

F|A|N POST 2017

Mitteilungsblatt des Freundeskreises für Archäologie in Niedersachsen e.V.



■ Luftbildbefunden auf der Spur, weit über Niedersachsen hinaus

■ Symposium zum Römerlager in Wilkenburg

■ Archäologische Ausgrabung eisenzeitlicher Brunnen in der Trasse bei Nordhorn

■ Neue naturwissenschaftliche Untersuchungen an der Goldscheibe von Moordorf



gering, dass sie auch für kleinere Museen tragbar sind. Im Internet sind auch Bezugsquellen für Teststreifen zu finden, mit denen die Luftfeuchtigkeit in den Lagerbehältern bestimmt werden kann.

Probleme bei der Lagerung

Am besten werden Metallteile in dicht schließenden Metall- oder Glasbehältern aufgehoben. Hier kann kein Wasser hineinkommen. Kunststoffbehälter oder –beutel sind hingegen problematisch. Der Grund dafür ist der lockere Aufbau der Kunststoffe, der das Hindurchtreten von Atomen und Molekülen zulässt. Dadurch können Wasser, Sauerstoff und H-Ionen in den Behälter und damit an die Metalloberfläche gelangen, was zur Korrosion führt. Das Wasser geht hierbei nicht sichtbar durch den Kunststoff hindurch, sondern einzelne Wassermoleküle gehen in den Kunststoff hinein und kommen auf der anderen Seite wieder heraus.

Die Fachausdrücke für diesen Vorgang sind Diffusion bzw. Permeation. Zur Permeation durch einen Kunststoff kommt es, wenn auf der einen Seite eines Kunststoffes ein Stoff in höherer Konzentration vorhanden ist als auf der anderen. Das gilt auch für unterschiedlich hohe Luftfeuchtigkeit. Ursache dafür ist das Bestreben der Natur, Unterschiede auszugleichen.

Problem der Durchlässigkeit von Kunststoffen

Wie schnell Stoffe durch eine Kunststoffwand hindurchwandern können, hängt bei gleichem Druck auf beiden Seiten des Kunststoffteiles ab vom:

- Kunststoff,
- seiner Dicke,
- dem hindurchtretenden Stoff,
- den Konzentrationsunterschieden des Stoffes auf beiden Seiten des Kunststoffes und
- von der Temperatur.

Es gilt, dass je nach den Gegebenheiten in einem Kunststoffbehälter nach mehr oder weniger langer Zeit die gleiche Atmosphäre herrscht wie in seiner Umgebung. Mehrschichtfolien bzw. metallisierte Plastikfolien haben deutlich geringere Permeationsraten als reine Folien aus einem Kunststoff. Vor allem bei metallisierten Folien verzögert sich die Angleichung der Atmosphären beträchtlich, verhindert wird sie jedoch nicht. Die Aluminiumauflage ist zu dünn, um Permeation unmöglich zu machen.

Vorübergehende Lagerung von Fundstücken

Fundstücke werden in der Regel mit Wasser gereinigt. Dadurch ist der poröse Rost mit Wasser gesättigt. Bevor derartige Fundstücke eingelagert werden, müssen sie vollständig getrocknet sein, da sich sonst die Luftfeuchtigkeit in den Lagerbehältnissen (Plastiktüten) zunächst stark erhöht, bevor sie sich langfristig der Umgebungsatmosphäre angleicht. Die zunächst hohe Luftfeuchtigkeit begünstigt die Korrosion.

Einlagerung in Plastiktüten unter Schutzgas

Vielfach werden Fundstücke in Plastiktüten gelagert. Die Folien dieser Tüten sind ausgesprochen dünn, und damit ist ihre Schutzwirkung nur kurz. Auch die Füllung der Plastiktüten mit Schutzgas wie Stickstoff führt nur zu einer geringen Verzögerung der Korrosion. Der Stickstoff verdrängt zwar zunächst die Luft mit den korrosionsauslösenden Stoffen Wasser, Sauerstoff und H-Ionen. Da die Plastikfolien jedoch für diese Stoffe durchlässig sind, herrscht nach mehr oder weniger langer Zeit im Plastikbeutel die gleiche Atmosphäre wie in der Umgebung. Deshalb ist auch hier eine Zugabe von Silicagel sinnvoll.

Langzeitlagerung

Diese sollte möglichst in dicht schließenden Blechbehältern erfolgen, die ebenfalls Silicagel als Trocknungsmittel enthalten.

Ausstellungen

Die korrosionssicherste Ausstellung von Fundstücken erfolgt in dicht schließenden Glasvitrinen. Bei Glas gibt es praktisch keine Permeation. Dickwandige Vitrinen aus transparentem Kunststoff eignen sich ebenfalls, wenn sie einerseits dicht schließen und andererseits mit Trocknungsmitteln ausgestattet sind. Dies ist notwendig, weil auch dicke Kunststoffe korrosionsauslösende Stoffe hindurchlassen. Eine Kontrolle und gegebenenfalls ein Austausch des Trockenmittels ist allerdings immer notwendig. Bei größeren Vitrinen sollte das Trockenmittel in größeren Mengen an mehreren Stellen ausgelegt werden.

Zusammenfassung

Gut vor höherer Luftfeuchtigkeit geschützt, bleiben Eisenteile praktisch unendlich lange ohne Korrosion erhalten.

Manfred Rasche

Von falschen bronzezeitlichen Goldscheiben und echten Aurei

Im Rahmen eines universitären Projektes zur chemisch-metallurgischen Analyse bronzezeitlichen Goldes aus Niedersachsen geriet ein sehr prominentes Objekt unter Fälschungsverdacht. Die Goldscheibe von Moordorf, LK Aurich (**Abb. 1**), wird zu den herausragenden Goldobjekten aus der Frühphase der nordischen Bronzezeit (JACOB-FRIESEN 1931, HÄSSLER 2003) gezählt. Deshalb wurde und wird sie auch oft als Titelabbildung bei zahlreichen Publikationen verwendet.

Die Goldscheibe spielt zudem eine Schlüsselrolle in der Diskussion um die Echtheit der Funde von Bernstorf. Diese Goldfunde der späten Bronzezeit sollen einen Beleg für Kontakte zwischen Mykene und Südbayern darstellen. Es wird argumentiert, dass, wenn die Goldscheibe von Moordorf echt wäre, auch die Funde von Bernstorf echt sein müssten. Beide Goldfunde haben einen für die Bronzezeit ungewöhnlich hohen Goldfeingehalt von um die 99,9 %.



Abb. 1: Die Goldscheibe von Moordorf, Ldkr. Aurich.
Dimensionen: 14,5 cm Durchmesser, etwa 0,1 mm dick,
36,1 g Gewicht, um 99,9 % Goldanteil.
Foto: Leibniz-Universität Hannover

Da nur ein geringer Teil des bronzezeitlichen Goldes bis heute überdauert hat und untersucht werden darf, müssen zwangsläufig andere Vergleichsartefakte herangezogen werden. Hier bieten sich antike Goldmünzen an, da Münzen die vollständigste Urkundengattung der Antike darstellen. Vor allem römische Aurei sind geeignet, da sie ebenfalls aus sehr reinem Gold hergestellt wurden. Insgesamt wurden die Daten von mehreren hundert Aurei ausgewertet. Die Goldscheiben dürften im Feingehalt nicht viel reiner sein als die zeitlich jüngeren Aurei, die mit Hilfe der relativ hoch entwickelten römischen Metallurgie möglichst rein ausgebracht wurden.

Erst kürzlich wurden in Kalkriese acht Aurei gefunden (**Abb. 2**), welche mit untersucht und ebenfalls in den Vergleichspool einbezogen werden konnten. Mit einem Mittelwert von 99,3 % sind die Aurei aus Kalkriese weniger fein als die Moordorf-Goldscheibe. Wahrscheinlich wurden die Aurei in Lyon (Lugdunum) geschlagen, da der Goldgehalt typisch für Lyon ist.



Abb. 2: Zwei von acht Aurei aus Kalkriese.
Die Goldgehalte bewegen sich zwischen 98,9 und 99,7 % (pRFA), typisch für augusteisches Gold aus Lyon.
Foto: Osnabrücker Land

Nach den ersten Zweifeln an der Goldscheibe von Moordorf tauchten in den 1970-er Jahren vier weitere bronzezeitliche Goldscheiben auf, welche ein Bindeglied zwischen Moordorf und den anderen Goldscheiben der nordischen Bronzezeit darstellen. Diese vier Goldscheiben stammen aus dem Kunsthandel und werden als die „Grazer Scheiben“ (**Abb. 3**) bezeichnet. Sie wurden ebenfalls analysiert, um zu klären, ob sie echt sind. Bei allen angewendeten Analysen wurden dank des Einsatzes von modernsten Analysemethoden keinerlei Proben entnommen. Erst diese modernen Methoden rechtfertigen es, auch teure Kunstobjekte in größeren Mengen zu untersuchen.

Die Fundumstände der Goldscheibe von Moordorf um 1910 sind objektiv betrachtet dubios. Durch den Kunsthandel gelangte sie 1926 in das Provinzialmuseum Hannover. Zuvor lehnte das British Museum den Ankauf ab, weil sie zu teuer angeboten wurde. 1931 wurde vom Archäologen Jacob-Friesen die erste überlieferte Feingehaltsanalyse durchgeführt (JACOB-FRIESEN 1931). Sie ergab 99,87 % Goldgehalt. Dieser hohe Goldgehalt führte seitdem immer wieder zur Diskussion, ob die Scheibe wirklich einen bronzezeitlichen Ursprung besitzt. Deshalb wurde sie an der Universität Hannover AK Archäometrie erneut unter die Lupe genommen.

Die mikroskopische Analyse ergab, dass die Scheibe an zahlreichen Stellen Politur- und Schleifspuren aufweist, wie sie für moderne rotierende Schleif- und Polierwerkzeuge typisch

sind. Sie sind kaum mit historischen Werkzeugen erklärbar. Mit Hilfe der Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse (μ -RFA) wurde die Scheibe komplett gescannt. Dabei wurde eine modern vergoldete Silberlasche identifiziert. Die dunkle Patina auf der Goldscheibe ähnelt keiner typischen Patina von bronzezeitlichem Gold des Nordens.

Hierzu kann der Goldschatz von Gessel wertvolle Vergleiche liefern, da er die einzige archäologisch geborgene Deponierung aus Gold der europäischen Bronzezeit darstellt. Die Patina aller Objekte von Gessel entspricht nicht der an der Scheibe von Moordorf. Bei dieser konnten in der dunklen Patina lediglich Silikate, Eisenoxide, Calciumverbindungen, Schwefelverbindungen und Framboide nachgewiesen werden. Die Eisenoxide färben die Patina dunkel bis schwarz.

Eine weitere Auffälligkeit der Goldscheibe von Moordorf ist die Tatsache, dass bis auf einige Abplatzungen keine typischen Alterungsspuren gefunden werden konnten, wie bei dem Goldschatz von Gessel. Auffällig ist auch der hohe Goldgehalt



Abb. 3: Die vier „Grazer“ Goldscheiben, stilistische Bindeglieder zwischen Moordorf und anderen Goldscheiben.

Große Scheibe (70,89 g, 17,4x16,9 mm, 150-180 μ m dick), mittlere Scheibe (16,93 g, 83,4x95,6 mm, um 170-180 μ m dick), Scheibe mit Riss (17,22 g, 83,8x97,9 mm, 160-200 μ m dick) und kleine Scheibe (7,18 g, 58,5 mm, 150-170 μ m dick). Foto: NLD/Minkus

der Scheibe von Moordorf von etwa 99,9 %. Insgesamt kann man Goldgehalte von über 99 % zwar als atypisch für die Bronzezeit einstufen, jedoch sind sie metallurgisch nicht gänzlich unmöglich. Mit Hilfe der Zementation können hohe Reinheiten erzielt werden. In griechischer Zeit sowie im antiken Orient wurde die Zementation häufig eingesetzt, was die hohen Goldreinheiten in der Analysedatenbank belegen. Für die Bronzezeit gibt es dagegen noch keinen eindeutigen Beleg. Nach dem ersten Aufreinigungsschritt der Zementation kann je nach Prozessdauer ein Goldgehalt von etwa 98,6 % bis 99,2 % erreicht werden, was etwa dem späteren Dukatenstandard von 986/1000 entspricht. Bereits die Römer wendeten ähnliche Verfahren bei der Fabrikation ihrer Aurei an, wodurch Goldgehalte bis zu etwa 99,8 % erzielt werden konnten. Deshalb bieten sich Aurei als Vergleichsobjekte an.

Aus der Auswertung antiker Goldmünzfunde und ihrer geschätzten Prägezahlen wissen wir, dass max. 1 % (häufig sogar <0,01 %) der antiken Goldprägung bis heute überdauert haben. Das sind aber immer noch ausreichend für genügende Vergleichsmessungen. Der Spurenelementfingerabdruck des Goldes ist ein wichtiges Argument für die Entscheidung, ob das verarbeitete Gold bronzezeitlich oder neuzeitlichen Ursprungs

ist. Hierfür ist eine Vergleichsdatenbank unerlässlich. In Hannover wurde in den letzten 10 Jahren eine Datenbank mit über 5000 analysierten Objekten aufgebaut, von denen knapp 1500 Goldobjekte sind. Der Schwerpunkt der Objekte liegt in der Antike. Hier sind besonders Aurei des Römischen Reichs, griechische und keltische Statere relevant. Die Schwankungsbreiten der Spurenelemente, welche typisch für antike Goldlegierungen hoher Feinheit sind, sind in der Grafik als gelbe Balken dargestellt (Abb. 4). Gemessen wurde mit Laserablation-Massenspektrometrie (213 nm ns-LA-ICP-QMS).

Der Kupfer- und Silbergehalt der Moordorfer Goldscheibe liegt so niedrig wie für keine andere Goldlegierung der Antike. Selbst für die Zementation sind die Kupfergehalte zu niedrig, was die Anwendung dieser Methode hier als unwahrscheinlich erscheinen lässt. Derartig niedrige Gehalte von Kupfer und Silber lassen sich nur durch moderne Aufreinigungsverfahren einstellen. Lediglich Blei, Platin und Zinn liegen in Bereichen, welche auf historisches Gold hindeuten. Alle übrigen Spurenelemente liegen so niedrig, dass sie ein sehr reines Gold ausweisen. Die erhöhten Platingehalte deuten auf eine Goldlegierung Anfang des 20. Jhs. hin, da damals Platin noch nicht vollständig aus dem Gold extrahiert wurde, weil dies zu aufwendig war. Antikes Gold kann jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Ähnlich verhält es sich mit den vier Grazer Goldscheiben. Zwar ähneln sie mit etwa 82 % Gold und 17 % Silberanteil bronzezeitlichem Gold, die Spurenelemente deuten jedoch auf eine moderne Gold-Silber-Legierung. Es sind einfach zu geringe Spurenelementgehalte zu verzeichnen. Aurei weisen z.B. deutlich mit Spurenelementen verunreinigtes Gold auf. Am Ringbeschleuniger DESY in Hamburg wurden von den Grazer Goldscheiben Diffraktometrieaufnahmen erstellt, welche eine Unterscheidung zwischen gewalztem und gehämmertem Blech erlauben. Gewalztes Blech gilt für die Bronzezeit als unmöglich. Die Ergebnisse lagen zu Redaktionsschluss nicht vollständig vor und werden wohl letzte Zweifel an der Herstellung ausräumen.

Seit ihrem Ankauf Anfang des 20. Jhs. wird die Goldscheibe von Moordorf als bedeutendes Objekt der nordischen Bronzezeit publiziert und diskutiert.

Die neueren Materialanalysen bestätigen den über Jahrzehnte diskutierten Fälschungsverdacht. Die Scheibe weist mit Punzieren, Treiben, Schleifen und Polieren eine Vielfalt von Herstellungstechniken auf, welche einzigartig für die Bronzezeit wären. Allein diese Technikvielfalt ist überraschend.

Hammerspuren konnten nicht nachgewiesen werden, weshalb das Gold gewalzt sein könnte. Die Summe der Ergebnisse lässt schlussfolgern, dass die Goldscheibe von Moordorf mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit eine Fälschung ist.

Beim Moordorf-Workshop am 20.2.2016 im Landesmuseum Hannover wurden diese Ergebnisse vorgestellt und diskutiert. Die beiden anwesenden Landesarchäologen aus Niedersachsen und Sachsen-Anhalt stimmten zu, dass die Scheibe nicht mehr als echt zu betrachten sei. Die vier Grazer Goldscheiben, welche als Bindeglied dienen, scheinen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ebenfalls von Moordorf inspirierte moderne Fälschungen zu sein. Alle Scheiben weisen im Vergleich zu z.B. römischen Aurei, wie sie in Kalkriese gefunden wurden, zu wenige verunreinigende Spurenelemente auf. Die Goldscheiben sind deshalb aus naturwissenschaftlicher Sicht als moderne Fälschungen des 20. Jahrhunderts zu klassifizieren.

Robert Lehmann, Hans-Jörg Schmidt, Jens Kummerfeldt, Daniel Fellenger, Georgios Avraam

Literatur

HÄSSLER, Hans-Jürgen 2003: Frühes Gold. Ur- und frühgeschichtliche Goldfunde aus Niedersachsen. Oldenburg 2003, 25–28.
 JACOB-FRIESEN, Karl Hermann 1931: Die Goldscheibe von Moordorf und ihre britischen und nordischen Parallelen. In: Herbert Kuhn (Hrsg.), Jahrbuch für prähistorische & ethnographische Kunst. de Gruyter 1931.
 LEHMANN, Robert/ FELLENGER, Daniel/ VOGT, Carla 2014: Modern metal analysis of Bronze Age gold in Lower Saxony by using laser ablation mass spectrometry. In: H. Meller, R. Risch, E. Pernicka: Metalle der Macht - Frühes Gold und Silber, Metals of power - Early gold and silver. Halle 2014, 237–246.

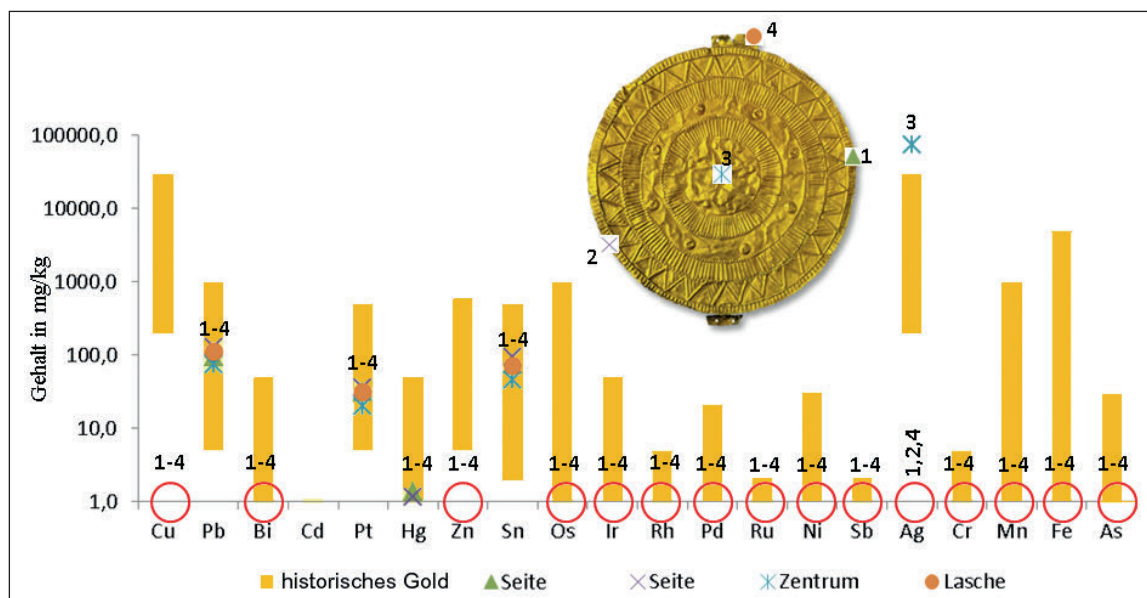


Abb. 4: Schwankungsbreite von antiken Goldlegierungen (Großteil Aurei) hoher Feinheit (gelbe Balken) und verschiedene Messstellen an der Goldscheibe von Moordorf im Vergleich. Die roten Kreise symbolisieren sehr geringe Werte für die Goldscheibe, welche an der Nachweisgrenze der Methode Laserablation-Massenspektrometrie sind, also nicht sicher nachgewiesen werden konnten. Die Goldscheibe zeigt keine hinreichende Übereinstimmung mit antiken Goldlegierungen, z.B. den Aurei. Im Zentrum ist eine Kontamination mit Silber erkennbar, offenbar eine Lötcontamination. 100 mg/kg entsprechen 0,01 Gew-%. Grafik: R. Lehmann