

**Zeitschrift:** Jahresbericht / Schweizerisches Landesmuseum Zürich  
**Herausgeber:** Schweizerisches Landesmuseum Zürich  
**Band:** 103 (1994)

**Rubrik:** Forschung und Entwicklung

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Forschung und Entwicklung

In der Sektion Konservierungsforschung und Technologie gab es verschiedene ernstzunehmende Kritiken und Beobachtungen bezüglich statischer Stabilität und erhöhter Korrosionsanfälligkeit von plasma-restaurierten und plasma-konservierten archäologischen Metallobjekten. Anlass zur Ueberprüfung sowohl der bisher angewandten Arbeitsmethode als auch der Auslese der zu behandelnden Objekte. Es wurden eingehende Versuche des Reaktionsverhaltens von Metallgegenständen im Plasma durchgeführt, mit der Absicht, den reduzierenden Angriff des aktivierten Wasserstoffs auf die Metalloberfläche zu erforschen. Speziell handelt es sich um den Grenzbereich zwischen den verschiedenen Oxidenphasen und dem meist nur noch rudimentär vorhandenen Eisenkern. Das Ziel dieser Untersuchungen, die in enger Zusammenarbeit mit dem Polytechnikum in Nancy (Institut National Polytechnique de Lorraine, Ecole des Mines de Nancy) erfolgten, war immer die effiziente Rückfindung der möglichst unversehrten originalen Oberfläche des Objektes.

Die stets nach jeder Plasmabehandlung durchgeführten Chloridanalysen bestätigten die These, dass im Reaktionsprozess nur ein kleiner Teil der Gesamtchloride zu gasförmigem Chlorwasserstoff umgesetzt wird; der verbleibende, grössere und korrosionsverantwortliche Rest bleibt entweder in den Tiefen der Oxidkrusten haften oder wird in den oberen Schichten in wasserlösliche Verbindungen (Eisenchloride, Eisenhydroxidchloride) umgewandelt. Dies erfolgt durch Umsetzung der chloridhaltigen Akaganeitphase in eine amorphe Eisenhydroxidphase oder in die bekannte Hämatitphase. Ob diese Umwandlung der Akaganeitphase durch rein thermische Einwirkung erfolgt, oder ob die Teilreduktion der erwähnten Eisen(III)-Spezien zu Magnetit durch den aktiven Wasserstoff dabei auch eine Rolle spielt, steht noch offen und bedingt noch weitere und genauere Grundlagenforschung. Der angesprochene lösliche Teil des Chlorides kann nachträglich mit deionisiertem Wasser oder einer basischen Sulfatlösung gut und schnell ausgewaschen werden. Bei einer wiederholten Behandlung im Wasserstoff-Plasma erfolgt erneut, je nach totalem Chloridgehalt im entsprechenden Objekt, eine Ausschüttung löslicher Chloride, so dass der Entsalzungsprozess durch stete Wiederholung der Behandlung fortgesetzt und der Salzgehalt sukzessive verkleinert werden könnte. Die sich dabei verschlechternde Stabilität des oft sehr fragilen Objektes und die dazu notwendige Zeit setzt uns bei diesem Vorgehen Grenzen.

Die Erwartungen an eine gleichzeitige Konservierung im Prozess muss deshalb an dieser Stelle nochmals deutlich korrigiert werden. Die Stärke und der grosse Vorteil der Wasserstoff-Plasmabehandlung von archäologischen Metallgegenständen gegenüber der konventionellen rein mechanischen Methode liegt in der schnellen und effizienten restauratorischen Freilegung der originalen Oberfläche. Das sukzessive Abschälen der teilstoxidierten Kruste am Objekt erfolgt ohne allzu grosse mechanische Beanspruchung. Auch grosse Mengen von Objekten können so in relativ kurzer Zeit behandelt werden. Der konservierende Effekt, basierend auf der Chloridentfernung und der Anlagerung von passivierenden Schutzschichten (Nitrit, Cementit) ist hingegen eher gering. Das behandelte Objekt muss entweder zusätzlich entsalzt oder mit einer feuchtigkeits- und sauerstoffundurchlässigen, transparenten Wachsschicht überzogen werden, sofern man es nicht in einer konstanten klimatisierten Umgebung aufbewahren kann.

Eine weitere Überprüfung der einzustellenden Parameter, insbesondere aber die Auswirkung der Gaszusammensetzung (Wasserstoff, Methan, Stickstoff, Argon) auf die behandelten Objekte bei einer bestimmten Temperatur und die gleichzeitige Qualitätskontrolle der Konservierung ist im Gange. Dabei hilft uns die kontinuierliche Registrierung und digitale Erfassung der Messdaten mittels Kleinrechner. Die bis jetzt erhaltenen Ergebnisse dürften zu noch differenzierterer und objektspezifischer Arbeitsweise führen, um optimale Freilegungsbedingungen der originalen Oberfläche bei minimalen Strukturschäden zu erreichen.

Im Laufe des Umzugs der Plasma-Anlage von der Konradstrasse ins ORION-Gebäude wurde die elektromagnetische Abstrahlung des plasmainduzierenden Radiofrequenzgenerators in der nahen Umgebung im Raum gemessen, um die Effizienz des schützenden Faradaykäfigs zu testen. Die detaillierten Messergebnisse wurden zur Verbesserung des Käfigs genutzt, um so die notwendige Abschirmung durch technische Änderungen (Abbau von elektrischen Widerständen am Käfig) wesentlich zu erhöhen. Ebenfalls wurden bei dieser Neuinstallation der Apparatur alle sicherheitstechnischen Belange genauestens überprüft und die möglichen, abschätzbaren und noch offenen Risiken mit arbeitsintensiven und technisch aufwendigen Warn- und Ausschaltvorrichtungen auf ein Minimum reduziert.

Im Bereich der Nassholzkonservierung sind dieses Jahr die Versuchsreihen über die Verwendung von Rübenzucker zur Konservierung von Hölzern kleiner Dimensionen abgeschlossen worden. Die dafür notwendigen Arbeitsbedingungen liegen vor, und die Konservierung

mit dieser Methode ist, mit den angegebenen Einschränkungen, anwendungsreif. Eine endgültige Beurteilung der Ergebnisse bezüglich Haltbarkeit, Dimensionsveränderung, Farbe und Abbau ist aber erst nach Jahren der Lagerung und Ausstellung möglich; die Chancen für ein positives Ergebnis stehen gut. Für die Anwendung der Saccharose für Hölzer grösserer Dimensionen (über 50 kg) sind die Experimente noch im Gange; sie werden in Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Museen gemacht. Dabei werden auch die traditionellen Methoden mit der neuen Konservierungsart verglichen.

Die Methode der zerstörungsfreien Elementenanalyse mit Hilfe der Röntgenfluoreszenz (RFA) erfuhr durch computergestützte technische Ergänzungen eine wesentliche Verbesserung. Insbesondere wurden die Steuerung und die Messdatenerfassung neu programmiert. Damit wurde die Handhabung automatisiert und die komplexe Auswertung der anfallenden Datenmenge stark vereinfacht. Neben den üblichen routinemässigen Analysenarbeiten evaluierten wir mit der RFA-Anlage auch neue Goldmessstandards, die bei detaillierten Goldanalysen am Erstfelder Goldschatz zur Anwendung kamen.

In Zusammenarbeit mit der Sektion Archäologie und im Umfeld der dort gemachten Erfahrungen der Erforschung alter Methoden der Verhüttung wurden diverse Schlacken und Verhüttungsrückstände zur Ermittlung der Zusammensetzung analysiert. Nach einem aufwendigen chemischen Aufschluss des Analysematerials wurden mittels der Methode der Atomabsorption (AAS) die enthaltenen Elemente quantitativ bestimmt.

Die optischen metallspezifischen Untersuchungsmethoden, insbesondere für Buntmetalle und Schlacke, sind ausgebaut und verbessert worden: es ist uns jetzt möglich, entsprechende Metallanschliffe selbst zu präparieren. Zur Ermittlung der Kristallisationsformen und zur Erforschung früherer Schmelztechniken, ebenfalls in Zusammenarbeit mit dem Projekt der Experimentellen Archäologie, wurden Anschlüsse von Metallen und Schlacken unter dem Lichtmikroskop untersucht. Dabei erwies sich die Arbeit auf dem automatisch umgesetzten Videobild für die erste Uebersichtsbeurteilung als äusserst nützlich. Aufträge für die prioritären Grossprojekte Forum der Schweizer Geschichte, Kulturgeschichtlicher Rundgang in Zürich und Schloss Prangins haben im Berichtsjahr, vor allem in der Mikrochemie, bereits angefangene, grundlegende Arbeiten leider verzögert. Auch die ebenfalls notwendigen und wichtigen Arbeiten für öffentliche Institutionen gestalteten sich deshalb schwierig. Trotz dieser verstärkten Belastung sind wir bemüht, andere Museen in den Bereichen Analytik, Konservierung und Klima zu beraten und Auskünfte zu erteilen.

## Personelles

Nach einer für heutige Begriffe langen Dienstzeit von 40 Jahren ist Herr Jürg Elmer in den Ruhestand getreten. Zunächst je zur Hälfte für die Restaurierung und Konservierung der Skulpturen und für die Ur- und Frühgeschichte tätig, arbeitete er bald ganz im archäologischen Bereich und bildete sich als Fachhörer an der Universität und der ETH in den Gebieten Chemie und Physik weiter, zu einer Zeit, als die Chemisch-physikalische Abteilung am Museum noch nicht bestand. Die Umsetzung der Gefriertrocknungsmethode für die Zwecke des ur- und frühgeschichtlichen Ateliers am Museum und der Aufbau des Rufes unseres Hauses für diese Domäne sind mit sein Werk. Daneben wirkte er an unzähligen Grabungen mit, und in den 80er Jahren folgte, ähnlich wie damals im Bereich Gefriertrocknung, die Beschäftigung mit der neu aufgekommenen Plasmakonservierungsmethode von Metallfunden. Die Installierung der Anlage im Museum und die laufende Verfeinerung und Weiterentwicklung des Verfahrens haben Jürg Elmer in den letzten Jahren stark beschäftigt. Als einem Mann der Praxis verdankt das Museum seiner langen Tätigkeit viele greifbare und weiterwirkende Ergebnisse.

Nach 22jähriger Dienstzeit hat auch Herr Hans Obrist seinen Ruhestand angetreten. Als Papierrestaurator oblag ihm die restauratorische Betreuung der umfangreichen Bestände der Graphik-Sammlung. Dieser Aufgabe kam er mit der ihm eigenen Sorgfalt und Ge-wissenhaftigkeit nach. Umfangreiche Konvolute wie die Graphikbestände auf Schloss Wildegg wurden von ihm bearbeitet. Er hat bei vielen Ausstellungen mitgewirkt, zuletzt bei der Ansichtskartenausstellung im Wohnmuseum Bärengasse, wo an die 2000 Ansichtskarten zu montieren waren. Herr Obrist war ein guter Ausbildner und hat auch mit Demonstrationen zu Druckverfahren jahrelang zum Jugendlager beigetragen.

Was wäre unser Museum ohne die Damen und Herren, die jahraus jahrein die Reinigungsarbeiten in gegen 200 zum Teil stark beanspruchten Räumen leisten. Wir danken den 1994 pensionierten Damen Eva Isler und Olga Puderka für ihren Einsatz, der auch viel Sinn für das Museum und seine Ausstellungen verlangt.

Den Abgängen entsprechen mehrere Eintritte, zum Teil auf Stellen, die vakant oder schon längere Zeit vorgesehen waren. Es sind dies die Damen Nelly Braure als Assistentin für das Projekt Prangins, Angelika Condrau als Assistentin im Bereich Öffentlichkeitsarbeit, Frau Monica Iseli im Direktionstab, Frau Regina Osterwald im Bereich Personal und Finanzen und Frau Katharina