

1

Peitschenwurmei. Mikroskopische Aufnahme aus Sedimenten
(Foto: Patrik Flammer).

Patrik Flammer

Paläoparasitologie

Möglichkeiten und praktische Hinweise

Seit es Menschen gibt, ist neben ihrer Außenhaut auch ihr Inneres – vor allem der Darmbereich – bei ungebetenen Gästen, den Parasiten, begehrt. Im Darm handelt es sich dabei vornehmlich um Würmer, die sich über Eiablage vermehren. Diese Eier bieten uns tiefe Einblicke in den Alltag der Menschen.

Die Anfänge der Paläoparasitologie

Die ersten paläoparasitologischen Untersuchungen wurden Anfang des 20. Jahrhunderts an ägyptischen Mumien durchgeführt (Ruffer 1910). Die Forschung beschränkte sich danach über längere Zeit auf mumifizierte Individuen, z. B. Moorleichen (Szidat 1944) oder konservierte Körper aus den Salzbergwerken von Hallstatt (Aspöck et al. 1973). Die Ausweitung der Analysen auf Sedimente führte bald zu Ergebnissen mit breiterer Aussagekraft, insbesondere zur Korrelation von Parasitenfunden und Siedlungsstrukturen (Pike 1968; Jones 1984). Moderne genetische Methoden eröffnen weitere Möglichkeiten und haben bereits neue Erkenntnisse ans Licht gebracht, z. B. bei unserer Forschung im Gründungsviertel der Hansestadt Lübeck (Flammer et al. 2018; Rieger und Flammer 2022).

Warum interessieren uns Darmparasiten?

Darmparasiten gehören zu den häufigsten Infektionen, welche in archäologischen Kontexten nachweisbar sind, da ihre Eier äußerst robust sind und sich in verschiedenen Sedimenten gut erhalten. Noch heute ist in tropischen und subtropi-

schen Regionen ein großer Anteil der Bevölkerung von Darmparasiten betroffen. In den Industrieländern sind diese Arten von Parasiten jedoch seit dem frühen 20. Jahrhundert nicht mehr endemisch verbreitet (siehe Pullan et al. 2014; Datenbank der Weltgesundheitsorganisation¹ [World Health Organization, WHO]). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die Parasiteneier aus archäologischen Sedimenten hierzulande keine modernen Kontaminationen sind.

In groß angelegten Studien konnte aufgezeigt werden, dass die historische Verbreitung in Europa mit der in modernen endemischen Populationen vergleichbar ist (Flammer et al. 2020; Ryan et al. 2022). Ein weiterer Vorteil für die archäologische Forschung besteht darin, dass die klinischen Symptome einer Infektion in der Regel so mild und unspezifisch sind, dass die betroffenen Personen ohne Beeinträchtigung am Alltag teilnehmen und reisen konnten. Somit eignen sich die Darmparasiten als Marker für normale menschliche Aktivitäten.

Da die Verbreitung durch das Fehlen von (modernen) sanitären Einrichtungen begünstigt wird, gelten diese Infektionen heute als Armutskrankheit. In historischen Populationen war

¹<https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/soil-transmitted-helminthases> (zuletzt abgerufen am 02.08.2025).

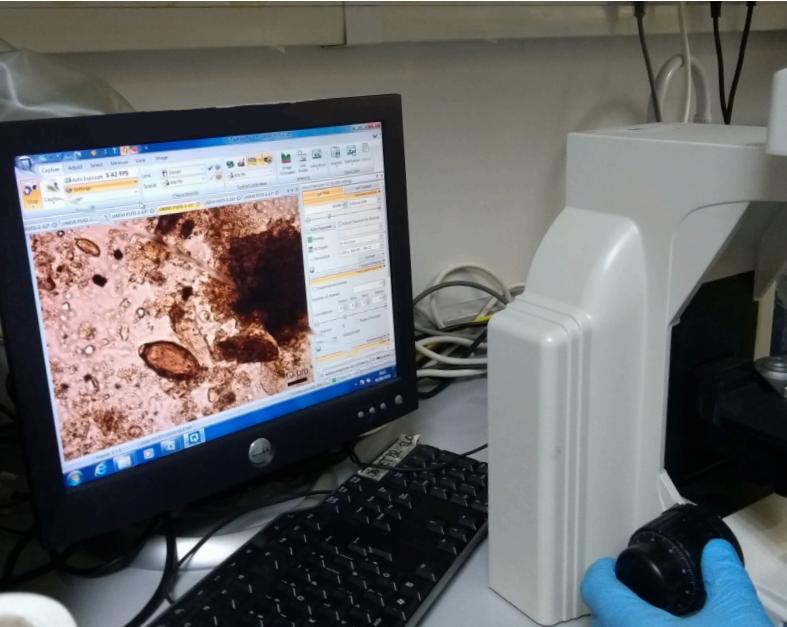
das bestimmt nicht der Fall, da Darmparasiteneier selbst in Königshäusern (Bouchet et al. 1998; Mitchell et al. 2013) oder bei den wohlhabendsten Händlern des mittelalterlichen Lübecks (Flammer et al. 2018) zu finden sind.

Die klinischen Symptome mögen relativ mild sein, bei einer aktiven Infektion werden jedoch sehr große Mengen an Parasiteneiern vom menschlichen Wirt ausgeschieden, je nach Art zwischen 50.000 und 1 Mio. Eier pro Wurm und Tag. Die Infektionen dauern in der Regel längere Zeit, bei einigen Parasiten können die Würmer mehrere Jahre im menschlichen Darm überleben und sich aktiv durch die Produktion von Eiern vermehren. Weitere Informationen zur Biologie oder dem klinischen Verhalten von spezifischen Parasiten finden sich in der Fachliteratur (z. B. Török et al. 2016) oder auch auf der Webseite des amerikanischen Zentrums für Seuchenkontrolle (Centers for Disease Control and Prevention, CDC)².

Die häufigsten Darmparasiten, welche in archäologischen Sedimenten zu finden sind, werden direkt von Mensch zu Mensch übertragen, zumeist über eine fäkal-orale Infektion (z. B. über kontaminiertes Wasser oder ungenügend gereinigtes Gemüse). Zu diesen Infektionen gehören die Spul- und Peitschenwürmer (*Ascaris sp.* und *Trichuris trichiura*, Abb. 1, 4). Es treten jedoch auch Parasiten auf, welche über Zwischenwirte übertragen werden. Ein typisches Beispiel dafür sind die Bandwürmer, wobei Rinder, Schweine oder Süßwasserfische (*Taenia saginata*, *Taenia solium* und *Diphyllobothrium latum*) mit Wurmlarven infiziert sein können. Die Infektion erfolgt hier über den Verzehr von rohem oder unzureichend erhitzen Fleisch. Anhand der Übertragungswege können daher direkte Rückschlüsse auf Hygiene, zu Migrationsbewegungen oder zum Konsumverhalten von Menschen gezogen werden.

²<https://www.cdc.gov/sth/about/> (zuletzt abgerufen am 02.08.2025).

2 und 3 Analyse von Proben während eines Workshops
(Foto: Patrik Flammer).



Mikroskopische Analyse

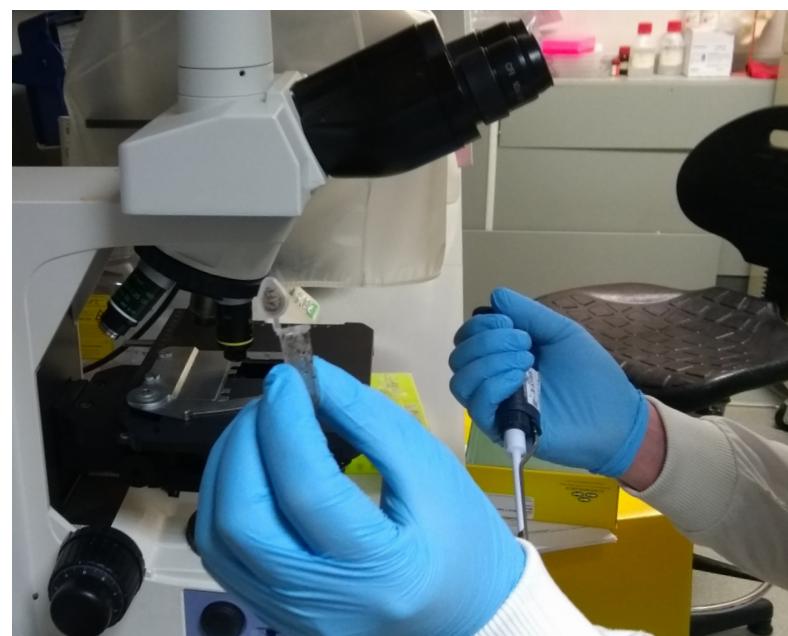
Ein weiterer Vorteil der parasitologischen Analyse besteht darin, dass mit relativ einfachen Methoden aussagekräftige Daten generiert werden können. Angesichts der großen Menge ausgeschiedener Parasiteneier lassen sich auch bei mäßig erhaltenen organischen Substanz mitunter noch Spuren nachweisen. Die Parasiteneier sind durch ihre Form und Größe relativ klar zuzuordnen, zumindest die biologische Gattung kann mikroskopisch gut identifiziert werden. Details zum Aufbau und der Morphologie von Parasiteneiern sind in den Aufsätzen von Wharton zu finden (Wharton 1980; Wharton 1983). Bei Größen im Bereich von 30–100 µm (0,03–0,1 mm) können sie nicht mit dem bloßen Auge, jedoch mikroskopisch relativ einfach erkannt werden.

Selbst wenn die Art nicht immer direkt über die Morphologie identifizierbar ist, so kann sie oft indirekt bestimmt werden, etwa durch das Ausschlussprinzip unter Berücksichtigung der biologischen Verbreitung. So ist es beispielsweise wenig wahrscheinlich, dass ein in Europa identifiziertes Fischbandwurmei zur Art *Diphyllobothrium nihonkaiense* gehört, da dieser fast ausschließlich in Japan auftritt. Als Identifikationshilfen können bisherige Publikationen aus der archäologischen Forschung oder auch medizinische Literatur (z. B. der WHO „Bench Aids“³) verwendet werden.

Welche Proben sind für die Paläoparasitologie geeignet?

Da die Eier von Darmparasiten mit dem Kot ausgeschieden werden, sind jene Sedimente am naheliegendsten, in denen mit Exkrementen zu rechnen ist – etwa Inhalte von Latrinen oder Kloaken. Koprolithen erhalten sich nur unter besonderen Bedingungen, zum Beispiel in Salzbergwerken, Mooren oder unter ariden Verhältnissen. Sie sind in anderen archäologischen Sedimentproben eher selten, können dort jedoch ebenfalls vorkommen (vgl. Jones 1983).

³<https://www.who.int/publications/i/item/9789241515344> (zuletzt abgerufen am 02.08.2025).



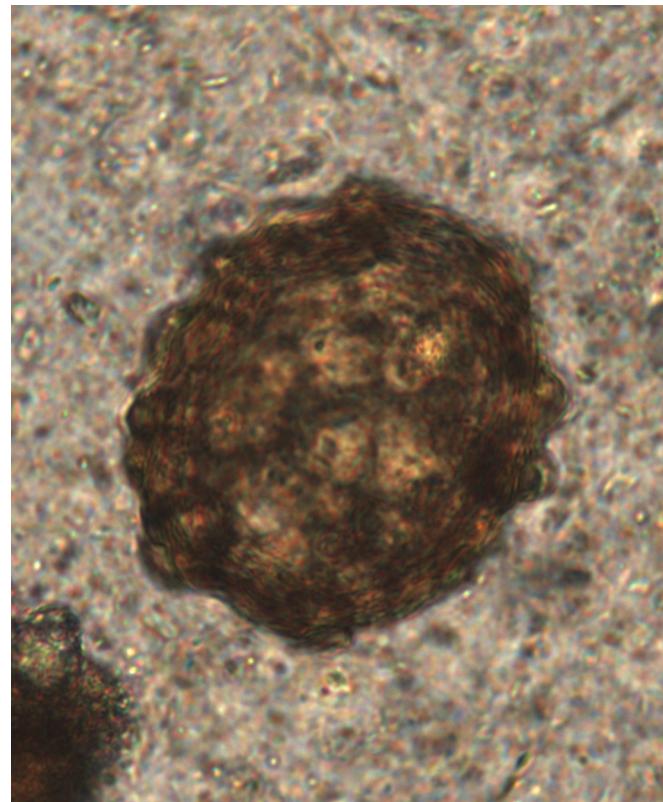
Auch Sedimente aus dem menschlichen Beckenbereich in Gräbern können herangezogen werden. Um Aussagen über den Befall mit Parasiten bei einer bestatteten Bevölkerungsgruppe treffen zu können, ist es notwendig, eine größere Anzahl von Gräbern zu beproben. In einer großangelegten Studie von fast 600 Bestattungen aus sieben mittelalterlichen Grabungen in Europa konnten Häufigkeiten von 20–40 % (Prävalenzrate) nachgewiesen werden (siehe Flammer et al. 2020).

Probennahme

Die robusten Strukturen der Parasiteneier ermöglichen eine sehr gute Erhaltung, auch in Sedimenten, in welchen die Erhaltungsbedingungen für biologische Materialien nicht besonders gut sind. Da die mikroskopische Auswertung von Sedimenten relativ einfach ist, lohnt es sich durchaus, Proben aus verschiedenen Kontexten zu entnehmen. Der Vorteil der Sedimentanalyse ist, dass Proben in nahezu unbeschränkter Menge verfügbar sind.

Bei der Probenentnahme sollte darauf geachtet werden, dass mehrere kleinere Proben (jeweils etwa 10–50 g) anstelle einer großen Sammelprobe entnommen werden. Die kleineren Proben können so horizontal und vertikal Bereiche der Ausgrabung abdecken und ermöglichen eine feinere Auflösung gegenüber einer Sammelprobe. Zu den Proben sollten jeweils auch Daten erfasst werden, um diese in den Kontext der Grabung, z. B. zur Datierung, setzen zu können. Bei der Beprobung von Bestattungen ist darauf zu achten, dass das Material am Beckenboden entnommen wird. Gegebenenfalls lohnt es sich auch, mehrere Proben von einem Individuum direkt auf der linken und der rechten Beckenschaufel sowie auf dem Kreuzbein zu entnehmen, da nicht vollständig sicher ist, auf welcher Seite sich jeweils der Darminhalt befindet. Wichtig ist zudem, dass die Entnahme direkt nach der Freilegung erfolgt, um möglichst unverfälschte Proben zu bekommen. Eine bewährte und praktische Methode ist die Verwendung von Mehrzweckbechern aus dem medizinischen Bereich (Urinbecher), da diese aus einem robusten Kunststoff bestehen, mit welchem Proben auch direkt aus dem Boden entnommen werden können. Zudem verfügen diese Behälter über einen gut abschließenden Schraubdeckel. Die Becher mit einem Volumen von 50 ml haben eine ideale Probengröße.

Nach der Probenentnahme sollten die Proben möglichst lichtgeschützt gelagert werden, besondere Kühlung ist nicht notwendig. Durch den dichten Verschluss wird der erdfeuchte Zustand erhalten, jedoch ist natürliches Austrocknen nicht vollständig vermeidbar. Dies kann zu einer Verminderung der Anzahl an Parasiteneiern führen, jedoch sind auch Fragmente der Eier mikroskopisch gut erkennbar. Auch längere Lagerung führt nicht zu einem vollständigen Verlust der Parasiteneier. In unseren Studien konnten auch in Proben, welche vor über 25 Jahren entnommen wurden, noch Parasiteneier nachgewiesen werden. In unserem Archiv wurden die Proben in kleineren Serien in Kunststoffbeutel eingeschweißt, um Verunreinigungen vorzubeugen, und dann in Archivkisten gelagert. Der hier empfohlene Probenumfang ist auch für weiterführende Untersuchungen ausreichend.



4

Spulwurmei. Mikroskopische Aufnahme aus Sedimenten
(Foto: Patrik Flammer).

Möglichkeiten der mikroskopischen Analyse

Die charakteristischen Formen der Parasiteneier ermöglichen eine relativ unkomplizierte Auswertung von Sedimenten. Mit einem Durchlichtmikroskop können sie direkt in aufgeschlämmt Proben diagnostiziert werden. Es ist empfehlenswert, eine kleine Menge exakt abgewogenen Sediments zu verwenden und die verbleibende Bodenprobe für weitere Analysen zurückzubehalten. Wir haben für die Aufschlammung jeweils destilliertes Wasser (für die Mikroskopie) oder eine Pufferlösung (für die genetische Aufbereitung) verwendet. Bei exakter Abmessung von Sediment und Wasser kann somit eine Abschätzung der Parasitendichte ermittelt werden.

Liegen Probenserien aus einem definierten Bereich vor, können Verteilungsmuster entweder in Bezug auf die Lage oder auf die Verteilung in vertikaler Ebene erstellt werden. Aus diesen können Informationen über die historische Landnutzung abgeleitet werden. In solchen Probenserien sind auch negative Proben wichtig, da somit die Ablagerungszonen von Exkrementen eingeschränkt werden kann. Solche Analysen können Einblicke in die Nutzung von Strukturen liefern (für das Oppidum Bibracte siehe Golanova et al. 2020), oder auch über die Verteilung von Abwässern aus Städten ins Umland (derzeit laufende Studie an der Universität Leipzig).

Weiterführende Analysen

Die mikroskopische Bestimmung von Parasiteneiern ermöglicht die fokussierte Auswertung von positiven Proben mit aufwändigeren Methoden. Besonders zu erwähnen wären hier die genetischen Methoden, die eine genauere Bestimmung der Parasitenarten in den Proben ermöglichen. Auch die genetische Zusammensetzung der Parasitenpopulation,

wie wir sie beispielsweise für *Trichuris trichiura* in den mittelalterlichen Hafenstädten von Lübeck und Bristol durchgeführt haben, kann interessante neue Erkenntnisse hervorbringen. Die genetische Analyse der Peitschenwurm-DNA aus diesen Grabungen hat beispielsweise ergeben, dass es eine direkte Verbindung zwischen den beiden Städten gegeben haben muss, auch wenn davon ausgegangen wird, dass der meiste Handel der Hanse sich überwiegend auf die englische Ostküste beschränkte (siehe dazu Flammer et al. 2018).

Es ist wichtig, die Daten möglichst systematisch und vollständig zu erfassen, so dass Vergleiche mit anderen Fund-

stellen möglich werden. Auch wenn paläoparasitologische Forschungen seit über hundert Jahren betrieben werden, so fehlen nach wie vor systematische Zusammenstellungen und Vergleiche. Die Paläoparasitologie kann viele neue und wichtige Einblicke bieten und kann in sehr vielfältigen Kontexten angewandt werden. Das Sedimentmaterial ist in großen Mengen verfügbar und daher stehen der breiteren Anwendung der Paläoparasitologie nichts im Weg.

Dr. Patrik Flammer

Gastwissenschaftler TU Dresden
dr.patrik.flammer@gmail.com

Literatur

Aspöck et al. 1973: H. Aspöck/H. Flamm/O. Picher, Darmparasiten in menschlichen Exkrementen aus prähistorischen Salzbergwerken der Hallstatt-Kultur (800–350 v. Chr.). Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene. Abteilung 1. Originale. A, Medizinische Mikrobiologie, Infektionskrankheiten und Parasitologie 223, 4, 1973, 549–58.

Bouchet et al. 1998: F. Bouchet/S. Bentrad/J. Paicheler, Enquête épidémiologique sur les helminthiasés à la cour de Louis XIV. médecine/sciences 14,4, 1998, 463–466. https://ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/1064/1998_4_463.pdf?sequence=1

Flammer et al. 2018: P. Flammer/S. Dellicour/S. Preston/D. Rieger/S. Warren/C. Tan/R. Nicholson/R. Pröhlystalová/N. Bleicher/J. Wahl/N. Faria/O. Pybus/M. Pollard/A. Smith, Molecular archaeoparasitology identifies cultural changes in the Medieval Hanseatic trading centre of Lübeck. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 285, 1888, 2018. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0991>

Flammer et al. 2020: P. Flammer/H. Ryan/S. Preston/S. Warren/R. Pröhlystalová/R. Weiss/V. Palmowski/S. Boschert/K. Fellgiebel/I. Jasch-Boley/M. Kairies/E. Rummele/D. Rieger/B. Schmid/B. Reeves/R. Nicholson/L. Loe/C. Guy/T. Waldron/J. Machacek/J. Wahl/M. Pollard/G. Larson, /A. Smith, Epidemiological insights from a large-scale investigation of intestinal helminths in Medieval Europe. PLOS Neglected Tropical Diseases 14,8, 2020. <https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0008600>

Golanova et al. 2020: P. Golanova/M. Hajnalova/L. Lisa/P. Milo/L. Petr/M. Frantkova/J. Kysela/P. Flammer/R. Kocarova/P. Barta, Investigating the complex story of one ditch-A multidisciplinary study of ditch infill provides insight into the spatial organisation within the oppidum of Bibracte (Burgundy, France). PLOS ONE 15,4, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231790>

Jones 1983: A. Jones, A coprolite from 6–8 Pavement. In: A. Hall/H. Kenward/D. Williams/J. Greig, Environment and Living Conditions at Two Anglo-Scandinavian Sites. The Archaeology of York 14,4 (London 1983) 225–229.
<https://www.collections.yorkarchaeologicaltrust.co.uk/s/collections/item/74482#lg=1&slide=0>

Jones 1984: A. Jones, Parasite ova from Roman levels at two sites within the Fortress of Eboracum: Two sites from the Bedren area of York. Ancient Monuments Laboratory Report 4310, 1984.
<https://historicengland.org.uk/research/results/reports/4310>

Mitchell et al. 2013: P. Mitchell/H. Yeh/J. Appleby/R. Buckley, The intestinal parasites of King Richard III. The Lancet, 382,9895,888, 2013. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61757-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61757-2)

Pike 1968: A. Pike, Recovery of Helminth Eggs from Archaeological Excavations, and their Possible Usefulness in providing Evidence for the Purpose of an Occupation. Nature 219,5151, 1968, 303–304. <https://doi.org/10.1038/219303a0>

Pullan et al. 2014: R. Pullan/J. Smith/R. Jurasaria/S. Brooker, Global numbers of infection and disease burden of soil transmitted helminth infections in 2010. Parasit Vectors 7, 2014.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24447578/>

Török et al. 2016: E. Török/E. Moran/F. Cooke, Oxford handbook of infectious diseases and microbiology (Oxford 2016). <https://doi.org/10.1093/med/9780199671328.001.0001>

Rieger/Flammer 2022: D. Rieger/P. Flammer, Lübecks Archäoparasiten als Transmitter zur Erforschung des mittelalterlichen Individuums. In: D.Rieger (Hrg.), Die Ausgrabungen im Lübecker Gründungsviertel II. Archäoparasitologie, Handelsgeschichte, Paläopathologie und Anthropologie (Lübeck 2022) 11–130.

Ruffer 1910: M. Ruffer, Note on the Presence of "Bilharzia Haematobia" in Egyptian Mummies of the Twentieth Dynasty (1250-1000 B.C.). British Medical Journal 1,2557, 1910, 16. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20764829>

Ryan et al. 2022: H. Ryan/P. Flammer/R. Nicholson/L. Loe, B. Reeves/E. Allison/C. Guy/I. Doriga/T. Waldron/D. Walker/C. Kirchhelle/G. Larson/A. Smith, Reconstructing the history of helminth prevalence in the UK. PLOS Neglected Tropical Diseases 16,4, 2022. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0010312>

Szidat 1944: L. Szidat, Über die Erhaltungsfähigkeit von Helmintheneiern in vor- und frühgeschichtlichen Moorleichen. Zeitschrift Für Parasitenkunde 13,3, 1944, 265–274. <https://doi.org/10.1007/BF03177148>

Wharton 1980: D. Wharton, Nematode egg-shells. Parasitology 81,2, 1980, 447–463. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7003502>

Wharton 1983: D. Wharton, The production and functional morphology of helminth egg-shells. Parasitology 86,4, 1983, 85–97. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6346235/>