

ROOTS
Cluster of Excellence

Social, Environmental, and Cultural Connectivity in Past Societies

ROOTS • Booklet Series • 04 / 2024

Stories of Waste and Value

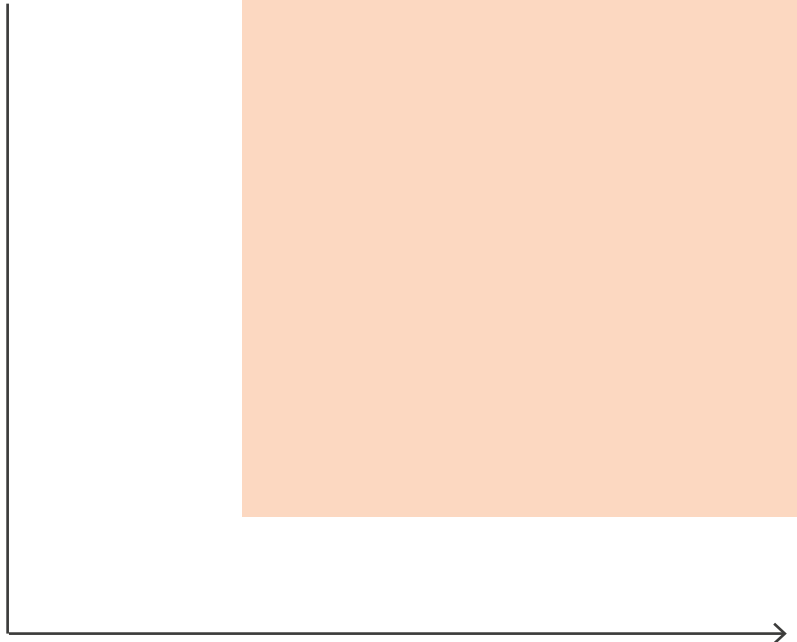
*Roots of a Circular
Economy*

Edited by:
Jens Schneeweiß





**» Wertvolle
Abfallgeschichten
Wurzeln der Kreislauf-
wirtschaft «**



Vorwort

Im Exzellenzcluster ‚ROOTS – Social, Environmental, and Cultural Connectivity in Past Societies‘ beschäftigen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen mit der Rekonstruktion vergangener Gesellschaften. Zusammenhänge von Individuen und Gruppen, von Menschen und Umwelt, von Ereignissen, Prozessen und Strukturen werden aus archäologischer und historischer Perspektive untersucht. Im Vordergrund steht die Globalisierung als ein weltweiter Prozess einschließlich der damit verbundenen regionalen Auswirkungen und Reaktionen. Ausgangspunkt war die zugrunde liegende Hypothese: je mehr Menschen vernetzt sind, desto geringer das Konfliktpotential.

Besonders in Zeiten von Krisen und Konflikten mit ihren gestörten Kommunikationsnetzen und Transportwegen ist es umso wichtiger zu wissen, wie Menschen in veränderten und herausfordernden Situationen in der Vergangenheit reagiert haben: nicht nur in der jüngsten industriellen und postindustriellen Welt, sondern auch in fernen Zeiten. Sie liefern uns sozusagen einen Spiegel unseres Verhaltens und unserer Möglichkeiten. Damit stellt sich die Frage, wie Jäger und Sammler, erste Bauern, antike Gesellschaften oder frühneuzeitliche Stadtgemeinschaften in allgemeinen Krisensituationen gehandelt haben.

In diesem Zusammenhang haben wir uns entschieden, eine Broschürenreihe zu erstellen, die in Zeiten massiv zunehmender globaler Konflikte Information in einer allgemeinverständlichen Weise aufbereitet. Mit der vorliegenden Broschüre setzt ROOTS diese Reihe fort, welche die Diskussionen und Ergebnisse unseres Forschungsclusters einer breiteren Öffentlichkeit vorstellt.

Dieses Heft handelt von „Abfall“, der nicht nur beim Umweltschutz und der nachhaltigen Nutzung von Ressourcen eine wichtige Rolle spielt, sondern auch schon immer in archäologisch und historisch dokumentierten Gesellschaften von Bedeutung war. Im Gegensatz zu vielen anderen Überlieferungen, die oft absichtlich verändert sind, gilt Abfall meist als bedeutungslos und wird nur selten manipuliert. Archäologen interessieren sich daher für Abfall, um vergangene Gesellschaften besser verstehen zu können.

Die Broschürenreihe wurde auch konzipiert, um Diskurse und Kommentare zu Zukunftsfragen aus vergangener Perspektive in anderen Medien anzuregen. Nur wer die Vergangenheit versteht, kann die Gegenwart nachhaltig gestalten und nachhaltige Zukunftsperspektiven entwickeln. Als Menschen bietet uns die Rekonstruktion unseres Verhaltens in völlig anderen Zeiten als heute große Chancen – nicht nur im Hinblick auf das Begreifen menschlicher Gesellschaften, sondern insbesondere in Bezug auf das Mensch-Umwelt-Verhältnis. Daher kann ein tiefes Verständnis der Vergangenheit Chancen für die Zukunft eröffnen.

Johannes Müller
Sprecher des Exzellenzclusters ROOTS

Inhalt

- 02 / **Vorwort**
Johannes Müller
- 08 / **Vom Umgang mit Abfall: Vergangenheit und Gegenwart. Eine Einführung**
Konrad Ott

Kapitel 1: So ein Dreck?! Im Schmutz verborgenes Wissen

- 16 / **Vom Erkenntniswert des Drecks**
Lorenz Kienle, Khurram Saleem, Ulrich Schürmann
- 22 / **Umwelt-aDNA – die ganze Welt in einer Handvoll Schmutz**
Jens Schneeweiß
- 26 / **Schmutzschichten unter die Lupe genommen**
Svetlana Khamnueva-Wendt und
Jens Schneeweiß

Kapitel 2: Stereotype hinterfragt

- 34 / **Aus den Augen, aus dem Sinn. Bronzezeitliches Abfallmanagement im Jahr 1800 v. Chr.**
Jutta Kneisel, Janusz Czebreszuk, Wiebke Kirleis,
Johannes Müller
- 42 / **Vom Unkraut zum Baustoff – Roggen in Deutschland**
Benjamin Claaßen
- 46 / **Bodenleben. Wie sich moderne Nachhaltigkeitskonzepte und vergangene Lebensweisen im Garten begegnen**
Dana Zentgraf und Jens Schneeweiß

Inhalt

Kapitel 3: Nach Gebrauch... wiederverwenden oder entsorgen?

- 56 / **Wasser, Wasser überall... aber stets ein guter Tropfen? Über die Verschwendung, Weiterverwendung und Qualität von Wasser in Antike und Mittelalter**
Nicolas Lamare, Max Grund, Guillermo Torres
- 64 / **Der lange Kreislauf von Blei im Mittelalter (eine Blei-Biographie)**
Paweł Cembrzyński und Marie Jäcker
- 72 / **Holzrecycling – oder: wie bringt man Menschen zum Recycling?**
Jutta Kneisel und Lisa Shindo
- 80 / **Ein Herz für Ballaststoffe**
Max Grund, Bente Majchczack, Jens Schneeweiß

Kapitel 4: Aus der Vergangenheit lernen?
Die heutigen Herausforderungen für
die Zukunft

- 90 / Kann das weg? Vom Aussortieren und
Deponieren
Elena Diehl und Sonja Windmüller
- 96 / Einmal um die ganze Welt – Kunststoffe,
das Meer als Transportweg und die
Archäologie der Zukunft
Katrin Knickmeier, Katrin Schöps, Ilka
Parchmann
- 102 / Autorinnen und Autoren
- 106 / Zum Weiterlesen
- 112 / Impressum

Konrad Ott

Vom Umgang mit Abfall: Vergangenheit und Gegenwart.

Eine Einführung

Einleitung

Der gesellschaftliche Metabolismus mit der Natur schafft Produkte, Lebensgrundlagen, aber auch Reste: Abfälle. Wenn der Stoffwechsel mit der Natur und die Arbeit schicksalhafte Notwendigkeit der menschlichen Existenz sind (Marx 1867 [1975], 57), wird es immer Abfall geben. Wenn ein Mensch ein Steinwerkzeug herstellt, muss etwas lithischer Abfall übrig bleiben. Das „Werkzeug herstellende Tier“ ist auch ein Abfall produzierendes Tier. Doch der Mensch verwendet auch Werkzeuge wieder. So stellen etwa Brumm *et al.* (2019, 150) fest, dass es eine Reinigung und Wiederverwendung von Steinarte-

fakten durch Homininen des unteren Paläolithikums gab. Sie identifizieren wiederverwendete Artefakte und schlagen eine Terminologie vor, wie man über Wiederverwendung, Reparatur, Recycling und Reparation im Paläolithikum sprechen kann.

Abfall kann auf allen Stufen der Produktion und des Konsums entstehen: Abfall ist ein Nebenprodukt. In unserer globalisierten Wirtschaft werden künstliche Stoffe über den ganzen Planeten transportiert. Die Vermüllung ist weit verbreitet, sei es in öffentlichen Parks oder in Küstengebieten. Es gibt sogar Müll im Weltraum und im Meer treibende Abfallberge. Intuitiv fürchten wir eine Welt voller Müll.

Es gibt viele historische Formen des Umgangs mit Abfall, die in Geschichte, Soziologie und Archäologie untersucht werden können und sollten. Abfall ist ein materieller Begleiter des menschlichen Lebens und erzählt gesellschaftliche, kulturelle, wirtschaftliche und sogar moralische Geschichten. Wenn Abfall Teil der archäologischen Überlieferung ist, kann er als materielle Grundlage für Rückschlüsse auf das gesellschaftliche Leben genutzt werden. Der *Reflective Turn* in ROOTS interessiert sich daher für Abfall.

Analyse

Das Wort „Abfall“ gehört zu einem Feld von Wörtern, die eine Bedeutungsähnlichkeit aufweisen. Elemente dieses Feldes sind „Müll“, „Unrat“, „Abfall“ und andere. Alle Begriffe sind unscharf, weil ihre Verwendung von menschlichen Praktiken und Wahrnehmungen abhängt. Der Einfachheit halber spreche ich nur von Abfall. Der Begriff „Abfall“ hat eine Bedeutung in der Alltagssprache, gehört aber auch zu einer Reihe von wirtschaftlichen und kulturellen Konzepten, die in den historischen Wissenschaften, einschließlich der Archäologie, verwendet werden.

Karl Marx sprach von „Exkrementen der Produktion und Konsumtion“ (1894 [1975], 110), schenkte aber der Produktion von Abfällen in der kapitalistischen Produktionsweise keine große Aufmerksamkeit. Exkremete der Produktion können chemische Rückstände sein; Exkremete der Konsumtion sind Fäkalien und Lumpen. Marx stellte fest, dass der Preis von Rohstoffen Anreize zur Nutzung von Abfällen setzt, und nannte einige Beispiele für abfallintensive Fabrikation. Wie für die meisten marxianisch inspirierten Gelehrten war Abfall für Marx ein untergeordnetes Thema. Es gibt nur wenige lobenswerte Ausnahmen. Michael Thompson veröffentlichte 1979 sein Buch *Rubbish Theory*, in dem er argumentiert, dass die meisten Intellektuellen, einschließlich der Wirtschaftswissenschaftler, kein Interesse am Abfall haben. Wir werfen ihn weg, stellen ihn außerhalb unserer Wohnung und unserer Gedankenwelt. Abfall gehört zu einem unbedeutenden Lebensbereich, und

Personen, die mit Abfall umgehen, haben einen geringen sozialen Status. Meine Großmutter sagte mir als Kind: „Wenn du schlecht in der Schule bist, musst du zur Müllabfuhr“.

Wie Thompson erörtert, ist nicht immer klar, was in einer bestimmten Gesellschaft als Abfall gilt. Abfall ist eine gesellschaftliche Existenzform. Was für eine bestimmte Person (oder Gesellschaft) als Abfall gilt, gilt möglicherweise für eine andere nicht als Abfall. Exkremete, auch menschliche, können als Abfall oder aber als Dung angesehen werden. Weggeworfene Textilien können Kleidung für die Armen bedeuten. Alte Bücher können als Abfall oder als wertvolle Raritäten betrachtet werden. Was in städtischen Milieus Abfall ist, kann auf dem Land wertvoll sein (organischer Kompost, Dünger), insbesondere wenn die Böden nährstoffarm sind (Beitrag von M. Grund *et al.* in diesem Band).

Wie Abfall wahrgenommen, verarbeitet, organisiert und geregelt wird, ist ein Thema für historische Untersuchungen. Wenn man den Umgang mit Abfall untersucht, kann man viel über menschliche Praktiken, Bräuche, Technologien, Geschlechterrollen usw. lernen. Der Umgang mit Abfall kann entweder anomisch (ungeregelt) oder geregelt und organisiert sein. In verschiedenen Gesellschaften können einige Abfallarten geregelt sein, während andere ungeregelt bleiben. Infolgedessen können Historiker und Archäologen unterschiedliche *waste-scapes* zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten untersuchen. Der Ausdruck *scape* wäre am ehesten mit „Anordnung“ zu übersetzen. *Waste-scapes* können als Analogie zu *task-scapes*, *sound-scapes* und *smell-scapes* gesehen werden, die in der Kulturanthropologie und Sozialgeschichte zu Studienobjekten geworden sind (zu *sound-scapes* z. B. Schafer 1977). Einige Studien zu Abfällen sind in diesem Band zusammengefasst und ermöglichen den Vergleich zwischen vergangenen Gesellschaften oder zwischen Vergangenheit und Gegenwart.

Grundsätzlich gibt es zwei Hauptwege, wie mit Abfall umgegangen werden kann. Er kann entweder

aufgehoben und wiederverwendet oder aber entsorgt (also beseitigt) werden. Wenn er aufgehoben wird, wird er nicht als Abfall behandelt und verbleibt in der Sphäre der wirtschaftlichen Produktion mit einem gewissen Nutzwert und sogar einem Tauschwert. Wenn ein Landwirt für Dünger bezahlt, haben die Ausscheidungen einen Tauschwert. Wird der Abfall hingegen beseitigt, kann er verbrannt, über oder unter der Erde deponiert, in Flüsse, Seen und das Meer geleitet werden usw. Die Beseitigung von Abfällen kann entweder auf unregelmäßige, d. h. anomische oder auf organisierte, kontrollierte und regulierte Weise erfolgen. In jenem Fall „wirft man einfach weg“. Das „weg“ könnte durch die bekannte Maxime dargestellt werden: „Aus den Augen, aus dem Sinn“. Wenn fast alle Abfälle organisch sind (Asche, Knochen, Eierschalen), könnte eine solche Maxime in einer weitläufigen natürlichen und menschenarmen Umgebung durchaus sinnvoll sein. Ich vermute, dass Abfall in nomadischen Jäger- und Sammlergemeinschaften kein großes Problem darstellte. Man konnte den Abfall einfach zurücklassen. Wenn menschliche Kollektive jedoch sesshaft werden und in größeren Einheiten leben, wie in Dörfern oder Städten, kann der Umgang mit Abfällen organisiert werden. Dieses „kann“ ist kein striktes „muss“, denn Kollektive können sich auch an die Abfälle in ihrer Umgebung anpassen und mit ihnen umgehen. Abfall kann als ein zu lösendes Problem, aber auch als ein gegebener Zustand wahrgenommen werden. Die Problemlösung durch Regulierung kann auf der Ebene von einzelnen Haushalten, Produktionsstätten und ganzen Siedlungen organisiert werden.

Ein paradigmatischer Fall für die Beseitigung von Abfall (Schmutz, Staub) ist die Reinigung von Häusern, die von Hannah Arendt als „Arbeit“ angesehen wird. Für Arendt (*The Human Condition*) ist Arbeit der Gegensatz zur Produktion. Paradigmatische Beispiele für Arbeit sind Kochen, Putzen und Wäschewaschen. Die Küche ist der Raum, in dem in früheren Zeiten die meisten Abfälle entstanden. Die begriffliche Unterscheidung von Arbeit und Produktion hat einen ge-

schlechtsspezifischen Aspekt. Die Arbeit wird oft von Frauen erledigt, während Männer dauerhafte Dinge (Güter) produzieren. Die Arbeit, selbst wenn sie gut gemacht ist, hält nicht lange an, da die Menschen bald wieder Hunger haben und die Räume und die Kleidung wieder schmutzig werden. Die Arbeit, bei der Abfälle anfallen, wiederholt sich als eine unendliche Geschichte.

In der *Wirtschaftstheorie* ist eine materielle Einheit E für eine Person P1 Abfall, wenn die Einheit E keinen Nutzwert, keinen Optionswert, keinen Existenzwert (wie ein alter Liebesbrief) oder keinen Tauschwert hat. P1 möchte E loswerden, weil E stinkt, stört oder hässlich aussieht. E hat also einen negativen Wert für P1. Wenn es eine andere Person P2 gibt, für die E einen positiven Wert hat, kann P1 E als Geschenk an P2 weitergeben oder etwas von P2 verlangen. Wenn es keinen P2 gibt, hat P1 einige Opportunitätskosten, um E loszuwerden. Wenn der Umgang mit Abfall reguliert ist, muss P1 entweder gesetzliche Auflagen beachten und deren Kosten tragen oder aber eine illegale Entsorgung vornehmen, die bestraft werden könnte.

In unserer westlichen Moralvorstellung gilt das Wegwerfen von Abfall als *Umweltverschmutzung*. Das Wegwerfen von Abfall ist ein rationales, aber unsoziales Verhalten. Ökonomisch gesehen kann das Wegwerfen von Abfall eine negative Außenwirkung auf andere haben. Unter den Bedingungen der Arbeitsteilung, der Massenvirtschaft, des Konsums, der künstlichen Substanzen usw. ist der unregelmäßige Umgang mit Abfall eine Tragödie, da die Verschmutzung nicht nur ein ästhetisches, sondern auch ein gesundheitliches Problem darstellen kann.

In vielen Ländern, aber auch im Laufe der Geschichte gibt es die Praxis des *Müllsammelns*. Müllsammler sammeln, recyceln, veredeln und verkaufen sogar Materialien, die von anderen weggeworfen wurden. Häufig sind Frauen und Kinder unter den Müllsammlern. Müllsammler haben in der Regel einen niedrigen sozialen Status. Daher betrachtet Michael Walzer (*Spheres of Justice*, Kapitel über

Hard Work) das Aufsammeln von und den Umgang mit Abfall als „harte Arbeit“. Er definiert sie als eine Arbeit, die zwar für die Gesellschaft sehr wichtig ist, aber unschöne sinnliche Eigenschaften hat (Geruch, Schmutz), zumeist schlecht bezahlt wird und einen niedrigen Status sowie geringe soziale Anerkennung bedeutet.

Wenn eine Person P2 eine materielle Einheit E aufsammelt, die für eine andere Person P1 Abfall darstellt, besteht unter ansonsten gleichen Umständen anscheinend ein sozialer Statusunterschied zwischen P1 und P2. Der Unterschied in Rang und Status ist keine logische Notwendigkeit, sondern eine kulturelle Normalität. Wenn E für P1 überhaupt keinen Wert besitzt, für P2 aber einen gewissen Wert, hat P1 mehr „Reichtum“ als P2. Der Austausch von E zwischen P1 und P2 stellt eine Asymmetrie und Ungleichheit dar. Die Archäologie und die Geschichtswissenschaft können untersuchen, ob sich diese Hypothese erhärten lässt.

Abfall und Umwelt

Abfall war in einer ersten Welle der „Sozialhygiene“ seit den 1870er Jahren und in einer zweiten Welle seit den 1970er Jahren ein zentrales Thema der Umweltbewegung. In der ersten Welle wollten Kommunen und Vertreter der Sozialmedizin die Gefahren städtischen Lebens (sog. *urban penalty*) verringern, namentlich die Gefahren von Infektionskrankheiten (wie Cholera-Epidemien) sowie die ungesunden und toxischen Arbeits- und Wohnbedingungen. Letztere konnten Tuberkulose verursachen. Bei dieser ersten Welle handelte es sich um eine langfristig erfolgreiche „Biopolitik“ (Michel Foucault), die sich zunächst auf Abwässer und Belüftung konzentrierte. Selbst Foucault, der schärfste Kritiker der „Biomacht“, hat eingeräumt, dass die mit der Industrialisierung einhergehende Biopolitik positive Auswirkungen auf die Lebenserwartung und den Gesundheitszustand hatte (Foucault 1979, 169).

Ein Jahrhundert später konzentrierte sich die zweite Welle auf giftige und riskante Chemikalien, die

in der Nachkriegszeit im Überfluss vorhanden waren (u. a. Schwermetalle, Asbest, DDT). Sie befasste sich auch mit Luftverschmutzung, Wasserverschmutzung und chemischen Rückständen in Lebensmitteln. Die schiere Menge an Abfällen unterschiedlicher Art und unterschiedlicher Herkunft war (und ist) ein entscheidender Bestandteil der „großen Beschleunigung“, die das Anthropozän in seiner vollen Ausprägung charakterisiert. Dennoch bleibt ein Teil des Abfalls für die meisten Bewohner westlicher Gesellschaften unsichtbar, da er beispielsweise in Bergbaugebieten irgendwo im globalen Süden produziert wird. In der fordistischen Periode des Industriekapitalismus war es *business as usual*, Abfallprodukte (Emissionen) in Luft, Wasser, Boden, Wälder usw. zu verlagern. Flüsse wurden zu Abwasserkanälen und der Ozean wurde zur letzten Mülldeponie. Hochgiftige Abfälle mussten in unterirdischen Lagern deponiert werden, während „normale“ Abfälle – oft illegal – deponiert oder verbrannt wurden. Frühe Müllverbrennungsanlagen emittierten giftige Stoffe, weil die Temperatur bei der Verbrennung zu niedrig war, um sie zu zerstören. Während die Wirtschaftstheorie fordert, negative externe Effekte zu internalisieren (Verursacherprinzip), machte die Wirtschaftspraxis aus den externen Effekten *business as usual*, solange es dagegen keinen Protest gab. Die Modelle des „Club of Rome“ gingen in den 1970er Jahren davon aus, dass die Umweltverschmutzung parallel zum Wirtschaftswachstum verlaufen würde und dass in einer Wachstumsgesellschaft Abfallmengen und Verschmutzung weiterhin stark zunehmen würden.

Eine solche Situation gilt seit den 1970er Jahren als unhaltbar. Die Umweltbewegung betrachtete den industriellen Kapitalismus als ein toxisches Unternehmen. Das abfallintensive Konsumverhalten wurde als gierig, kurzsichtig und bösartig angesehen. Die frühe Umweltethik forderte „Rechte gegen Verschmutzer“ und wandte sich gegen die „Viktimisierung“ durch die Erzeugung externer Effekte. In den USA wurde der sog. *eco-racism* kritisiert, der darin besteht, dass Mülldeponien und -verbrennungsanlagen in der Nähe

von Siedlungen errichtet werden, die überwiegend von Afroamerikanern und *Native Americans* bewohnt werden. Individualethisch betrachtet, wurde die allgemeine Maxime der Tiefenökologie: „Hinterlasse keine Spuren“ auf Abfall angewandt: „Minimiere deinen Abfall“. Abfall wurde als Teil des eigenen ökologischen Fußabdrucks betrachtet, und es schien offensichtlich, dass die Abfallproduktion der Industriegesellschaften nicht globalisiert werden kann, ohne den Planeten in eine Müllhalde zu verwandeln.

Umweltpolitische Motive, politische Proteste und düstere Prognosen über Abfall und Verschmutzung haben seit den 1970er Jahren die Politik beeinflusst. Diese Politik entstand, als weitsichtige Technokraten erkannten, dass Verteilungsstrategien nicht funktionieren würden. Verdünnungs- und Dispersionsstrategien scheiterten vor allem im Fall des sauren Regens, der eine negative Auswirkung der Politik der hohen Schornsteine war. Nach und nach verbesserten die Industriegesellschaften die Abfallentsorgungstechnologien und schufen damit neue Industrien und Geschäftsmodelle. Der Kapitalismus funktionierte so, wie er es immer tut: Er verwandelt ein Problem in ein Geschäft und macht aus seinen eigenen Unzulänglichkeiten einen Gewinn. Die Verbraucher begannen, ihre Abfälle (Glas, Papier, Plastik, Bioabfälle) zu selektieren, und wurden durch finanzielle Anreize dazu gebracht, ihr Abfallvolumen zu reduzieren. Recycling wird zur neuen, allgemeinen Normalität, wenngleich die derzeitigen Quoten noch erhöht werden könnten und sollten.

Historische Lehren und aktuelle Fragen

Die folgenden Ausführungen stützen sich auf die Beiträge in diesem Band. Sie versuchen, Vergangenheit und Gegenwart miteinander zu verbinden, wie es ROOTS generell zu tun hofft.

Es mag sein, dass die Maxime „Aus den Augen, aus dem Sinn“ ein dauerhaftes archaisches Denkmuster ist. Innerhalb der Siedlungen wurde jedoch der Umgang mit Abfall zu einem wichtigen Thema. Abfall und der Umgang mit ihm sind Teil des sess-

haften (neolithischen) Pakets. Da der Mensch immer Gründe für sein Handeln hat, stellt ROOTS die Frage, welche Gründe den Umgang mit Abfall in der Urgeschichte, der Antike, dem Mittelalter und der Neuzeit bestimmt haben könnten. Aus dem Abfall selbst lassen sich mutmaßliche Gründe für den Umgang mit Abfällen ableiten.

Trotz der zeitlichen Distanz kann man die Strategien für den Umgang mit Abfall in der Neuzeit mit jenen in einem 4000 Jahre alten Dorf (Bruszczewo) vergleichen. Wie J. Kneisel *et al.* in ihrem Beitrag argumentieren, unterscheiden sich die Strategien nicht sehr. Es gab zentrale Plätze für alle Arten von Abfällen und Strategien zur Verwertung von Materialien. Die Entsorgung von Abfällen in einen nahe gelegenen See wirkte sich negativ auf die Wasserqualität aus, aber es bleibt unklar, ob die damals lebenden Menschen Kenntnisse über kausale Zusammenhänge zwischen organischen Abfällen und magenschädigenden Darmerkrankungen hatten.

In der Antike ist die römische *cloaca maxima* ein berühmtes Beispiel für die Nutzung des Abwassers, das zur Reinigung von Latrinen verwendet wurde. Diese Technologie war Teil des gesamten Wasserversorgungssystems von Rom. Das antike Rom, aber auch mittelalterliche islamische Städte können als Laboratorien für den Umgang mit (knappen) Wasserressourcen und mit Abwasser betrachtet werden (Chiarenza *et al.* 2020).

Ein anderes Denkmuster lautet jedoch: „Verschwende keine nützlichen Dinge“. Edelmetalle wurden nicht verschwendet, sondern wiederverwendet, wie P. Cembrzyński und M. Jäcker in ihrem Beitrag beschreiben. In der Neuzeit gab es eine Verschiebung vom „Reparieren“ zum „Ersetzen“, obwohl die Praxis des Reparierens und Ausbesserns nie verschwand. Das Ersetzen ist jedoch unserem postmodernen Lebensstil näher als das Reparieren. *Degrowth*-Aktivisten argumentieren, dass wir zu einem Primat des Reparierens gegenüber dem Ersetzen zurückkehren sollten. Vielleicht ist es möglich, „Reparierkulturen“ in der Geschichte miteinander zu vergleichen.

Ein aufschlussreiches Beispiel für die Ökonomie des Abfalls findet sich ebenfalls bei Cembrzyński und Jäcker. Unter den Bedingungen niedriger Förderkosten wurden bleihaltige Schlacken bei der Bleiproduktion in Olkusz (12.-16. Jahrhundert n. Chr.) zu Abfall. Als man tiefer nach bleihaltigen Erzen graben musste, stiegen die Abbaukosten. Daraufhin entdeckten die Bergleute die alten Schlacken und das ehemals als Abfall angesehene Nebenprodukt und verwandelten es in eine Ressource. Wenn die Weiterverwertung billiger war, wurde sie durchgeführt.

J. Kneisel und L. Shindo geben ein weiteres historisches Beispiel für die Abfallwirtschaft, in dem das Recycling von Holz effizient ist, weil das abgeholzte Norddänemark Schwierigkeiten bei der Wiederaufforstung hat. Knappheit macht die Menschen erfinderisch. Kneisel und Shindo sehen daher auch zukünftige Märkte für gebrauchtes Holz.

In Zeiten des Wandels gibt es auch kulturelle Experimente. Sharing-Economies und Flohmärkte können die Abfallmengen reduzieren. Sollen wir Ausstellungen von Dingen, die auf Mülldeponien gefunden wurden, wiederbeleben (E. Diehl und S. Windmüller)? Sollen wir Dinge zum Verschenken vor unsere Häuser stellen oder schaffen wir damit ein neues Müllproblem?

In unseren alternden Gesellschaften sind Häuser über lange Jahrzehnte des Konsumverhaltens zu einem riesigen Lager für materielle Güter geworden. Es gibt ein materielles Erbe der Wachstumsgesellschaften der Nachkriegszeit, das „mehr als nur Abfall“ ist. Die Politik des Wachstumsrückgangs kann von Keramik, Leder, Möbeln, Textilien, Büchern, Schallplatten usw. profitieren, die während der Zeit des Konsums aufbewahrt wurden. Die Archäologie der Neuzeit könnte Keller und Dachböden als Fundorte entdecken.

Von den Rohstoffen bis zur Entsorgung ist der Abfall globalisiert. Wenn es bei den Verbrauchsgütern „Sickereffekte“ gibt, wird der Abfall in den ärmeren Ländern landen. Der Handel mit gebrauchten Gütern ist schwer oder gar nicht zu kontrollieren, aber

er führt häufig zu Abfällen im globalen Süden. Es ist leicht, diesen Handel mit gebrauchten Gütern moralisch zu kritisieren. Ein innovativer Weg, mit solchen moralisch zu beanstandenden, aber kaum zu verhindernden Mechanismen umzugehen, könnte darin bestehen, die Länder des globalen Südens dazu zu bringen, etwas für das Recycling, die Veredelung und den Export anzubieten. Warum nicht extravagante und hochmodische Kleidungsstücke für junge Erwachsene mit der Aufschrift „recycelt aus westlichen Textilabfällen in Sierra Leone“ kreieren? Ja, wir sollten „globale postkoloniale Gerechtigkeit“ fordern, wie es Tausende von jungen Wissenschaftlern weltweit tun, aber wir sollten auch über innovative Geschäftsideen für ein „grünes“ globales Unternehmertum nachdenken, das ehemaligen Abfall recycelt oder, neudeutsch gesagt, „upgraded“. Ich halte dies für eine post-koloniale Idee.

Wie gezeigt, ist der Abfall ein Resultat der Sesshaftigkeit. Streng genommen kann es keine „Post-Abfall“-Gesellschaft geben. Abfall wird es auch im Anthropozän geben. Der Mensch ist jedoch erfinderisch und kann einen praktischen Diskurs über Abfall führen, der durch historisches Wissen informiert ist. Wir können und sollten nach der Maxime verfahren: „Reduzieren, veredeln, ersetzen, recyceln“. Unsere Anerkennungsmuster sollten sich verschieben, so dass das gesellschaftliche Ansehen von Abfallmanagern genauso hoch ist wie das von Romanautoren, Architekten, Rechtsgelehrten, Ärzten, Professoren und Priestern. Postmoderne Gesellschaften könnten zum ersten Mal in der Geschichte die gesellschaftliche Wertschätzung der Abfallwirtschaft steigern. ♦

Kapitel 1:

So ein Dreck?! Im Schmutz verborgenes Wissen



↑ Entnahme einer Blockprobe für Mikromorphologie von einer Grassode, aus der eine Befestigung gebaut wurde (Vecračina, Lettland)
(Foto: J. Schneeweiß).



Lorenz Kienle, Khurram Saleem, Ulrich Schürmann

Vom Erkenntniswert des Drecks

Die Materialwissenschaften verfügen heute über faszinierende Möglichkeiten, mikro- und nanoskalige Merkmale aller Arten von Materialien zu charakterisieren. Das kann helfen, funktional bedeutsame Eigenschaften von Artefakten oder Werkstoffen zu erklären, die für die archäologische Wissenschaft von Interesse sind.

Elektronenmikroskopische Analysetechniken ermöglichen durch methodische Kombinationen in einem Messinstrument, dass an einer Probenposition sowohl die Struktur als auch die chemische Zusammensetzung bestimmt werden können. Die dabei verwendeten Methoden werden unter den experimentellen Kategorien Beugung, Bildgebung und Spektroskopie zusammengefasst. Jede dieser Kategorien stellt wiederum eine Fülle verschiedener Techniken dar, die sorgfältig ausgewählt und kombiniert werden müssen, wenn spezifische Materialfragen beantwortet werden sollen. Nicht selten sind es feinste Spuren von Verunreinigungen oder unbeabsichtigt enthaltene Komponenten, die mit Hilfe des zur Verfügung stehenden Spektrums identifiziert werden können. Dieser „Dreck“ kann mitunter eine entscheidende Rolle für die Materialeigenschaften besitzen.

Ein bekanntes Beispiel aus der Elektronenmikroskopie ist der in Abb. 1 gezeigte römische Lycurgus-Becher aus dem 4. Jahrhundert. Er besteht aus Glas mit einzigartigen optischen Eigenschaften: Bei direktem Lichteinfall auf das Glas ist der Becher grünlich-gelb und undurchsichtig, so dass er Jade ähnelt; fällt allerdings Licht durch das Glas, wird er durchscheinend rubinrot. Freestone *et al.* (2007) fanden heraus, dass das Verbundglas des Bechers in einem ausgeklügelten Produktionsverfahren her-

**» Dieser „Dreck“
kann mitunter
eine entscheidende
Rolle für die
Materialeigenschaften
besitzen. «**

← Abb. 1. Der römische Lycurgus-Becher im (a) reflektierten und (b) durchgelassenen Licht (aus: Freestone *et al.* 2007, 270 Abb. 1; <https://doi.org/10.1007/BF03215599>; bearbeitet).

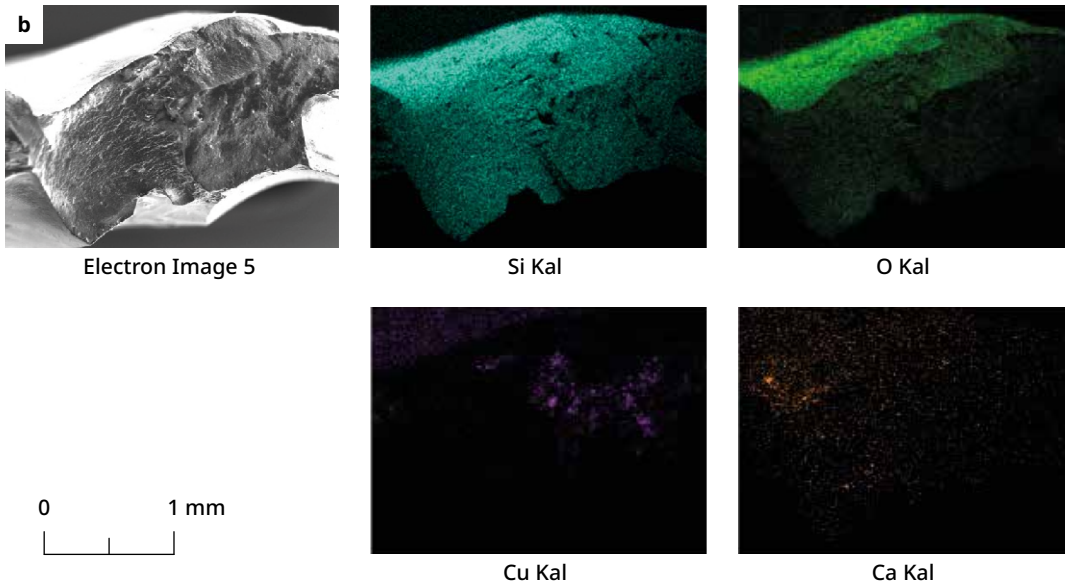
» Insofern ist es möglich, dass genau diese Verunreinigungen für die bezaubernde leuchtende Rubinfärbung des Lycurgus-Bechers mitverantwortlich sind. «

gestellt wurde und aus Natron-Kalk-Silikat-Glas besteht, ähnlich wie die meisten anderen römischen und modernen Gläser. Bei genaueren Analysen des Lycurgus-Glases wurden Spurenelemente wie Gold und Silber gefunden, die immerhin bis zu 1 Prozent des Glases ausmachen und für das komplexe Farbverhalten und die Lichtstreuung verantwortlich sein könnten. Mit Hilfe der Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) wurden winzige Partikel aus Gold- und Silberlegierungen mit einem Durchmesser von 50-100 Nanometern nachgewiesen. Feine Natriumchlorid-Partikel mit einem Durchmesser von 15-100 Nanometern, die wohl unbeabsichtigt in der Materialzusammensetzung des Lycurgus-Bechers enthalten sind, konnten ebenfalls ausgemacht werden. Das Chlor dürfte aus den Mineralsalzen stammen, die während des Herstellungsprozesses als Alkalilieferant verwendet wurden. Diese feinen, farblosen Partikel des Natriumchlorids, die sich während der Wärmebehandlung bei der Herstellung von der Glaslösung getrennt haben, könnten indirekt zu den besonderen Farbeigenschaften des Lycurgus-Bechers beigetragen haben. Es ist erwiesen, dass Halogenide die Farbe in Goldrubingläsern fördern. Halogenide sind chemische Verbindungen zwischen Elementen der 7. Hauptgruppe des Periodensystems (so genannte Halogene, wie z. B. Fluor oder Chlor) und Elementen anderer Gruppen. Insofern ist es möglich, dass genau diese Verunreinigungen für die bezaubernde, leuchtende Rubinfärbung des Lycurgus-Bechers mitverantwortlich sind.

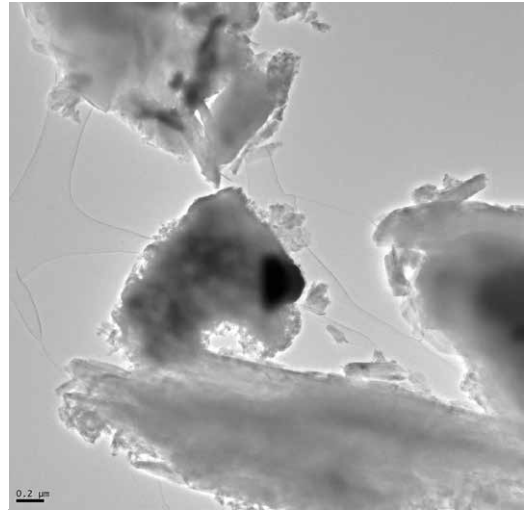
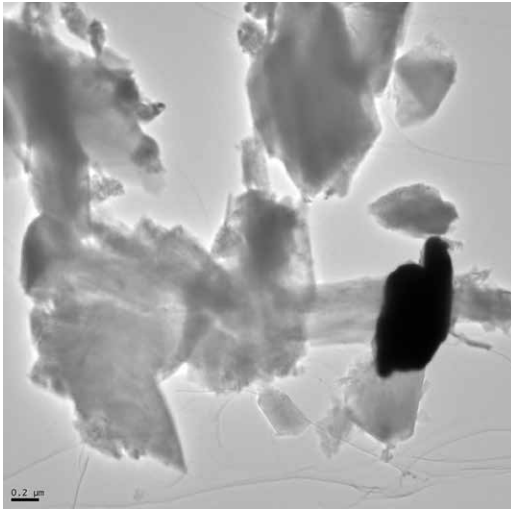
Kürzlich schlugen Drozdov *et al.* (2021) jedoch vor, dass bimetallische Gold- und Silbernanoparti-

kel nur für das Erscheinen der *roten* Farbe verantwortlich sind. Experimentelle Repliken, die von den Autoren hergestellt wurden, zeigten Lichtabsorption durch Eisenionen und Lichtstreuung durch die kieselsäurereiche Phase als Grund für die *olivgrüne* Farbe. Der Lycurgus-Becher ist also ein Beispiel für eine bemerkenswerte Handwerkskunst, offenbart zugleich aber auch die „veredelnde“ Rolle, die beabsichtigte oder auch unbeabsichtigte Verunreinigungen beim Herstellungsprozess für das Endprodukt spielen können, die das Aussehen oder den Wert verändern.

Ein anderes wichtiges Anwendungsfeld der Elektronenmikroskopie in archäologischen Zusammenhängen ist die Gebrauchs- und Produktionsanalyse von Artefakten. Unsere jüngsten Untersuchungen an Feuersteinklingen dienen hier als Beispiel. Die detaillierte Analyse von Feuersteinartefakten kann wichtige Erkenntnisse über ihre Herstellung in der fernen Vergangenheit liefern. Schlagwerkzeuge aus Kupfer sind bislang in der spätneolithischen materiellen Kultur Dänemarks noch nicht bekannt, daher erregen Kupferspuren auf Feuersteinartefakten ein besonderes Interesse. Ihre Analyse mit einer Kombination aus digitaler Mikroskopie und Rasterelektronenmikroskopie (REM) liefert eindeutige Ergebnisse: es handelt sich ohne Zweifel um Rückstände von Kupfer, die auf der Oberfläche der spätneolithischen Feuersteinartefakte ein feines Muster hinterlassen haben, wie man in Abb. 2 sehen kann. Die Kartierung der chemischen Elemente auf der Oberfläche der Artefakte durch den kombinierten Ansatz aus Bildgebung und Elektronenspektrosko-



↑ Abb. 2. Illustration von Kupferrückständen auf Feuersteinoberflächen: (a) Lichtmikroskopbild und (b) REM-Elektronenbild und EDX-Elementkartierung (Analyse durch K. Saleem).



↑ Abb. 3. TEM-Bilder von Goldnanopartikeln (dunkler Kontrast) in einer Ansammlung von Silikatpartikeln (heller Kontrast) vom Amboss-Gesteinsmaterial (Analyse durch U. Schürmann).

pie deutet darauf hin, dass bei der Herstellung der Feuersteinartefakte evtl. ein Kupferwerkzeug Verwendung fand.

Ein zweites Beispiel illustriert die Gebrauchsspurenanalyse. In Bruszczewo im heutigen Polen, einer der wenigen befestigten frühbronzezeitlichen Siedlungen nördlich der Mittelgebirgsschwelle (s. auch Beitrag Kneisel *et al.* in diesem Band), wurden auf einem Stein Spuren von Gold, Kupfer und Nickel gefunden. TEM-Bilder von Gold-Nanopartikeln sind in Abb. 3 gezeigt. Die Überreste werden als Rückstände, die bei der Goldverarbeitung entstanden, interpretiert und dienen nun als ältester Beleg einer mitteleuropäischen Goldproduktion.

Als drittes Beispiel dienen rote Pigmente, deren Spuren an spätneolithischen Steinartefakten aus Granit und Feuerstein entdeckt wurden. Sie konnten bei archäologischen Ausgrabungen in Quern-Neukirchen östlich von Flensburg gefunden werden. Eine winzige Materialmenge wurde von der Oberfläche des betreffenden Steins abgekratzt, als nanometergroße Rötelpartikel extrahiert und mittels TEM und energiedispersiver Röntgenspektroskopie

(EDX) analysiert; aber auch die Oberfläche des Artefakts wurde analysiert, um Eisenoxid nachzuweisen. Die Elektronenbeugung ermöglicht die Bestimmung der Kristallstruktur von Partikeln. In diesem Fall hat sie bestätigt, dass es sich um Partikel aus dem Eisenoxid Hämatit handelt, das bei Granit oder Feuerstein gewöhnlich nicht vorkommt. Pulver aus Hämatit hat eine intensive rote Farbe und wurde in der Vergangenheit in Kombination mit Ton als Farbpigment Rötel verwendet. Die Materialanalysen haben in dieser Studie Hämatit dort nachgewiesen, wo es natürlicherweise nicht zu finden ist, und somit die bewusste Verwendung dieses Pigments im Spätneolithikum belegt.

Im Allgemeinen wirft „Abfall“ in Form von Oberflächenverunreinigungen bei der Materialanalyse große Probleme auf, die teilweise die zuverlässige Bestimmung der chemischen Zusammensetzung der Artefakte verhindern. Dieses Problem kann durch moderne Präparationsverfahren wie die sogenannte *Focussed Ion Beam*-Technik (FIB, zu Deutsch: fokussierter Ionenstrahl) umgangen werden. Dabei werden hochenergetische Ionen verwendet, um ex-

» Die Überreste werden als Rückstände, die bei der Goldverarbeitung entstanden, interpretiert und dienen nun als ältester Beleg einer mitteleuropäischen Goldproduktion. «

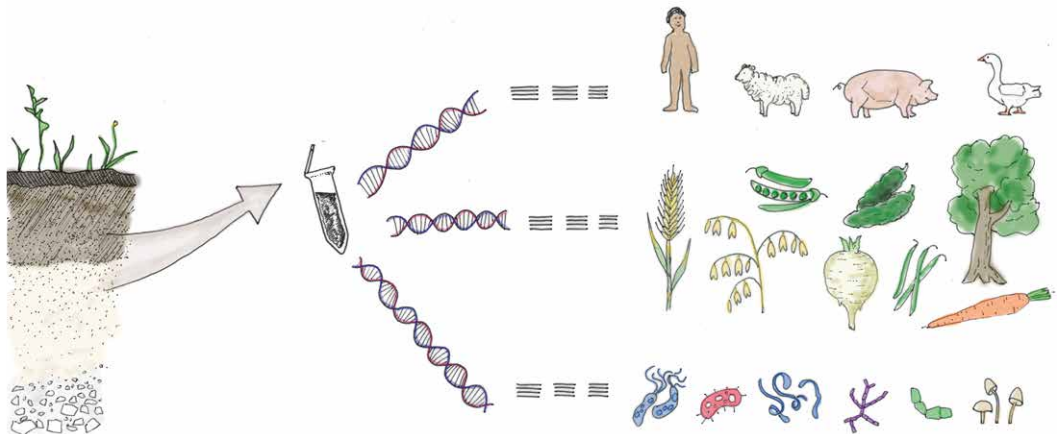
trem dünne, mikrometergroße Lamellen aus dem Material der Artefakte unterhalb der Oberfläche zu schneiden. So haben wir in unserer Forschung gezeigt, wie die Verunreinigung der Oberfläche die Analyse des eigentlichen Materials eines Objekts behindert. Deutlich wurde die Herausforderung durch eine Oberflächenschicht (Kontamination) bei der Analyse einer 5000 Jahre alten neolithischen Kupferaxt und von ca. 1000 Jahre alten Schmuckgegenständen aus der Zentralukraine und dem Ostbaltikum. Die starke Kontamination der Oberfläche resultierte aus sekundären Veränderungen durch die jahrhundertelange Bodenlagerung. Analysemethoden wie REM und TEM liefern sich stark unterscheidende Informationen über die chemische Zusammensetzung der Oberfläche, der Unter Oberfläche und des Kerns der Artefakte. Um für präzise Ergebnisse zur inneren Struktur der Artefakte zu gelangen, ist es unvermeidlich, die Oberfläche des Objekts mit der FIB zu durchdringen. Dass dies möglich ist, verdanken wir oft ebenfalls den oberflächlichen Kontaminationen. Denn die Verunreinigungen stellen nicht nur eine Herausforderung für die analytische

Untersuchung dar, sondern bilden zugleich eine Passivierungsschicht, die zum Schutz der inneren Struktur der Artefakte beiträgt. Mit etwas anderen Worten ließe sich sagen: die Dreckkruste bewahrt den reinen Kern. Diese Kruste, die Kontaminationsschicht, muss also durchdrungen werden, um Informationen über die tatsächliche chemische Zusammensetzung der Artefakte zu erhalten. Hier ist die FIB-Technik sehr hilfreich. Sie wird hauptsächlich in der Mikroelektronik eingesetzt, aber sie hat sich bei uns inzwischen auch bei der Analyse von archäologischen Artefakten bewährt, bei der es besonders wichtig ist, dass die einzigartigen Objekte durch die Beprobung nicht zerstört werden. So kann eine elektronentransparente dünne Lamelle aus einer Tiefe von 10 Mikrometern unterhalb der Oberfläche entnommen und ihre Zusammensetzung im TEM analysiert werden. Die Größe der entnommenen Scheibe, die weniger als 1/6 Millimeter beträgt, ist mit bloßem Auge nicht sichtbar. Sie erfüllt somit trotz des Eindringens unter die Oberfläche die wichtigste Anforderung an die Untersuchung antiker Artefakte, nämlich ihre „zerstörungsfreie Analyse“. ♦

Jens Schneeweiß

Umwelt-aDNA – die ganze Welt in einer Handvoll Schmutz

Die Genetik verändert unsere Welt. Pflanzen werden genetisch verändert, damit sie widerstandsfähiger werden gegen sogenannte Schädlinge, also unerwünschte Organismen, die den Ertrag mindern würden. Kriminalisten überführen Verbrecher mitunter noch Jahre nach dem Verbrechen aufgrund von winzigen Spuren von DNA (Deoxyribonucleic acid = Desoxyribonukleinsäure), die am Tatort gefunden wurden. Doch auch die Vergangenheit kann auf diese Weise lebendig werden.



↑ Abb. 1. Bei entsprechenden Bedingungen erhalten sich im Boden DNA-Spuren von allen möglichen Organismen, die über die Sequenzierung und den Abgleich mit Referenzdatenbanken bestimmt werden können (Grafik: J. Schneeweiß).

Die Analyse von rudimentär erhaltener DNA, sogenannter *ancient DNA* (aDNA), kann Populationsdynamiken oder Verwandtschaftsbeziehungen aufdecken helfen, die Jahrhunderte oder gar Jahrtausende zurückliegen. Das hat zu bahnbrechenden Erkenntnissen geführt. Aber auch der letzte Dreck enthält noch jede Menge verschlüsselte Informationen. Die Sequenzierung und Analyse sogenannter Boden- oder Umwelt-DNA (*soil* oder *environmental DNA*) ist ein junger Zweig der Forschung. Er ist allerdings sehr perspektivreich. Alles, was mit dem Boden in Berührung kam, was darauf wuchs, was darin verging, hinterlässt mehr oder weniger starke Spuren, die im Labor identifiziert werden können (Abb. 1).

Die Suche nach der Umwelt-DNA begann in den 1990er Jahren. Es wurde beinahe überall nach genetischem Material gesucht: in Böden, im Wasser und sogar in der Luft. Anfangs haben Mikrobiologen aus kleinsten Erdmengen mikrobielle DNA isoliert, um zu sehen, welche Gene und Arten in der Probe enthalten waren. Es war aber nicht nur DNA von Mikroorganismen enthalten, die darin lebten, sondern auch genetisches Material von größeren Organismen, das von ihnen abgesondert, abgelöst oder ausgeschieden worden war. Diese Erkenntnisse bilden die Grundlage für hocheffiziente Monitoring- bzw. Überwachungsprozesse, z. B. von Gewässern.

Seit 20 Jahren ist bekannt, dass solche alten DNA-Reste, „Dreck-DNA“, bei guten Bedingungen im Boden Jahrtausende überdauern können. Inzwischen ist die Forschung weit fortgeschritten, sodass

mit Hilfe der Umwelt-aDNA zusätzlich zu herkömmlichen makroskopischen und mikroskopischen Analysemethoden uralte Ökosysteme viel umfassender rekonstruiert werden können. Bahnbrechend war die Möglichkeit, anhand von etwas Dreck genetisches Material aus einem ganzen Genom sequenzieren zu können. Dadurch lassen sich viel mehr Informationen gewinnen als aus der mitochondrialen DNA (mtDNA), mit der bisher immer gearbeitet wurde.

Es gibt das geflügelte Wort, dass Kloaken die Leckerbissen der Archäologen seien. Der Hintergrund dafür sind die meist hervorragenden Erhaltungsbedingungen und die hohe Konzentration alltäglichen Abfalls, die zu einer großen Informationsdichte führen. Wir kommen damit also dem Alltag der Menschen sehr nahe. Die reiche Hansestadt Lübeck war im Mittelalter und der frühen Neuzeit eine Metropole von globaler Bedeutung. Bei den umfangreichen Ausgrabungen im Lübecker Gründungsquartier wurden unter anderem ca. 100 Kloaken und Fäkalgruben entdeckt, die uns tiefe Einblicke in das damalige urbane Leben in Lübeck gewähren. Sie sind mit zahlreichen modernen Analyseverfahren untersucht worden, deren Ergebnisse 2022 von Dirk Rieger und Patrick Flammer veröffentlicht wurden. Ein Schwerpunkt lag auf der Archäoparasitologie. Mithilfe der aDNA aus den Kloaken-Bodenproben wurden außerdem Spuren von Tieren und Pflanzen analysiert. Für diese Analysen wurde ein Schnelltest entwickelt, der zwar meistens nur die Bestimmung der Gattung und selten der Art zulässt, aber dafür eine größere Probenzahl ermöglicht.

» Alles, was mit dem Boden in Berührung kam, was darauf wuchs, was darin verging, hinterlässt mehr oder weniger starke Spuren, die im Labor identifiziert werden können. «

» Inzwischen ist die Forschung weit fortgeschritten, sodass mit Hilfe der Umwelt-aDNA zusätzlich zu herkömmlichen makroskopischen und mikroskopischen Analysemethoden uralte Ökosysteme viel umfassender rekonstruiert werden können. «

Eines der anschaulichsten Ergebnisse der Lübecker Archäoparasitenforschung mittels aDNA ist ein Wechsel in der Kochkultur der Lübecker Kaufleutefamilien im Gründungsquartier um die Mitte des 14. Jahrhunderts. Die älteren Bodenproben enthielten große Mengen des Fischbandwurms, der über den Verzehr rohen Süßwasserfisches in den Wirt gelangt. Diese Rolle nahm in den Proben nach 1325 der Rinderbandwurm ein, der mit rohem Rindfleisch aufgenommen wird. Die Wissenschaftler gehen daher von einer Umstellung von Süßwasserfisch auf Rindfleisch aus, die sie scherzhaft als „Sushi-Tartar-Transition“ bezeichnen (Rieger und Flammer 2022, 48). Als Ursachen kommen verschiedene Aspekte in Frage, die sich letztlich jedoch nicht eindeutig benennen lassen. Ebenso kann aufgrund fehlender vergleichbarer Untersuchungen (noch) nicht gesagt werden, ob diese Beobachtung eine Lübecker Besonderheit ist, oder ob diese Nahrungsveränderung auch für andere Städte jener Zeit typisch ist.

Die aDNA-Analysen aus den Kloaken haben den hohen Anteil von Süßwasserfischen in der Ernährung der Kaufleute bestätigt, 15 von 28 Speisetierarten waren Fische, die offenbar aus der Wakenitz oder den Klosterteichen der Umgebung stammten. Neben den üblichen Speisetieren wie Schaf, Ziege, Rind, Schwein und Pferd stand bei den Kaufleuten auch Geflügel wie Hühner und Gänse oder auch der Fasan häufiger auf dem Speisezettel. Die genaue Auswertung der Umwelt-aDNA-Daten der Speisetie-

re ergab keine Korrelation mit der Umstellung, die anhand der Bandwürmer festgestellt worden war. Süßwasserfische standen sicher weiter auf dem Plan, aber die Art der Zubereitung oder die Herkunft der Fische hatte sich geändert; rohes Fleisch trat jedoch offensichtlich neu hinzu, wie auch generell der Fleischkonsum stark anstieg, und belegt eine veränderte Kochkunst bei den Lübecker Kaufleuten. Das ist bemerkenswert, da moderne Kühlanlagen erst im Verlauf des 20. Jahrhunderts entwickelt wurden.

Die Ergebnisse der Analysen lassen besonders im Zusammenhang mit ihrer Zuordnung zu den einzelnen Grundstücken aufregend detaillierte Aussagen zu. Individuelle Unterschiede im Speiseplan, der bei den reichen Bürgern im Gründungsquartier überraschend abwechslungsreich war, lassen sich teilweise durch die soziale Stellung oder die Handelsverbindungen der dort wohnenden Personen erklären, die aus den Schriftquellen sogar namentlich bekannt sind. So aßen die Bergenfahrer besonders viel Fisch, unter anderem Dorsch. Und den Fischbandwurm hatten sie auch...

Von ganz besonderer Vielfalt waren jedoch die Ergebnisse der pflanzlichen Spuren. Das schließt zwar auch Nutzpflanzen und Hölzer mit ein, doch beeindruckt die Vielfalt der Speisepflanzen und Gewürze, die neben den gängigen einheimischen Gemüsen, Obst und Kräutern auch zahlreiche exotische, importierte Küchenpflanzen umfasst: Paradieskörner, Borago, Zimt, Koriander, Zitronen,

» Die Möglichkeiten der Kombination von Umwelt-aDNA-Analyse mit z. B. Archäobotanik sind jetzt wie Farbfernsehen nach Radiohören - inklusive der damit verbundenen Herausforderungen. «

Safran, Kurkuma, Feigen, Mandeln, Muskatnuss, Ölbaumgewächse, Pfeffer und Ingwer seien als Beispiele genannt, die seit dem frühen 13. Jahrhundert im Lübecker Gründungsquartier gängig waren.

Die Möglichkeiten der Kombination von Umwelt-aDNA-Analyse mit z. B. Archäobotanik sind jetzt wie Farbfernsehen nach Radiohören - inklusive der damit verbundenen Herausforderungen. Das Beispiel aus Lübeck zeigt das große Potential dieser neuartigen Untersuchungen. Aktuelle Studien innerhalb von ROOTS konzentrieren sich derzeit auf die Erforschung von mittelalterlichem Gartenland und seiner Bedeutung für die Subsistenz der Menschen (Abb. 2). Die Analyse von Umwelt-aDNA soll dabei Informationen über das Spektrum der angebauten Pflanzen und über konkrete Bodenverbesserungsmaßnahmen liefern. Diese Arbeiten sind jedoch noch im Gange und lassen spannende Ergebnisse erwarten.

Die bisherigen Analysen von Umwelt-aDNA sind noch überschaubar, doch die Entwicklung geht rasant voran. Sie zeigen eines bereits sehr deutlich: Böden und Sedimente sind noch kaum erschlossene Archive der Vergangenheit, in denen überwältigende Informationsmengen enthalten sind. Immer niedrigere Kosten der DNA-Sequenzierung und immer leistungsfähigere DNA-Datenbanken sind ein Schlüssel zu diesen Informationen, die uns untergegangene Welten wie mit einer Zeitmaschine näherbringen können. ♦



↑ Abb. 2. Probenahme für Umwelt-DNA-Analysen mit Hilfe steriler Einwegspritzen in einem frühneuzeitlichen Gartenboden in Bardowick, Niedersachsen (Foto: J. Schneeweiß).



Svetlana Khamnueva-Wendt und Jens Schneeweiß

Schmutzschichten unter die Lupe genommen

Ein Platz unter freiem Himmel, irgendwann vor ca. 1000 Jahren im nördlichen Europa (Abb. 1). Der Fluss ist nicht weit entfernt, Wagenspuren in verschiedene Richtungen zeugen von Verkehr auch über Land. Der Platz liegt im Randbereich eines Dorfes, er ist nicht bebaut. Früher war hier mal ein Getreidefeld, erzählen die Alten. Aber jetzt trifft man sich hier, um Waren auszutauschen, Geschichten zu erzählen und zu hören, um Neuigkeiten aus der Welt und aus den umliegenden Dörfern zu erfahren. Ein Marktplatz entsteht.

Die Geschäfte gehen gut, im Laufe der Jahre wächst der Ort um den Marktplatz. Die Menschen kommen zu Fuß oder mit dem Ochsenkarren, manche sind zu Pferd unterwegs. Wenn das Wetter schlecht ist, weicht der Boden auf und die Karren drücken tiefe Spuren in den Schlamm. Auch bei gutem Wetter ist das Gehen nicht immer vergnüglich. Viele Waren werden direkt vom Karren oder provisorischen Ständen verkauft. Abfälle werden auf den Boden geworfen und bleiben liegen, sie gesellen sich zu Essensresten, Exkrementen, verlorenen Dingen. Besonders an heißen Tagen stinkt es zum Himmel; die Märkte sind nicht immer ein Fest für die Sinne.

Einige Beispiele derartiger Marktplätze haben sich in städtischem Umfeld bis heute erhalten, sind nicht bebaut aber gepflastert worden. Andere entstanden innerhalb von Siedlungen an Stellen, an denen zuvor Wohngebäude gestanden hatten. Wieder andere sind irgendwann bebaut worden, und oft zeugt nicht einmal der Name von der früheren Marktnutzung eines Ortes.

Mit herkömmlichen archäologischen Methoden ist es nicht einfach, ehemalige Freiflächen und ihre Nutzung nachzuweisen. Es gibt ja keine Spuren von Gebäuden, die uns da weiterhelfen könnten. Selbst die Wagenspuren, die wir mit großem Glück finden könnten, werfen nur ein ganz kleines Licht auf die vergangene Nutzung eines Platzes. Nur der Abfall kann uns hier entscheidend weiterhelfen. Unter der späteren Bebauung kann sich das einstige rege Treiben auf dem Markt in Form einer Abfallschicht oder – etwas freundlicher ausgedrückt – Kulturschicht erhalten.

» Abfälle werden auf den Boden geworfen und bleiben liegen, sie gesellen sich zu Essensresten, Exkrementen, verlorenen Dingen. Besonders an heißen Tagen stinkt es zum Himmel; die Märkte sind nicht immer ein Fest für die Sinne. «

← Abb. 1. Ein Marktplatz vor 1000 Jahren (Zeichnung: Konrad, 7 Jahre, Schleswig).



↑ Abb. 2. Probenahme für Mikromorphologie in einem steinigem Bodenprofil mit Hilfe einer Gipsbinde (Foto: S. Khamnueva-Wendt).

Im senkrechten Profil einer archäologischen Grabung zeichnet sich so eine Kulturschicht als eine mehr oder weniger dunkle Schicht ab, die einiges Fundmaterial wie Scherben, Knochen und auch andere Gegenstände enthält. Mehr sieht man mit bloßem Auge nicht. Eine spezielle Methode aus den Bodenwissenschaften, die sogenannte Mikromorphologie, erlaubt uns jedoch viel tiefere Einblicke in das „Bodenarchiv“. Sie erfordert eine spezielle Probenahme: Anders als für die meisten geoarchäologischen Analysen werden die Proben für mikromorphologische Untersuchungen sorgfältig aus den Bodenprofilen in passende Behältnisse geschnitten. Je nach Beschaffenheit der Ablagerungen haben sich für die Beprobung kleine Metall- oder Kunst-

» Dünnschliffe sind in der Tat die besten Geschichtenerzähler: Sie enthalten detaillierte Informationen über alle Prozesse, die an einem bestimmten Ort vor, während und nach einer Besiedlungsperiode stattgefunden haben. «

stoffkästen bewahrt. Enthält das Profil viele Steine und andere Einschlüsse, können spezielle Tricks wie Gipsbinden verwendet werden, um eine zwar unregelmäßig geformte, aber passende Hülle für die Probe zu schaffen (Abb. 2). Diese Behältnisse enthalten dann ungestörte „Miniprofile“, die im Labor analysiert werden können. Das Schlüsselwort „ungestört“ bedeutet, dass alle Bestandteile des verpackten Blocks noch in ihrer ursprünglichen Position sind. Sie lassen sich somit auf ihre Zusammensetzung und die räumlichen Beziehungen zueinander untersuchen.

Im nächsten Schritt wird die getrocknete Probe mit einem speziellen Harz getränkt, sodass sie nach dem Aushärten einen festen Block darstellt, der in Scheiben, sogenannte *Slabs*, geschnitten werden kann. Eine geeignete Scheibe wird dann auf ein Glas geklebt und anschließend auf eine Dicke von 25-30 Mikrometern poliert. Zum Vergleich: Ein menschliches Haar ist drei- bis viermal dicker. Die so entstandene Probe, der Dünnschliff, ist dann bereit für die Untersuchung unter einem Polarisationsmikroskop. Wenn die Oberfläche des Dünnschliffs nicht mit einem Deckglas bedeckt ist, kann sie zusätzlich mit anderen Techniken untersucht werden, z. B. mit der Mikro-RFA (Röntgenfluoreszenzanalyse). Diese liefert uns die chemische Elementzusammensetzung, so dass verschiedene Materialien nachgewiesen werden können.

Dünnschliffe sind in der Tat die besten Geschichtszähler: Sie enthalten detaillierte Informationen über alle Prozesse, die an einem bestimmten Ort vor, während und nach einer Besiedlungsperiode stattgefunden haben. Es lassen sich meist Anhaltspunkte zu folgenden Fragen finden:

- Welche Böden und Umweltbedingungen waren vor Beginn der Besiedlung vorhanden?
- Was waren die ersten menschlichen Aktivitäten vor der Siedlungsentwicklung?
- Welche menschlichen Aktivitäten fanden hier während der Hauptsiedlungsperiode statt?
- Was geschah mit dem Ort nach dem Ende der Besiedlung?

Mit konventionellen archäologischen oder geowissenschaftlichen Methoden ist es oft sehr schwierig, solche Fragen zu beantworten. Das gilt besonders für die ersten (proto)städtischen Handelssiedlungen in Nordeuropa. Hier finden sich regelhaft zwei Arten von Ablagerungen: komplexe, fein geschichtete Kulturschichten und nahezu homogene, aber nicht weniger komplexe, dunkle Erdschichten, die so genannten *Dark Earths*. Dabei handelt es sich um eine Art „menschengemachten“, sehr dunklen Boden, der sich durch große Mächtigkeit, einen hohen Gehalt an organischer Substanz und eine scheinbar homogene Struktur auszeichnet. Solche Siedlungsablagerungen sind das Ergebnis menschlicher Tätigkeit und treten in vielen chronologischen und geografischen Kontexten auf. Verschiedene soziale Praktiken und Umweltprozesse, die noch lange nicht abschließend erforscht sind, tragen wesentlich zu ihrer Entstehung bei. Für die Erforschung der *Dark Earths* spielt die Mikromorphologie eine entscheidende Rolle, weil sie mit bloßem Auge nicht erkennbare Strukturen und Überreste menschlichen Wirkens sichtbar macht und auf diese Weise im wahrsten Sinne des Wortes Licht ins Dunkel zu bringen vermag.

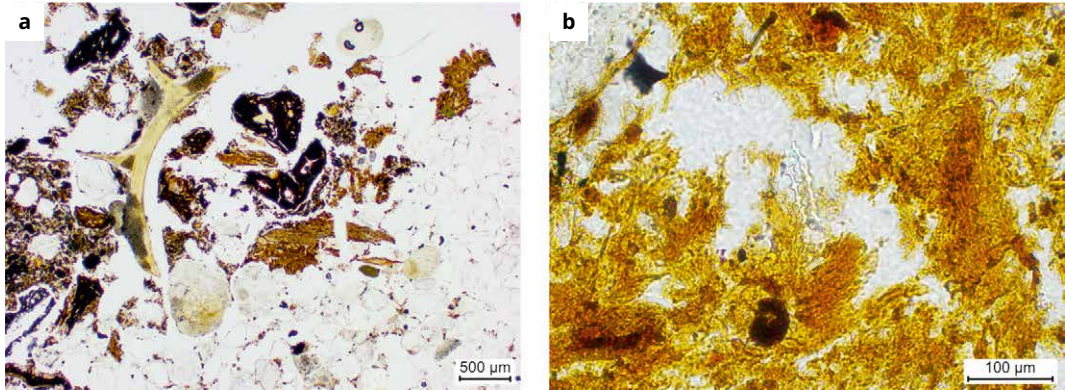
Kehren wir zurück zur eingangs beschriebenen Situation, der allmählichen Entwicklung einer Marktsiedlung. In den Dünnschliffen sind Merkmale des

Landschaftswandels zu beobachten. Wahrscheinlich lassen sich Bodenrelikte entdecken, die auf die ursprünglichen Umweltbedingungen an diesem Ort hinweisen. Trotz späterer Überprägungen und Störungen können sich solche Relikte erhalten, z. B. versteckt in Verfüllungen von alten Tiergängen, die lange vor den ersten menschlichen Aktivitäten entstanden sind. Die Anwesenheit von staubigen Ton- und Schluffbelägen in den Dünnschliffen verweist auf eine kahle Bodenoberfläche mit gelegentlichen Störungen, z. B. durch Ackerbau. Diese durch moderne Wissenschaft nachgewiesene Erkenntnis liefert in unserer Eingangsszene die Basis für das Wissen der Alten, wenn sie von früherem Ackerbau auf dem Marktplatz erzählen.

Sogar der Fußabdruck wird greifbar: Das erste Auftreten von Menschen an einem Ort kann sich durch sogenannte Trampelmerkmale, wie z. B. die horizontale Ausrichtung von Bodenbestandteilen, äußern. Aber auch die Anreicherung mit organischem Material und verschiedenen Abfällen wie Knochen, Holz, Samen, Holzkohle oder Asche sind unverkennbare Anzeiger der Anwesenheit von Menschen. Raumnutzungsmuster sowie die funktionale Differenzierung verschiedener Tätigkeitsbereiche lassen sich durch die Mikromorphologie am besten in Kombination mit anderen Techniken aufdecken.

Über die Blütezeit unseres imaginären Marktplatzes geben vor allem Mikroartefakte in den dunklen Erdschichten Auskunft. Sie erzählen von den

» Aber auch die Anreicherung mit organischem Material und verschiedenen Abfällen wie Knochen, Holz, Samen, Holzkohle oder Asche sind unverkennbare Anzeiger der Anwesenheit von Menschen. «

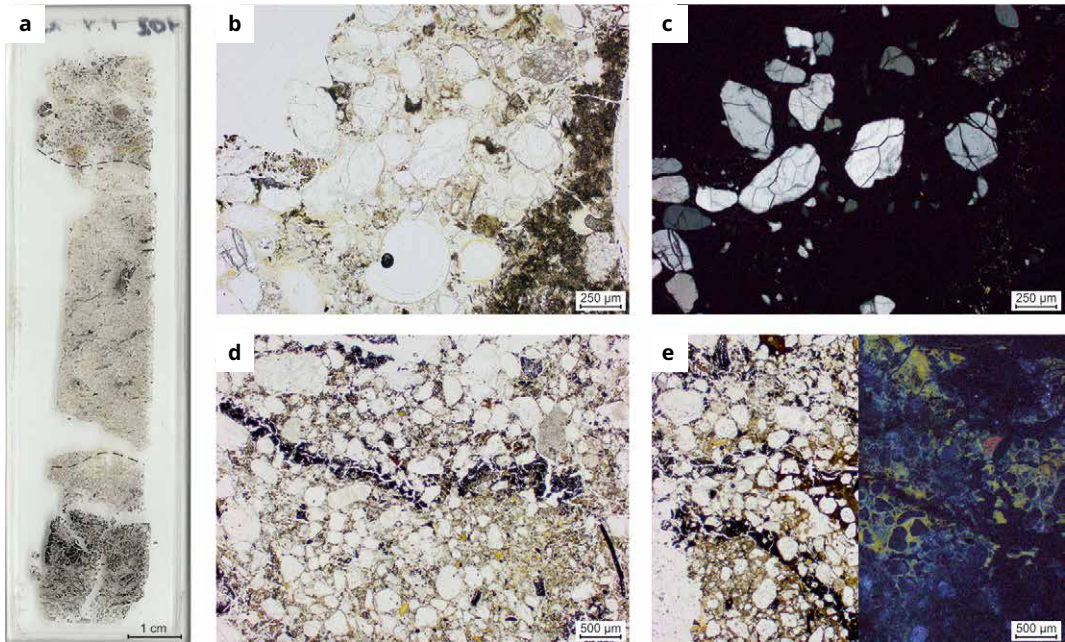


↑ Abb. 3. Mikrofotografien von Hausmüllablagerungen aus Haithabu. a): ein Fischknochen (gelbliches, bogenförmiges Objekt mit Stacheln), umgeben von Holzkohle, unverkohnten Pflanzenresten und organischem Material. b): Phytolithe (durchsichtige, sägeähnliche Objekte in der Mitte), eingebettet in Ausscheidungen von Pflanzenfressern (Fotos: S. Khamnueva-Wendt).

Tätigkeiten in den Haushalten, von Handwerk und Handel. In Haithabu, der berühmtesten frühmittelalterlichen Handelsiedlung Norddeutschlands, konnte beispielsweise Haushaltsabfall durch Fischknochen und Exkremente von Pflanzenfressern identifiziert werden (Abb. 3). Mit Hilfe von Referenzmaterialien können sogar Exkremente von Mensch, Schwein, Schaf/Ziege, Rind, Fleischfressern, Nagetieren und Hühnern unterschieden werden. Die Analyse von Phytolithen wird in der Archäologie aktiv genutzt, um Kulturpflanzen und natürliche Vegetation zu rekonstruieren. Phytolithe sind kleine Steinchen (Silikate), die von einigen Pflanzen (besonders Gräsern) gebildet werden und übrig bleiben, wenn der organische Rest vergangen ist. Ihre Untersuchung direkt in Dünnschliffen ermöglicht weit aussagekräftigere Interpretationen, denn hier sind alle kontextbezogenen Informationen erhalten. Es ist ein großer Unterschied, ob die Pflanzenreste den Anbau dieser Pflanzen widerspiegeln, ob sie Reste zersetzter Pflanzenmatten sind oder ob sie als Nahrungsreste in Exkrementen gefunden werden, wie es in Haithabu der Fall war (Abb. 3 b).

Haithabus Charakter als sich entwickelndes, wichtiges Handels- und Produktionszentrum zeigte sich in einem anderen Dünnschliff, der drei aufeinanderfolgende Ablagerungen umfasste (Abb. 4 a).

Die unterste, holzkohlereiche Lage enthielt reichlich Mikrofragmente von Eisenschlacken und Hammer Schlag, d. h. abgekühlte Funken vom Schmieden, sowie zahlreiche Siliziumschlacken mit rissigen Quarzkörnern (Abb. 4 b, c). Derartige Schäden am Quarz entstehen niemals in gewöhnlichen Herd- oder Kochstellen; sie deuten dagegen auf eine Hochtemperaturerhitzung in einem Handwerksprozess hin. Auf diese Weise können wir die nahegelegene Werkstatt eines Schmiedes „sehen“. Die darüber liegende Schicht wurde von Sand dominiert. Sie enthielt deutliche Trampelmerkmale, die sich in einer überwiegend horizontalen Ausrichtung der Matrixbestandteile zwischen den weiß erscheinenden Sandkörnern und zahlreichen Rissen an den länglichen Holzkohlefragmenten äußerten (Abb. 4 d). Die „schmutzige“ schwarze Holzkohleschicht wurde möglicherweise mit Sand bedeckt, um eine sauberere Lauffläche zu erhalten. Danach änderte sich die Nutzung erneut, denn die oberste Lage war mit Phosphat angereichert – ein deutlicher Hinweis auf den Eintrag von organischen Abfällen. Die Phosphatierungsmerkmale sind im schräg einfallenden Licht gut zu erkennen, das sie durch eine leuchtend gelbliche Farbe hervorhebt (Abb. 4 e).



↑ Abb. 4. Dünnschliff 402 aus Haithabu mit Werkstattabfällen. a): Scan des Dünnschliffs mit drei sichtbaren, durch gestrichelte Linien getrennten Einheiten: holzkohlereiche Schicht an der Basis, „Trampelhorizont“ = Sandschicht mit Holzkohle im mittleren Teil, phosphatreiche Schicht im oberen Teil. b): Siliziumschlacke mit Bläschen und zerklüfteten Quarzkörnern in linear polarisiertem Licht (PPL). c): wie b in gekreuzt polarisiertem Licht (XPL). d): *Trampling*-Merkmale in der mittleren, sandigen Einheit. e): starke Phosphatierungsmerkmale in der obersten Einheit, linker Teil des Fotos in PPL, rechter Teil des Fotos in schräg einfallendem Auflicht (OIL) (Fotos: S. Khamnueva-Wendt).

Ein anderer Dünnschliff aus Haithabu gab sein ganzes Geheimnis nicht allein durch die mikroskopische Untersuchung, sondern durch die zusätzliche Anwendung einer so genannten *in-situ*-Mikro-RFA preis (Wouters 2020). Dabei wird ein ganz bestimmter, winziger Punkt („mikro“) auf dem Objektträger (*in situ*) durch Röntgenstrahlung angeregt. Die freiwerdende Energie wird als elementspezifische Fluoreszenzstrahlung abgegeben und analysiert („Röntgenfluoreszenzanalyse“). Sie gibt Informationen über die Materialzusammensetzung, denn sie ist jeweils charakteristisch für die verschiedenen chemischen Elemente. Der Dünnschliff aus Haithabu enthielt den seltenen Befund eines Silber-/Kupfertropfens. Mit Kupfer verunreinigte Münzen, vielleicht sogar arabische Dirham, könnten hier verarbeitet worden sein.

Bei der Betrachtung dieser und zahlreicher weiterer Spuren in den Abfallsschichten Haithabus unter dem Mikroskop entsteht ganz zwanglos vor dem inneren Auge ein buntes Bild von dem lebhaften Treiben der einheimischen Bewohner und ausländischen Kaufleute im Frühmittelalter, wie sie sich um gute Geschäfte bemühen.

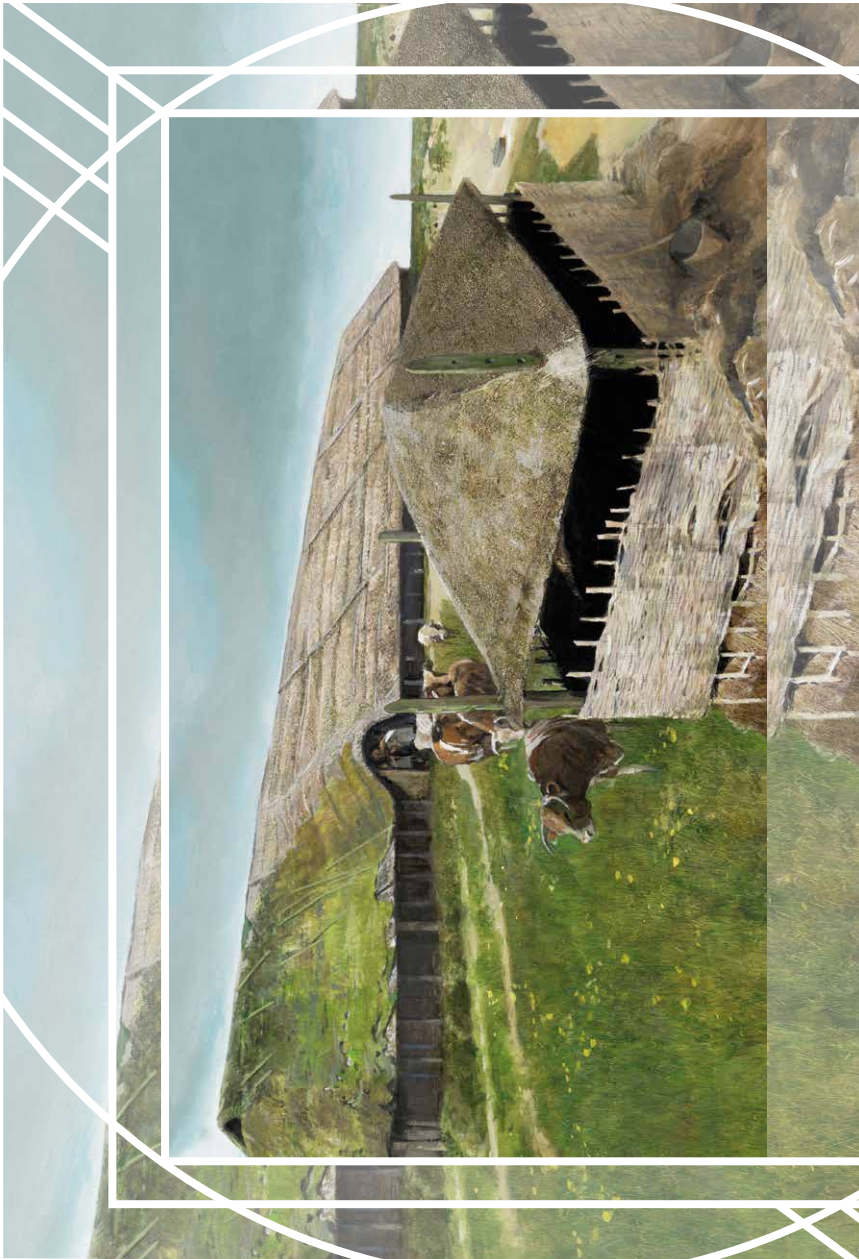
Selbstverständlich lässt sich das Bild umso vollständiger und bunter zeichnen, je mehr verfügbare Informationen zusammengebracht werden. Die Kombination verschiedener archäologischer und geowissenschaftlicher Methoden hat sich dabei bewährt. Die Mikromorphologie ist eine besondere Hilfe bei der Entschlüsselung von *Dark Earths* und anderen Geoarchiven, die die Aktivitäten an einem Ort über seine gesamte Lebensdauer aufzeichnen. ♦

Kapitel 2:

Stereotype hinterfragt



↑ Der Mensch greift ordnend in die Natur ein, doch das Gesamtsystem bleibt hochkomplex. Agrarlandschaft an der Elbe, Deutschland (Foto: J. Schneeweiß).



↑ Abb. 1. Rekonstruierter Plan der 4000 Jahre alten Siedlung bei Bruszczevo, Polen (Grafik: S. Goetze, Kiel; bearbeitet).

Jutta Kneisel, Janusz Czebreszuk, Wiebke Kirleis, Johannes Müller

Aus den Augen, aus dem Sinn. Bronzezeitliches Abfallmanagement im Jahr 1800 v. Chr.

Es ist Sommer, das Badeufer lockt. Doch statt Platz für das eigene Handtuch findet man am Strand den Müll, den andere Menschen hinterlassen haben: Chipstüten, Plastikflaschen, Papiertücher und Lebensmittelreste. Es ist egal, ob man an der Kieler Förde oder an der Havel baden will, überall bietet sich das gleiche Bild. Saubere Ufer gibt es nur dort, wo der Müll auch regelmäßig von Freiwilligen oder der Stadtverwaltung aufgesammelt wird. Ist dies ein Phänomen der Moderne, unserer Wegwerfgesellschaft oder von übersteigertem Individualismus nach dem Motto „nach mir die Sintflut“? Oder lässt sich vermüllte Umwelt auch in früheren menschlichen Gesellschaften finden?

Antworten auf diese Frage haben Wissenschaftler:innen des Exzellenzclusters ROOTS bei Ausgrabungen einer frühbronzezeitlichen Siedlung in Polen gefunden. Dort konnten dank der guten Erhaltungsbedingungen genaue Aussagen zum Abfallverhalten der damaligen Bevölkerung gemacht werden, die knapp 4000 Jahre vor uns lebte. Überraschenderweise unterscheidet es sich kaum von unserem heutigen Verhalten.

Ein außergewöhnlich gut erhaltener Befund

Die Siedlung beim heutigen Dorf Bruszczewo in der Gemeinde Kościan, etwa 300 Kilometer westlich von Warschau, wird am Beginn einschneidender sozialer und wirtschaftlicher Veränderungen errichtet. Die neue Legierung Bronze löst die bisher verwendeten Steingeräte ab und führt zu weitreichenden Handels- und Austauschbeziehungen quer durch Europa. In Mitteleuropa etablieren sich die sogenannten Aunjetitzer Gruppen (benannt nach dem

Fundort Únětice in Böhmen), zu denen auch die Besitzer:innen und Hersteller:innen der Himmelscheibe von Nebra gehören. Am östlichen Rand des Aunjetitzer Einflussgebietes liegt die 1,3 Hektar große Siedlung Bruszczewo auf einem Sporn, der in einen See hineinragt (Abb. 1). Landseitig ist sie mit Graben, Wall und Palisaden befestigt und dadurch vom Hinterland abgetrennt. Zum Wasser hin wird sie durch zwei Reihen parallel verlaufender Flechtwerkwände und eine Balkenkonstruktion abgegrenzt.

» Dank der guten Erhaltungsbedingungen konnten genaue Aussagen zum Abfallverhalten der damaligen Bevölkerung gemacht werden, die knapp 4000 Jahre vor uns lebte. «

Steigende Wasserstände am Ende der Besiedlung sorgten für den Erhalt der Überreste des bronzezeitlichen Dorfes. Unter Luftabschluss blieben auch organische Materialien hervorragend erhalten. Sie ermöglichen es uns heute, in enger Zusammenarbeit von vielen wissenschaftlichen Disziplinen, das Leben in der Siedlung und die damalige Umwelt detailliert zu rekonstruieren. So geben Bohrkerne aus dem See den Botaniker:innen Aufschluss über die Zusammensetzung der damaligen Vegetation, aber auch über die Verschmutzung des Sees. Die Verteilung von verkohltem Getreide und den zugehörigen Abfallprodukten wie Spreu und Spelzen zeigt, wo die einzelnen Schritte der Getreideverarbeitung in der Siedlung stattfanden. Zoolog:innen bestimmen die gefundenen Tierknochen und können sowohl die Tierarten als auch deren Verteilung in der Siedlung untersuchen. Ein Holzwerkplatz mit Spänen zeigt uns die Stelle, an der die Pfähle für die Flechtwerkwand am Seeufer zugerichtet wurden. Und für den „restlichen Müll“ sind die Archäolog:innen zuständig.

Während der Ausgrabungen wurde insgesamt eine Tonne an Keramikscherben und Gefäßresten sowie an Arbeitsgeräten und Schmuck aus Holz, Knochen, Stein, Horn und Bronze geborgen. Die Verteilung dieser Artefakte zeigt, wo die Arbeitsareale und Handwerksplätze in der Siedlung lagen und ob sie gemeinschaftlich genutzt wurden oder mit bestimmten Haushalten verbunden waren. Aus der Artefaktverteilung kann aber auch das „Abfallverhalten“ der damaligen Bevölkerung abgelesen werden, denn alle diese Stücke, die heute bei Archäolog:innen Begeisterung auslösen, wanderten vor 4000 Jahren als Siedlungsabfall in den Müll. Einzelne Gegenstände wie eine Perle oder eine kleine Nadel könnten auch verloren gegangen und somit verse-

hentlich „entsorgt“ worden sein, aber der größte Teil der Hinterlassenschaften besteht aus Weggeworfenem. Die Verteilungsmuster des Mülls innerhalb der Siedlung und um sie herum lassen erkennen, ob Abfälle achtlos entsorgt oder aber gesammelt, getrennt und recycelt wurden.

Recycelt

Was wir heute unter Recyceln verstehen, die Aufbereitung und Wiederverwendung von Abfällen, ist für die Vergangenheit schwer nachzuweisen. Sahen die Menschen in den Tierknochen Nahrungsabfälle, die sie zu Werkzeugen umarbeiteten, um eine Anhäufung zu vermeiden? Sehr wahrscheinlich nicht, denn die Vermeidung von Abfällen mit dem Ziel der Müllreduzierung ist ein modernes Phänomen. Zahlreiche Knochenwerkzeuge belegen vielmehr, dass Knochen ein Wertstoff war, der sich gut für die Herstellung von Werkzeugen oder auch Schmuck eignete. So fanden sich in der Siedlung Knochen spitzen zur Lederverarbeitung sowie Schaber, Nadeln und Glättwerkzeuge zur Textil- und Keramikherstellung und zum Hausverputz. Aus Geweih, das meist im Frühjahr in den Wäldern gesammelt wurde oder seltener auch vom Jagdwild stammte, konnten Hämmer und Hacken zur Feldbearbeitung hergestellt werden. Auch zu Schmucknadeln, Knöpfen und Anhängern wurden die Wertstoffe Geweih und Knochen verarbeitet. Der Fund eines Schlittknochens, den die Menschen damals wie einen Schlittschuh nutzten, belegt zudem winterliches Eisvergnügen auf dem zugefrorenen See. Hörner von Rindern und Auerochsen fanden ebenso Verwendung. Zwar sind die Gegenstände aus Horn selbst nicht mehr erhalten, aber Schnittspuren an den knöchernen Hornzapfen belegen die Nutzung des Wertstoffes Horn.

» Alle diese Stücke, die heute bei Archäolog:innen Begeisterung auslösen, wanderten vor 4000 Jahren als Siedlungsabfall in den Müll. «



↑ Abb. 2. Durchlochte Keramikscherben aus der bronzezeitlichen Siedlung Dobbin, Mecklenburg-Vorpommern (Foto: A. Heitmann, CAU Kiel; bearbeitet).

Größere Knochenreste fanden sogar beim Hausbau Verwendung, sie dienten zum Verkeilen der Pfähle in ihren Gruben. Das war zweifach praktisch, denn der so weiterverwendete Knochenabfall verschwand auf nützliche Weise und ersparte zudem ein mühsames Zusammensuchen von Steinen, die alternativ zum Verkeilen der Pfähle verwendet wurden.

Die Bewohner:innen Bruszczewos haben außer Knochen auch Keramik recycelt. Scherben, deren Ränder rundgeschliffen sind oder die nachträgliche Durchbohrungen aufweisen (Abb. 2), zeugen davon. Auf diese Weise arbeiteten sie die Scherben zerbrochener Gefäße zu Netzsenkern, Spinnwirteln oder Spielsteinen um. Auch Textilien wurden weiterver-

wendet – z. B. bei der Keramikherstellung, um den Ton oder das Gefäß zur Weiterverarbeitung feucht zu halten. Anhand von Textilabdrücken auf den Gefäßen ist zu erkennen, dass es sich um alte, verschlissene Textilien handelte. Diese Funde bilden jedoch nur einen kleinen Teil des gesamten Fundinventars. Der allergrößte Teil der Tierknochen und Scherben endete als Abfall.

Getrennt

Es ist davon auszugehen, dass bei der Abfallentsorgung noch nutzbare Teile, wie eben Knochen oder Geweih, beiseitegelegt und zu einem späteren Zeitpunkt weiterverarbeitet wurden. Aber eine Müll-



↑ Abb. 3. Die Siedlung von Bruszczewo an einem Morgen im Frühherbst vor 3800 Jahren. Rekonstruierte Ansicht nach Grabungsbefunden (Grafik: S. Goetze, Kiel; bearbeitet).

trennung im eigentlichen Sinn hat es damals sicherlich nicht gegeben. Allerdings können wir mitunter die gezielte Entsorgung an unterschiedlichen Orten erkennen. So lassen sich getrennte Areale für die Tierknochen aus der Fellverarbeitung und für die Entsorgung großer Fleischknochen (Hüfte, Schulter) nachweisen. Während die Reste der Fellbearbeitung (Schädel und Fußknochen) im zentralen Siedlungsareal liegen blieben, wurden die großen Knochen mehrheitlich am Rand der Siedlung und im Seeuferbereich entsorgt. Auch Druschreste, die unmittelbar vor der Nahrungszubereitung anfallen, fanden sich im Uferbereich und sind dort offenbar gezielt entsorgt worden. Das hatte den Vorteil, dass sie am Ufer und im See feucht blieben und nicht vom Wind durch die Siedlung geweht wurden. Unterschiedliche Arbeitsprozesse konnten demnach eine jeweils spezifische Abfallentsorgung nach sich ziehen.

Gesammelt

Das Sammeln von Abfällen lässt sich nur indirekt nachweisen. Hausmüll wurde auf dem Geländesporn in Gruben entsorgt, die jedoch nicht gezielt als Abfallgruben angelegt worden waren, sondern ursprünglich einem anderen Zweck dienten. Dabei könnte es sich beispielsweise um Speicher- oder Vorratsgruben gehandelt haben, die nicht länger benötigt wurden. Die verschiedenen Verfüllschichten dieser Gruben belegen, dass sie längere Zeit offen gestanden haben und erst nach und nach mit Hausmüll verfüllt worden sind. Der Müll wurde also nicht gesammelt und in einer eigens dafür gegrabenen Grube entsorgt, wie wir es noch aus den 1950er Jahren aus ländlichen Gegenden in Deutschland kennen. Aber nicht der gesamte Müll gelangte in Gruben, denn auch zwischen den Häusern und auf Wegen fanden sich Abfälle, meist Scherben und

Knochen. Dass sie dort unbeachtet längere Zeit liegen blieben, wird durch ihre Kleinteiligkeit deutlich: insbesondere auf den häufig genutzten Wegen (Abb. 3) zerbrachen Scherben und Knochen nach und nach in immer kleinere Stücke. Demnach sammelten und entsorgten die bronzezeitlichen Menschen nur einen Teil ihres Mülls gezielt. Ein weiterer Teil landete vor der Haustür sowie auf den Wegen und vermischte sich dort mit Matsch und anderem Unrat. Mit der Zeit konnten auf diese Weise beachtliche Schichten anwachsen, die häufig besonders fundreich sind. Archäolog:innen sprechen dann von Kulturschichten.

Am besten zeigt sich das Müllverhalten in einem ausgegrabenen Areal am Seeufer, wo es den damaligen Bewohner:innen aufgrund des feuchten Untergrunds nicht möglich war, Gruben auszuheben. Die Abfälle mussten also an anderer Stelle oder auf

andere Weise entsorgt werden. Am Beginn des 18. Jahrhunderts v. Chr. wurden hier drei Häuser unterhalb des Sporns nahe am Wasser errichtet. Sie wurden später durch einen Brand zerstört – doch nicht alles verbrannte, einige Reste blieben übrig. So waren beispielsweise die Balkenwände eines der drei Häuser bei der Ausgrabung noch einige Zentimeter hoch erhalten. Die Schichten innerhalb und außerhalb der Häuser bargen alles, was Archäolog:innen begehren: Essensreste in Form von Knochen und verkohlter Nahrung, angebrannte und zersprungene Töpfe, Werkzeuge und vereinzelt auch verlorene Schmuckstücke – kurzum: Müll (Abb. 4). Knochen und Gefäßreste überwogen jedoch bei weitem, sie traten besonders im hinteren Wandbereich des westlichen Hauses gehäuft auf: Vereinzelt fanden sich hier bis zu sechs Kilogramm Knochen und fünf Kilogramm Keramik pro Quadratmeter. Ebenfalls

↓ Abb. 4. Die Wand des westlichen Hauses bei den Ausgrabungen. Im Vordergrund liegt der Boden eines Gefäßes unter der umgestürzten Lehmwand. Dahinter sind die Knochen im freigelegten Abschnitt unter der Wand zu erkennen (Foto: J. Kneisel).



fundreich war der Weg zwischen den Häusern, auch hier lagen in größeren Mengen Knochen und Scherben herum. Zumindest aus heutiger Perspektive ist es zweifellos eine unangenehme Vorstellung, bei Regen über ein Gemisch von durchweichem, schlammigem Erdreich und Abfall zu gehen.

Im westlichen Haus fanden die Studierenden beim Ausgraben einen Knochen neben dem anderen. Schmissen die damaligen Hausbewohner:innen die abgenagten Knochen einfach hinter sich oder brannte das Haus vor der Kehrwoche ab? Die Indizien sind widersprüchlich: So wurde im Inneren des Hauses Hundekot nachgewiesen, der darauf hindeutet, dass das Haus möglicherweise eine Weile leer stand, bevor es abbrannte, und während des Leerstands gezielt für die Abfallentsorgung genutzt wurde. Fast vollständig erhaltene Gefäße und ein verkohlter Getreidevorrat sprechen wiederum dafür, dass das Haus kurz vor dem Brand noch bewohnt war. In den anderen Häusern lag zwar deutlich weniger Abfall, allerdings wurden diese später stark vom Seewasser überspült, das einen Teil der ursprünglich vorhandenen Abfälle herausgetragen haben wird.

Vielleicht haben wir es hier einfach mit sehr unhygienischen Lebensbedingungen zu tun. Dafür sprechen auch andere Beobachtungen; so wurde auf einer Nachbarfläche eine bis zu zehn Zentimeter mächtige Dungschicht in unmittelbarer Nähe eines Hauses gefunden. Weil das Haus direkt am Seeufer lag, ist ein Misthaufen an dieser Stelle eher unwahrscheinlich, wenngleich das Sammeln von Dung und die gezielte Düngung beim Anbau von Getreide und Hülsenfrüchten schon seit einigen Jahrhunderten eingesetzt wurden, um höhere Ernteerträge zu erzielen.

Achtlos entsorgt

Erstaunlich viel Müll fand sich zwischen den Faschinen am Seeufer. Interessant ist hier die Verteilung von Werkzeugen wie Geweihhacken, -hämmer und Knochenwerkzeugen. Während sich funktionstüchtige Geräte und Halbfertigprodukte innerhalb der Häuser befanden, lagen die Abfälle

und unbrauchbare, zerbrochene Werkzeuge zwischen den Faschinen und im See. Leicht lässt sich ein:e Handwerker:in vorstellen, die oder der genervt das gerade zerbrochene Werkzeug in den See schleudert.

Ein Glücksfall für die archäologische Forschung war ein Holzwerkplatz an der Faschine, an dem Holzspäne, diverse zerbrochene Bretter und Werkzeuge sowie eine kaputte Radnabe einfach liegengelassen worden waren. Im Uferbereich lagen massenweise Kienespäne, kleine angebrannte Kiefernhälzer, die als Lichtspender gedient hatten. Nach Gebrauch wurden sie im feuchten Uferbereich weggeschmissen, wo sie sich bis heute erhalten haben. Sie waren so häufig anzutreffen wie heute Zigarettenkippen am Strand. Dazu kamen die schon erwähnten Scherben, Knochen und Druschreste – alles flog kurzerhand in den See. Aus den Augen, aus dem Sinn. Den Ausgräber:innen bot sich ein Bild, das heutigen Seeufern nicht unähnlich ist, nur statt Knochen und Keramik liegen heute dort Plastik, Glas und Kippen.

Verschmutzt

Einen weiteren Blick auf das Abfallverhalten vor 4000 Jahren in Bruszczewo erlauben die Analysen eines Bohrkerns aus dem See. In den Seesedimenten setzen sich über die Jahrhunderte Pollen, Sporen, Algen und Reste von Mikrolebewesen ab. Palynolog:innen, die besonders Pollenkörner, aber auch andere Mikrofossilien erforschen, können diese Reste identifizieren und die chronologisch geschichteten Ablagerungen im See wie Jahresringe an einem Baum lesen. Dadurch gewinnen sie einen guten Einblick in die Veränderungen der damaligen Umwelt und Wasserqualität. Die Analyse des Bohrkerns zeigt deutliche Hinweise auf eine Verschmutzung. So konnten beispielsweise hohe Blaualgenwerte nachgewiesen werden, die die Trinkwasserqualität zumindest saisonal stark beeinträchtigt haben müssen. Alternative Trinkwasserquellen wie Brunnen gab es in der Siedlung nicht. Spezielle Pilzsporen, die auf Dung wachsen, zeugen von starkem Eintrag von Fäkalien, der das Wachstum von Grün- und Blaualgen beförderte. Zahlreiche Reste

» Den Ausgräber:innen bot sich ein Bild, das heutigen Seeufern nicht unähnlich ist, nur statt Knochen und Keramik liegen heute dort Plastik, Glas und Kippen. «

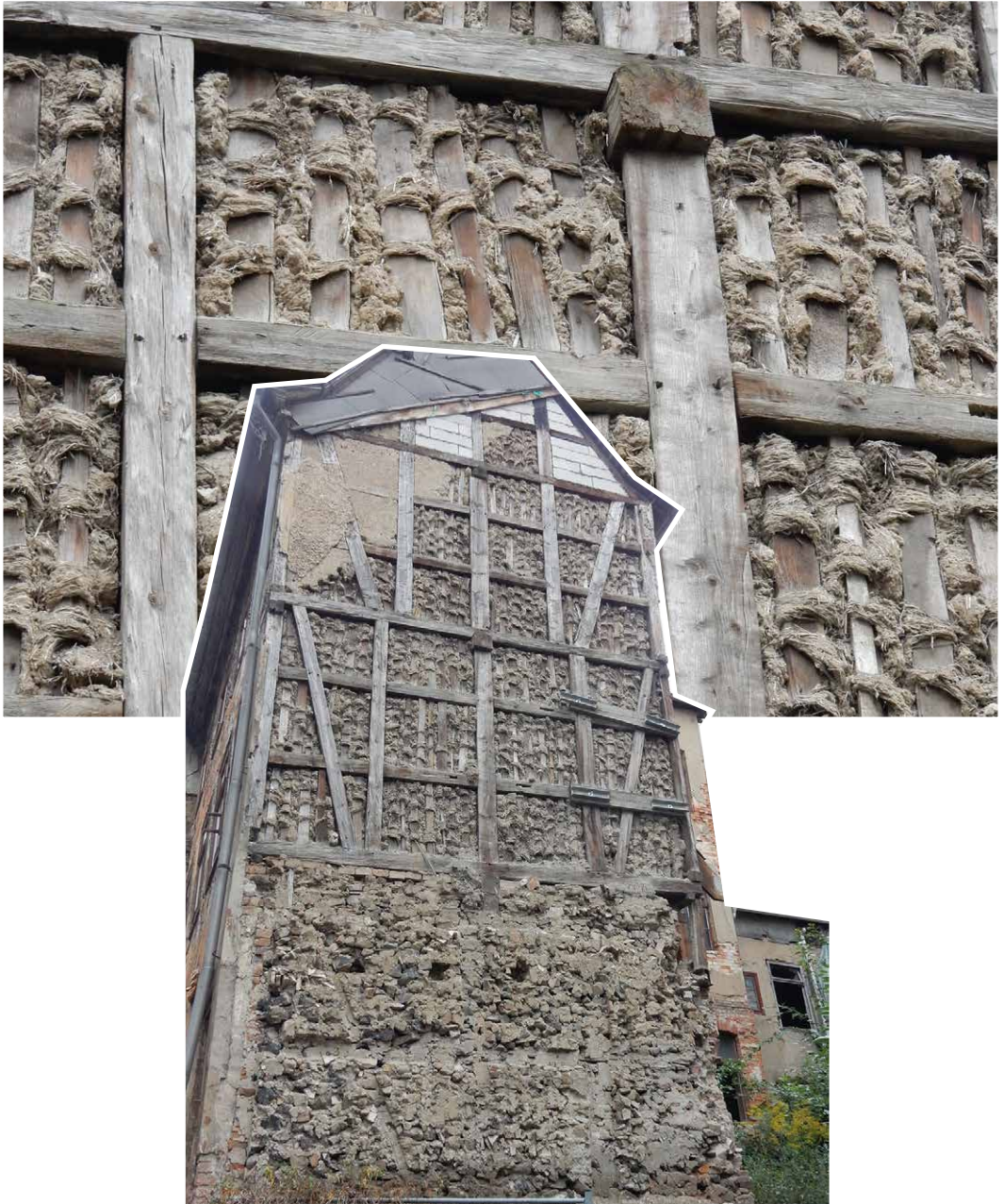
von Peitschenwurmeiern belegen darüber hinaus, dass Tiere – und wahrscheinlich auch Menschen – unter Wurmbefall litten. Für einen Parasitenbefall der Menschen mit den damit verbundenen Beschwerden sprechen Samen von Bilsenkraut, die in der Siedlung zahlreich auftraten. Bilsenkraut ist eine Giftpflanze, die stark berauschend wirkt und die im Altertum medizinisch gegen Schmerzen und Krämpfe eingesetzt wurde – also ebenjene Beschwerden, die durch Wurmbefall oder schlechtes Trinkwasser verursacht werden. Misteln, die ebenfalls anhand von Pollenkörnern im Bohrprofil nachgewiesen sind, kennen wir anhand ethnografischer Parallelen als weiteres Heilmittel gegen Verwurmung. Offensichtlich wussten sich die damaligen Menschen gegen die physischen Beschwerden zu helfen. Der Zusammenhang zwischen der Verschmutzung ihres Trinkwassers und den Krankheiten war ihnen aller Wahrscheinlichkeit nach aber nicht bewusst. Sonst hätten sie wohl etwas dagegen unternommen. Freilich wissen wir aus eigener Erfahrung, dass Umweltverschmutzung zu erkennen noch nicht bedeutet, dass man auch etwas dagegen unternimmt.

Die Verschmutzung des Wassers in Bruszczewo lässt sich vor allem darauf zurückführen, dass die Menschen ihren Abfall achtlos im See entsorgten und den Tieren freien Zugang zum See gewährten, wodurch Fäkalien hineingelangen. Es ist auffällig, dass diese signifikante Umweltverschmutzung nur während der frühbronzezeitlichen Besiedlung Bruszczewos zwischen 2100-1650 v. Chr. auftrat. Während nachfolgender Siedlungsphasen, wie in der jüngeren Bronzezeit (1000-700 v. Chr.) oder im frühen Mittelalter, lässt sich eine solche Verschmutzung des Sees nicht nachweisen. Möglicherweise wurde der Zusammenhang zwischen der Vermül-

lung und der Eutrophierung nun erkannt und einem Umkippen des Sees vorgebeugt. Die späteren Bewohner:innen der Gegend pflegten offensichtlich einen anderen Umgang mit ihrem Abfall.

Können wir aus der Vergangenheit lernen?

Bruszczewo zeigt: Das Abfallverhalten der Menschen vor 4000 Jahren unterscheidet sich nicht wesentlich von unserem. Noch immer gilt das Motto „aus den Augen, aus dem Sinn“, sowohl im Kleinen, als auch im Großen. Zwar sind uns heute die Ursache-Wirkungs-Muster bekannt, wodurch sich langsam ein veränderter Umgang mit Müll durchsetzt. Besonders im individuellen Wohnbereich hat sich in den letzten 4000 Jahren einiges geändert. Mülltrennung und Recycling heute sind Versuche, die Müllmenge zu reduzieren. Doch Mülldeponien und übermäßiger Gülleauftrag auf die Felder tragen ebenso zur Verschmutzung der Umwelt bei wie die damalige Abfallentsorgung im See. Das Problem hat sich lediglich verlagert. Gezieltes Recycling lässt sich in der fernerer Vergangenheit nur in wenigen Fällen nachweisen, vieles galt als Rohstoff, der in ausreichendem Maß zur Verfügung stand und bei Bedarf genutzt werden konnte. Ziel war weniger die Abfallvermeidung als die Nutzung aller vorhandenen Ressourcen, denn die Rohstoffbeschaffung war mühsam. Der Blick in die Vergangenheit lehrt uns, dass nicht der Müll das Problem für den Menschen und seine Umwelt darstellt, sondern der Umgang damit, das Abfallverhalten. Getrennter Müll hilft Ressourcen zu schonen und stellt Wertstoffe für die Zukunft zur Verfügung. Vielleicht beim nächsten Mal zum Putzen doch das alte T-Shirt statt eines neuen Microfasertuches benutzen? ♦



Benjamin Claaßen

Vom Unkraut zum Baustoff – Roggen in Deutschland

Roggen ist in Deutschland so beliebt wie wohl nirgendwo sonst auf der Welt. Heutzutage begegnen wir dem Getreide vor allem in der Bäckerei: Roggenbrot und -brötchen gelten als rustikale und traditionelle Alternative zu Weizenbrot, und der charakteristische Roggensauerteig ist für viele eine willkommene Abwechslung zum weitverbreiteten Hefeteig-Gebäck. Doch nicht nur aus Bäckereien und Supermärkten, sondern auch aus der Tierhaltung ist der Roggen nicht mehr wegzudenken, wo er regelmäßige Verwendung als Futtermittel findet.

Angesichts seiner Beliebtheit in Deutschland ist es kaum verwunderlich, dass Deutschland der weltweit größte Produzent von Roggen ist. Doch auch außerhalb der Bundesrepublik erfreuen sich Backwaren aus Roggenteig stetig wachsender Beliebtheit. Aber was macht ihn zu so einer wichtigen Nutzpflanze?

Menschen ordnen die Dinge, die sie umgeben, gern in verschiedene Kategorien ein, Pflanzen bilden dabei keine Ausnahme. Wichtige Kulturpflanzen mit hoher Bedeutung für unsere Ernährung und Wirtschaft, wie den Roggen, bezeichnen wir als *Nutzpflanzen*. Pflanzen, die für uns nicht besonders nützlich sind, bezeichnen wir hingegen als *Unkraut*.

Diese Unkräuter haben in der Regel keinen offensichtlichen Nutzen für uns und können sogar wirtschaftliche Schäden anrichten. Sie wachsen ungewollt in Gärten und auf Feldern und überwuchern Nutz- und Kulturpflanzen. Ihre Beseitigung verur-

sacht zusätzliche Arbeit und Kosten; sie entziehen dem Boden wichtige Nährstoffe und wertvolles Wasser. Aus wirtschaftlicher Sicht würde niemand solche Pflanzen gezielt anbauen.

Historisch wurden sämtliche Pflanzen von Botanikern nach ihren Eigenschaften und ihrem Aussehen kategorisiert und wissenschaftlich eingeordnet. Anhand von Merkmalen wie der Anzahl oder der Form der Blütenblätter hat man versucht, die stammesgeschichtlichen Verwandtschaftsverhältnisse aller Pflanzen zu klären. Später wurde es unter Zuhilfenahme molekularbiologischer Methoden möglich, diese Kategorisierungen und Annahmen anhand von genetischen Sequenzen zu überprüfen – und bisweilen zu korrigieren.

Die Einteilung von Pflanzen in Nutzpflanzen und Unkräuter hingegen ist nicht wissenschaftlich. Sie ist unabhängig von äußerlichen Merkmalen oder der Genetik und beruht allein auf unserer Perspektive. Während wir wirtschaftlich bedeutende Pflanzen aus gutem Grund als Nutzpflanzen kategorisieren, werden Pflanzen ohne unmittelbaren wirtschaftlichen Nutzen oft als Unkraut abgewertet. Doch wie unumstößlich sind diese Kategorien?

← Abb. 1. Wellerhölzer in offenen Gefachen eines Fachwerkhäuses. Gut sichtbar ist das verwendete Stroh-Lehm-Material mit dem die Hölzer umwickelt sind (Foto: F. Schlütz, CAU Kiel; bearbeitet).

Roggen würden wir aus unserer heutigen Perspektive ohne jeden Zweifel als Nutzpflanze bezeichnen. Immerhin wird ein nicht unerheblicher Aufwand betrieben, um diese Pflanze zu kultivieren. Doch ist Roggen immer schon die Nutzpflanze gewesen, die wir heute kennen?

Erfolgsgeschichte eines Unkrauts

Die Urform unseres heutigen Roggens stammt wahrscheinlich aus dem Gebiet des heutigen Armeniens und der Osttürkei. Vermutlich kam der Roggen erstmals während der Jungsteinzeit vor 6000 Jahren nach Europa und verbreitete sich in den folgenden vier Jahrtausenden über den gesamten europäischen Kontinent. Erst im Mittelalter wurde der Roggen in weiten Teilen Europas, besonders in Deutschland, eine der erfolgreichsten und am häufigsten kultivierten Getreidesorten.

Aus der Natur auf die Felder

Als der Roggen nach Europa kam, war er allerdings noch weit entfernt von der Nutzpflanze, die wir heute kennen. Zwar hatte dieses Getreide schon einige seiner heutigen Merkmale und Eigenschaften, doch sie waren noch nicht alle voll ausgeprägt. Das große Potential des Roggens zur Kulturpflanze blieb lange unerkannt. Stattdessen überlebte und wuchs Roggen als „Unkraut“ innerhalb von Weizenfeldern.

Während er also über Jahrtausende unerwünscht seinen Platz zwischen Weizenhalmen behauptete, war der Roggen den speziellen, landwirtschaftlich geprägten Bedingungen der Weizenfelder ausgesetzt. Das hatte zur Folge, dass dieser Roggen besonders gut an die Anbauweise des Weizens angepasst war. Auf diese Weise war es leicht, das Interesse der Bauern zu erwecken, die auf seine besonderen Eigenschaften aufmerksam wurden.

Besonders seine ausgeprägte Frostresistenz sowie die relative anspruchslosigkeit an Bodenbedingungen trugen zu seinem Erfolg bei. Dadurch wurde das einstige „Unkraut“ landwirtschaftlich immer interessanter.

So änderte sich etwa ab Christi Geburt die Wahrnehmung des Roggens als Unkraut, das den Weizenanbau erschwert, zur anspruchslosen und bald wichtigsten Nutzpflanze in Teilen des mittelalterlichen Europas. Seine Robustheit und Vielseitigkeit führten zur großen Bedeutung des Roggens.

Roggen als Baumaterial

In der Hochzeit des Roggens war er nicht nur als Nahrungs- und Futterquelle wichtig, sondern das Getreide wurde lange auch im Hausbau verwendet. Beim weit verbreiteten Fachwerkbau war Roggenstroh eines der häufigsten benutzten Materialien bei der Herstellung sogenannter Wellerhölzer, auch als Lehmwickel bekannt. Dabei handelt es sich um schmale Bretter, oft aus Eichenholz, die mit Stroh und Lehm umwickelt werden. In Fachwerkkonstruktionen füllen Wellerhölzer die Zwischenräume des Fachwerks, die Gefache, die anschließend verputzt werden (Abb. 1). Des Weiteren wurden Wellerhölzer als Dämmmaterial in Zimmerdecken eingesetzt.

Für die Herstellung von Wellerhölzern wird Stroh abgelängt und in einem Wasser-Lehm-Gemisch eingeweicht. Anschließend werden die auf die richtige Länge zugeschnittenen Hölzer mit dem eingeweichten Stroh und dem weichen Lehm umwickelt.

Prinzipiell ist jede Art von Stroh geeignet, und dennoch wurde bei der Herstellung von Wellerhölzern sehr oft auf gedroschenes und geschnittenes Roggenstroh zurückgegriffen. Das war naheliegend, da im mittelalterlichen Europa der Roggen eine

» Unkräuter haben in der Regel keinen offensichtlichen Nutzen für uns und können sogar wirtschaftliche Schäden anrichten. Aus wirtschaftlicher Sicht würde niemand solche Pflanzen gezielt anbauen. «



← Abb. 2. Winterroggen (*Secale cereale*) in moderner landwirtschaftlicher Anbauweise (Foto: © R. Graß, CAU Kiel; <https://www.pflanzenbau.uni-kiel.de>; bearbeitet).

großflächig kultivierte Getreideart war und Roggenstroh als Abfall- oder Nebenprodukt dementsprechend in größeren Mengen zur Verfügung stand.

Die wenig bekannte Nutzung von Roggenstroh als Baumaterial für Wellerhölzer im Fachwerkbau unterstreicht die vielfältige Bedeutung des Roggens für die Menschen im Mittelalter: Er ernährte sie nicht nur, sondern war auch konstruktiver Bestandteil ihrer Behausungen. Zugleich ist der Roggen ein gutes Beispiel für eine umfassende Nutzung möglichst aller Pflanzenteile – vom Korn bis hin zum ansonsten weniger nützlichen Roggenstroh. Im Mittelalter war der Roggen, das einstige „Unkraut“, zu einer wertvollen Nutzpflanze geworden und hatte für die Menschen eine viel größere Bedeutung als heute.

Eine Frage der Perspektive

Von seiner Urform bis zur heute verwendeten Kulturpflanze hat Roggen eine deutliche Domestizierung durchlebt (Abb. 2). Die Anpassung an die Wuchsbedingungen der europäischen Weizenfelder sowie eine gezielte Zuchtwahl über etliche Generationen hinweg haben viele seiner für Nutzpflanzen wichtigen Eigenschaften hervorgebracht und weiter verstärkt. Aber nicht nur die Pflanze hat sich im Lau-

fe der Zeit verändert, auch die menschliche Sicht auf diese unterlag einem Wandel. Vom störenden Unkraut, das auf den Feldern mit dem Weizen konkurriert, bis zur wichtigsten Getreideart, die die Menschen nicht nur ernährt, sondern auch vor Wetter und Kälte schützt, hat der Roggen einen regelrechten Imagewandel erfahren.

Diese Entwicklung ist noch längst nicht abgeschlossen, sondern setzt sich dynamisch fort. Unsere Perspektive verändert sich weiter. Roggen ist in Deutschland zwar immer noch sehr beliebt; doch mit dem Rückgang der Fachwerkhäuser hat der Roggen seine einstige Bedeutung als Baumaterial verloren. Darüber hinaus ermöglicht moderne Landwirtschaft den Anbau einer breiten Auswahl an Getreiden. Robustheit und Winterhärte spielen keine so große Rolle mehr. Globaler Handel macht viele landwirtschaftliche Erzeugnisse ganzjährig verfügbar. Roggen ist für uns schon lange nicht mehr das wichtigste Getreide, sondern nur eines von vielen. Angesichts der wechselvollen „Karriere“ des Roggens bleibt es spannend zu sehen, welches heutige Un- bzw. Beikraut vielleicht „der Roggen“ von morgen sein könnte. ♦



Dana Zentgraf und Jens Schneeweiß

Bodenleben. Wie sich moderne Nachhaltigkeitskonzepte und vergangene Lebensweisen im Garten begegnen

Das deutsche Umweltbundesamt informiert: „Als Gartenabfälle gelten Laub, Grün- und Strauchschnitt, Äste und Wurzeln von Sträuchern oder kleineren Bäumen sowie Rasenschnitt.“ Und: „Am besten ist es, Gartenabfälle an Ort und Stelle zu kompostieren“ (<https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/garten-freizeit/gartenabfaelle#gewusst-wie>).

Diese Erkenntnis erscheint zunächst wie eine Binsenweisheit. Besieht man sich aber die Trends in der Gartengestaltung, die sich vor allem in den Vorstädten der westlichen Welt seit der Nachkriegszeit durchgesetzt haben, wird man sich der Bedeutung dieser Aussage erst bewusst: Kiesgärten und homogene Rasenflächen sind verbreitete Gestaltungsvarianten. Beide Designs sollen praktisch und optisch ansprechend sein; die Pflege kann mit wenigen großen Geräten wie einem Rasenmäher sowie industriellen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln gewährleistet werden (Abb. 1). Doch die Kehrseite dieser Gärten ist, dass sie viele negative Auswirkungen auf die Ökologie haben.

Neben anderen Aspekten, wie fehlender Artenvielfalt, Bodenverdichtung und häufigem Düngemittelseinsatz, stören Gartenabfälle die sterile Ordnung der Grundstücke. Sie werden daher häufig zum Wertstoffhof gefahren und eben nicht wie vom UBA empfohlen vor Ort kompostiert. Solch ein Verhalten steht in starkem Gegensatz dazu, dass der Wert und die Pflege fruchtbarer Erde zu den ältes-

ten Motiven der menschlichen Kultur gehören. Es ist daher nachvollziehbar, dass sich mit Beginn der Umweltbewegung in den 1970er Jahren Fragen nach Möglichkeiten alternativer Landwirtschafts- und Gartengestaltungen herauskristallisiert haben, die mittlerweile auch Einzug in den Bereich der Erholungsgärten gehalten haben.

Im Bewusstsein der ökologischen Krise bewegen immer mehr Menschen Fragen nach eigenen Handlungsräumen und möglichen Änderungen der Gewohnheiten. Diese Fragen aus dem Gebiet der praktischen Philosophie betreffen die eigene Lebenspraxis und damit verbunden die Gestaltung des gemeinschaftlichen Lebens: Was kann ich tun, um einen Beitrag zum Erhalt dieser Welt zu leisten? Nach welchen Grundsätzen sollte ich meine Hand-

← Abb. 1. Ein erstrebenswertes Gartenideal? Beetpflanzen, die an gradlinigen Kanten Spalier stehen, und englischer Rasen brauchen viel Pflege, wenn sie akkurat bleiben sollen (Foto: M. Zentgraf, Berlin; bearbeitet).

lungen ausrichten? Wie kann ich Verantwortung übernehmen und mich aktiv an positiven Veränderungsprozessen beteiligen? Als Reaktion auf diese Reflexionen versuchen viele Menschen, ihr Alltagsleben neu auszurichten, wozu auch das nachhaltige Gärtnern gehört. Gärten werden im Sinne einer starken Nachhaltigkeit zunehmend ohne kommerzielle Produkte und verstärkt mit im Garten selbst erzeugten Dünge- und Pflegemitteln kultiviert. Die Empfehlung des Umweltbundesamtes markiert daher eine Trendwende im Verständnis vom Garten als statische Ordnung hin zum Garten als dynamisches Kreislaufsystem.

Die wachsende Tendenz hin zur Kreislaufgartenwirtschaft spiegelt die zugrundeliegende Sicht auf den Garten. Die Kreislaufwirtschaft respektiert die natürliche Dynamik, der ein Garten unterliegt (Abb. 2). Obwohl Gärten Produkte menschlicher Kultur sind und als solche stark durch kultivierende Eingriffe beeinflusst werden – man denke an paradiesische Oasen in Wüstenlandschaften – bleiben seine Elemente immer von Jahreszeiten, regionaler Ökologie und dem weltweiten Klimasystem abhängig. Wenn der antike griechische Philosoph Heraklit (520-460 v. Chr.) sagte, man könne nie zweimal in denselben Fluss steigen, so trifft dies auch auf den Besuch im Garten zu. Der taubedeckte Garten am Morgen ist ein anderer als der Garten üppiger Blütenpracht, die sich über den Tag erst öffnet und zur Sonne dreht – hier sei an die Blumenuhr des

schwedischen Naturforschers Carl von Linné (1707-1778) erinnert. Der Kreislaufgarten greift eben diesen dynamischen Charakter des Gartens auf und zieht bewusst Energie aus den wechselnden Gegebenheiten und Abläufen. Was bedeutet das für den Abfallhaushalt im Garten? Kreislaufwirtschaft im Garten basiert auf dem Prinzip, dass alles, was im Garten anfällt, auch dort verbleibt und so wenig wie möglich von außen hinzugefügt wird. Nach diesem Grundsatz werden Grünschnitt, Gemüseabfälle oder Mist zur Kompostierung und Düngung der Beete und Bäume verwendet. Anstelle von industriellem Flüssigdünger treten Jauchen aus Brennnessel oder Schachtelhalm – und es wird auf Mischkultur in den Beeten gesetzt. Auch *in puncto* Werkzeuge, Dekoration und Annehmlichkeiten für den Menschen wird darauf geachtet, langlebige Produkte zu erwerben und auf Kunststoffe zu verzichten, damit eine möglichst geringe Menge an Abfall anfällt. Dieses Vorgehen baut auf den vegetativen Phasen von Pflanzen auf: In Zeiten, in denen viel Grünschnitt anfällt, wird dieser gesammelt und fachgerecht zur Weiterverwendung kompostiert oder direkt als Flächenmulch auf die Beete gebracht.

Der Verzicht auf industrielle Mittel ließ die Vordenkerinnen und Vordenker der Kreislaufgärten nach alternativen Techniken suchen, die sie in der Vergangenheit finden konnten. Sie beziehen sich deshalb auf vorindustrielle Methoden zur Erhaltung des Bodens, also auf Methoden vergangener

» Kreislaufwirtschaft im Garten basiert auf dem Prinzip, dass alles, was im Garten anfällt, auch dort verbleibt und so wenig wie möglich von außen hinzugefügt wird. Nach diesem Grundsatz werden Grünschnitt, Gemüseabfälle oder Mist zur Kompostierung und Düngung der Beete und Bäume verwendet. «



↑ Abb. 2. Der Kompost ist die Grundlage des Kreislaufgartens. Hier werden im Laufe des Jahres Abfälle gesammelt, die von Insekten, Schnecken und Kleinstlebewesen zur wertvollen Komposterde umgewandelt werden. Ohne Kompost kein Kreislauf! (Foto: M. Zentgraf, Berlin; bearbeitet).

Generationen. Dazu gehören an oberster Stelle das Kompostieren und Einarbeiten von Mist, Asche oder Pflanzenresten: „As countryfolk knew, odoriferous manure made for plentiful harvest“ („Wie die Landbevölkerung wusste, sorgte geruchsintensiver Dung für eine reiche Ernte“ [Übers. D. Zentgraf]). So heißt es in der Studie *Aroma: The cultural history of smell* von Constance Classen, David Howes und Anthony Synnott von 1994 (S. 57). Was in den vergangenen Jahrzehnten häufig als wertloser Abfall angesehen wurde, erfährt im Kontext der Kreislaufgärten wieder eine Umbewertung als nützlich und wichtig.

Was gegenwärtig bisweilen als Trend gegen die kapitalistische Konsumgesellschaft der Nach-

» Was in den vergangenen Jahrzehnten häufig als wertloser Abfall angesehen wurde, erfährt im Kontext der Kreislaufgärten wieder eine Umbewertung als nützlich und wichtig. «



↑ Abb. 3. Archäologische Ausgrabung in Bardowick, Niedersachsen. Die Überreste mittelalterlicher Gruben (Vordergrund) sind von einem bis zu einem Meter mächtigen Gartenboden (*Hortisol*) bedeckt, der im Laufe der letzten 800 Jahre entstanden ist. Er ist in der Grabungskante gut zu erkennen (Foto: J. Schneeweiß).

kriegsjahre verstärkt Einzug in die Kulturtechnik des Gärtnerns findet, war vielfach über Jahrhunderte gängige Praktik in Garten- und Landbau, wie archäologische Untersuchungen nahelegen: Der eigene Nutzgarten spielte zu vielen Zeiten und an vielen Orten eine wichtige, ja oft sogar lebensnotwendige Rolle für die Menschen. Mancherorts tut er dies noch heute. Am Beispiel des europäischen Mittelalters, sowohl in frühurbanen Kontexten als auch auf dem Lande, zeigt sich, wie sich innerhalb relativ kurzer Zeiträume von nicht mehr als zwei bis drei Jahrhunderten erhebliche Siedlungsspuren akkumulieren. Nicht selten handelt es sich um mächtige schwarze Erdschichten, deren auffällige, dunkle Färbung auf hohe Anteile von Holzkohle

und Humus zurückzuführen ist. Die Mächtigkeit der Schichten zeugt davon, dass dem Boden signifikante Mengen organischen Materials zugeführt wurden und dass regelmäßig umgegraben wurde. Für eine Bodenbearbeitung spricht in den meisten Fällen die gute Durchmischung, also das Fehlen einer ausgeprägten, erkennbaren Schichtung. Ein besonders aktives Bodenleben unterstützt das zusätzlich. Man kann heute davon ausgehen, dass die Menschen im Mittelalter um den Stellenwert des fruchtbaren Bodens wussten und wie sie diesen positiv beeinflussen konnten. Seit der Antike sind schriftliche Quellen überliefert, die die Bodenbearbeitung detailliert beschreiben und für verschiedene Pflanzen oder Anbaumethoden individuelle Düngung durch Esel,

» Ein unbeabsichtigter Nebeneffekt des Verwertens von Abfällen im Rahmen gärtnerischer Tätigkeiten ist, dass mit Mineralien, Nährstoffen, Artefakten etc. auch Informationen in den Boden eingearbeitet werden. Dadurch lassen die Böden Rückschlüsse auf das Handeln und das „Abfallmanagement“ früherer Bevölkerungen zu. «

Rinder-, Hühnermist oder durch menschliche Fäkalien aufzählen. Die Tierhaltung war in vielen landwirtschaftlichen Betrieben demnach nicht nur zur Fleischproduktion notwendig, sondern spielte auch eine tragende Rolle im Obst- und Gemüseanbau der vorindustriellen Zeit.

Die Bodenwissenschaften haben diesen Bodentyp klassifiziert: Der *Hortisol* (= Gartenboden) war 2017 sogar Boden des Jahres (Abb. 3). Anthropogener Abfall wie Scherben, Holzkohle oder Knochen gehört zu seiner bodenkundlichen Charakterisierung dazu, er weist ihn als menschengemacht aus. Aus archäologischer Sicht handelt es sich bei diesem „Abfall“ um wertvolle Fundobjekte, weshalb aus dieser Perspektive gern von „Kulturschichten“ gespro-

chen wird. Auch Reste von Gerätschaften, Münzen und Schmuck können darin enthalten sein.

Gewöhnlich treten wir gedankenlos den Boden buchstäblich mit Füßen und verstehen nicht, welche Verbindung er zu vergangenen menschlichen Eingriffen hat. Doch die dunklen Böden, die *Anthrosole*, die auf menschliches Wirken zurückzuführen sind, erfahren seit einiger Zeit eine Neubewertung im wissenschaftlichen Diskurs. Denn ein unbeabsichtigter Nebeneffekt des Verwertens von Abfällen im Rahmen gärtnerischer Tätigkeiten ist, dass mit Mineralien, Nährstoffen, Artefakten etc. auch Informationen in den Boden eingearbeitet werden. Dadurch lassen die Böden Rückschlüsse auf das Handeln und das „Abfallmanagement“ früherer Bevölkerungen zu.

Der Boden wird so selbst zu einem Zeitzeugnis, zu einem Archiv der Kulturgeschichte mit individueller Zusammensetzung und spezifischen Merkmalen. In der archäologisch-historischen Forschung bilden die dunklen Böden ehemaliger Gartenanlagen ein junges und noch wachsendes Forschungsfeld, das zunehmend auch gewöhnliche, alltägliche Nutzgärten einschließt.

Dabei stehen nicht mehr die im Boden enthaltenen Fundobjekte im Vordergrund, sondern seine Archivfunktion und die über Jahrhunderte gewachsene Fruchtbarkeit. Der Boden wird so vom physischen Untergrund selbst zu einem Indiz (Abb. 4). Der Boden wird zu einer Wissensquelle, die Informationen über die Vergangenheit preisgibt, aber auch zu einem Wissensobjekt, das selbst im Zentrum der Untersuchungen steht und wissenschaftlich noch nicht vollends greifbar ist, der Boden wird zum epistemischen Objekt. Die materielle Beschaffenheit der alten Gartenböden ändert sich durch diese neue

Aufmerksamkeit nicht, aber sie werden im Fokus der Forschung doch zu etwas Neuem, nämlich zu wissenschaftlichen Untersuchungsgegenständen, die etwas über menschliche Tätigkeiten verraten. Dies geschieht über den Umweg chemischer, physikalischer, makro- und mikroskopischer Analysen, die längst zum erweiterten Methodenspektrum moderner Archäologie gehören.

So wie sich in den modernen Gärten der Blick für den Boden als lebendiges System schärft, so rücken auch in den historischen Wissenschaften die anthropogenen Böden selbst als Untersuchungsgegenstand verstärkt in den Fokus. Während solche Schichten lange nur als „Container“ für archäologische Fundobjekte betrachtet wurden, können heute mit modernen Methoden viele darüberhinausgehende Informationen in diesen wertvollen Archiven entschlüsselt werden. Das steigende gesellschaftliche Interesse an Mensch-Umwelt-Beziehungen und deren Geschichtlichkeit trägt unterstützend dazu

» So wie sich in den modernen Gärten der Blick für den Boden als lebendiges System schärft, so rücken auch in den historischen Wissenschaften die anthropogenen Böden selbst als Untersuchungsgegenstand verstärkt in den Fokus. «



↑ Abb. 4. Geoarchäologinnen beproben einen Gartenboden (*Hortisol*) in Bardowick, Niedersachsen. Die Analysen sollen Aufschluss über die Subsistenzwirtschaft und Gartennutzung seit dem 13. Jahrhundert geben (Foto: J. Schneeweiß).

bei, auch das – durchaus ambivalente – Verhältnis des Menschen zu seinem Abfall in vergangenen Zeiten zu ergründen.

Es ist bemerkenswert, dass die Erkenntnis der Archivfunktion von Böden und das gewachsene Interesse seiner Erforschung mit einem dramatischen Rückgang erhaltener Böden einhergeht, und zwar nicht nur von *Anthrosolen*. Das Bestreben, über Jahrhunderte gewachsene Böden zu bewahren und zu schützen, ist somit zugleich Ausdruck ihrer Zerstörung. Dementsprechend wird versucht, dem Prozess des Bodenverlusts durch Neugewinnung zu begegnen: „Von den Kommunen gesammelte Gartenabfälle können in zentralen Kompostierungsanlagen zu hochwertigem Kompost verarbeitet werden. [...] Der erzeugte Kompost wird den Bürge-

rinnen und Bürgern häufig wieder zur Nutzung angeboten, zum Beispiel als Blumenerde. So schließt sich der regionale Kreislauf“, schreibt das Umweltbundesamt (<https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/garten-freizeit/garten-abfaelle#hintergrund>). Das ist nicht falsch und begünstigt sicherlich eine nachhaltigere Lebensweise im Sinne der Kreislaufwirtschaft. Doch die in den Böden archivierte lokale und regionale Geschichte geht auf diese Weise vollständig verloren, Archive werden zerstört, so ähnlich wie beim Einschmelzen alter Goldmünzen für die Herstellung neuen Schmucks. Erst das Erkennen von Boden als (kultur- und naturhistorischem) Wert und von Bodendiversität als erhaltenswürdiger Vielfalt der Welt kann letztlich zu seiner Bewahrung führen. ◆

Kapitel 3:

Nach Gebrauch... wiederverwenden oder entsorgen?



↑ Antikes Kapitell einer Säule, das zum Unterstein einer Handdrehmühle umgearbeitet wurde (Ulpija Traiana Sarmizegetusa, Rumänien; Foto: P. Thomas, Deutsches Bergbau-Museum Bochum; bearbeitet).



Nicolas Lamare, Max Grund, Guillermo Torres

Wasser, Wasser überall... aber stets ein guter Tropfen?

Über die Verschwendung, Weiterverwendung und Qualität von Wasser in Antike und Mittelalter

Wasserversorgung und -verschwendung: jenseits der Stereotype

„Mit diesen so vielen und so notwendigen Wasserbauten kann man die überflüssigen Pyramiden oder die übrigen nutzlosen, weithin gerühmten Werke der Griechen vergleichen!“ Frontinus, dem wir diese Aussage verdanken, war der *curator aquarum*, der Leiter des römischen Wasseramtes im 1. Jahrhundert n. Chr. Die von ihm verfasste Abhandlung *Über die Wasserversorgung der Stadt Rom (De Aquaeductu Urbis Romae)* liefert uns wertvolle Informationen über die Wasserwirtschaft in der Antike. Das berühmte Zitat fasst die Bedeutung zusammen, die die Römer dem Wasser beimaßen, mit dem sie die zahlreichen Städte ihres Reiches versorgten. Dies geschah sehr oft über Aquäduktleitungen, die manchmal oberirdisch und über Aquäduktbrücken verliefen, deren Silhouetten noch heute die mediterrane Landschaft prägen. In Verbindung mit den großen Bädern Roms und der Provinzen, aber auch

mit den kleinen oder großen Brunnen, die aus den Straßen von Pompeji und Herculaneum bekannt sind (Abb. 1), trugen sie dazu bei, das Bild einer durch das Wasser geprägten römischen Zivilisation zu schaffen. Sie wurden zum Synonym für die umfangreichen, großzügigen Aufwendungen des römischen Lebensunterhalts.

Neuere Forschungen haben jedoch gezeigt, dass Aquädukte tatsächlich mit Metallventilen ver-

← Öffentlicher Brunnen in Pompeji, Italien (Foto: N. Lamare, 2012; bearbeitet. Mit freundlicher Genehmigung des Ministero della Cultura - Parco Archeologico di Pompei. Reproduktion oder Vervielfältigung jeglicher Art verboten).

**» Diese Entdeckungen zeigen,
dass die Römer nicht nur darauf achteten,
kein Wasser zu verschwenden,
sondern dass sie sich auch
der Notwendigkeit bewusst waren,
das Wasser zu speichern. «**



↑ Abb. 2. Brunnenfassungen waren für die Wasserversorgung unentbehrlich. Abbildung aus Boccaccio, *Das Dekameron*, 15. Jh., Bibliothèque nationale de France, Bibliothèque de l'Arsenal, Ms-5070 fol. 182r (Quelle: gallica.bnf.fr / BnF; <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b7100018r/f377.image>; bearbeitet).

schlossen werden konnten, die das Wasser in große öffentliche Zisternen umleiteten. Wahrscheinlich wurden diese nachts gefüllt. Überreste solcher Systeme wurden außer in Italien auch überall von Frankreich bis Jordanien und von den Niederlanden bis Tunesien entdeckt. Diese Entdeckungen sind wichtig: Sie zeigen, dass die Römer nicht nur darauf achteten, kein Wasser zu verschwenden, sondern dass sie sich auch der Notwendigkeit bewusst waren, das Wasser zu speichern. Dies war besonders von Bedeutung, wenn das Wasser knapp wurde oder unregelmäßig aus der Quelle floss. Diese Sorge bestand in der Spätantike (ca. 4.-6. Jahrhundert n. Chr.) weiter und verstärkte sich vielleicht noch. Darauf verweist die Yerebatan Sarnıcı in Istanbul, eine der großen unterirdischen Zisternen der damals neuen Hauptstadt des Reiches Konstantinopel.

Die Versorgung mit Trink- und Rohwasser war auch für die europäischen Städte des Mittelalters mit ihrer hohen Bevölkerungsdichte von entscheidender Bedeutung. In der Frühphase der Stadtentwicklung konnte die Nutzung von Flusswasser und vielleicht auch von Brunnen die Bedürfnisse der Einwohner decken. Mit dem Wachstum der Stadt stießen diese Systeme jedoch an ihre Grenzen. Wenn es kein sauberes Flusswasser gab und die Brunnen verschmutzt waren, oft wegen der Latrinen in ihrer Nähe, mussten andere Lösungen gefunden werden. Eine der gängigsten war die Verwendung von Holz-

→ Abb. 3. „Schöner Brunnen“ von Nürnberg, 14. Jh., Rijksmuseum Amsterdam (Foto: F. Schmidt, 1895; Quelle: Rijksmuseum, <https://www.rijksmuseum.nl/nl/collectie/RP-F-F18284>; © Creative Commons gemeinfrei CC0 1.0, <https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>; bearbeitet).

↳ Abb. 4. Römischer Wasserhahn, Rom, Museo della Civiltà Romana (Foto: Le plombier du désert; Quelle: Wikimedia Commons, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Robinet_d%27arr%C3%AAt_%C3%A0_boisseau_romain_en_bronze.jpg; CC BY-SA 4.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en>; bearbeitet).

und Bleileitungen für die Wasserversorgung, obwohl dies mit einigen Schwierigkeiten verbunden war. Das Wasser wurde außerhalb der Städte an sauberen Flüssen oder Quellen aufgefangen (Abb. 2), durch Holzrohre ins Innere gebracht und dort in öffentlichen Brunnen zur Verfügung gestellt. Innerhalb der Stadt wurden oft Bleileitungen verwendet, um den Druck auf die Brunnen zu erhöhen. In Zeiten, in denen es keine *Pax Romana* gab, war die Versorgung der Städte mit Wasser von außen so gefährdet wie nie zuvor. Das ist einer der Gründe, aus denen der genaue Verlauf der Wasserleitungen geheim gehalten wurde und nur Wenigen bekannt war. Denn theoretisch war es recht einfach, die Städte von dieser lebenswichtigen Versorgung abzuschneiden.

Die Brunnen waren einerseits für das städtische Leben notwendig, andererseits wurden sie in der römischen Kaiserzeit wie auch in späteren Zeiten oft in monumentaler und repräsentativer Weise gebaut. Eines der eindrucksvollsten Beispiele für mittelalterliche Repräsentationsbrunnen ist der „Schöne Brunnen“ von Nürnberg aus dem späten 14. Jahrhundert (Abb. 3). Der Brunnen selbst wurde durch zwei Wasserleitungen gespeist. Bei dieser Art von Brunnen waren verschiedene Stufen der Nutzung, Wiederverwendung und Ableitung des Wassers üblich.

Nutzung und Weiterverwendung: das vielfältige Leben des Wassers

Der Wasserfluss in der Antike konnte nicht nur in den römischen Aquädukten kontrolliert werden, sondern auch die Verbraucher hatten Möglichkeiten der Regulierung. Wasserhähne (Abb. 4), die den heutigen sehr ähnlich sind, ermöglichten das Ab-



stellen des Wassers in öffentlichen Brunnen oder Bädern. In den Häusern der wohlhabenden Elite, wie zum Beispiel in der Casa del Torello di Bronzo in Pompeji, konnte durch versteckte Ventile die Wasserzufuhr zu kleinen Gartenbrunnen geöffnet oder unterbrochen werden. Aber nicht am Ende eines jeden Rohres gab es einen Wasserhahn: Das Wasser der öffentlichen Brunnen lief ständig über den Beckenrand auf die Straße. Es erfüllte dabei jedoch einen Zweck: Indem es zu den Abwasserkanälen floss, verhinderte es laut Frontinus die Stagnation des Abwassers in den Kanälen. Darüber hinaus hatte dieses klare Wasser, das *aqua caduca* oder *otiosa* genannt wurde, d. h. geflossenes oder ungenutztes

Wasser, einen besonderen rechtlichen Status: Niemand durfte es sich aneignen, mit Ausnahme von Badehäusern und Walkern, deren Gerberei- und Färbetätigkeiten große Mengen an Wasser benötigten. Auch die Abwässer wurden weiterverwendet. Das wichtigste Beispiel sind die Latrinen. Diese öffentlichen Toiletten bestanden aus einer Bank mit Sitzlöchern über einem Wasserlauf, der die Ausscheidungen fortspülte (Abb. 5). Dieser Wasserlauf wurde aus den Becken der öffentlichen Bäder gespeist, mit denen in Rom wie auch in den Provinzen die meisten dieser Latrinen verbunden waren.

Im Mittelalter wurde ungenutztes Brunnenwasser nicht einfach in die Kanalisation oder einen Fluss

↓ Abb. 5. Öffentliche Toiletten in Dougga (antikes Thugga), Tunesien, ca. 2. Jh. n. Chr. (Foto: N. Lamare, 2009).



geleitet und derart verschwendet. Es wurde aufgefangen und zur Weiterverwendung in Abflüsse geleitet. Eines der besten Beispiele ist das von Endres Tucher in seinem *Baumeisterbuch der Stadt Nürnberg* beschriebene hydraulische Netz des spätmittelalterlichen Nürnbergs (Abb. 6). Abflussleitungen von den größeren Brunnen versorgten untergeordnete Brunnen in anderen Teilen der Stadt mit weitergeleitetem Wasser. So wurde das frischeste Wasser vom repräsentativsten Brunnen angeboten. Es wurde aufgefangen, weitergeleitet und zur Versorgung anderer Brunnen oder untergeordneter Fischteiche verwendet. Das beschriebene System ist nur ein Beispiel für verschiedene Kaskaden von Brunnen und Wasserentnahmestellen, die die Verfügbarkeit von Wasser in der Stadt sicherstellten. Diese Art der Wasserversorgung gab es in fast jeder mittel-

alterlichen Stadt mit Wasserleitungen. Selbst wenn das Wasser nach dem ersten oder zweiten Brunnen nicht mehr als Trinkwasser zu nutzen war, konnte es in Becken oder Kanälen für die Reinigung oder handwerkliche Tätigkeiten zur Verfügung gestellt werden. Zuletzt wurde es in die Stadtgräben oder Flüsse geleitet, wobei auch hier oft noch ein Nutzen entstand, indem Abfall oder Fäkalien damit entsorgt wurden. Insgesamt durchlief das Wasser, das mit einigem Aufwand in die Städte gebracht wurde, in seinen unterschiedlichen Qualitätsstufen verschiedene Nutzungsformen, bevor es wieder aus der Stadt herausgeführt und damit entsorgt wurde. Überlaufende Brunnen sehen also nur auf den ersten Blick wie eine Verschwendung der wertvollen Ressource Wasser aus, bei genauerem Hinsehen sind sie als Beginn einer durchdachten Nutzungskette zu erkennen.



→ Abb. 6. Das Wasser der Fließbrunnen hatte stets mehrere Nutzungsstufen. Abbildung aus dem sog. *Golf-Buch*, einem Stundenbuch aus Brügge, ca. 1540, British Library, Add MS 24098, fol. 21v (Quelle: British Library, <https://imagesonline.bl.uk/asset/12650/>; bearbeitet).

» Geruch, Geschmack, Farbe, Aussehen und Temperatur waren Merkmale, die bei der Prüfung der Wasserqualität berücksichtigt wurden. «

Bewertung der Wasserqualität: Ansichten aus Vergangenheit und Gegenwart

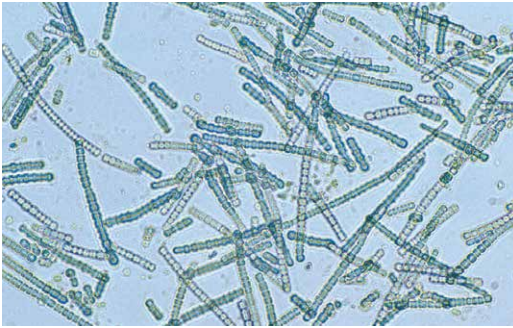
Ob Wasser in einer bestimmten Epoche als sauber oder verschmutzt bezeichnet werden kann, ist nicht universal und eindeutig, sondern hängt von den jeweiligen Kriterien und Kenntnissen ab.

Die Römer nutzten Wasser aus verschiedenen Quellen: Regenwasser, das in Zisternen gesammelt wurde, unterirdisches Wasser, das durch Brunnen erschlossen wurde, Flusswasser oder Quellwasser, das durch Aquädukte transportiert werden konnte. Es gibt unterschiedliche Ansichten, aber im Großen und Ganzen geben antike Autoren übereinstimmend an, dass Regenwasser als Trinkwasser bevorzugt wurde: Dies wird von Vitruv in seiner Abhandlung über Architektur (*De Architectura*) erwähnt, die um 15 v. Chr. während der Herrschaft von Kaiser Augustus geschrieben wurde. Demnach wurde im Allgemeinen auf die Klarheit des Wassers und das Fehlen von Algen vertraut. Plinius der Ältere nennt in seiner Naturgeschichte (*Naturalis Historia*), einer um 77 n. Chr. verfassten Enzyklopädie, ein weiteres Auswahlkriterium: Anstelle von „stagnierenden und trägen“ Gewässern (*stagnantes pigrasque*) wurden fließende Gewässer (*quae profluunt*) zum Trinken bevorzugt, also Wasser aus Flüssen und Bächen, aber auch von Aquädukten und Springbrunnen.

Verschiedene Wasserqualitäten wurden für unterschiedliche Zwecke verwendet. Die Filterung

des Wassers war weit verbreitet: Am Eingang der Aquädukte wurden Gitter angebracht, um größere Verunreinigungen zu verhindern, und in speziellen Absetzbecken konnten sich Rückstände ablagern. Auch Zisternen konnten Absetzbecken enthalten, wie das Beispiel von Dar Saniat bei Karthago im heutigen Tunesien zeigt. Durch den Überlauf des Wassers konnten sich Schwebstoffe absetzen und es wurde sauberer, wobei jede Wasserqualität für eigene Zwecke verwendet wurde: zum Waschen und Bewässern, zum Baden und Trinken. Frontinus beschreibt den Bau eines Aquädukts in Rom durch Kaiser Augustus, dessen Wasser zwar von schlechter Qualität sei, aber für Gärten und *Naumachien*, also Wasserspiele, bestimmt war. Für diese war kein sauberes Wasser erforderlich. Geruch, Geschmack, Farbe, Aussehen und Temperatur waren Merkmale, die bei der Prüfung der Wasserqualität berücksichtigt wurden, wie Vitruv schreibt. Schon den alten Griechen war die Qualität des Wassers nicht einerlei. Aus den Schriften von Hippokrates (5.-4. Jahrhundert v. Chr.) wird klar, dass sie sich der Gefahr für die Gesundheit von Tieren und Menschen bewusst waren, die von Wasserquellen in der Nähe von Bergbaugebieten ausging.

Trotz der großen Anstrengungen, die für die kontrollierte Verwertung von Wasser unternommen wurden, stellte die Abfallbewirtschaftung, einschließlich Abwasser und Körperhygiene, ein großes Risiko für die öffentliche Gesundheit dar. So konnten

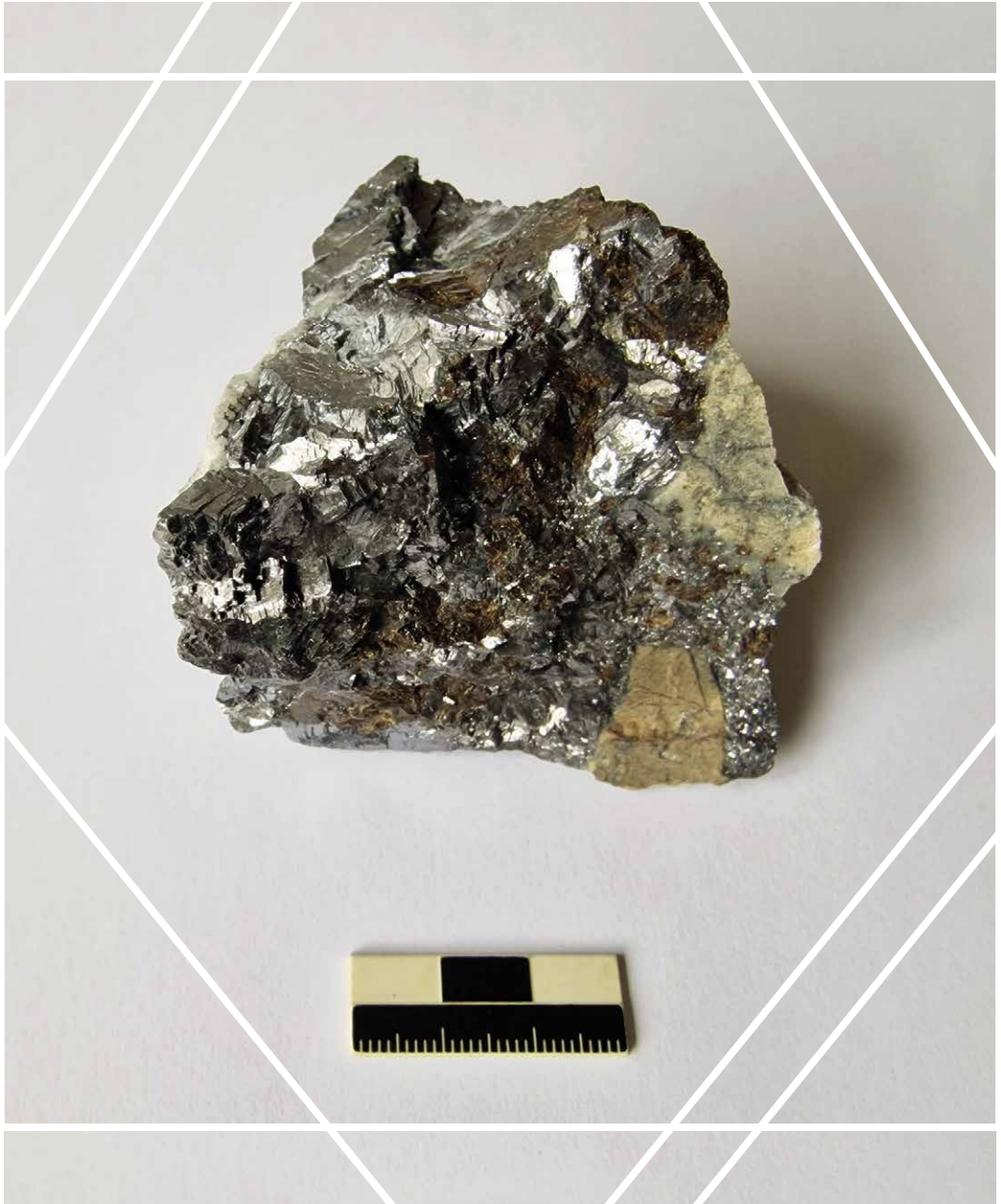


← Abb. 7. Eine Blaualgenart (*Cylindrospermum sp.*) unter dem Vergrößerungsglas in den Labors des CSIRO Land and Water in Adelaide, 1993 (Foto: Willem van Aken, CSIRO; Quelle: https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:CSIRO_Sciencelimage_4203_A_bluegreen_algae_species_Cylindrospermum_sp_under_magnification.jpg; © CC BY 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.en>; bearbeitet).

die Römer beispielsweise kein Toilettenpapier. Sie benutzten stattdessen Wolle, Moos oder Schwämme. Öffentliche Toiletten waren oft überfüllt und es gab keine oder nur unzureichende Möglichkeiten, sich die Hände zu waschen. Private Toiletten hatten in der Regel kein fließendes Wasser und befanden sich oft in den Küchen oder waren nur teilweise von diesen getrennt. Solche Umstände begünstigten den Ausbruch und die Verbreitung von Infektionskrankheiten. Die Begutachtung von Wasser mit dem bloßen Auge hatte offensichtlich ihre Grenzen. Wissenschaftliche Studien haben in mehreren Brunnen in den heutigen Städten Italiens und Spaniens verschiedene Mikroorganismen wie Cyanobakterien (Abb. 7), *Chlorophyta* und *Bacillariophyta* nachgewiesen. Schon Hippokrates berichtete von Menschen, die an unterschiedlichen Darmerkrankungen litten. Wenn die öffentliche Wasserversorgung und das Abfallmanagement unzureichend oder nicht vorhanden waren, kam es immer wieder zu Krankheitsausbrüchen, darunter von Infektionskrankheiten wie Cholera, Ruhr, Tuberkulose, Typhus, Grippe, Gelbfieber und Malaria, deren Erreger sich im Wasser verbreiten. Archäologische Funde deuten darauf hin, dass in der Antike Sammelbecken, Siebe und Filter verwendet wurden, um die Wasserqualität zu gewährleisten. Der Gebrauch von abgekochtem Wasser wurde allgemein empfohlen, war aber aus ökologischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht immer möglich. Die hohe Nachfrage nach Brennholz

und anderen Brennstoffen schränkte die umfassende Anwendung dieser Methode ein. Untersuchungen von Skeletten haben Bleivergiftungen in der römischen Bevölkerung nachgewiesen. Sie dürften eine direkte Folge der Verwendung von Bleirohren für die Verteilung von Druckwasser in den Städten gewesen sein.

Wie in der Antike waren Gitter und Absetzbecken auch im Mittelalter bekannt, um die Bereitstellung von sauberem Wasser in der künstlichen Wasserversorgung zu ermöglichen. Die schon beschriebenen städtischen Wasserversorgungsnetze aus Brunnen und Abflussleitungen ermöglichten die Nutzung aller Wasserqualitäten, mitunter auch als Kombination verschiedener Systeme, z. B. für Garten- und Badezwecke oder Kanäle für Handwerksbedarf. Die Menschen im Mittelalter unterschieden deutlich zwischen reinem, sauberem Wasser und Wasser sonstiger Qualität. Quellwasser wurde besonders bevorzugt. Die Bereitstellung von sauberem Trinkwasser war mit ähnlichen Problemen wie in der Antike verbunden; die Bleirohrdruckleitungen konnten ebenfalls zu Vergiftungen führen. Stinkendes oder offensichtlich verschmutztes Wasser wurde in den meisten Fällen nicht verwendet, schon gar nicht zum Trinken. Doch auch scheinbar sauberes, kristallklares Wasser kann gefährlich sein. In Zeiten, in denen Bakterien und andere Krankheitserreger noch unbekannt waren, konnten die damit verbundenen Risiken kaum vermieden werden. ♦



Paweł Cembrzyński und Marie Jäcker

Der lange Kreislauf von Blei im Mittelalter (eine Blei-Biographie)

Einleitung

Heutzutage, wo die meisten Materialien im Überfluss vorhanden zu sein scheinen, sind wir es gewohnt, Dinge eher wegzwerfen und neue zu kaufen. Die meisten unserer Gebrauchsgegenstände werden aus frischen Rohmaterialien produziert, da dies in unserem Wirtschaftssystem billiger ist, als die bereits verwendeten Rohstoffe zu recyceln. Historisch gesehen ist diese Vorgehensweise allerdings noch nicht alt. Menschen in vormodernen Gesellschaften waren häufig mit knappen oder schwer zu beschaffenden Ressourcen konfrontiert, wodurch ein langer Gebrauch und bestmögliche Wiederverwendung von Gegenständen und Materialien unabdinglich war.

Die Verwendung von Metallen war im Mittelalter weit verbreitet, dennoch war ihre Verarbeitung kostspielig und aufwendig. Viele Alltagsgegenstände waren daher aus pflanzlichen und tierischen Rohstoffen wie Holz, Weidenruten, Textilstoffen und Leder oder aus Ton hergestellt. Die Kosten der unterschiedlichen Metalle variierten: Eisen war relativ leicht zugänglich, andere, wie Blei, Kupfer, Gold und Silber, waren seltener und somit teuer. Hinzu kamen oft hohe Kosten wegen des teils erheblichen Aufwandes bei der Gewinnung der Weiß-, Bunt- und Edelmetalle. Es war nicht nur Fachwissen gefragt, sondern es musste ebenso der Verbrauch von Materialien wie Holz, Eisen, Seilen oder Holzkohle sowie unter Umständen deren Transport an entlegene Orte einkalkuliert werden. Metalle waren sehr wertvoll und ihr verschwenderischer Gebrauch galt als Zeichen großen Reichtums. Im Gegensatz zu unse-

» Menschen in vormodernen Gesellschaften waren häufig mit knappen oder schwer zu beschaffenden Ressourcen konfrontiert, wodurch ein langer Gebrauch und bestmögliche Wiederverwendung von Gegenständen und Materialien unabdinglich war. «

← Abb. 1. Bleiglanz – silberhaltiges Bleierz. Mechernich, Eifel (Foto: N. Nezafati, Sammlung Deutsches Bergbau-Museum Bochum; bearbeitet).



↑ Abb. 2. Bleibarren (693 kg) aus Olkusz, 14. Jahrhundert, gefunden auf dem Krakauer Marktplatz, heute im Depot des Muzeum Historyczne Miasta Krakowa (Foto: © Muzeum Historyczne Miasta Krakow; bearbeitet).

rem heutigen Konsumverhalten, das sich durch ein häufiges Ersetzen kurzlebiger Objekte durch neue auszeichnet, reparierten die Menschen im Mittelalter viel häufiger und oft solange es möglich war. Selbst dann, wenn die Dinge endgültig unbrauchbar waren, wurden sie noch als Ausgangsmaterial bzw. Rohstoff für eine Weiterverwertung verwendet. Metalle sind verhältnismäßig leicht umzuarbeiten. Sie befanden sich hierdurch quasi in einem konstanten

Kreislauf innerhalb der mittelalterlichen Wirtschaft und veränderten lediglich ihre Formen oder wechselten ihre Orte oder Besitzer.

In diesem Zusammenhang ist Blei eines der spannendsten Materialien; ein Schwermetall, das mit 327,5 °C einen sehr geringen Schmelzpunkt besitzt. Aufgrund dieser Eigenschaft kann es mit relativ geringem Aufwand geschmolzen und durch seine geringe Härte einfach verarbeitet werden. Darüber

» Im Gegensatz zu unserem heutigen Konsumverhalten, das sich durch ein häufiges Ersetzen kurzlebiger Objekte durch neue auszeichnet, reparierten die Menschen im Mittelalter viel häufiger und oft solange es möglich war. Selbst dann, wenn die Dinge endgültig unbrauchbar waren, wurden sie noch als Ausgangsmaterial bzw. Rohstoff für eine Weiterverwertung verwendet. «

hinaus können Umwelteinflüsse wie Temperaturschwankungen oder Nässe ihm wenig anhaben; es ist daher ein sehr beständiges und langlebiges Material. Im Mittelalter wurde Blei an verschiedenen Orten Europas wie Großbritannien, Polen, Tschechien oder Deutschland abgebaut und spielte innerhalb der Handwerke in vormodernen Gesellschaften eine wichtige Rolle. Der Herstellungsprozess und die Verwendung von Blei offenbaren faszinierende Einblicke in den Kreislauf von Metallen im Mittelalter. Im Folgenden wird eine kleine Biographie des Bleis vorgestellt – von seinem Ursprung in den Erzadern in die Straßen polnischer Städte und zu den Dächern englischer Kathedralen.

Wie Blei gewonnen wurde – Gruben in Olkusz

Eine der bedeutendsten Abbauregionen für Blei im mittelalterlichen Zentraleuropa lag im südlichen Polen in der Nähe der Stadt Olkusz. Hier wurde seit dem 12. Jahrhundert hauptsächlich Blei produziert. Der Umfang der Produktion wuchs nicht kontinuierlich, sondern variierte im Laufe der Zeit zwischen ein paar Hundert Tonnen pro Jahr auf dem Höhepunkt der Produktion im 14. Jahrhundert bis zu 2.500 Tonnen pro Jahr im 16. Jahrhundert, dem nächsten und größten Produktionshöhepunkt. Das Blei gelangte vor allem nach Zentraleuropa. Es kam in Erzen vor, die außerdem Metalle wie Eisen, Zink oder Silber enthielten (Abb. 1).

Bergarbeiter bauten das Erz tief unter der Erde ab. Über Tage zerkleinerten und sortierten sie es. Die besten Stücke wurden im nächsten Schritt in offenem Feuer erhitzt, um andere Mineralien zu entfernen. War das Erz von guter Qualität, erhielt man sofort reines Blei, war das Blei noch kontaminiert, wurde es in Öfen geschmolzen. Das Ende beider Vorgänge bildete das Gießen des geschmolzenen Bleis in Barrenform. Ein außergewöhnliches Beispiel ist ein fast 700 Kilogramm schwerer Barren aus dem 14. Jahrhundert, der auf einem Marktplatz in Krakau gefunden wurde (Abb. 2). Diese Art Barren war im großangelegten Fernhandel in Gebrauch.

Im Laufe des Produktionsprozesses entstand eine Menge Abfall; so wurden während des Sortierens unbrauchbare oder minderwertige Stücke auf Halden geworfen. Sie zu schmelzen war ein zu großer Aufwand und verbrauchte unverhältnismäßig viele Ressourcen. Ähnlich verhält es sich mit einem anderen Abfallprodukt, der Schlacke. Schlacke entstand als Nebenprodukt sämtlicher Schmelz- und Röstungsvorgänge (Abb. 3). In der Nähe der Schmelzöfen wuchsen so große Schlackehalden. Die Schlacke enthielt viele ungewollte Mineralien und Metalle, wie z. B. Eisen, aber auch Blei selbst. Dieser vermeintliche Abfall für die einen bedeutete für andere Gewinn. Ende des 15. Jahrhunderts veränderte sich in Olkusz die Wahrnehmung dieses Abfalls, ausgelöst durch eine Krise im Bergbau, die mit der übermäßigen Ausbeutung der reichhaltigen

» Durch technische Verbesserungen des Schmelzprozesses konnte die Schlacke billiger weiterverarbeitet werden und das darin noch enthaltene Blei gewonnen werden. Solch eine Wiederverwertung alten Abfalls mit weiterentwickelten Technologien kann sogar mehrfach geschehen. «



Erzquellen nahe der Erdoberfläche verbunden war. In tiefere Schichten unterhalb des Grundwasserspiegels vorzudringen, war aufgrund des großen technischen Aufwandes zur Ableitung des Wassers mit immensen Kosten verbunden. Daher suchten die Bergleute nach anderen Quellen für Blei, die sie in den alten Schlackehalden fanden. Durch technische Verbesserungen des Schmelzprozesses konnte die Schlacke billiger weiterverarbeitet werden und das darin noch enthaltene Blei gewonnen werden. Solch eine Wiederverwertung alten Abfalls mit weiterentwickelten Technologien kann sogar mehrfach geschehen. Aber auch die Suche der Ärmsten nach einem noch so geringen Auskommen führt häufig dazu, dass vermeintlicher Abfall einen verwertbaren Nutzen erhält.

Bleischlacken wurden jedoch nicht nur als Quelle für die Gewinnung neuen Metalls verwendet. Diese harten und schweren Steingebilde eigneten sich hervorragend zum Befestigen von Straßen, als Straßenbelag. Streunende Tiere, Kutschen und Karren sowie die in vormodernen Zeiten übliche Praxis, Abfälle auf der Straße zu entsorgen, hatten matschige und dreckige Straßen zur Folge. Um dieses Problem zu beheben, investierten viele Städte in einen festen Straßenbelag. In Olkusz zeigten archäologische Ausgrabungen eine Abfolge von Stra-

↑ Abb. 3. Verschiedene Arten von Öfen für die Bleiverhüttung (Quelle: Georgius Agricola, *De Re Metallica*, 1556; bearbeitet).

ßenbelägen vom Spätmittelalter bis in die Moderne, die mithilfe von Schlacke und zerkleinerten Steinen befestigt worden waren. Noch Jahrhunderte später waren diese Schichten so hart, dass die Archäologen Pressluftschlämmer für die Ausgrabungen verwenden mussten.

Die höchste Verwendung von Blei – Die Kathedrale von Exeter

Das Mittelalter war stark von der christlichen Religion geprägt. Das äußerte sich auch in der Architektur: Gotteshäuser wie Kirchen und Kathedralen gehörten zu den wichtigsten mittelalterlichen Bauwerken, die buchstäblich alles andere überragten. Eine Kirche oder Kathedrale war dabei viel mehr als nur ein Ort der Frömmigkeit. Sie war das Haus Gottes auf Erden, und je beeindruckender die Größe, Komplexität und Höhe einer Kathedrale war, desto näher konnten sich die Gläubigen – und wohl vor allem auch die Bauherren, die Bischöfe und Kirchenhäupter, – Gott selbst fühlen. Daher wurden enorme Ressourcen in den Bau von Kirchen und insbesondere von Kathedralen gesteckt, die ja auch Sitz des Bischofs und Symbol seines ganzen Amtsgebiets, der Diözese, waren. Eines der Baumaterialien war Blei, das vor allem als Dachbedeckung für Kathedralen, zur Verbindung von architektonischen Elementen aus Stein, für Wasserrohre und Dachrinnen sowie als Bestandteil von Glaseinfassungen für Fenster Verwendung fand. Historische Quellen und viele gut erhaltene Kathedralen in England geben uns Auskunft darüber, welche Rolle Blei bei solchen Großprojekten spielte.

Die Kathedrale von Exeter wurde hauptsächlich zwischen ca. 1280 und 1350 erbaut. Sie besitzt die längste Gewölbendecke in Europa und musste dementsprechend großflächig mit Blei gedeckt werden. Die Menge des benötigten Bleis stellte kein großes Problem dar. England verfügte über reiche Bleivorkommen, eines davon lag in Devonshire in der Nähe von Exeter. Die Versorgung der Kathedrale von Exeter mit Blei ist anhand von Rechnungen nachvollziehbar, in denen festgehalten ist, wieviel Geld für das Material und die Arbeitskräfte ausgegeben

wurde. Die Rechnungen zeigen deutlich, dass Blei trotz seiner guten Verfügbarkeit recht teuer war, vor allem weil für ein solches Dach außergewöhnlich große Mengen benötigt wurden. Eine Wagenladung Blei war beinahe so viel wert wie der Jahresverdienst eines Steinmetzes, der zu den bestbezahlten Arbeitern gehörte. Die Ausgaben stiegen mit den erheblichen Transportkosten für das schwere Material zur Baustelle noch zusätzlich. Aber die enormen Kosten blieben sichtbar, denn schlussendlich war ein vollständig mit Blei gedecktes Dach einer Kathedrale in erster Linie ein Zeichen für den Reichtum der religiösen Erbauer (Abb. 4). Die Bearbeitung von Blei war Aufgabe der sog. Blechner, in der heutigen Bezeichnung ein Klempner, oder der Glaser, sofern es für Glasfenster verwendet wurde. Blechner waren praktisch permanent an der Kathedrale beschäftigt und brachten oftmals ihre eigenen Gesellen oder Assistenten mit. In Exeter besaßen sie sogar eine eigene Werkstatt in der Nähe der Kathedrale.

Blei war somit nicht nur teuer, sondern auch mühsam und kostspielig zu transportieren und verlangte darüber hinaus die Arbeit eines Spezialisten, des Blechners. Aus diesen Gründen versuchte man, das Material wiederzuverwerten wo es nur ging. Aus den Abrechnungen wird ersichtlich, wie die Arbeiter bei der Wiederverwendung von Blei vorgehen. In den regen Sommermonaten, mit den meisten Arbeitern an der Baustelle, schmolzen die Blechner und ihre Gesellen das Blei und verarbeiteten es zu Rinnen, Rohren und Dachplatten. Die sogenannte Bleiglätte war ein Nebenprodukt dieser Arbeiten; in den Quellen wird sie auch als „Bleiasche“ bezeichnet.

» Eine Wagenladung Blei war beinahe so viel wert wie der Jahresverdienst eines Steinmetzes, der zu den bestbezahlten Arbeitern gehörte. «



↑ Abb. 4. Bleidach der Kathedrale von Exeter, Blick vom Nordturm zum Südturm (Foto: © T. Petridge, Exeter Cathedral; bearbeitet).

Diese konnte weiterverwendet werden, was sich anhand der Aufzeichnungen nachvollziehen lässt.

Der Blechnermeister Thomas und sein Geselle wurden zunächst dafür bezahlt, dass sie mit einigen Männern an den Fluss Exe gingen, um dort das Waschen und Schmelzen der Bleiasche zu beaufsichtigen. Die Arbeiter wurden für das Bleiwaschen bezahlt, für das sie vermutlich grobe Siebe verwendeten, um Steine und Klumpen aus der Bleiasche zu entfernen, wobei sie sich die Strömung des Flusswassers zunutze machten. Dazu kam noch ein Schmied, der die gesamte Bleiasche dann schmolz. Ohne das Können und Wissen von Experten war dieser Recyclingprozess nicht möglich. Aus historischer Sicht ist der gesamte Vorgang auch deshalb interessant, weil er in der Regel an ein bis zwei Tagen jenseits der Baustelle durchgeführt wurde. In den Bauabrechnungen sind Kosten für Getränke ver-

zeichnet, mit denen die Arbeiter am – offenbar nicht besonders sauberen – Fluss versorgt wurden; auf der eigentlichen Baustelle an der Kathedrale selbst stand ein Brunnen mit Trinkwasser zur Verfügung. Über einen Zeitraum von 50 Jahren wurde Bleiasche regelmäßig wiederverwertet, vermutlich immer dann, wenn genügend davon gesammelt worden war und sich ein paar Tage ausgelagerte Arbeit am Fluss lohnten.

Das Beispiel der Wiederverwertung von Bleiabfällen an der Baustelle einer mittelalterlichen Kathedrale zeigt uns nicht nur, wie dies praktisch umgesetzt wurde, sondern es macht zugleich deutlich, dass sich der damit verbundene Aufwand offensichtlich lohnte. Und der war beträchtlich: Die Bleiasche musste nicht nur zum Fluss transportiert werden, auch die Überwachung des technischen Prozesses durch Experten, die zusätzliche Arbeits-

» Blei konnte über sehr lange Zeiträume im Umlauf sein und ist dies z. T. immer noch. Seine stetige Wiederverwendung kann uns zeigen, dass der Kreislauf eines einzelnen Materials die Grenzen von Jahrhunderten überschreiten kann. «

leistung eines Schmieds sowie die Versorgung der Arbeiter mit Getränken waren anfallende Aufwendungen. Es wird deutlich, dass Blei wegen seines hohen Preises häufig wiederverwertet wurde, und es zeigt sich, dass selbst aus der Asche eines Produktes neue Dinge für die zukünftige Nutzung gemacht werden können.

Wofür Blei sonst noch verwendet wurde

Neben seiner Verwendung im Baugewerbe fand Blei vielerlei Anwendung, zum Beispiel in Gewichten, Siegeln, Plomben, Plaketten oder im Buchdruck. Darüber hinaus war Blei Bestandteil in der Metallverarbeitung, beim Glasieren von Töpferwaren und Kacheln sowie bei der Produktion von Glas. Sämtliche Dächer, Fenster, Rohre, Rinnen und andere Bleigegegenstände waren somit kostengünstige Materialquelle zur Wiederverwertung für Folgegenerationen. Ein kleines Alltagsbeispiel hierfür sind sog. Tuchplomben, kleine Bleigütesiegel, die an Stoffen angebracht waren. Sie enthielten Informationen über den Produzenten und stellten eine Garantie für die Qualität eines Textilobjektes dar. Nachdem dieses verkauft wurde, konnten sie eingeschmolzen und für einen neuen Stoff genutzt werden. Ein etwas größer angelegtes Beispiel für eine Wiederverwertung bzw. Umnutzung von Blei ist der Verkauf von Bleirohren für Munition zu Kriegszwecken. Aus Dokumenten aus dem spätmittelalterlichen England geht hervor, dass es unter Handwerkern, die „altes Blei“ verwendeten (Blechner, Glaser), üblich war, es zu besitzen oder sogar teilweise damit bezahlt zu werden. Das Ausmaß der Wiederverwendung ist nur schwer zu bemessen, da viele dieser Vorgänge nicht aufgezeichnet wurden. Doch einen

konkreteren Einblick in das Ausmaß des Bleirecyclings ermöglicht die Situation, die im 16. Jahrhundert eintrat, als im Rahmen der Reformation in England viele Klöster verweltlicht wurden und in den Besitz des Königs übergingen. Das Blei von den Dächern der Klosterkirchen und -gebäude wurde unverzüglich eingeschmolzen und verkauft, wahrscheinlich um die leeren Kassen des Königs wieder zu füllen. Hierdurch gelangte eine große Menge Blei auf den europäischen Markt, wo es ganze Versorgungsketten durcheinanderbrachte und in einigen Abbaubieten eine Krise auslöste.

Das lange Leben von Blei

Blei konnte über sehr lange Zeiträume im Umlauf sein und ist dies z. T. immer noch. Seine stetige Wiederverwendung kann uns zeigen, dass der Kreislauf eines einzelnen Materials die Grenzen von Jahrhunderten überschreiten kann. In jüngster Vergangenheit kam es in England zu einer Reihe von Diebstählen, bei denen aufgrund eines gestiegenen Bleipreises die Bleiplatten von den Dächern einiger Kirchen und Kathedralen entwendet wurden. Durch den Weiterverkauf des Diebesguts gelangt mittelalterliches Blei in größeren Mengen wieder auf den Markt und damit in den Kreislauf der Gegenwart. Blei befand sich stets im Umlauf und veränderte während dieser Zirkulationsprozesse oftmals seine Form, in Abhängigkeit von den Bedürfnissen der jeweiligen Zeit. Die historischen Beispiele aus den polnischen Gruben oder den englischen Kathedralen zeigen beide das gleiche: Die Motivation für das Recycling von Blei war stets rein wirtschaftlicher Natur – Blei wiederzuverwenden war schlichtweg billiger, als neues Rohmaterial zu beschaffen. ♦



Jutta Kneisel und Lisa Shindo

Holzrecycling – oder: wie bringt man Menschen zum Recycling?

Einführung

Wenn Holz nicht mehr benötigt wird, lässt es sich weiterverwenden und modifizieren, es kann eine neue Funktion zugewiesen bekommen oder verbrannt werden. Ist es zu beschädigt für eine Wiederverwendung oder Verbrennung, sorgen Insekten, Pilze und Mikroorganismen für eine Zersetzung. Das so extrahierte organische Material wird von den Wurzeln lebender Pflanzen aufgenommen und trägt zu ihrem Wachstum bei. Dies unterstützt unter anderem bei Bäumen die Bildung frischen Holzes in Stamm, Ästen und Wurzeln. Es ist ein Kreislauf, in dem aus altem Holz nach einiger Zeit neues Holz entsteht. Hier recycelt die Natur. Der folgende Artikel beschäftigt sich jedoch mit der Frage „Wie bringen wir Menschen zum Recyceln?“ Anhand zweier Fallstudien wollen wir die Art und Weise beleuchten, wie Menschen Recycling betreiben. Was ist die Absicht hinter dem Recycling, warum haben die Menschen in der Bronzezeit vor 3400 Jahren recycelt? Was treibt die Menschen in den Alpen heutzutage dazu, Altholz wiederzuverwenden? In beiden Fallstudien geht es um das Recycling von Holz für den Hausbau. Studien von Häusern in den französischen Alpen liefern reichhaltiges Material für Dendrologen – Wissenschaftler, die Bäume und Gehölze untersuchen. Im Gegensatz dazu kennen wir nur wenige prähistorische Plätze mit guter Holzerhaltung. Die Fundstelle Bjerre in Nordjütland aus der älteren

Bronzezeit (1700-1100 v. Chr.) ist eine davon. Werfen wir einen Blick auf die Motivation der dortigen Bewohner, Recycling zu betreiben.

Fallstudie: Nordjütland in der Bronzezeit

Die nordische Bronzezeit ist geprägt von monumentalen Grabhügeln und mehrschiffigen Häusern, die Wohnräume und Stallungen vereinen. Der Nordwesten der Halbinsel Jütland zeichnet sich besonders durch eine hohe Grabhügeldichte und gut erhaltene Siedlungsstrukturen aus. Die nordwestlich des Limfjords gelegene Region Thy wurde von dänischen Archäologinnen und Archäologen in einem internationalen Kooperationsprojekt beispielhaft untersucht. Sowohl die Errichtung der Grabhügel als auch der Bau der Langhäuser hatten beträchtliche Auswirkungen auf die Landschaft. Für die Aufschüttung eines durchschnittlichen Grabhügels werden etwa zwei bis drei Hektar Grassoden – und damit fruchtbares Ackerland – benötigt. Die kleinen Siedlungseinheiten bestehen normalerweise aus einem Langhaus und ein bis zwei Lagergebäuden. Die Errichtung der Langhäuser, die Größen von bis zu 420 Quadratmeter Nutzfläche erreichen, verbraucht er-

← Abb. 1. Ein Langhaus der älteren Bronzezeit (1700-1100 v. Chr.) in Nordeuropa (Grafik: K. Wilson, Ridderkerk, Niederlande; bearbeitet).



↑ Abb. 2. Ein alpines Haus (in 1900 Metern Höhe) für eine einzelne Familie, das mindestens aus dem 18. Jahrhundert stammt. Für die oberen Stockwerke wurden verschiedene Holzbauweisen verwendet: Fachwerk und Blockbau (Foto: L. Shindo).

hebliche Holzmen gen. Das Grundgerüst dieser dreischiffigen Häuser wird aus massiven Pfosten gebaut. Die Wände bestehen aus kleineren Pfosten und Flechtwerk, das mit Lehm verputzt ist (Abb. 1). Seit der älteren Bronzezeit wird in einer Hälfte des Gebäudes das Vieh aufgestellt. Interessanterweise nimmt die Größe der Häuser im Laufe der älteren Bronzezeit bis etwa 1100 v. Chr. zu. Erst in der jüngeren Bronzezeit werden die Häuser wieder kleiner. Gleichzeitig wird auch die Sitte, monumentale Grabbauten zu errichten, aufgegeben. Nun werden einfache Urnenbestattungen in Flachgräbern bevorzugt.

Fallstudie: Mittelalter und Neuzeit in den Westalpen

In den Gebirgsregionen der südfranzösischen Alpen lassen sich Gebäudereste aus verschiedenen Zeiten finden. In den höheren Lagen befanden sich saisonale Unterkünfte, von denen in der Regel lediglich die Fundamente der Steinmauern erhalten sind.

Tiefer gelegen sind einst ständig bewohnte, heute noch stehende Gebäude. Einige dieser Plätze wurden zumindest während der mittleren Bronzezeit und des Mittelalters längerfristig genutzt. Wir konzentrieren uns hier auf die tiefer gelegenen Fundplätze aus dem Mittelalter und der Neuzeit, die eine gute Holzerhaltung aufweisen. In diesen Dörfern oder kleinen Weilern standen permanent bewohnte Häuser. Die Siedlungen sind sehr kompakt angelegt, um Platz für die Landwirtschaft zu sparen. Die Ausmaße der Häuser selbst sind jedoch beeindruckend. Dies ist aber kein Zeichen von Reichtum oder einer großen Familie, sondern erklärt sich aus dem rauen Klima: Je länger der Winter, desto mehr Futter muss in den obersten Stockwerken der Häuser gelagert werden, um das Vieh in den Ställen ausreichend über den Winter versorgen zu können (Abb. 2).

Die Bauernhäuser erfüllen alle die gleichen Aufgaben: Sie dienen der Unterkunft von Familie und Vieh, der Aufbewahrung von Ernte und Nahrungs-



← Abb. 3. Beispiel für eine sehr aufwändige Decke aus dem 16. Jahrhundert im Wohnzimmer eines alpinen Hauses in 930 Metern Höhe (Foto: L. Shindo).

mitteln, der Erledigung der notwendigen Arbeiten zu jeder Jahreszeit (einschließlich der Versorgung des Viehs) und der Zubereitung von Mahlzeiten und Milchprodukten. Das Klima macht es notwendig, alle Bereiche des Hofes und des Haushalts unter einem Dach zu vereinen: Der Stall (in dem mit dem Vieh gegessen und geschlafen wird), die Küche, ein Keller und die Scheune bilden ein zusammenhängendes Gebäude. Im Allgemeinen haben diese Häuser keine Nebengebäude, da große Schneemengen im Winter die täglichen Bewegungen zwischen verschiedenen Gebäuden sehr erschweren würden. Aus diesem Grund ist das Erdgeschoss durch mindestens 50 Zentimeter dickes Mauerwerk kalteisoliert, während die oberen Scheunengeschosse aus Holz immer sehr gut belüftet sind, damit die Ernte trocknen kann und das Risiko der Schimmelbildung vermindert wird. Das geringe Gewicht des Holzes erlaubt, zahlreiche Öffnungen zum Lüften zu bauen. Durch die gleichzeitige Widerstandsfähigkeit des Holzes können dabei unterschiedliche Bauweisen zur Anwendung kommen: Sparrengebinde, eine Art *French ceilings* (Deckenkonstruktion), Fachwerk, Balkendecken, Blockbau (bei letzterem handelt es sich um eine Art der Holzstapelung: die Balken werden an ihren Enden miteinander verbunden). Die Wahl der Bauweise hängt oft mit den lokalen Holzressourcen zusammen. Eine Blockbauwand beispielsweise benötigt mehr Holz als eine Fachwerkwand. Allerdings

kann ein wohlhabender Eigentümer genug Holz importieren, um luxuriös zu bauen und sein Haus von anderen abzuheben (Abb. 3).

Holz unter der Lupe

Sowohl in prähistorischen Häusern in Dänemark als auch in mittelalterlichen und neuzeitlichen Alpenbauernhöfen wurde vor allem Holz verbaut (Abb. 4): Bauelemente (Balken, Pfosten, Flechtwerk, Dachstuhl usw.), Innenausbau (Türen, Fenster, Treppe etc.) und Möbel (Tische, Geschirr, Bänke, Regale, Leitern usw.). Wir möchten uns hier jedoch auf die Bauelemente konzentrieren. Während wir im alpinen Raum auf beinahe komplette Gebäude zugreifen können, sind aus der Bronzezeit selten aufgehende Gebäudeteile erhalten, denn hierfür sind wir auf besondere Erhaltungsbedingungen und Bodenverhältnisse angewiesen. Der Fundplatz Bjerre in Nordjütland weist solche außergewöhnlichen Erhaltungsbedingungen auf: Dünenbedeckung und ein steigender Wasserspiegel sorgten dafür, dass die Holzpfähle im Boden über die Jahrtausende erhalten blieben.

Wie recycelt man Holz?

Holz kann wieder- oder weiterverwendet werden, solange es in gutem Zustand ist. Heute ist in Bauangeboten häufig der Hinweis „Verwendung von neuem Holz“ zu lesen, wenn es um Holzelemente



↑ Abb. 4. Blick ins Innere eines frühbronzezeitlichen (1800-1650 v. Chr.) Langhauses (Grafik: S. Goetze, Kiel; bearbeitet).

geht. Das bedeutet im Umkehrschluss jedoch, dass es möglich ist, auch altes Holz zu verwenden! In den Alpen haben wir zum Beispiel eine ehemalige Dachschindel gefunden, die, weil sie noch stabil genug war, in einem Holzfußboden im Inneren des Hauses (gleiche Form, andere Funktion) verbaut wurde (Abb. 5). Ein verzierter alter Deckenbalken wurde so zugeschnitten, dass er in eine Dachkonstruktion passte (andere Form, andere Funktion). Große Pfeiler wurden zu mehreren kleinen Pfosten zerlegt (andere Form, gleiche Funktion).

Bei archäologischen Ausgrabungen ist es in der Regel weitaus schwieriger, wiederverwendete Hölzer zu identifizieren. Das geht nur bei guter Holzerhaltung. Dann gibt es jedoch verschiedene Anhaltspunkte, die diese Praxis belegen: Balken beispielsweise, die in einer Holzwand verbaut sind und auf der Rückseite Verbindungsstellen wie Zapflöcher oder Kerben ohne aktive Funktion besitzen, wurden

eindeutig wiederverwendet. Auch die naturwissenschaftliche Datierung von Hölzern (Dendrochronologie) kann Hölzer innerhalb eines Bauverbands aufspüren, die älter sind als die übrigen Hölzer und demnach höchstwahrscheinlich für eine Wiederverwendung sprechen.

Darüber hinaus kann die Holzartbestimmung dazu dienen, lokal fremde Holzarten zu identifizieren. Fremde Hölzer dürften herbeigeschafft worden sein, und können somit als Beleg für den Austausch und die Mobilität zwischen verschiedenen Regionen dienen. Wenn zum Beispiel viele in den Bergen wachsende Nadelholzarten in Gebäuden im Flachland verbaut wurden, bedeutet dies, dass sie von Holzhändlern importiert wurden. Oft reichten die Holzressourcen im Flachland nicht aus, um die Nachfrage zu decken. Der Holztransport fand meist auf dem Wasserweg statt. Neben der Flößerei ist es prinzipiell auch denkbar, dass Hölzer auf



↑ Abb. 5. a) Eine Dachschindel wurde für einen Holzfußboden wiederverwendet (der weiße Maßstab auf dem Brett hat eine Länge von 20 Zentimetern). b) Dieser Bauernhof liegt in den Westalpen in 1390 Metern Höhe. Die Dachbretter sind gut zu erkennen, weil sie an den Längsseiten zwei Rinnen haben, die den Schneeabfluss erleichtern (Fotos: L. Shindo).

natürlichem Wege angeschwemmt wurden, insbesondere nach Starkregenfällen; dies geschah jedoch vermutlich nicht in einer wirtschaftlich lukrativen Größenordnung. Wassertransport hat auch in der Bronzezeit eine Rolle gespielt. Die bronzezeitlichen Häuser wurden in der Regel aus massiven Eichenpfosten gebaut, aber das große Haus von Bjerre weicht davon ab. Es enthält viele ungewöhnliche Hölzer. Die Wandpfosten sind teilweise aus Ästen hergestellt, die krumm und schief sind. Zwei dieser Wandpfosten waren aus *Larix* (Lärche), einer Holzart, die zur damaligen Zeit nur im Alpenraum oder in Sibirien heimisch war. Treibholz ist eine naheliegende Erklärung für diese ungewöhnlichen Pfosten, denn auch heute lassen sich angespülte sibirische Lärchen an den skandinavischen Küsten finden. Einige der dachtragenden Pfosten wurden aus einem einzigen massiven Eichenstamm gespalten, der in

die Steinzeit datiert. Solche massiven Baumstämme gab es in der Bronzezeit kaum noch. Im Haus von Bjerre wurde ein wahrscheinlich im Moor gefundener Eichenstamm recycelt.

Warum wurde recycelt?

In der Bronzezeit war das Recycling eine Notwendigkeit, wenn zeitgemäß gebaut werden sollte. Die Landschaft im Nordwesten Dänemarks war zu dieser Zeit bereits weitgehend baumlos, ganz ähnlich wie heute (Abb. 6). Dies belegen Pollenuntersuchungen, die die Vegetationsgeschichte rekonstruieren. Umfangreiche Abholzungen für die Gewinnung von Bauholz, die Schaffung von Ackerland oder die Anlage von Grabbauten waren die Ursache. Starke Westwinde erschweren noch heute die Wiederaufzucht. Die zunehmende Größe der Häuser erforderte große Mengen an Holz, das in Bjerre offen-



↑ Abb. 6. Waldlose Heidelandschaft mit bronzezeitlichen Grabhügeln. So ähnlich dürfte die Landschaft Nordwestdänemarks am Ende der Hügelgräberzeit (1300-1100 v. Chr.) ausgesehen haben (Foto: J. Kneisel).

sichtlich nicht zur Verfügung stand. Davon zeugen zahlreiche eigentlich ungeeignete Hölzer, die für den Bau verwendet wurden, wie Birke, Espe oder Weide. Die Menschen der damaligen Zeit wussten sich zu helfen und verwerteten Mooreiche und Treibholz. Die Wiederverwertung entstand also aus der Notwendigkeit oder dem Bedürfnis, in einer bestimmten – gesellschaftlich anerkannten – Weise zu bauen, sowie aus dem gleichzeitigen Mangel an geeignetem Holz.

Für das Mittelalter und die Neuzeit lassen sich gleich mehrere Gründe anführen, warum Holz eher als Rohmaterial, das weiterverwendet werden kann, denn als Abfallprodukt betrachtet wurde: Einen Baum zu fällen und zu zersägen kostet viel Zeit und Energie. Es ist viel einfacher, einen bereits vorhan-

denen Balken zu verwenden und gegebenenfalls umzuarbeiten, als einen neuen Baumstamm zuzurichten. Spätestens seit dem Mittelalter musste vor dem Fällen eines Baumes die Genehmigung des Eigentümers eingeholt werden. Mitunter war sogar ein offizielles, von einem Notar ausgestelltes Dokument notwendig. Dann wurde ein Baum mit den gewünschten Maßen ausgewählt, gefällt, die Äste entfernt, aus dem Wald transportiert und zur Baustelle gebracht. Für die Verwendung von Spolien, also wiederverwendeten Bauteilen älterer Gebäude, wurden hingegen, soweit wir wissen, keine offiziellen Dokumente benötigt. Vielleicht gab es eine Ab-sprache mit dem Eigentümer oder man bediente sich frei in verlassenen Gebäuden, weil es schneller und billiger war.

» Einen Baum zu fällen und zu zersägen kostet viel Zeit und Energie. Es ist viel einfacher, einen bereits vorhandenen Balken zu verwenden und gegebenenfalls umzuarbeiten, als einen neuen Baumstamm zuzurichten. «

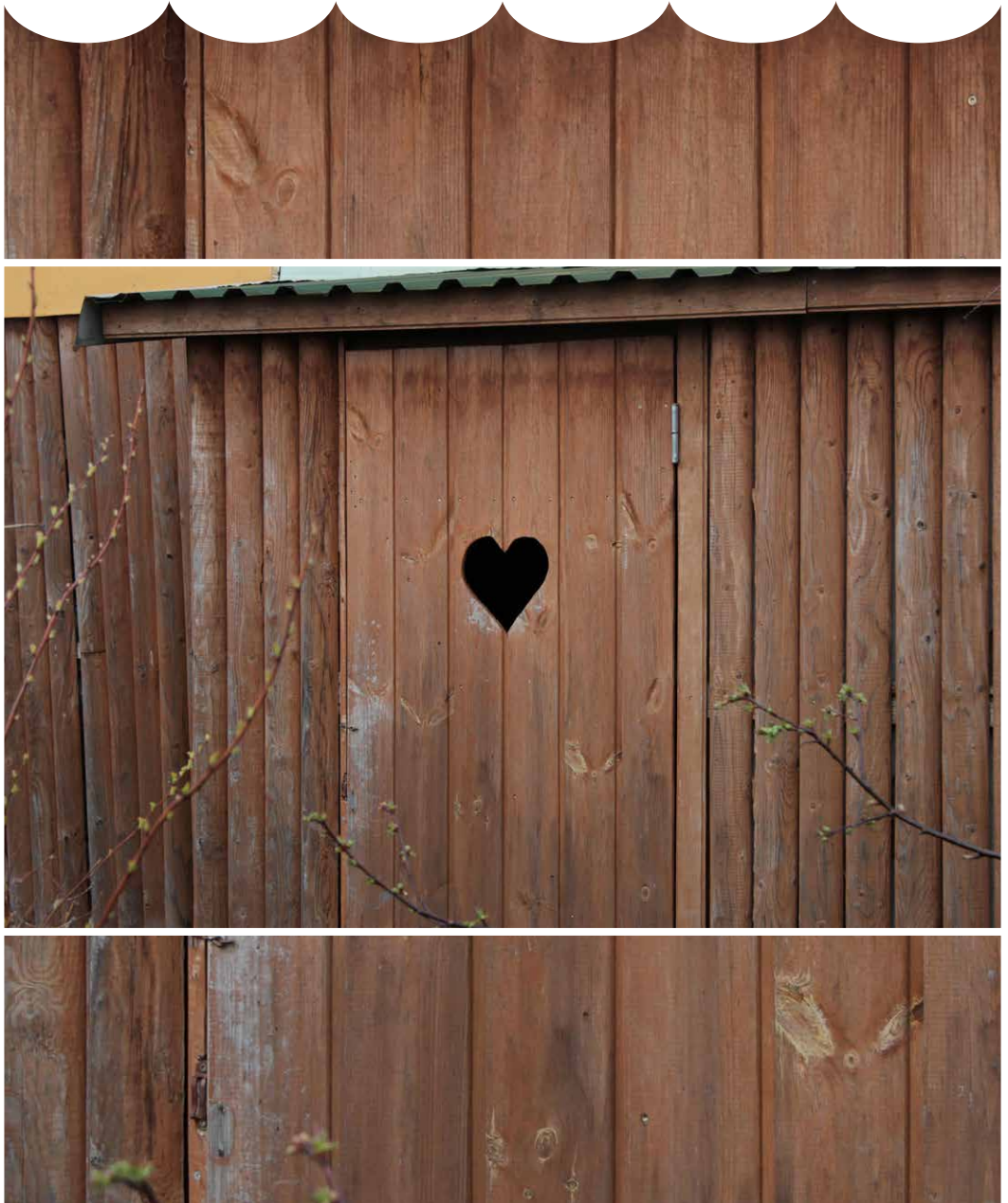
Die Wiederverwendung von Holz im Mittelalter war in der historischen Perspektive offenbar kein ökologisches Problem, zumindest geben die Schriftquellen keine Hinweise darauf. Heute bieten Unternehmen alte Baustoffe und Hölzer zur Wiederverwendung an, die sie aus Abrisshäusern und modernisierten Gebäuden bergen. Diese historischen Hölzer sind oft begehrt, da sie bei der Restaurierung historischer Gebäude benötigt werden, aber auch, weil sie einem neuen Haus als Spolie Charakter verleihen. Außerdem existiert das Gerücht, dass solche alten Hölzer, die bereits mehrere Jahrzehnte oder Hunderte von Jahren alt sind, beständiger als modernes Bauholz sind, das oft von jungen, schnell gewachsenen Bäumen stammt. Wenn Sie in Ihrem Internetbrowser die Stichworte „Verkauf von Altholz“ eingeben, erhalten Sie eine Vorstellung von der Größe dieses Marktes.

Fazit

Beide Fallstudien veranschaulichen, was Menschen zum Recyceln bewegt. Während im Alpenraum das Recycling im Wesentlichen auf die Einsparung von Arbeitskräften zurückzuführen ist und in der Neuzeit zur Mode wird, war es in der Bronzezeit der Mangel an geeignetem Baumaterial zum Bau der immer größer werdenden Häuser. Umweltfaktoren spielen in beiden Fällen eine Rolle. Im Alpenraum ist es wirtschaftlich nicht sinnvoll, immer wieder neue Bäume zu fällen, während in Dänemark Misswirt-

schaft zu einem Mangel an Bauholz führte. Wie also bringt man die Menschen dazu, zu recyceln? Der Mangel an Rohstoffen und ihre damit verbundene Wertsteigerung (Teuerung) ist wahrscheinlich der wichtigste Faktor, der auch für uns heute gilt. Das Recycling von Computerschrott und Mobiltelefonen zur Gewinnung seltener Rohstoffe ist nur ein Beispiel dafür. Aber auch die soziale Verpflichtung oder der gesellschaftliche Stellenwert des Recyclings hat eine wichtige Bedeutung. Es ist nicht mehr feststellbar, ob die Menschen in der Bronzezeit, die das Bjerre-Haus bauten, es „cool“ fanden, Mooreiche oder Treibholz zu verwenden. Aber sie waren sicher froh, dass sie diese Hölzer für den Bau ihres großen Hauses gefunden hatten. In den Alpen (und anderswo) ist die Verwendung von Althölzern dagegen zu einer Mode geworden, die eine Verbindung zur „guten alten Zeit“ herstellt, Prestige verleiht und „solide Werte“ symbolisiert.

Was können wir daraus für *unsere* Zukunft lernen? Lasst uns Recycling zu einer Mode oder zu einem stilischem Statussymbol machen – und nennen wir es nicht mehr Recycling! ♦



Max Grund, Bente Majchczack, Jens Schneeweiß

Ein Herz für Ballaststoffe

Wenn's drückt, ziehen wir uns auf das stille Örtchen zurück und spülen danach alles sauber weg. Plumpsklo und Nachttopf haben heute die Aura eines Kuriosums. Für die Generation unserer Eltern und Großeltern waren sie jedoch noch alltäglich (Abb. 1). Während wir selbstverständlich auf dem Wasserklosett sitzen, wird die Endlichkeit der Ressource Wasser zunehmend erkannt, besonders nach den trockenen Jahren 2018, 2019 und 2022. Doch der Wert von Fäkalien und Urin als natürliche Rohstoffe bleibt dagegen weiterhin unterschätzt, weil von ihnen gleichzeitig Gefahren ausgehen.

Mit einem Glas voll Kot am Rednerpult hat Bill Gates am 6. November 2018 in Peking auf der *Reinvented Toilet Expo*, einer Messe für innovative Toilettentechnik, die ohne Kanalisation auskommt, zu einer weltweiten Toilettenrevolution aufgerufen. Sein Ziel ist der Kampf gegen Krankheiten in globalem Maßstab, aber auch Ressourcenschonung und Wertstoffhaltung – Belange, die für die Menschheit schon vor vielen Jahrhunderten Bedeutung hatten.

Auf dem Land besaßen häusliche Abfälle wie auch die Fäkalien immer einen Wert. In einer Wirtschaftsweise, die auf Viehhaltung und Ackerbau beruhte, war die Verwertung kein Problem, sondern lebenswichtig. Im norddeutschen Küstenraum beispielsweise bestand die landwirtschaftliche Produktionseinheit von der Bronzezeit bis in die frühe Neuzeit aus einem Hof mit einem Wohnstallhaus, worin Mensch und Tier Tür an Tür lebten. Der Mist wurde aus dem Stall gefahren und die Jauche über Rinnen aus dem Haus zum schnellen Versickern in Abzugsgräben abgeleitet. Um ein Einfließen der Jauche in

den höher gelegenen Wohnbereich zu verhindern, waren die Häuser entlang einer leichten Hangneigung errichtet. Latrinen oder Kloakengruben waren völlig unnötig, Abwässer und Notdurft wurden einfach in den Stall oder auf den Misthaufen gegeben. Dieser Mist war von großem Wert, ganz besonders dort, wo es nährstoffarme Böden gab, die Düngung erforderten. Auf den sandigen Böden der hochgelegenen Geest bot die Plaggenschwirtschaft ab der vorrömischen Eisenzeit eine Lösung. Auf ungenutzten Heideflächen wurde die oberste, humose Erdschicht abgetragen, danach wurden diese „Plaggen“ mit Mist und Jauche angereichert, um sie anschließend auf den Ackerflächen zu verteilen. Stetig

← Abb. 1. Das Herz in der Tür ist international zum Symbol für das Plumpsklo geworden, die Liebe zum einfachen Geschäft. Hier ein Beispiel aus Lettland (Foto: J. Schneeweiß).



↑ Abb. 2. Bodenprofil eines Plaggenschbodens in Goting, Insel Föhr (Kreis Nordfriesland, Deutschland). Die Stratigraphie zeigt unten den pleistozänen Sand, darüber einen Bleichhorizont mit archäologischen Befunden und Funden aus dem Neolithikum bis in die Vor-römische Eisenzeit. Darüber folgt ein bis zu 80 Zentimeter starker Plaggenschboden mit mehreren Horizonten, darin Befunde aus der Römischen Kaiserzeit, der Völkerwanderungszeit und dem Frühmittelalter (Foto: B. Majchczack).

wiederholt, wuchsen durch diesen Vorgang über die Jahrhunderte die sogenannten Eschböden zu meterdicken Humusschichten heran (Abb. 2). Keramikscherben, Holzkohlepartikel und Aschestückchen zeigen, dass auch die üblichen Hausabfälle in diese besondere Art der Bodenverbesserung einbezogen wurden. Einen Höhepunkt erreichte die Plaggenschicht ab dem 10. Jahrhundert im Hochmittelalter mit dem fortdauernden Roggenanbau. Nur durch diese besondere Form der Düngung war es möglich, Jahr für Jahr dieselben Flächen mit Roggen zu bestellen.

Wie aber und an welchem Ort verrichteten die Menschen ihre Notdurft, die zur gleichen Zeit die weiten bewaldeten Gebiete südöstlich der Ostsee bewohnten, die wir gemeinhin mit den Slawen assoziieren? Auch sie hielten Vieh und bauten Getreide an, aber sie hatten keine Ställe, sondern weideten das Vieh im Wald. Ohne Stall kein Mist, also auch kein Dünger. Archäobotanische Auswertungen belegen, dass sie Kulturpflanzen verwerteten und auch anbauten. Wir wissen aber nicht, wo genau und in welchem Umfang. Wie gingen sie mit den Fäkalien der Tiere, aber auch mit denen der Menschen um? Wurden sie als wertvolle Rohstoffe für die Bodenmelioration begriffen? Die empirisch gewonnene

Erfahrung zeigt, dass besonders für slawische Siedlungen Ostmitteleuropas eine tiefschwarze Färbung der Kulturschichten typisch ist. Für diese Färbung ist ein hoher Holzkohlegehalt verantwortlich. Untersuchungen ergaben, dass der Boden auch Fäkalien von Mensch und Tier enthält. Das ist ganz ähnlich zu der berühmten *Terra preta do indio* („schwarze Indianererde“) aus dem Amazonasgebiet, die dort als Musterbeispiel einer historischen nachhaltigen Landwirtschaft gilt und bis zur Ankunft der Spanier die Grundlage einer komplexen Zivilisation bildete. Das legendäre El Dorado war vielleicht eine Kultur von Ackerbauern. Das hohe Ertragspotential des eigentlich sehr nährstoffarmen Bodens wurde dort durch Umwandlung mit Fäkalien und Holzkohle erreicht, die gesammelt und dann gezielt in den Boden verbracht wurden. Fäkalien stellen die wichtigen Mikroorganismen, für die die große Oberfläche der Holzkohle den notwendigen Lebensraum bietet. Demnach kann ein effizientes Fäkalienmanagement im Verbund mit Holzkohle den Boden so nachhaltig verbessern, dass nahezu substratunabhängig hohe Erträge auf kleinem Raum erzielt werden können. Im Unterschied zu gedüngten Böden laugt *Terra preta* nicht aus, sondern sie regeneriert sich, und die Fruchtbarkeit bleibt dauerhaft erhalten. Wahr-

» Das legendäre El Dorado war vielleicht eine Kultur von Ackerbauern. «

scheinlich stellten die Slawen im fernen Europa ebenfalls solch „schwarzes Gold“ her, das ihnen in einer nachhaltigen Subsistenzwirtschaft die Nahrungsgrundlage sicherte (Abb. 3). Dieses Wissen geriet in Vergessenheit, als es durch Christianisierung und mittelalterliche Reichsbildungen zu einer fundamentalen Transformation des Lebensführungssystems kam, die auch die Landwirtschaft betraf. Fortan wurden auch hier die Ställe und der Misthaufen zum Ort für die Notdurft.

Aber selbst in Landstrichen mit fruchtbaren Böden, die weniger Düngung benötigen, hatte der Mist seinen Nutzen. In den fruchtbaren Marschen

entlang der Nordseeküste schützten die Deiche erst ab dem hohen Mittelalter vor Überflutung. Also konzentrierten sich die Marschbewohner seit der Eisenzeit auf die Viehhaltung, denn Ackerbau war ohne Deichschutz nur im kleinen Umfang auf besonders hoch gelegenen und geschützten Uferwällen möglich. Die Wohnstallhäuser wurden zum Schutz vor Fluten auf Wohnhügeln, den Warften bzw. Wurten, errichtet. Die tierischen und menschlichen Fäkalien waren hier Fluch und Segen zugleich. Der Mist floss aus den leicht schräg angelegten Hauspodesten heraus und lagerte sich dort ab. Auf diese Weise wuchsen die Wurten buchstäblich auf ihrem eigenen Mist in die Höhe (Abb. 4). Einerseits war der zusätzliche Hochwasserschutz willkommen, andererseits mussten auch die Wohnstallhäuser regelmäßig versetzt und neu gebaut werden, damit die Abwässer nicht zum Problem wurden und wieder in die Häuser eindringen. Dieses Muster der „wandernden Häuser“ und der daraus resultierenden großen Dorfwurten zieht sich durch das ganze erste Jahrtausend. Erst mit der großen Eindeichung und der Marschenkolonisation des Mittelalters wurde der Mist auch hier verstärkt auf die Felder gefahren oder getrocknet und als wertvolles Brennmaterial genutzt.



↑ Abb. 3. Slawischer Keramiknapf mit darin aufbewahrter Holzkohle. Auffindungssituation in einer tiefschwarzen Kulturschicht der slawischen Siedlung des 10. Jahrhunderts in Brünkendorf an der Elbe, Niedersachsen (Foto: J. Schneeweiß).

» Die tierischen und menschlichen Fäkalien waren hier Fluch und Segen zugleich. «



↑ Abb. 4. Um 1910 wurde die Wurt Eenum (Provinz Groningen, Niederlande) kommerziell abgegraben. Dungschichten, Knochen und Hausreste in der mächtigen Stratigraphie der Wurt waren als wertvoller Dünger wiederentdeckt und an die Landwirtschaft verkauft worden. Dies führte zur Zerstörung zahlreicher Wurten, aber auch zu archäologischen Entdeckungen (Foto: © University of Groningen, Groningen Institute of Archaeology; for commercial use contact documentatieGIA@rug.nl; CC BY-NC 4.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de>; bearbeitet).

An diesem grundsätzlichen, wertschätzenden Umgang mit Fäkalien hatte sich in der bäuerlichen Gesellschaft über Jahrtausende wenig geändert. In den agrarisch geprägten Gebieten Deutschlands mit oft nährstoffarmen Böden, deren Güte durch Düngung verbessert werden musste, wurden bis ins frühe 20. Jahrhundert die Ausscheidungen von Mensch

» Der Misthaufen war wertvoll und das Zentrum des Hofes. «

und Tier in den Ställen mit Stroh zu Mist vermischt und schließlich als Dünger auf die Felder gebracht. Der Misthaufen war wertvoll und das Zentrum des Hofes.

Fäkalien waren in den ländlichen Siedlungen stets gegenwärtig und Teil der ländlichen „Geruchslandschaft“. Wir kennen bis heute alle den Geruch von „frischer Landluft“, doch wie schlimm war es damals wirklich? Um dem Gestank entgegenzuwirken, ist es vor allem notwendig, den Mist zu entwässern bzw. Urin und Kot zu trennen. Bereits nach Entzug von 50 Prozent Feuchtigkeit erscheint Mist als ein wenig geruchsintensiver Feststoff.



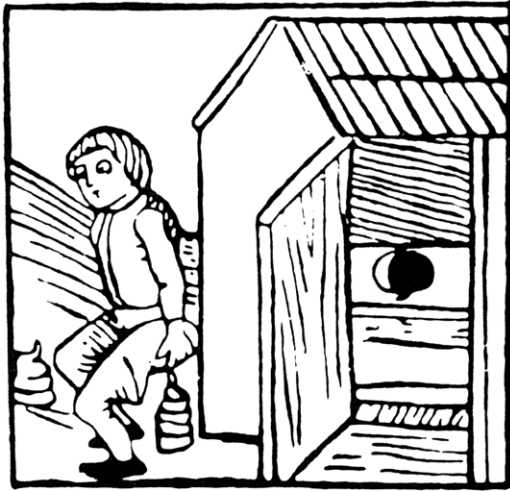
↑ Abb. 5. Ein Mann erledigt seine Notdurft in der Stadt unterhalb eines privaten Abtritts. Ausschnitt aus einer bebilderten Handschrift von Boccacios *Dekameron*, Bibliothèque nationale de France, MS 5070 réserve fol. 54v (Quelle: gallica.bnf.fr / BnF, <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b7100018t/f122>; bearbeitet).

Problematisch wird es in städtischen Kontexten, wenn größere Menschenansammlungen dauerhaft zusammenleben. Dann wird die Entsorgung ihrer Hinterlassenschaften schnell zu einem Problem, unabhängig davon, ob es sich um Speisereste, gewerbliche Abfälle und Schmutzwasser oder um Fäkalien handelt. Das Verhältnis dazu war in den Städten stets ambivalent (Abb. 5).

Auch die städtischen organischen Abfälle waren wertvoller Rohstoff. Gleichzeitig war die Angst vor Krankheiten groß, denn üble Gerüche und „Miasmen“ galten als ihre Überträger. Entsorgungsfragen waren in den Städten des Mittelalters virulent und schlugen sich in vielfältigen Schriftquellen nie-

der. Der Nachtopf wurde auch im Mittelalter in der Regel nicht einfach auf die Straße geleert. Urin beispielsweise war eine wichtige Ressource, unter anderem für die Färberei. Und auch menschlicher Kot wurde in dafür vorgesehene Einrichtungen entsorgt, Latrinen oder Plumpsklos. In den meisten Städten gab es im Mittelalter öffentliche Aborte, deren Ausführungen in Nürnberg und Erfurt besonders gut zu belegen sind. Die privaten Grundstücke besaßen ihr ganz eigenes „heimliches Gemach“, meist in Form eines Aborts am hinteren Ende des Hofes zur Grenze zum Nachbarn hin (Abb. 6).

In der Regel waren die Wände der Grube aus Stein oder Holz und der Boden mit Pflaster oder Ge-



↑ Abb. 6. Die Luft in den Kloakenhäuschen war nicht immer die beste, sodass diese auch mal verschmäht wurden, wie dieser Holzschnitt aus der Zeit um 1470 veranschaulicht (nach Rötting 1997, 54 Abb. 26; bearbeitet).

flecht befestigt. Der Latrinenschacht konnte dabei enorme Ausmaße erreichen und mehrere Dutzend Kubikmeter fassen, denn eine Leerung sollte durch die damit verbundenen hohen Kosten möglichst selten notwendig werden. Das war auch der Fall, da die flüssigen Bestandteile der Exkremente im Boden versickern konnten. Davon zeugen Verjauchungen des Bodens unter ausgegrabenen Latrinen, deren Geruch keinen Zweifel aufkommen lässt. Die festeren Bestandteile der Fäkalien blieben im Schacht und verdichteten sich dort. Da die Latrinen nicht luftdicht waren, konnte ein gewisser Zersetzungsprozess den Inhalt weiter reduzieren. Über dem Schacht befand sich der eigentliche Abtritt, wohl zumeist in Form eines kleinen Häuschens mit Sitzbrille, Holzdeckel zum Verschließen des Lochs und den für die Reinigung nötigen Utensilien, von Textillumpen bis zu Mooszöpfen. Bei Ausgrabungen finden sich aber nicht nur Reinigungsmittel, sondern auch Spielzeug, Geschirr und Handwerksabfälle oder Geldbeutel und Schulhefte in den Latrinen, sofern sie aufgegeben und verfüllt wurden. Wenn nicht, wurden sie meist nur einmal im Jahrzehnt oder noch selte-

» **Diese Aufgabe übernahm eine darauf spezialisierte Berufsgruppe, welche regional unterschiedliche Bezeichnungen wie Kärerner, Goldgräber oder Pappenheimer trug.** «

ner geleert. Diese Aufgabe übernahm eine darauf spezialisierte Berufsgruppe, welche regional unterschiedliche Bezeichnungen wie Kärerner, Goldgräber oder Pappenheimer trug. Spezielle Fachkräfte waren auch dringend nötig, denn mittelalterliche Stadtchroniken und Rechtsquellen berichten immer wieder von tödlichen Unglücken bei Grubenleerungen durch Fachfremde. Dies ist durchaus verständlich, denn schließlich waren bei bis zu 12 Meter tiefen Gruben Kenntnisse im Tiefbau notwendig, und die in der Latrine entstandenen Gase mussten richtig eingeschätzt werden. Eine gewisse Unempfindlichkeit gegenüber Gerüchen dürfte auch zum Berufsbild gehört haben. Für die Entsorgung des gemeinhin „Unlust“ genannten Bergungsgutes gab es Vorschriften durch den Rat, die unterschiedlich ausfallen konnten. In ein und derselben Stadt konnte das Verklappen im Stadtbach, das Abkippen im Stadtgraben oder das Abladen an einem bestimmten Ablageort in einer gewissen Entfernung von der Stadt vorgeschrieben sein. Auf jeden Fall hatte der Transport der Fäkalien nachts und in der kalten Jahreszeit zu erfolgen, um die Belästigung der Bewohner möglichst gering zu halten. Aus Nürnberg ist überliefert, dass bei den speziell konstruierten Wagen auf die Eisenbeschläge der Räder verzichtet wurde und dass sie besonders dicht gearbeitet sein mussten. Außerdem durften sie nur sehr langsam fahren, um die Lärmemission bei diesen nächtlichen Tätigkeiten so gering wie möglich zu halten.

Aber was passierte mit den aus der Stadt gebrachten Exkrementen? Sie waren als Dünger sehr gefragt, auch wenn die im Hochmittelalter einge-

führte Dreifelderwirtschaft die schnelle Erschöpfung der Böden reduzieren half. Innerhalb der Mauern jeder mittelalterlichen und vormodernen Stadt gab es immer auch Agrikultur, von Gärten und Weinbergen bis hin zu Feldern mit speziellen Nutzpflanzen. Diese Anbauflächen waren jedoch zu gering, um die großen Mengen dort produzierten Unrats aufnehmen zu können. Sie fanden also auch den Weg in das direkte Umland der Stadt, welches fast immer von Gärten und Feldern geprägt war. Diese dienten der städtischen Versorgung und waren dankbare potentielle Zielorte für die städtische „Unlust“. Die große Bedeutung des Düngens zeigen auch viele Pachtverträge städtischen Agrarlands, in denen das Düngen expliziter Bestandteil der Formulierungen zum Werterhalt des Grundstücks war. Um den Wert der „Unlust“ ging es auch dem Nürnberger Rat, der im 18. Jahrhundert sogar versuchte, von den Gärtnern und Bauern des Umlandes Geld für die städtischen Fäkalien zu verlangen. Genau diese beiden Berufsgruppen waren es übrigens auch, die noch bis in die 1960er Jahre die sogenannten „Goldeimer“ der Bewohner der Lübecker Gänge einsammelten.

Die mittelalterliche Weiterverwendung städtischer Fäkalien als Dünger lässt sich nicht immer direkt belegen, aber es gibt zahlreiche Indizien, die dafürsprechen. Parasitenkreisläufe zwischen Latrine, Feld, Lebensmittel und Latrine lassen sich nachweisen. Auch spezielle Ablage- und Sammelplätze für den Grubeninhalt inner- und außerhalb der Stadt deuten darauf hin, denn dieser wurde eben nicht nur in alten Sandgruben verscharrt oder in die Flüsse – die bevorzugten Entsorgungssysteme der Zeit – gekippt. In Nürnberg wurden Fäkalien z. B. an einem Turm des alten ersten Mauerrings zwischengelagert. Wo diese Abfälle unter beengten Verhältnissen deponiert und nicht schnell verwertet werden können, verlieren sie ihren Wert als Rohstoff und von ihnen geht Gefahr aus. Diese Ambivalenz war im Mittelalter sehr präsent, und hier liegt auch der wichtigste Unterschied zwischen Stadt und Land. Während im ländlichen Raum immer der Nutzen als Rohstoff überwog, entwickelten sich Fäkalien in städtischen Kontexten zunehmend zum Problem,

» Durch das Wegspülen von Fäkalien und Urin mit Trinkwasser werfen wir täglich gleich dreifach Ressourcen weg. «

für das Lösungen geschaffen werden mussten. Seit dem Mittelalter hat eine zunehmende Verstädterung unserer Lebenswirklichkeit stattgefunden, die durch die Industrialisierung noch einmal beschleunigt wurde. Die Lösungen für die Probleme der Versorgung mit Wasser und Nahrung sowie der Entsorgung von Abfällen und Abwässern wuchsen mit, es entstand die Kanalisation – und Wasserklosetts setzten sich durch, selbst auf dem Land. Die Erfindung von Kunstdünger und Chemie ermöglichte es, die Kreislaufwirtschaft zu unterbrechen: Durch das Wegspülen von Fäkalien und Urin mit Trinkwasser werfen wir täglich gleich dreifach Ressourcen weg. Unsere heutigen Sauberkeits- und Hygienestandards, einschließlich des Ekels vor den eigenen Ausscheidungen, deklarieren alles Schmutzige zu wertlosem Abfall, wodurch die Menge unseres Abfalls nie dagewesene Dimensionen erreicht.

Doch inzwischen hat ein langsames Umdenken eingesetzt. Das Interesse an Kreislaufwirtschaft wächst, es wird im Kleinen nach nachhaltigen Ansätzen und alternativen Wirtschaftsformen gesucht. Die alte Erkenntnis, dass ein gezieltes Fäkalienmanagement zu einer erheblichen Steigerung der Bodenfruchtbarkeit führen kann, war uns verlorengegangen und wird derzeit langsam wiederentdeckt. Archäologisch-historische Forschungen haben einen Anteil an der Entwicklung eines Problembewusstseins und an der Suche nach Lösungsansätzen. Der klare Bezug zu Nachhaltigkeit und Umweltbewusstsein hat in Deutschland sogar eine *Terra-Preta*-Begeisterung hervorgerufen, die z. B. im Rahmen des urbanen Gartenbaus an Bedeutung gewinnt. Doch gegen die Wasserklosetts zieht bislang noch niemand zu Felde. ♦

Kapitel 4:

Aus der Vergangenheit lernen? Die heutigen Herausforderungen für die Zukunft



↑ Plastikflaschen und Autoreifen „erblühen“ in einem Vorgarten an einer Durchfahrtsstraße (Brjansk, Russland) – nur Zierde oder auch Mahnung? (Foto: J. Schneeweiß).



Elena Diehl und Sonja Windmüller

Kann das weg?

Vom Aussortieren und Deponieren

Abfall verrät etwas über Kultur: Die Beschäftigung mit den weggeworfenen Dingen, aber auch mit den Praktiken der „Entsorgung“ ermöglicht Einblicke in gesellschaftliche Wertvorstellungen und die (nicht immer konfliktfreie) Verständigung darüber. Hierbei zeigt sich der Müll in unserer heutigen Zeit mit ihren massengefertigten Konsumprodukten und dem beschleunigten Durchsatz von Gegenständen, die uns umgeben, oft als uneindeutig und vielschichtig; seine Verdichtungen können Deponie und Depot gleichermaßen sein.

Dieser Spur des Deponierens folgt der zwischen den beiden Disziplinen Europäische Ethnologie/Empirische Kulturwissenschaft sowie Ur- und Frühgeschichte angesiedelte Text anhand zweier Beispiele: Zunächst wandert der kulturanthropologisch geschulte Blick über ein Phänomen, das aus Müll Museen entstehen lässt. Daran anschließend richtet sich das archäologische Augenmerk auf das urbane Phänomen von Kisten voller noch brauchbarer Dinge, die zu verschenken sind, aber vermutlich fast im Abfall geendet wären.

Von der Kippe ins Museum

Alles begann mit einem Teddybären auf der Mülldeponie, den der dort beschäftigte Planierreifenfahrer Erich Thomann zwischen anderen weggeworfenen Dingen entdeckte. Das Stofftier wurde – so jedenfalls die Legende – „gerettet“ und zum ersten Objekt eines von Thomann im süddeutschen Ort Bad Säckingen-Wallbach initiierten „Müllmuseums“,

das sich seit seiner Eröffnung 1991 längst zu einer regionalen touristischen Attraktion entwickelt hat (Abb. 1).

Thomanns Initialobjekt, das noch heute im Müllmuseum Wallbach bewundert werden kann, ist nicht das erste Stofftier einer Mülldeponie, das mediale Aufmerksamkeit erlangte. So berichten Zeitungsartikel bereits etliche Jahrzehnte zuvor vom „lädierten Teddybär“ als Teil einer „bunte[n] Gesellschaft verschiedensten Herkommens, die sich auf dem Müllplatz zusammenfindet“ (*Düsseldorfer Nachrichten* vom 4.8.1931) oder gar von einem „kompletten Warenhaus“, das auf der Abfalldeponie anzutreffen sei (*Berliner Lokal-Anzeiger* vom 19.8.1925). Und auch das Phänomen der „Müllmuseen“ hat eine länger zurückreichende Geschichte. Seit den Anfängen der modernen Abfallbeseitigung im ausgehenden 19. und frühen 20. Jahrhundert finden sich in den neu geschaffenen Anlagen zur Müllverbrennung, -sortierung und -deponierung Ansammlungen von Dingen, die aus dem Müll herausgesucht und in repräsentativer Form in kleinen Räumen oder Ecken arrangiert werden – darunter metallene Gegenstände, insbesondere Militaria wie Helme, Schuss- und Stichwaffen, aber auch Haushaltsgegenstände und

← Abb. 1. Blick in einen Raum des 1991 von Erich Thomann gegründeten Müllmuseums Wallbach (Foto: S. Windmüller, 2018).



↑ Abb. 2. „Müllmuseum“ in der Kölner Müllverwertungsanlage, 1929 (Foto: Sammlung Erhard, Umweltbundesamt; bearbeitet).

Messgeräte, Münzen, Bücher oder „Exotika“ wie Speere, Trommeln und ausgestopfte Tiere (Abb. 2). Während diese Ding-Ensembles zumeist in und vor einzelnen Regalen und an den diese umgebenden Wänden Platz finden, umfasste ein „Müllmuseum“ auf dem Gelände der Stadtreinigung in Wuppertal, das von 1962 bis 1973 existierte, beachtliche 4000 Objekte (Abb. 3).

„Müllmuseen“ statten Gegenstände aus dem Abfall mit einer neuerlichen Wertigkeit aus, indem sie diese aus der Masse herausheben, reinigen und exponieren. So präsentiert rufen sie ein Staunen hervor, was alles zu Müll werden kann. Damit führen sie eindrücklich vor, dass der Abfallstatus nicht in den Dingen selbst liegt, sondern ihnen von außen zugeschrieben wird – und dass er nicht absolut, sondern dynamisch ist: was für die einen Müll ist, muss es für die anderen noch lange nicht sein; was einmal für wertlos erklärt wurde, kann durchaus erneut an Wert gewinnen (und ihn auch wieder verlieren). Und dieser Wert ist nicht nur ökonomisch, sondern auch ideell, wie die Faszination für den geretteten Teddybären zeigt.

Dinge im Müll regen die Fantasie an und sie laden zum Nachdenken ein: Wo waren sie und wie ist es ihnen ergangen, bevor sie in der Mülltonne landeten? Wem haben sie gehört und warum wurden sie weggeworfen? Müllobjekte (wie Abfall generell) konfrontieren mit der eigenen Endlichkeit – und sie lassen ahnen, dass nicht nur Dinge, sondern auch Menschen als wertlos qualifiziert werden können. Spätestens hier bekommt der Müll als Zuweisungskategorie auch eine ethische und politische Dimension. Müll bleibt an denen, die mit ihm Kontakt haben, kleben – das führen die Objekte der „Müllmuseen“ vor: Obwohl diese Einrichtungen unmittelbar auf die Kulturinstitution Museum verweisen, haben die ausgestellten Gegenstände eben keinen Eingang in diese gefunden, sondern verbleiben in einem Zwischenraum in der Nähe zur Beseitigungsanlage und damit in einem prekären Status.

» Damit führen sie eindrücklich vor, dass der Abfallstatus nicht in den Dingen selbst liegt, sondern ihnen von außen zugeschrieben wird – und dass er nicht absolut, sondern dynamisch ist: was für die einen Müll ist, muss es für die anderen noch lange nicht sein; was einmal für wertlos erklärt wurde, kann durchaus erneut an Wert gewinnen (und ihn auch wieder verlieren). «



↑ Abb. 3. Ansicht aus dem „Wuppertaler Müllmuseum“, um 1970 (Foto: W. Jakob; Nachlass Jakob, Sammlung des Bergischen Geschichtsvereins; bearbeitet).

Ab in die Kiste damit!

Ein weiteres Phänomen, bei dem Dingen ein Wert jenseits von Müll zugeschrieben wird, obwohl sie genauso gut im Abfall landen könnten, lässt sich seit Jahren in vielen Städten beobachten. Menschen setzen Kisten aus, voller Dinge, voller Haushalts- und Gebrauchsgegenstände, welche nicht länger benötigt werden, aber in einem funktionalen Zustand sind – Krempel, der als zu schade zum Wegschmeißen, aber zu nutzlos zum Aufheben angesehen wird (Abb. 4). Aus archäologischer Perspektive steckt man in sowas direkt seine Nase, statt sie zu rümpfen. Möglicherweise gräbt man ja etwas Wertvolles aus!

Anders als in Museen, die versuchen, Objekte als solche zu bewahren und zu präsentieren, wird zu einer Weiternutzung regelrecht aufgefordert: „zu verschenken“ steht auf Zetteln, gerichtet an potenzielle neue Besitzerinnen oder Besitzer, welche vielleicht vorbeilaufen. Nicht ganz dasselbe, wie seinen Bekannten alte Töpfe ohne Henkel andrehen zu wollen. In der Regel weisen die Kisten durch ihr wildes Sammelsurium und Hinweiszettel aus, dass die Dinge zum Mitnehmen sind. Manchmal sieht man allerdings auch das exakte Gegenteil – spezifische Fachbücher auf einer Gartenmauer, mit leerem Stifthalter. Es sind stets irreguläre Vorkommnisse, kein Sperrmüll, und manchmal fühlt man sich beim Begutachten doch etwas beobachtet.



↑ Abb. 4. Eine Kiste voller zu verschenkender Dinge - so, wie sie vor die Tür gestellt worden war (Foto: E. Diehl).

Nette Sachen überall gratis zum Mitnehmen – so weit, so gut? Aber was, wenn in einer leeren Kiste nur noch der zerknüllte Zettel liegt? Und nach einer Weile noch mehr... Müll? Schmutz und leere Einmalverpackungen? So ähnlich, wie bei angemeldetem Sperrmüll über Nacht noch sperrige Möbel dazuzuwandern scheinen – Stühle haben ja immerhin noch Beine, auch wenn da mal eines gebrochen ist. Kurzum, eine Deponierung von Zeug am Straßenrand ist nicht gleich Nicht-Müll, aber eben auch nicht zwingenderweise doch Müll. Es liegt im Auge des Betrachtenden, ob und wo und wie man was von einem Haufen mitnehmen kann.

Weder Lagerort noch Platzierung machen „Müll“ zu etwas Unnützem, Mülligem, Unverwertbarem. Dennoch kann eine sichtbare Markierung oder spezifische Lagerung etwas als „Müll“ bezeichnen. Es ist eine persönliche Wertzuschreibung – als Endnutzer muss man als solchen gekennzeichneten Müll auch als solchen akzeptieren wollen. Bei den erwähnten Kisten ist es etwas anders. Hier wird ein Ausschussgegenstand von einer aussortierenden und einer aufnehmenden Person mit einem Mehr-

wert, einem Nutzwert versehen, der aus der Sache nachhaltig keinen Müll macht (Abb. 5). Liegt dieser Wert somit nicht eigentlich in der Nutzungsabsicht? Der Nutzbarkeitsabsicht?

Wenn Archäologinnen und Archäologen die Vergangenheit anhand von Funden untersuchen, haben sie es häufig mit Abfall, mit Weggeworfenem und Resten zu tun. Es geht nicht um den Material-, sondern den Informationswert der Fundsachen in ihrem Kontext. Abfallgruben sind so gesehen Informationsgruben. Und für die Moderne gibt es im Zweifelsfall wortwörtliche *Garbology* als Fachrichtung. Zeiten und Werte ändern sich, Informationen über das Leben von Menschen haben immer Wert.

Diese Schwammigkeit kann es schwer bis unmöglich machen, Müll als solchen zu erkennen – in der Gegenwart, in sozialen Kontexten, welche Werten und Normen unterliegen sollten, aber auch in archäologischen Fundkontexten mit viel unklarerer Bezügen dieser Art. Im archäologischen Verständnis sind *Deponierungen* Gruppen von Objekten, die aus ihrem üblichen Verwendungskontext bewusst entnommen und deponiert – bewusst niedergelegt – wurden. Meistens zumindest. Ein alter Goldschatz ist ein Depot, genau wie eine Schüssel voller Schalen eine Deponierung ist, unabhängig vom Material. In der Gegenwart ist ein Depot alles Mögliche; von ei-



↑ Abb. 5. Der Inhalt der Verschenkebox aus Abb. 4, ausgelegt und sortiert, damit er von der Archäologin katalogisiert werden kann (Foto: E. Diehl).



↑ Abb. 6. Aussortiert und doch zu schade: Ansammlung von „Nicht-mehr-noch-nicht-Müll“-Objekten auf einem Recyclinghof in Leipzig (Foto: K. Opitz, Leipzig; bearbeitet).

ner Ladenkette für Dekorationsgegenstände, einem Sammlungs- und Verwahrraum für Museumsobjekte oder einem Vorratslager bis hin zur Geldanlage – alles Ansammlungen von Dingen, denen Werte zugeschrieben sind. Werte, die auf eine spätere Nutzung warten und sichtbar präsentiert oder so gut verborgen wie möglich sein können. Nicht nur sprachlich ist der Schritt zur Deponie nicht weit – hier landet all das, dem der Wert abgesprochen wurde, noch zu etwas zu gebrauchen zu sein. Am Ende sind es der Wert, den man selbst abmisst, und die Nützlichkeit, die man erkennt, welche entscheiden, was von all den Dingen in den Müll gehört und was vielleicht (noch) nicht. Der archäologische Wert ist meist die Information, die ein Objekt enthält; denn die geht nicht unbedingt verloren, wenn das Objekt aus einem Depot auf eine Deponie umzieht.

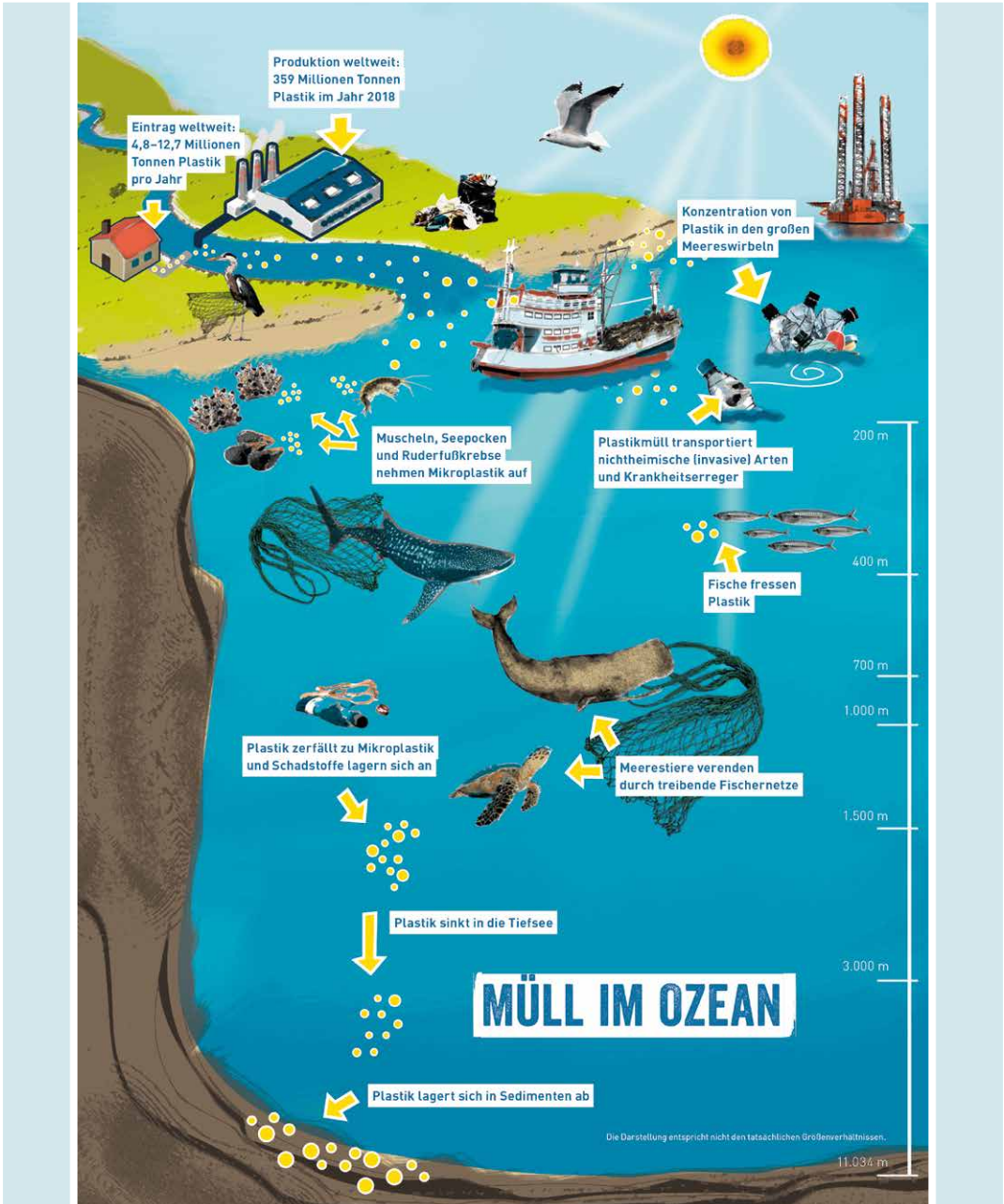
Aus und vorbei? Zwischen Wertzuschreibung und Wertverlust

Aus zwei unterschiedlichen Perspektiven wurden die (Neu-)Aushandlungen dessen, was als wertvoll oder wertlos wahrgenommen und markiert wird, in den Blick genommen. Die damit verbundenen Praktiken des Deponierens sind dynamisch und gestalten sich vielfältig (Abb. 6): So konnte auf der einen Seite aufgezeigt werden, dass eine Ansamm-

lung von Dingen wertlos ist und nicht mehr verwendet werden soll (Mülldeponie). Andererseits wird der Wert einzelner Dinge (Museumsexponate) überhöht, obwohl die Herkunft die Gleiche ist. Und anders und doch gleich wird etwas an der Schnittstelle zwischen Alltagsnutzen und Restmüll abgefangen und so präsentiert, dass die Dinge neuen Nutzen finden können, wenn sie durch vorbeikommende Personen mitgenommen werden.

Beide betrachteten Phänomene sind in einem Zwischenraum angesiedelt, sie verwischen Grenzen zwischen Depot und Deponie, Wert und Wertlosigkeit. Damit verweisen sie auf Aspekte der Deutungshoheit und Zuweisungsmacht. Als Praktiken der (versuchten) Inwertsetzung führen sie nicht zuletzt Fragen nach der Wahrnehmung und dem Umgang mit dem Müll vor Augen, die angesichts der Dimensionen des Abfallproblems moderner Konsumgesellschaften von unaufschiebbarer Dringlichkeit sind. ♦

» Zeiten und Werte ändern sich, Informationen über das Leben von Menschen haben immer Wert. «



Katrin Knickmeier, Katrin Schöps, Ilka Parchmann

Einmal um die ganze Welt – Kunststoffe, das Meer als Transportweg und die Archäologie der Zukunft

Menschen haben auch vor tausenden von Jahren schon Müll produziert, deponiert oder achtlos in die Gegend geworfen, was teilweise zu Erkrankungen geführt hat (vgl. Beitrag von J. Kneisel et al. in diesem Band). Das ist heute nicht anders. Was sich aber geändert hat ist, dass seit dem letzten Jahrhundert eine Vielzahl von künstlichen Werkstoffen hergestellt und auch entsorgt wurden. Beschränkten sich diese früher auf Keramiken, Gläser oder Metalle, kamen ab den 1930er Jahren Werkstoffe hinzu, die mit ihren Eigenschaften alles Vorherige in den Schatten stellten: die Kunststoffe.

Diese boten erstmals die Möglichkeit, Eigenschaften nach Maß zu erzeugen und zu verändern. So ist das rasante Wachstum der industriellen Kunststoffproduktion seit den 1950er Jahren nicht überraschend – und hatte im Jahr 2022 weltweit ca. 400 Millionen Tonnen jährlich erreicht. Damit veränderte sich auch das Verbraucherverhalten; es entwickelte sich eine Wegwerfgesellschaft, in der sich die Wertvorstellungen in Bezug auf Objekte nach und nach änderten. Dinge werden zunehmend schneller als obsolet betrachtet und weggeworfen; Einwegprodukte – wie beispielsweise Verpackungen – sind von Anfang an nur für die einmalige Nutzung ausgelegt. Als Konsequenz dieser Entwicklung entstand in den 1970ern in den USA die archäologische Disziplin *garbology* (Müllarchäologie). Dabei geht es darum, anhand des hinterlassenen Mülls – Archäologie ist eine objektbezogene Wissenschaft – mehr über die Verhaltensweisen der Menschen und ihre

lokalen sozialen und kulturellen Besonderheiten herauszufinden. Ein wichtiges Anliegen der *garbology* ist das Thema Umwelt und wie man die Menschen dazu bringen könnte, verantwortungsvoller mit Rohstoffen und Abfall umzugehen. Denn wenn man sich die Haltbarkeit von Kunststoffen anschaut, wird klar, dass es vermutlich hunderte von Jahren dauern wird, bis ein Kunststoffprodukt vollständig abgebaut und in den ökologischen Kreislauf zurückgeführt ist. Der (chemische) Abbau bzw. Zersetzungs- bzw. Zerlegungsprozess von Kunststoffen ist nämlich mindestens so aufwendig wie ihr ressourcenintensiver Herstellungsprozess. Deshalb spricht die Archäologie auch von *technofossiles*.

← Abb. 1. Wie kommt das Plastik ins Meer? Einträge von primärem und sekundärem Mikroplastik (Grafik aus: Bundesministerium für Bildung und Forschung 2022, 45 Abb. o. Nr.; bearbeitet).

» **Wir finden Plastik von der Tiefsee bis zum Mount Everest, von der Arktis bis in die Antarktis. Erstmals in der Geschichte der Menschheit wird Müll bewusst und unbewusst weltweit verteilt.** «

Das Verhalten der Wegwerfgesellschaft hat dramatische ökologische Konsequenzen: ein beträchtlicher Anteil unseres Mülls gelangt in die Umwelt. Kunststoffe können dort zum überwiegenden Teil nicht abgebaut werden. Als Folge verteilen sich Reste dieser Produkte immer weiter, und was uns einst als Fortschritt galt, ist mittlerweile zu einer massiven Belastung geworden. Wir finden Plastik von der Tiefsee bis zum Mount Everest, von der Arktis bis in die Antarktis. Erstmals in der Geschichte der Menschheit wird Müll bewusst und unbewusst weltweit verteilt. Bisher gaben Material und Form von Fundobjekten Anhaltspunkte für ihre Herkunft, im Zusammenhang mit Fundort und Fundkontext waren Rückschlüsse auf die Biografie der Objekte möglich. Durch die globale Verbreitung der Produkte bzw. des Mülls ist das schon heute sehr schwierig geworden.

Die zwei Seiten der (Kunststoff-) Medaille

Kunststoffe bestehen aus unzähligen vielen, langen Molekülketten (sogenannten Polymeren), die in unterschiedlicher Weise miteinander verbunden sind und damit sehr verschiedene Eigenschaften ermöglichen (siehe z. B. <https://www.deutsches-kunststoff-museum.de/kunststoff/einfuehrung/was-sind-kunststoffe/>). So lassen sich u. a. ihre Härte, Elastizität und Bruchfestigkeit sowie ihre Temperatur-, Form- und chemische Beständigkeit variieren. Daher sind Kunststoffe vielseitig einsetzbar (z. B. für Lebensmittelverpackungen, Klebstoffe, Farben, Flugzeugteile, Isolierungen, Kosmetika) und oft auch extrem haltbar. Ebenso gehen von Kunststoffen aber gesundheitsgefährdende Risiken aus.

Das wohl größte Problem stellt jedoch der Müll

dar: weil Kunststoffe oft nicht korrekt entsorgt oder recycelt werden, reichern sie sich in der Luft, im Boden, im Grundwasser, im Meer und letztendlich auch in unseren Körpern an. Dies trifft neben Ökosystemen allgemein auch viele Tiere. Von 136 maritimen Arten ist bekannt, dass sie sich regelmäßig in Müllteilen verstricken und strangulieren. Viele Seevögel und andere Tiere verwechseln ungenießbare Abfallstücke mit Futter und verenden daran.

In Deutschland fallen jedes Jahr fast 40 Kilogramm Kunststoffmüll pro Person an. Seien es Einwegverpackungen von Lebensmitteln, aussortierte Haushaltsgegenstände oder Kleidungsstücke aus modernen Textilien. Anders als beispielsweise in der Jungsteinzeit werden die Abfälle bei uns meist nicht mehr direkt vor die Tür geworfen oder in siedlungsnahen Abfallgruben entsorgt, sondern auf Deponien verbracht oder weiterverarbeitet. So weit, so gut, aber einen Großteil unseres Kunststoffmülls (inklusive der damit einhergehenden negativen Umwelt- und Gesundheitsfolgen) exportieren wir beispielsweise um die halbe Welt nach Südostasien. Viele der Länder dort haben keine oder nur unzureichende Abfallentsorgungssysteme. Der Kunststoffmüll landet so letztendlich in der Umwelt, vor allem in den Meeren. Das gefährdet ganze Ökosysteme und somit auch uns Menschen. Und selbst dort, wo Müll getrennt wird, wird längst nicht alles recycelt; für den ‚gelben Sack‘ findet man je nach Quelle aktuell Angaben von 40-60 Prozent. Manche Kunststoffe kann man einschmelzen und neu verwenden, andere werden zerkleinert und für die Produktion neuer Polymere verwendet, wieder andere nutzt man z. B. in der Stahlproduktion oder in Verbrennungsanlagen mit Wärmeerzeugung. Es ist ein Problem, dass zur Erzeugung möglichst passender Eigenschaften

in Alltagsprodukten oft verschiedene Stoffe kombiniert werden, etwa in Verpackungen. In solchen Fällen ist das Recycling anschließend kaum möglich. Die Forschung arbeitet heute an Kunststoffen, die möglichst natürlich abbaubar sind (siehe z. B. <https://www.umweltbundesamt.de/biobasierte-biologisch-abbaubare-kunststoffe>) und dennoch ‚Eigenschaften nach Maß‘ ermöglichen. Das generelle Einsparen von Verpackung ist natürlich der effektivste Weg, um der Umweltbelastung entgegenzuwirken.

Im Folgenden stellen wir ein Bildungsprogramm vor, das Schüler:innen auf die Folgen der globalen Vermüllung mit Kunststoffen aufmerksam macht. Es möchte einen bewussteren und nachhaltigeren Umgang mit Ressourcen, Produkten und Abfällen fördern und zeigen, dass die Grenzen zwischen diesen Begriffen fließend sind.

Plastik im Meer – Ein Thema für Forschung und Bürgerwissenschaften

Neueste Schätzungen geben an, dass zwischen 19 und 23 Millionen Tonnen Plastikmüll jährlich in die Gewässer der Welt gelangen (Abb. 1). Über atmosphärische und aquatische Strömungssysteme verbreiten sich die eingebrachten Mengen rund um den Globus. Weil Plastik besonders stabil ist (das ist eine gewünschte Eigenschaft), reichert es sich in den Ozeanen an und zerfällt in immer kleinere Partikel, von Makro über Mikro- bis hin zu Nanoplastik. Sogar an der tiefsten Stelle des Ozeans wurden Plastiktüten, wie man sie in Supermärkten zum Einpacken bekommt, gefunden: in über 11.000 Metern Tiefe im Marianengraben des Pazifischen Ozeans. Die Forscher entdeckten das Plastik bei der Durchforstung der ‚Deep-Sea Debris Database‘, einer Datenbank für Abfälle im Meer, in der seit 30 Jahren Fotos und Videos aus 5010 Tauchgängen gesammelt werden. Diese Datenbank wurde vor kurzem veröffentlicht (siehe <http://www.godac.jamstec.go.jp/catalog/dsdebris/index.html>).

Eine internationale Übersichtsstudie des Alfred-Wegener-Instituts für Polarforschung zeigt, dass die Plastikflut längst auch entlegene Lebensräume in

der Arktis erreicht hat. Große Mengen von Plastik werden über Flüsse und Meeresströmungen sowie über atmosphärische Zirkulationssysteme in die Arktis transportiert, was ihre Anreicherung in bestimmten Gebieten fördern könnte. Verschiedene Konzentrationen von Meso- und Mikroplastik finden sich im Wasser, am Meeresboden und an Stränden, auch in Eis und Schnee.

Doch wie kann das weitere rasante Anwachsen dieser Plastikflut im Meer zukünftig verhindert werden? Inzwischen gibt es in der EU politische Vorgaben wie die sog. Einweg-Plastik-Richtlinie (Richtlinie 2019/904/EU über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt) und ein weltweites Plastikabkommen, in dem sich bei der Umweltkonferenz der Vereinten Nationen im März 2022 in Kenia 193 Staaten, darunter China und die USA, auf eine gemeinsame Strategie zur Eindämmung der globalen Plastikverschmutzung geeinigt haben. Die Umweltorganisation der Vereinten Nationen, UNEP, soll dafür mit einer zwischenstaatlichen Arbeitsgruppe bis 2024 ein rechtlich bindendes Abkommen zum Plastikmüll erarbeiten. Aber auch das Hinterfragen des eigenen Handelns, die Veränderung des Konsumverhaltens und der Produktionsabläufe von der Wegwerfgesellschaft zur nachhaltigen Kreislaufwirtschaft (z. B. *cradle to cradle* = Ansatz zur durchgängigen und konsequenten Kreislaufwirtschaft) und Bewusstseinsveränderungen in der Gesellschaft (*awareness*) sind notwendig, um die Vermüllung der Welt zu stoppen.

Ein Beispiel für ein Bildungsprojekt unter Beteiligung von Wissenschaftler:innen, Lehrkräften und Schüler:innen ist das europaweite Citizen-Science-Projekt ‚Plastic Pirates – go Europe!‘ (<https://www.plastic-pirates.eu/de>). Hier werden Forschungsaspekte, Bewusstseinsbildung und bürgerwissenschaftliches Arbeiten miteinander kombiniert. Dieses Projekt bietet seit 2016 den beteiligten Schüler:innen Gelegenheit zur Teilhabe an einer echten wissenschaftlichen Datenerhebung, indem von Schulen an bestimmten Flüssen Mülldaten erhoben werden, die von Wissenschaftler:innen ausgewertet und publiziert werden. Die Beteiligung

» Schon heute haben Müllarchäolog:innen Schwierigkeiten, die Herkunft gefundener Kunststoffobjekte zu rekonstruieren, und das wird in Zukunft sicher nicht einfacher werden.

Es ist davon auszugehen, dass bei zukünftigen archäologischen Untersuchungen zahllose unkenntliche Kunststoffreste gefunden werden, die zu Dingen gehörten, die wir heute weggeworfen haben. «

vieler Schulen ermöglicht bürgernahe, verständliche Forschung mit einer großen Anzahl an Datensätzen, und erreicht dabei gleichzeitig eine breite Sensibilisierung für die Umweltproblematik. Ein weiteres Ziel des Citizen-Science-Projektes ist es, den Schüler:innen und Lehrkräften angesichts gesellschaftlicher Herausforderungen ihre eigenen Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen und damit ihre Selbstwirksamkeit (die Überzeugung, schwierige oder herausfordernde Situationen gut meistern zu können) zu stärken.

Archäologie dank Müll – Was würden Archäolog:innen der Zukunft finden?

Ein zentraler Forschungsansatz für Archäolog:innen ist die Entschlüsselung der in Fundobjekten enthaltenen Informationen. Das Ergebnis ist eine Rekonstruktion des ‚Lebenswegs‘ dieser Objekte, ihre Herstellung, Nutzung und letzte Nie-

derlegung – die so genannte *Objektbiografie*. Dabei werden die Wege eines Objektes kartiert, verschiedene Transportwege und Recyclingrouten erzählt und ökonomische Umwandlungen erforscht. Es geht dabei sowohl um lokale als auch um globale Zusammenhänge. Genaue Recherchen folgen den Transportwegen des Objekts und führen so von den Deponien zu den Menschen, die dieses Objekt verwendet haben, und letztlich zu den verschiedenen Ausgangsmaterialien, den Rohstoffen.

Eine Berücksichtigung dieser Perspektive in Bildungsprojekten unterstreicht die langfristigen Auswirkungen der globalen Vermüllung. Doch schon heute haben Müllarchäolog:innen Schwierigkeiten, die Herkunft gefundener Kunststoffobjekte zu rekonstruieren, und das wird in Zukunft sicher nicht einfacher werden. Es ist davon auszugehen, dass bei zukünftigen archäologischen Untersuchungen zahllose unkenntliche Kunststoffreste gefunden werden, die zu Dingen gehörten, die wir heute weggeworfen haben. Wissenschaftler:innen rechnen damit, dass sie weltweit fast überall auf Schichten mit Plastik stoßen werden. Plastik dient dabei als eine Art Leitfossil, ein ‚Technofossil‘. Deshalb wird unser Zeitalter schon als ‚Plastozän‘ bezeichnet, worin sich die globale Verbreitung von Plastik widerspiegelt. Viele Kleidungsstücke werden heute beispielsweise von der Produktion über die Nutzung bis zur Entsorgung um die ganze Welt transportiert. Die Baumwolle (oder der moderne Kunststoff) zur Herstellung kommt z. B. aus Indien oder China, das Garn wird in der Türkei gesponnen, der Stoff in Taiwan hergestellt, in China gebleicht oder gefärbt, das Kleidungsstück in Bangladesh genäht, nach Europa verschifft oder geflogen (und dabei mehrmals in verschiedene Plastik-Umverpackungen gebracht); in Europa dann verkauft, mehr oder weniger lange getragen, in die Altkleidersammlung gegeben, in Holland sortiert, weiterverkauft und letztendlich landet es beispielsweise in der Atacama-Wüste in Chile oder in Malaysia auf einem Müllberg. Bei einer solchen Weltreise lässt sich der Herstellungsort und der am Ende im Müll gefundene Kleidungsrest kaum noch der Lebensweise der Nutzer:innen zuordnen. Frü-



↑ Abb. 2. Nicht nur am Morgen danach – alltäglicher Müll am Spreeufer in der Bundeshauptstadt Berlin (Foto: K. Knickmeier).



↑ Abb. 3. Modernes Strandgut in Südostasien, ein leider immer häufiger anzutreffendes Bild (Foto: B. Henningsen, Kiel; bearbeitet).

her waren meist begehrte hochwertige Werkstoffe wie Flint oder Eisen bzw. Luxusgüter wie Seide oder Bernstein Fernhandelsware, die über große Distanzen gebracht wurde; heute ist es oft billige Massenware, die über den Globus geschwemmt wird. Um sich die Konsequenzen vor Augen zu führen, ist ein Blick in die Zukunft gar nicht nötig. Die Abbildungen 2 bis 4 zeigen das vermüllte Ufer eines Flusses in Deutschland sowie verschmutzte Strände in Südostasien und in Dänemark. Man sieht, dass es auch bei uns in Europa wichtig ist, mit einem internationalen Projekt wie ‚Plastic Pirates – go Europe!‘ das Problem aufzugreifen. Die Schulklassen erheben mit ihren Lehrkräften Mülldaten an ‚ihren‘ Flüssen und Bächen, tauschen sich mit Schulklassen aus anderen Regionen aus und ziehen auch Daten anderer Länder hinzu. Dadurch soll das Bewusstsein geschaffen werden, dass es sich bei der Vermüllung der Flüsse und Meere um ein globales Problem handelt, das uns alle angeht und gegen das dringend etwas getan werden muss. Jede:r kann bei sich selbst anfangen! ♦

↓ Abb. 4. Auch hier keine Flaschenpost: Strandmüll in Dänemark (Foto: St. Fromke, Kiel; bearbeitet).



Autorinnen und Autoren



Paweł Cembrzyński

Exzellenzcluster
ROOTS / Institut für
Ur- und Frühgeschichte,
Christian-Albrechts-
Universität zu Kiel

Elena Diehl

Institut für Ur- und
Frühgeschichte,
Christian-Albrechts-
Universität zu Kiel



Benjamin Claafsen

Exzellenzcluster ROOTS,
Christian-Albrechts-
Universität zu Kiel /
Max-Planck-Institut für
Evolutionbiologie, Plön



Max Grund

Exzellenzcluster
ROOTS / Historisches
Seminar, Christian-
Albrechts-Universität
zu Kiel



Janusz Czebreszuk

Fakultät für Archäologie,
Adam-Mickiewicz-
Universität Poznań,
Polen



Marie Jäcker

Exzellenzcluster
ROOTS / Historisches
Seminar, Christian-
Albrechts-Universität
zu Kiel



**Svetlana
Khamnueva-Wendt**

Institut für
Ökosystemforschung,
Christian-Albrechts-
Universität zu Kiel



Jutta Kneisel

Exzellenzcluster
ROOTS / Institut für
Ur- und Frühgeschichte,
Christian-Albrechts-
Universität zu Kiel



Lorenz Kienle

Exzellenzcluster
ROOTS / Institut für
Materialwissenschaft,
Christian-Albrechts-
Universität zu Kiel



Katrin Knickmeier

Kieler
Forschungswerkstatt
/ Leibniz-Institut für
die Pädagogik der
Naturwissenschaften
und Mathematik (IPN),
Christian-Albrechts-
Universität zu Kiel



Wiebke Kirleis

Exzellenzcluster
ROOTS / Institut für
Ur- und Frühgeschichte,
Christian-Albrechts-
Universität zu Kiel



Nicolas Lamare

Département d'histoire,
Université de Picardie
Jules Verne, Amiens,
France

Autorinnen und Autoren



Bente Majchczack

Exzellenzcluster
ROOTS / Institut für
Geowissenschaften,
Geophysik, Christian-
Albrechts-Universität
zu Kiel



Ilka Parchmann

Leibniz-Institut für
die Pädagogik der
Naturwissenschaften
und Mathematik (IPN),
Kiel



Johannes Müller

Exzellenzcluster
ROOTS / Institut für
Ur- und Frühgeschichte,
Christian-Albrechts-
Universität zu Kiel



Khurram Saleem

Exzellenzcluster
ROOTS / Institut für
Materialwissenschaft,
Christian-Albrechts-
Universität zu Kiel



Konrad Ott

Exzellenzcluster
ROOTS / Philosophisches
Seminar, Christian-
Albrechts-Universität
zu Kiel



Jens Schneeweiß

Exzellenzcluster
ROOTS, Christian-
Albrechts-Universität
zu Kiel / LEIZA-ZBSA
(Zentrum für Baltische
und Skandinavische
Archäologie im Leibniz-
Zentrum für Archäologie)



Katrin Schöps

Kieler Forschungs-
werkstatt / Leibniz-
Institut für die
Pädagogik der
Naturwissenschaften
und Mathematik (IPN),
Kiel



Guillermo Torres

Exzellenzcluster
ROOTS / Institut für
Klinische Molekular-
biologie (IKMB),
Universitätsklinikum
Schleswig-Holstein
(UKSH), Kiel



Ulrich Schürmann

Exzellenzcluster
ROOTS / Institut für
Materialwissenschaft,
Christian-Albrechts-
Universität zu Kiel



Sonja Windmüller

Seminar für Europäische
Ethnologie / Volkskunde,
Christian-Albrechts-
Universität zu Kiel



Lisa Shindo

Young Academy,
Exzellenzcluster
ROOTS / Institut für
Ur- und Frühgeschichte,
Christian-Albrechts-
Universität zu Kiel



Dana Zentgraf

Exzellenzcluster
ROOTS / Philosophisches
Seminar, Christian-
Albrechts-Universität
zu Kiel

Zum Weiterlesen

KONRAD OTT

- Arendt, H., 1958. *The Human Condition*. Chicago: University of Chicago Press.
- Brumm, A., Pope, M., Leroyer, M., Emery, K., 2019. Hominin Evolution and Stone Tool Scavenging and Reuse in the Lower Paleolithic. In: K. Overmann und F. Coolidge, Hrsg. *Squeezing Minds from Stones*. Oxford: Oxford University Press, 149-178.
- Chiarenza, N., Haug, A., Müller, U., Hrsg., 2020. *The Power of Urban Water*. Berlin: De Gruyter.
- Foucault, M., 1979. *Sexualität und Wahrheit. Der Wille zum Wissen*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Marx, K., 1867 [1975]. *Das Kapital*. Erster Band, MEW 23-1. Berlin: Dietz.
- Marx, K., 1894 [1975]. *Das Kapital*. Dritter Band, MEW 23-3. Berlin: Dietz.
- Schafer, R.M., 1977. *The Tuning of the World*. New York: Knopf.
- Thompson, M., 2017. *Rubbish Theory. The Creation and Destruction of Value*. New Edition. London: Pluto Press.
- Walzer, M., 1983. *Spheres of Justice. A Defense of Pluralism and Equality*. New York: Basic Books, 165-183.

LORENZ KIENLE, KHURRAM SALEEM, ULRICH SCHÜRMANN

- Adriaens, A. und Dowsett, M.G., 2004. Chapter 3: Electron microscopy and its role in cultural heritage studies. *Comprehensive Analytical Chemistry*, 42, 73-128.
Online unter: [https://doi.org/10.1016/S0166-526X\(04\)80007-2](https://doi.org/10.1016/S0166-526X(04)80007-2).
- Drozdov, A., Andreev, M., Kozlov, M., Petukhov, D., Klimonsky, S., Pettinari, C., 2021. Lycurgus Cup: The nature of dichroism in a replica glass having similar composition. *Journal of Cultural Heritage*, 51, 71-78. Online unter: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2021.07.002>.
- Fan, X. und Freestone, I.C., 2017. Occurrence of phosphatic corrosion products on bronze swords of the Warring States period buried at Lijiaba site in Chongqing, China. *Heritage Science*, 5 (1), 1-9. Online unter: <https://doi.org/10.1186/s40494-017-0161-2>.
- Freestone, I., Meeks, N., Sax, M., Higgitt, C., 2007. The Lycurgus Cup – A Roman nanotechnology. *Gold Bulletin*, 40 (4), 270-277. Online unter: <https://doi.org/10.1007/BF03215599>.
- Mircea, O., Sandu, I., Vasilache, V., Sandu, I.G., 2012. A study on the deterioration and degradation of metallic archaeological artefacts. *International Journal of Conservation Science*, 3 (3), 179-188.

JENS SCHNEEWEISS

- Pennisi, E., 2021. DNA from dirt can offer new view of ancient life. Successes in obtaining genomewide data expand what can be learned about the past from sediments. *Science*.
Online unter: <https://doi.org/10.1126/science.abl4091>.
- Rieger, D. und Flammer, P., 2022. Lübecks Archäoparasiten als Transmitter zur Erforschung des mittelalterlichen Individuums. In: D. Rieger, Hrsg. *Die Ausgrabungen im Lübecker Gründungsviertel II. Archäoparasitologie, Handelsgeschichte, Paläopathologie und Anthropologie*. Lübeck: Schmidt-Römhild, 11-129.

SVETLANA KHAMNUEVA-WENDT UND JENS SCHNEEWEISS

Ismail-Meyer, K. und Rentzel, P., 2018. Geoarchäologie und Mikromorphologie: Auf Spurensuche in archäologischen Schichten. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern (NF)*, 75, 178-197.

Nicosia, C. und Stoops, G., Hrsg., 2017. *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*. Hoboken und Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

Wouters, B., 2020. A biographical approach to urban communities from a geoarchaeological perspective. High-definition applications and case studies. *Journal of Urban Archaeology*, 2, 85-101.

JUTTA KNEISEL, JANUSZ CZEBRESZUK, WIEBKE KIRLEIS, JOHANNES MÜLLER

Czebreszuk, J. und Müller, J., Hrsg., 2015. *Bruszczewo III. The Settlement and Fortification in the Mineral Zone of the Site*. Studien zur Archäologie in Ostmitteleuropa 13. Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM.

Czebreszuk, J., Jaeger, M., Kneisel, J., Hrsg., 2015. *Bruszczewo IV. Natural Resources and Economic Activities of the Bronze Age People*. Studien zur Archäologie in Ostmitteleuropa 14. Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM.

Dal Corso, M., Kirleis, W., Kneisel, J., Taylor, N., Wieckowska-Lüth, M., Zanon, M., Hrsg., 2019. *How's Life? Living Conditions in the 2nd and 1st Millennia BCE*. Scales of Transformation in Prehistoric and Archaic Societies 4. Leiden: Sidestone Press.
<https://www.sidestone.com/books/how-s-life>.

Dörfner, W. und Kneisel, J., 2021. *Tagebuch einer Bernsteinhändlerin. Eine Zeitreise in die Bronzezeit – ins Jahr 1889 v. Chr.* Bonn: Habelt.

Kneisel, J., Müller, J., Szmyt, M., Czebreszuk, J., Hrsg., 2012. *Bruszczewo. Momentaufnahmen einer bronzezeitlichen Siedlung*. Neumünster: Wachholtz.

BENJAMIN CLAASSEN

Behre, K.-E., 1992. The history of rye cultivation in Europe. *Vegetation History and Archaeobotany*, 1 (3), 141-156. Online unter: <https://doi.org/10.1007/BF00191554>.

Filatova, S., Claassen, B., Torres, G., Krause-Kyora, B., Holtgrewe Stukenbrock, E., Kirleis, W., 2021. Toward an investigation of diversity and cultivation of rye (*Secale cereale* ssp. *cereale* L.) in Germany: Methodological insights and first results from early modern plant material. *Agronomy*, 11 (12). Online unter: <https://doi.org/10.3390/agronomy11122451>.

Hillman, G., 1978. On the origins of domestic rye – *Secale cereale*: The finds from Aceramic Can Hasan III in Turkey. *Anatolian Studies*, 28, 157-174.
Online unter: <https://doi.org/10.2307/3642748>.

Sencer, H.A. und Hawkes, J.G., 1980. On the origin of cultivated rye. *Biological Journal of the Linnean Society*, 13 (4), 299-313.
Online unter: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1980.tb00089.x>.

Informationen zur Jahresproduktion von Roggen und anderem Getreide in Deutschland und weltweit unter: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>.

DANA ZENTGRAF UND JENS SCHNEEWEISS

- Badman-King, A., 2021. *Living-With Wisdom: Permaculture and Symbiotic Ethics*. Milton: Taylor & Francis Group.
- Classen, C., Howes, D., Synnott, A., 1997. *Aroma: The Cultural History of Smell*. Reprint. London: Routledge.
- Daston, L., 2000. *Biographies of Scientific Objects*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Daston, L., Hrsg., 2017. *Science in the Archives. Pasts, Presents, Futures*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Fleck, L., 2017. *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache: Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*. 12. Auflage. Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- König, W., 2019. *Geschichte der Wegwerfgesellschaft: die Kehrseite des Konsums*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Malek, A.-A., Hrsg., 2013. *Sourcebook for Garden Archaeology. Methods, Techniques, Interpretations and Field Examples*. Lausanne: Peter Lang Verlag.
- Ott, K., 2014. *Umweltethik zur Einführung*. 2., ergänzte Auflage. Hamburg: Junius-Verlag.
- Robbins, P., 2007. *Lawn People: How Grasses, Weeds, and Chemicals Make Us Who We Are*. Philadelphia: Temple University Press.
- Wallace, M., 2017. *Perma/Culture: Imagining Alternatives in an Age of Crisis*. Routledge Environmental Humanities. London: Routledge, Taylor & Francis.

NICOLAS LAMARE, MAX GRUND, GUILLERMO TORRES

- Bruun, C., 2000. Water shortage and surplus in the ancient world. In: G.C.M. Jansen, Hrsg. *Cura aquarum in Sicilia*. Leiden: Peeters, 215-224.
- Fouquet, G., 2020. Wissen für die „schöne Stadt“. Endres Tuchers Baumeisterbuch und die Wasserversorgung Nürnbergs im 15. Jahrhundert. In: K. Andermann und G.J. Schenk, Hrsg. *Wasser. Ressource – Gefahr – Leben*. Ostfildern: Thorbecke, 47-78.
- Frontinus-Gesellschaft e. V., Hrsg., 1991. *Die Wasserversorgung im Mittelalter*. Geschichte der Wasserversorgung 4. Mainz: Philipp von Zabern.
- Hodge, A.T., 1992. *Roman Aqueducts and Water Supply*. London: Duckworth.
- Lamare, N. und Murer, C., Hrsg., 2020. *L'eau dans la ville tardo-antique*. Antiquité tardive 28. Turnhout: Brepols.
- Scobie, A., 1986. Slums, sanitation, and mortality in the Roman world. *Klio*, 68, 399-433.
- Tulchinsky, T.H., 2018. John Snow, cholera, the Broad Street pump; Waterborne diseases then and now. In: T.H. Tulchinsky and M.J. Bickford, Hrsg. *Case Studies in Public Health*. London u. a.: Academic Press, 77-99. Online unter: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804571-8.00017-2>.
- Veal, R., 2017. The politics and economics of ancient forests: timber and fuel as levers of Greco-Roman control. In: P. Derron, Hrsg. *Economie et inégalité: ressources, échanges et pouvoir dans l'Antiquité classique*. Geneva: Hardt Foundation, 317-368. Online unter: <https://doi.org/10.17863/CAM.13218>.
- Wüst, T., 1953. *Die Wasserversorgung der Reichsstadt Nürnberg und die sich daraus ergebenden Rechtsverhältnisse*. Tübingen: Universität.

PAWEŁ CEMBRZYŃSKI UND MARIE JÄCKER

- Magnusson, R., 2001. *Water Technology in the Middle Ages. Cities, Monasteries and Waterworks after the Roman Empire*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Reith, R., 2003. Recycling im späten Mittelalter und der frühen Neuzeit. *Frühneuzeit-Info*, 14 (1), 47-65.
- Salzman, L., 1913. *English industries of the Middle Ages*. London: Constable.
- Salzman, L., 1997. *Building in England down to 1540. A documentary history*. Oxford: Clarendon Press.
- Woodward, D., 1985. „Swords into ploughshares“. Recycling in pre-industrial England. *Economic History Review*, 38 (2), 175-191.

JUTTA KNEISEL UND LISA SHINDO

- Eißing, T. und Dittmar, C., 2011. Timber transport and dendro-provenancing in Thuringia and Bavaria. In: P. Fraiture, Hrsg. *Tree Rings, Art, Archaeology. Proceedings of the Conference, Brussels, Royal Institute for Cultural Heritage*, 10-12 February 2010. Scientia Artis 7. Brüssel: Royal Institute for Cultural Heritage, 137-149.
- Haack Olsen, A.-L. und Earle, T.K., 2018. Bjerre 6. In: J.-H. Bech, B.V. Eriksen, K. Kristiansen, Hrsg. *Bronze Age Settlement and Land-Use in Thy, Northwest Denmark II*. Højbjerg: Jutland Archaeological Society, 89-109.
- Kneisel, J. 2019. Case study „How was life in Early Bronze Age Bruszczewo“. *Archaeology and the view on Bronze Age in reconstruction images*. In: M. Dal Corso, W. Kirleis, J. Kneisel, N. Taylor, M. Wieckowska-Lüth, M. Zanon, Hrsg. *How's Life? Living Conditions in the 2nd and 1st Millennia BCE. Scales of Transformation in Prehistoric and Archaic Societies 4*. Leiden: Sidestone Press, 199-218.
- Kneisel, J. und Kroll, H., 2010. Die Holzanalysen aus dem östlichen Feuchtbodenareal. In: J. Müller, J. Czebreszuk, J. Kneisel, Hrsg. *Bruszczewo II. Ausgrabungen und Forschungen in einer prähistorischen Siedlungskammer Großpolens*. Studien zur Archäologie in Ostmitteleuropa 6.2. Bonn: Habelt, 566-651.
- Shindo, L. und Claude, S., 2019. Buildings and wood trade in Aix-en-Provence (South of France) during Modern period. TRACE – Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology. *Dendrochronologia*, 54, 29-36.
Online unter: <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2019.02.003>.

MAX GRUND, BENTE MAJCHCZACK, JENS SCHNEEWEISS

- Behre, K.-E., 2008. *Landschaftsgeschichte Norddeutschlands. Umwelt und Siedlung von der Steinzeit bis zur Gegenwart*. Neumünster: Wachholtz.
- Bokelmann, K., 1988. Wurten und Flachsiedlungen der römischen Kaiserzeit. Ergebnisse einer Prospektion in Norddithmarschen und Eiderstedt. In: B. Higelke, D. Hoffmann, H.J. Kühn, M. Müller-Wille, Hrsg. *Norderheverprojekt 1. Landschaftsentwicklung und Siedlungsgeschichte im Einzugsgebiet der Norderhever (Nordfriesland)*. Offa-Bücher 66. Neumünster: Wachholtz, 149-162.
- Kamber, P. und Keller, C., Hrsg., 1996. *Fundgruben. Stille Örtchen ausgeschöpft. Ausstellung im Historischen Museum Basel, Barfüsserkirche, vom 1. Juni bis 30. September 1996*. Basel: Historisches Museum.
- Kroll, H., 1980. Vorgeschichtliche Plaggenböden auf den nordfriesischen Inseln. In: H. Beck, D. Denecke, D. und H. Jankuhn, Hrsg. *Untersuchungen zur eisenzeitlichen und frühmittelalterlichen Flur und ihrer Nutzung. Teil 2*. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen. Philologisch-Historische Klasse, Dritte Folge 116. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 22-29.
- Lehmann, J., Kern, D.C., Glaser, B., Woods, W.I., 2003. *Amazonian Dark Earths: Origin – Properties – Management*. Springer Science & Business Media.
- Rötting, H., 1997. *Stadtarchäologie in Braunschweig*. Ein fachübergreifender Arbeitsbericht zu den Grabungen 1976-1992. Erweiterte Neuauflage mit Forschungsbericht 1997. Forschungen der Denkmalpflege in Niedersachsen 3. Hameln: CW Niemeyer.
- Wagner, O., Hrsg., 2014. *Aborte im Mittelalter und der Frühen Neuzeit. Bauforschung, Archäologie, Kulturgeschichte*. Studien zur internationalen Architektur- und Kunstgeschichte 117. Petersberg: Imhof.
- Wiedner, K., Schneeweiß, J., Dippold, M.A., Glaser, B., 2015. Anthropogenic dark earth in Northern Germany – The nordic analogue to *terra preta de Índio* in Amazonia. *Catena*, 132, 114-125.

ELENA DIEHL UND SONJA WINDMÜLLER

- Diehl, E., 2022. Vom Horten und Finden – Moderne Depotfunde in der Stadt für Alle? In: F. Juergens und U. Müller, Hrsg. *Mehr als nur Sailing City! Kiel im Spiegel archäologischer Quellen*. Sonderveröffentlichungen der Gesellschaft für Kieler Stadtgeschichte 98. Kiel: Ludwig, 195-205.
- Fehr, M., 1989. Müllhalde oder Museum: Endstationen in der Industriegesellschaft. In: M. Fehr und S. Grohé, Hrsg. *Geschichte – Bild – Museum. Zur Darstellung von Geschichte im Museum*. Köln: Wienand, 182-196.
- Rathje, W.L. und Murphy, C., 1994. *Müll. Eine archäologische Reise durch die Welt des Abfalls*. München: Goldmann.
- Windmüller, S., 2004. *Die Kehrseite der Dinge. Müll, Abfall, Wegwerfen als kulturwissenschaftliches Problem*. Münster: LIT-Verlag.
- Windmüller, S., 2010. Trash Museums: Exhibiting In-Between. In: G. Pye, Hrsg. *Trash Culture. Objects and Obsolescence in Cultural Perspective*. Oxford: Lang, 39-57.

KATRIN KNICKMEIER, KATRIN SCHÖPS, ILKA PARCHMANN

- Bergmann, M., Collard, F., Fabres, J., Gabrielsen, G.W., Provenches, J.F., Rochmann, C.M., van Sebillé, E., Tekman, M.B., 2022. Plastic pollution in the Arctic. *Nature Reviews, Earth & Environment*, 3, 323-337. Online unter: <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00279-8>.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Hrsg., 2022. Plastic Pirates – Go Europe! Lehr- und Arbeitsmaterial für Lehrkräfte. 6. Auflage. Online unter: <https://www.plastic-pirates.eu/de/material/download>.
- Dittmann, S., Mederake, L., Kiessling, T., 2021. Die Plastikpiraten – Ein Citizen-Science-Projekt zur Erforschung der Müllverschmutzung von deutschen Flüssen. *Wasser und Abfall*, 23 (5), 26-30.
- Heinrich-Böll-Stiftung und Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Hrsg., 2021. *Plastikatlas. Daten und Fakten über eine Welt voller Kunststoff*. 6. Auflage. Paderborn: Bonifatius GmbH. Online unter: <https://www.boell.de/de/plastikatlas>.
- Kiessling, T., Knickmeier, K., Kruse, K., Gatta-Rosemary, M., Nauendorf, A., Brennecke, D., Thiel, L., Wichels, A., Parchmann, I., Körtzinger, A., Thiel, M., 2021. Schoolchildren discover hotspots of floating plastic litter in rivers using a large-scale collaborative approach. *Science of the Total Environment*, 789, 147849. Online unter: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147849>.
- Kruse, K., Kiessling, T., Knickmeier, K., Thiel, M., Parchmann, I., 2020. Can participation in a citizen science project empower schoolchildren to believe in their ability to act on environmental problems? In: I. Parchmann, S. Simon, J. Apotheker, Hrsg. *Engaging Learners with Chemistry. Projects to Stimulate Interest and Participation*. The Royal Society of Chemistry.
- Plastics Europe, 2021. Plastics – the Facts 2021: An analysis of European plastics production, demand and waste data. Online unter: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2021/>.
- Rathje, W.L. und Murphy, C., 2001. *Rubbish! The Archaeology of Garbage*. Tucson: University of Arizona Press.
- Weber, H., 2022. Unmaking the made: the troubled temporalities of waste. In: Z. Gilles und J. Lepawsky, Hrsg. *The Routledge Handbook of Waste Studies*. New York: Routledge, 88-102.
- Informationen zur Deep-Sea Debris Datenbank unter: <http://www.godac.jamstec.go.jp/catalog/dsdebris/e/index.html>.
- Informationen zum Projekt ‚Plastic Pirates – go Europe!‘ sowie Lehr- und Arbeitsmaterialien unter: <https://www.plastic-pirates.eu/de/>.

Impressum

»Wertvolle Abfallgeschichten – Wurzeln der Kreislaufwirtschaft«

© 2024 Einzelne Autorinnen und Autoren

Herausgegeben von Sidestone Press, Leiden
www.sidestone.com

Layout, Cover-Design und Bildbearbeitung: Petra Horstmann und Tine Pape, Kiel
Redaktion: Matthias Halle und Eileen Küçükkaraca, Kiel

Veröffentlichung des Exzellenzclusters ROOTS

Kontakt

Sprecher: Prof. Dr. Johannes Müller
johannes.mueller@ufg.uni-kiel.de

Wissenschaftliche Koordination: Dr. Andrea Ricci, PD Dr. Mara Weinelt
office@roots.uni-kiel.de

Adresse

Exzellenzcluster ROOTS
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Leibnizstr. 3
24118 Kiel, Deutschland
www.cluster-roots.org

ISBN/EAN Paperback: 978-94-6426-299-5
ISBN/EAN PDF E-book: 978-94-6426-300-8
DOI: <https://doi.org/10.59641/c1f7z8a9b0>

Veröffentlicht mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)
im Rahmen der deutschen Exzellenzstrategie – EXC 2150 ROOTS – 390870439.

ROOTS ist der Nachhaltigkeit verpflichtet. Die 'ROOTS Booklet Series' wird daher auf dem Recyclingpapier 'Circle Offset Premium White' gedruckt, das mit dem mit dem Zertifikat 'Blauer Engel' ausgezeichnet ist.

ROOTS
cluster of excellence

Gefördert durch
DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft

CAU

Kiel University
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel





Growing mountains of waste, decreasing resources and global environmental pollution confront us today with challenges of unprecedented dimensions. Against this background, interest in sustainable and resource-saving concepts is increasing; it is not uncommon to fall back on (supposedly) traditional approaches from times past. But what do we really know about the roots of the circular economy? What turns everyday objects into worthless rubbish, what turns others into highly sought-after objects? What actually is waste? Researchers from various disciplines in the humanities and natural sciences have joined forces to get to the bottom of these and similar questions in short stories. In them, they provide *en passant* or explicit insights into the broad spectrum of methods available to research today. The selected stories are loosely based on the authors' research projects, whereby emphasis was placed on bringing together different disciplinary perspectives. Moreover, it is noteworthy that all academic levels from Master's degree students to professors are represented. The result of these sometimes very different perspectives on seemingly everyday things leads to entertaining, sometimes surprising and often instructive insights that are quite intentionally thought-provoking about our world today.

Jens Schneeweiß

Co-Speaker of the Subcluster ROOTS of Conflict, Schleswig / Kiel

ROOTS
cluster of excellence

C | A | U
Kiel University
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

sidestonepress

ISBN: 978-94-6426-297-1



9 789464 262971 >