

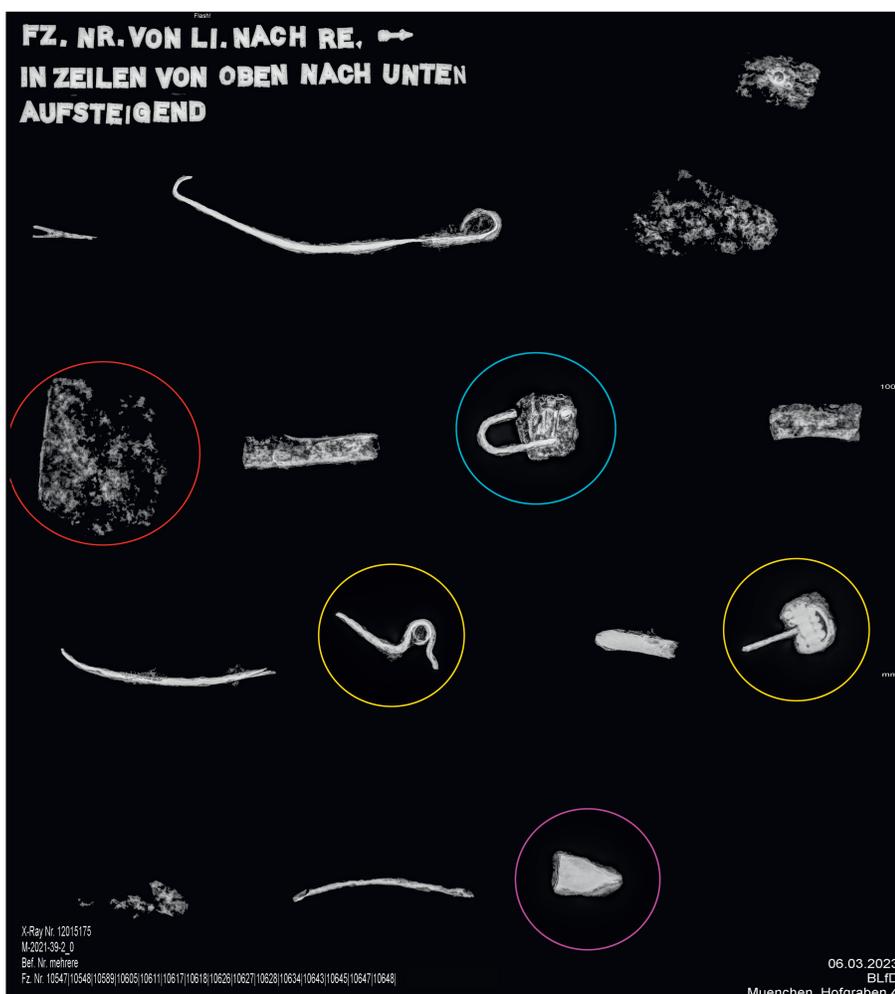
# Neue Ergebnisse aus dem eisenzeitlichen Oppidum Manching, Lkr. Pfaffenhofen

## Einblicke in die Erfassung, Untersuchung und konservatorische Versorgung der Funde am Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege

Das Bayerische Landesamt für Denkmalpflege (BLfD) hat ein umfassendes Konzept zum Umgang mit archäologischen Funden, den sogenannten beweglichen Bodendenkmälern, entwickelt. Dieses Konzept beinhaltet die Festlegung von Zielen, den Umfang sowie die Methoden zur Erfassung und Erhaltung aller Funde, um sie wissenschaftlich zu bewerten und in einen stabilen und langfristig lagerfähigen Zustand zu überführen. Dadurch wird sichergestellt, dass das kulturelle Erbe bewahrt und geschützt wird.

Die Untersuchung aller Bodenfunde aus Metall mittels Röntgen stellt dabei einen vom BLfD angestrebten Standard in Bayern dar. Das BLfD betreibt dafür Röntgenanlagen an den Dienststellen in München und Bamberg.

Bei archäologischen Ausgrabungen in den Jahren 2021–2024 in der latènezeitlichen Siedlung von Manching waren die großen Mengen an Metallfunden eine Herausforderung, da sie mittels Röntgenprospektion aufwendig erfasst, untersucht und danach konserviert werden mussten.



### Von der Fundbergung über die Funderfassung zur Konservierung

- Funderstdokumentation in situ und Fundbergung
- Röntgenprospektion aller Metallfunde durch das BLfD
- Beurteilung der wissenschaftlichen Bedeutung und Zuordnung (chronologische Relevanz, Leitbefund etc.) auf Basis der Röntgenaufnahmen
- Konzept zur Fundkonservierung und ggf. zur Funduntersuchung
- Fundreinigung und -konservierung
- Untersuchung einzigartiger und wissenschaftlich bedeutender Funde

Für den Erhalt archäologischer Metallfunde, insbesondere der sehr gefährdeten Eisenfunde, ist die Aufbewahrung in Klimaboxen unmittelbar nach der Ausgrabung essenziell: Bei Werten der relativen Luftfeuchte (rF) unterhalb von 12 % rF innerhalb der Box stagniert die Metallkorrosion.

Der erste Schritt bei der Funderfassung, bzw. auch später bei der Untersuchung, ist eine Röntgenaufnahme des Objektes. Sie dient dazu, den tatsächlichen Zustand eines Fundstücks festzustellen, und liefert Informationen zur Fundansprache, zum Material, zur Datierung und zur Funktion. Die Röntgenaufnahme ist ein wichtiges Mittel bei der Funderfassung und Basis für eine effektive Arbeitsplanung im Hinblick auf den konservatorischen Umgang mit den Funden.

Die Gesamtheit der in den Jahren 2021–2024 im Oppidum geborgenen Metallfunde, 15268 Fraktionen, wurden vor der Fundreinigung und Konservierung im BLfD München geröntgt. Hierfür wurden die Objekte sortiert, priorisiert und dann in Sammelaufnahmen erfasst. Die Röntgenaufnahmen wurden zusammen mit den Fund-Metadaten für externe Firmen (Grabung und Restaurierung) zum Download bereitgestellt. Die Gesamtzahl der Röntgenaufnahmen beträgt 2034.

Wissenschaftlicher Mehrwert durch Röntgenprospektion – Beispiel einer Sammelaufnahme mit Farbcodierung:

- Bezeichnung bekannt: Nadeln einer Schließe, sog. Fibelnadel mit Feder
- Datierung abweichend: modernes kleines Bügelschloss
- Zuordnung klar: Eisenrest der wohl nach der Fertigstellung des geschmiedeten Objekts als Überstand abgetrennt (abgeschrotet) wurde
- Erhaltungszustand eindeutig: vollständig korrodiertes Eisenblechfragment (somit keine Konservierung notwendig)

## Schlaglichter – wissenschaftlich bedeutsame Funde im Kontext der Metallverarbeitung

Im Oppidum vorgefundene Häufungen an Metallobjekten, der Metallverarbeitung zuzuordnende Werkabfälle und sonstige Werkspuren sind Indikatoren für Werkstätten. Fundinventare solcher Befunde wurden im BLfD mittels Röntgenuntersuchung und Teilfreilegung hinsichtlich Herstellungstechnik und -geschichte sowie zur Materialbestimmung untersucht. Die Interpretation und Dokumentation der Werkspuren liefert zusätzliche Informationen zu den im archäologischen Befund angezeigten Standorten von Werkstätten und dem Recycling von Alteisen.

Neben mehr als 200 untersuchten Funden aus Kontexten der Metallverarbeitung wurden auch Funde aus Keramik und organische Funde (z. B. Knochen, Geweih, Fischwirbel und Bernstein) im BLfD untersucht und konserviert.



Bronzene Kriegerstatuette, Vorzustand

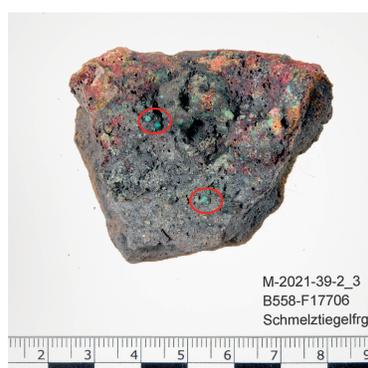
Röntgenbild

Rekonstruktion der Gussform



Kriegerstatuette nach der Reinigung und Teilfreilegung der originalen Oberfläche

Fragment eines Bronzegußtiegels mit leicht eingezogenem Rand und Gußspeiseresten, durch Hitzeeinwirkung sehr stark verschlackt. Durch die Reaktion von Quarz mit Metallen und Flussmitteln hat sich im Laufe des Schmelzprozesses eine glasartige Schicht an der Tiegelninnenseite als rötliche (Eisenoxide) und hell- bis mittelgrüne (Kupferoxide) „Glasur“ abgelagert. Von der letzten Gusscharge sind Bronzespritzer und kleine verschlackte Bronzeklumpen und größere, kugelförmige Bronzetröpfchen an der Tiegelninnenseite zurückgeblieben.



Tüpfelplattenfragmente (Auswahl)



Ein winziges Goldtröpfchen (Durchmesser 0,3 mm) am Muldenrand eines Tüpfelplattenfragments lässt auf die Prägung von Goldmünzen im Oppidum schließen.

### Der Bronzekrieger

Das Oppidum von Manching ist als Fundort bemerkenswerter Menschendarstellungen bekannt. Allerdings handelt es sich dabei überwiegend um Lesefunde ohne Befundzusammenhang. Die kleine Statuette wurde in einem Graben gefunden, der eine Parzellengrenze oder der Begleitgraben einer Straße gewesen sein könnte. Der Befund kann anhand der zugleich geborgenen Keramik in das 3. Jh. v. Chr. datiert werden – also in die Siedlungszeit des Oppidums.

Mit Hilfe der Röntgenuntersuchung, der instrumentellen Metallanalyse, der technologischen Untersuchung und der Teilfreilegung der originalen Oberfläche konnten Rückschlüsse auf den Erhaltungszustand sowie die Herstellung der Statuette gezogen werden. Wie bereits im Röntgenbild erkennbar wurde, verbarg sich unter einer Kruste aus Kupferkorrosionsprodukten und Sediment ein, im Bronzevollguss hergestellter, detailliert ausgearbeiteter keltischer Krieger im Ausfallschritt mit Schild und Schwert. Neben der äußeren Gestalt lieferte das Röntgenbild Informationen zur gusstechnischen Herstellung der Figur. Durch die nach der Oberflächenfreilegung zugänglichen Details lässt sich das Gussverfahren bis hin zur Rekonstruktion der Gussform bestimmen.

### Schmelztiegel für den Bronzezuguss

Zahlreiche Keramikfragmente mit grünen Anhaftungen legten die Vermutung nahe, dass es sich um Teile von Guss- bzw. Schmelztiegeln handelt, in denen Bronze – eine Kupfer-legierung mit den Hauptbestandteilen Kupfer und Zinn – geschmolzen wurde. Mit Hilfe der makro- und mikroskopischen Untersuchungen der Fragmente ließ sich neben der Form und ungefähren Größe der Schmelztiegel anhand der Gusspeisereste (Kupferoxide, Bronzetröpfchen) das darin erschmolzene Metall nachweisen.

### Münzproduktion (Edelmetallverarbeitung)

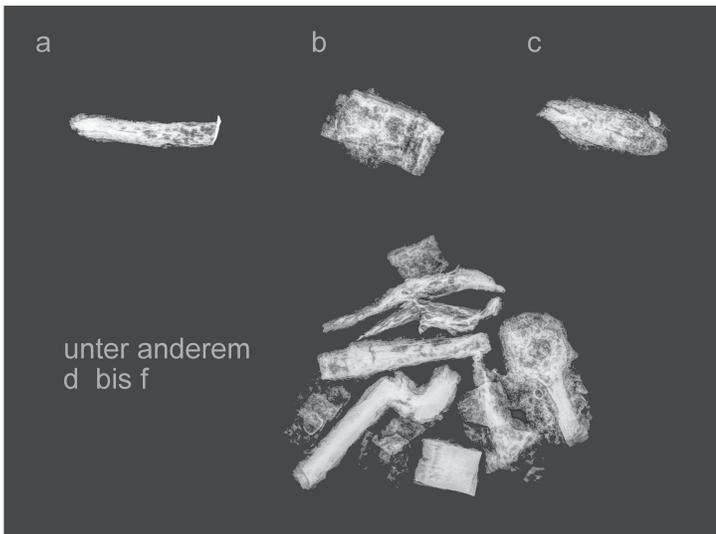
Bei den spätlatènezeitlichen sogenannten Tüpfelplatten handelt es sich um flache Platten aus gebranntem Ton mit runden, kühlenförmigen Vertiefungen, in denen Metall zur Gewinnung von Rohlingen für die Münzprägung geschmolzen wurde. Die in den Tüpfelplatten hergestellten, zumeist linsenförmigen Zwischenprodukte werden als Rohlinge bezeichnet. In einem weiteren Arbeitsschritt wurden diese durch Planierung für die Prägung vorbereitet. Diese Metallscheiben nennt man Schrotlinge. Mit Hilfe der makro- und mikroskopischen Untersuchungen ließen sich Rückschlüsse auf Herstellung und Verwendung der Tüpfelplatten ziehen, sowie, anhand winziger Partikel auf einzelnen Fragmenten, die Edelmetall- und Bronzeverarbeitung nachweisen.



In der Sedimentprobe sind hohlkugelförmige Partikel mit kreisförmigen Öffnungen auffällig, welche als Ausgasungsporen interpretiert werden können. Beim Eisenverhütten oder Schmiedeschweißen entstehen durch Hammerschläge und dem damit einhergehenden Herauspressen und Erstarren des „flüssigen“ Eisens kugelförmige Metallpartikel.



Spitzbarren mit einem schmalseitig löffelförmig ausgeschmiedeten und einem abgebrochenen Ende – Handelsgut und Ausgangsprodukt für die schmiedetechnische Herstellung von Waffen (z. B. Schwertern), Alltagsgegenständen (z. B. Scheren) und Schmuck (z. B. Fibeln)



Formlose, stangen- und streifenförmige Schmiedeabfälle, wohl zu Recyclingzwecken zusammengetragen

## Eisenhaltige Sedimentprobe

Die Untersuchung eisenhaltiger Partikel aus dem Sediment eines oppidumszeitlichen Brunnens legte die Vermutung nahe, dass es sich um Reste eines Eisenverhüttungs- oder Schmiedeplatzes handeln könnte, da im Bereich der Siedlung und der Fundstelle Metallverarbeitung nachgewiesen werden konnte. Mit Hilfe der makro- und mikroskopischen Untersuchungen, ergänzt durch element- und materialanalytische Untersuchungen des BLfD-Zentrallabors konnte die Entstehung der eisenhaltigen Partikel erklärt werden. Die Ergebnisse deuten insgesamt darauf hin, dass die Partikel im Zusammenhang mit Hochtemperaturprozessen bei der Eisenverhüttung – dem Prozess bei dem Eisen aus Eisenerz gewonnen wird – oder dem Schmiedeschweißen entstanden sind.

## Lanzettförmiger Spitzbarren (Typ „Manching, Oppidum“)

Anhand der Röntgenuntersuchung sowie der Teilfreilegung der Barrenoberfläche ließen sich Form und Bearbeitung des Eisenbarrens rekonstruieren. Das löffelförmige Ende wurde wohl zur Qualitätsprüfung schmalseitig ausgeschmiedet. Dem erfahrenen Schmied genügen wenige Hammerschläge, um die Qualität des Eisens anhand der Härte und dem Glühverhalten zu prüfen, und um zu beurteilen, ob es sich eher um Eisen oder um Stahl handelt. Das gegenüberliegende Ende des Barrens wurde offensichtlich abgetrennt, vermutlich um daraus ein kleines Messer oder Schmuckstück zu schmieden. Es weist das typische Bild eines sogenannten Sprödbruchs auf (auch Trennbruch, Spaltbruch oder Gewaltbruch), wie er z. B. beim gezielten Abtrennen massiver Eisenquerschnitte entsteht.

## Unförmige Eisenfragmente (Abfälle/Recycling/Halbzeug?):

Die in großen Mengen aufgefundenen formlosen oder stangen- bzw. streifenförmigen Metallstücke können als Schmiedeabfälle oder -reste interpretiert werden. Die Fragmente a, b und e weisen an jeweils einem Ende die typischen Werkspuren des Abtrennens mittels Meißel (Abschroten) auf. Ebenso wie die Fragmente c, d und f handelt es sich um Eisenfragmente, die nach der Fertigstellung geschmiedeter Objekte als Überrest abgetrennt wurden. Möglicherweise sind die enormen Konzentrationen solcher Eisenfragmente darauf zurückzuführen, dass diese aus verschiedenen Zusammenhängen gesammelt und zu Recyclingzwecken aufbewahrt wurden.