten mit den Hän-
den konnte die Feuchtigkeit entfernt werden und

10 Trapezförmiges, von
einem älteren (spätadul-
ten bis maturen) Erwach-
senen auf der linken Seite
gekautes Birkenpech.
Die Zahnkronen sind
großflächig abgenutzt
(31 × 13 × 6 mm; 0,6 g).

11 Tonnenförmiges,
mittig eingeschnürtes,
ehemals mit einer Kordel
o. ä. umwickeltes Birken-
pechstück (29 mm ×
19 mm × 17 mm; 3,4 g).

12 Unregelmäßig eiför-
miges Birkenpechstück
mit Abdrücken von Pflan-
zenfasern (21 mm ×
11 mm × 6 mm; 0,4 g).





das Pech zeigte eine enorme Klebekraft. Bereits etwa 20 Minuten später verlor das Material seine Elastizität und wurde wieder hart. Das Pech klebte in einem Glasbehälter so fest, dass es sich ohne Zuhilfenahme von Werkzeug nicht mehr entfernen ließ.

Anhand dieser Experimente konnten die charakteristischen Eigenschaften des Birkenpechs bestätigt werden: extreme Klebekraft, leichte Formbarkeit, Wiederverwendbarkeit sowie ein markanter, rauchiger Geschmack und Geruch, der sich auch an den Händen lange hält. Zusätzlich durchgeführte Infrarotanalysen ergaben, dass die Funde aus Hornstaad nahezu komplett aus Birkenmaterial hergestellt wurden und keine nennenswerten Anteile von Fremdstoffen enthalten. Interessant wäre zudem eine chemische Untersuchung der Inhaltsstoffe, die bislang noch aussteht. Dadurch könnte man mehr über die möglicherweise schon damals durch Versuch und Irrtum bekannten, positiven und negativen Eigenschaften der Wirkstoffe erfahren – insbesondere in ihrer Wechselwirkung mit physiologischen Prozessen.

Ausblick

Die Lagerungsbedingungen in Pfahlbau- und Seeufersiedlungen unter Luftabschluss im Wasser oder zumindest in feuchtem Liegemilieu sind offensichtlich für die Erhaltung des Birkenpechs sehr zuträglich. Demnach sollte an derartigen Fundstellen ein spezielles Augenmerk auf diese nicht immer leicht zu erkennende Fundgattung gelegt werden. Obwohl sich die Frage nach dem Verwendungszweck des Birkenpechs bisher noch nicht vollständig beantworten lässt, können nach eingehender Untersuchung dieser Objekte plausible Einsatzmöglichkeiten aufgezeigt werden. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es sich bei Birkenpech, ob gekaut oder nicht, um ein überaus interessantes Material handelt, das bemerkenswerte Einblicke in das Alltagsleben, das Handwerk und möglicherweise auch die Freizeit-

beschäftigung neolithischer Bevölkerung bietet. Das zunehmende Interesse an dieser Substanz in den letzten Jahren ist eine überaus positive Entwicklung, die auch in Zukunft noch Überraschungen bereithalten dürfte (Abb. 14).

Dank

Die Autoren danken folgenden Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Landesamtes für Denkmalpflege, Arbeitsstelle Hemmenhofen, ganz herzlich für vielfältige Unterstützung und Hilfestellung im Rahmen der zugrunde liegenden Magisterarbeit wie auch bei der Erstellung dieses Beitrags: Dr. Bodo Dieckmann, Monika Erne, Arno Harwath, Almut Kalkowski und Dr. Helmut Schlichtherle.

Literatur

- Andreas Kurzweil/Jürgen Weiner: Wo sind die Retorten? Gedanken zur allothermen Herstellung von Birkenpech, in: Experimentelle Archäologie in Europa, 2013 (im Druck).
- Carola Fuchs: Die Birkenpechstücke aus der Pfahlbausiedlung Hornstaad-Hörnle IA am Bodensee – Werkstoff, Arzneimittel oder Beschäftigungstherapie. Magisterarbeit, Tübingen 2012.
- Joachim Wahl: Karies, Kampf und Schädelkult – 150 Jahre anthropologische Forschung in Südwestdeutschland. Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg 79, Stuttgart 2007, S. 185–186.
- Bodo Dieckmann/Arno Harwath/Jutta Hoffstadt: Hornstaad-Hörnle IA. Die Befunde einer jungneolithischen Pfahlbausiedlung am westlichen Bodensee, in: Siedlungsarchäologie im Alpenvorland IX, Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 98, Stuttgart 2006.
- Elizabeth Aveling: Chewing tar in the Early Holocene. An archaeological and ethnographical evaluation. *Antiquity* 73, 1999, p. 579–584.
- Eckhardt Czarnowski/Dietrich Neubauer: Aspekte zur Produktion und Verarbeitung von Birkenpech. *Acta Praehistorica et Archaeologica* 23, 1991, S. 11–13.

Praktischer Hinweis

Ausgewählte Stücke sind im Archäologischen Landesmuseum Konstanz zu sehen. Zudem sollen die Untersuchungsergebnisse in die Große Landesausstellung zu den Pfahlbauten 2016 einfließen.

Carola Fuchs M.A.

*Gerstenweg 13
73733 Esslingen*

Prof. Dr. Joachim Wahl

*Regierungspräsidium Stuttgart
Landesamt für Denkmalpflege*

13 Knebelartiges, mittig durchlochstes Birkenpechstück, das möglicherweise als Perle oder Endstück an einer Schnur oder einem Stöckchen befestigt war (27 mm x 9 mm x 9 mm; 0,7 g).

14 Spiralförmig zusammengeschnittenes Birkenpechstück (26 mm x 20 mm x 14 mm; 3,7 g).