

Zeitschrift:	Zeitschrift für schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte = Revue suisse d'art et d'archéologie = Rivista svizzera d'arte e d'archeologia = Journal of Swiss archeology and art history
Herausgeber:	Schweizerisches Nationalmuseum
Band:	43 (1986)
Heft:	2
Artikel:	Anwendung einer neuen plasmachemischen Methode zur Freilegung und Konservierung einer Handfeuerwaffe aus der Burgruine Freienstein
Autor:	Stanislav Vepek / Elmer, Jörg Th.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-168784

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: 15.01.2026

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

Anwendung einer neuen plasmachemischen Methode zur Freilegung und Konservierung einer Handfeuerwaffe aus der Burgruine Freienstein

von STANISLAV VEPŘEK und JÖRG TH. ELMER

1. Einführung

Im Laufe der letzten zwei Jahre wurde am Anorganisch-chemischen Institut der Universität Zürich eine neue Methode für die Eisenkonservierung mit Hilfe eines Niederdruck-Wasserstoffplasmas entwickelt.¹ In Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Landesmuseum wurde diese Methode mit einem bemerkenswerten Erfolg bei über zweihundert Objekten aus verschiedenen Epochen und Fundorten angewendet. Über einige Beispiele wurde bereits berichtet.²⁺³ In der Zwischenzeit entwickelte sich eine intensive Zusammenarbeit mit weiteren Museen in der Schweiz sowie im Ausland.

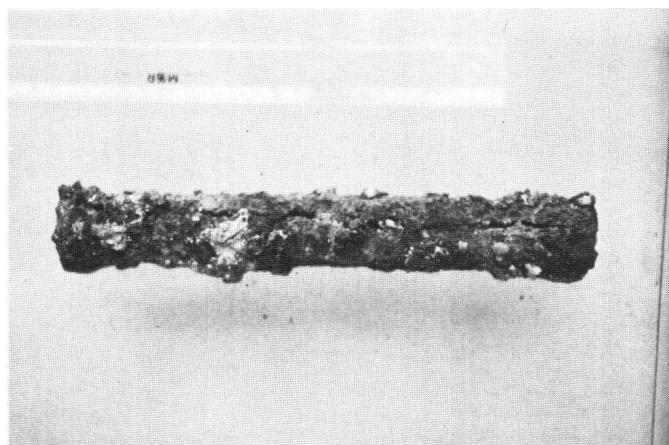
Die Methode basiert auf einer plasmachemischen Behandlung des Objektes in einer elektrischen Hochfrequenzentladung im Wasserstoff (Druck etwa 1 Torr, Temperatur weniger als 400 °C). Verglichen mit den konventionellen Methoden bieten sie die folgenden Vorteile:

- a) Einfaches Freilegen der ursprünglichen Oberfläche des Objektes, auch im oxidierten Zustand. Dabei können feinste Details wie Gravierungen (vgl. bei Anm. 3: Abb. 2) und dünne metallische Überzüge aus Zinn, Kupfer (vgl. bei Anm. 3: Abb. 4) und anderen Edelmetallen leicht sichtbar gemacht werden.
- b) Praktisch vollständige Entfernung von Chloriden aus der Korrosionsschicht, die sonst eine schnelle Korrosion des Objektes nach seiner Ausgrabung katalysieren würden. Bei den zur Zeit an unserem Institut laufenden Nachkorrosionsexperimenten haben fast alle oben erwähnten Objekte in der Feuchtkammer bei 100% Luftfeuchtigkeit und einer Temperatur von 40–50 °C mehrere Monate lang derartigen klimatisch harten Bedingungen standgehalten.
- c) Der Zeit- und Arbeitsaufwand für das Freilegen und für die Chloridentfernung wird mindestens um Faktor 10 reduziert.

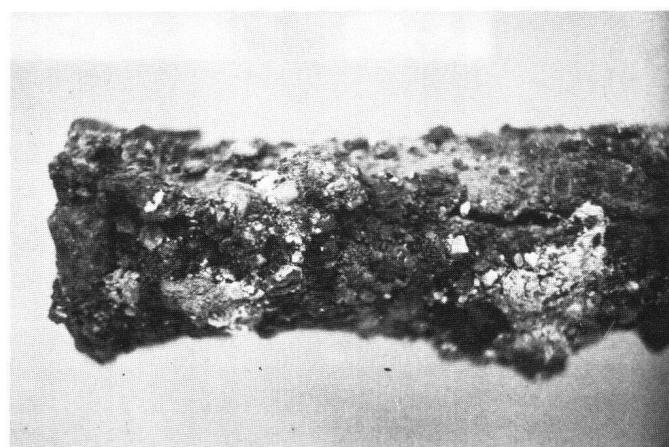
Für weitere Einzelheiten verweisen wir auf die einschlägigen Veröffentlichungen.^{1–3} In dem vorliegenden Bericht soll über die Konservierung einer Handfeuerwaffe, die zu den ältesten gehören dürfte, berichtet werden. Das Beispiel zeigt anschaulich die Vorteile der neuen Methode sowie die Möglichkeiten, die sie dem Historiker bei seinen wissenschaftlichen Untersuchungen bietet.

2. Die Handfeuerwaffe vor der Konservierung

Die Burg Freienstein (Kanton Zürich, Bezirk Bülach) wurde um 1250 erbaut und im Jahre 1443 von Winterthurern und Diessenhofern unter Landvogt Heinrich Schwend überfallen und in Brand gesteckt. Seither blieb der Turm Ruine.⁴ Erst im Sommer 1968 führte das Schweizerische Landesmuseum unter der Leitung von Dr. H. Schneider erste archäo-



la



lb

Abb. 1 Handfeuerwaffe von der Ruine Freienstein ZH, Fundzustand, photographiert Anfangs 1985. a) Gesamtansicht (Länge etwa 20 cm), b) Detail: vorderer Teil des Laufes mit Mündung (vgl. Abb. 2c).

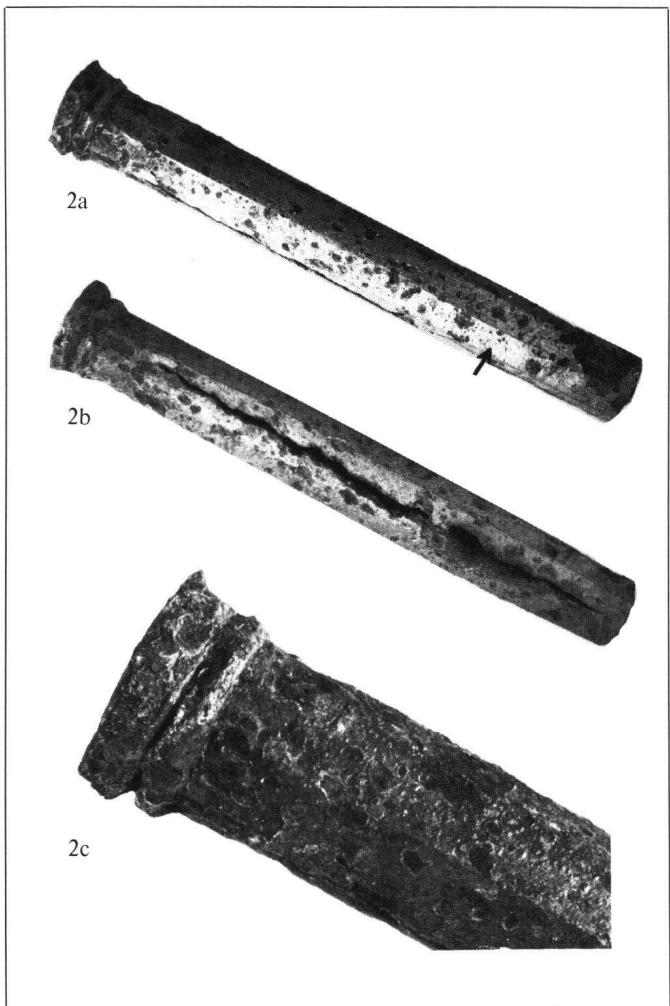


Abb. 2 Handfeuerwaffe von Freienstein nach der Plasmabehandlung und nach der Freilegung der Oberfläche. a) Gesamtansicht, b) Gesamtansicht der wahrscheinlich wegen Überladung mit Schiesspulver geplatzten Seite, c) Detail: vorderer Teil des Laufes mit Mündung (vgl. Abb. 1b).

logische Sondierungen durch, denen in den Jahren 1975/78 systematische Ausgrabungen folgten. Die in der vorliegenden Arbeit freigelegte und konservierte Handfeuerwaffe wurde in der Einsturzschicht im Turminnenraum am 29.9.1975 gefunden. Im Ausgrabungsprotokoll⁵ ist sie als «Eisenrohr» eingetragen; offensichtlich weil sie mit einer fest haftenden Schicht aus Steinen, Bodenresten und migrierten Eisenoxiden (Korrosionsprodukten) vollständig bedeckt war (Abb. 1). Das Lauffinnere war ebenfalls mit einem harten Agglomerat, bestehend aus Bodenresten und migrierten Eisenoxiden, voll verstopft.

Nach Auskunft von Herrn Dr. H. Schneider⁶ handelt es sich um die älteste Handfeuerwaffe der Schweiz. Der Fundort sowie die bekannten historischen Fakten erlauben es, die Herstellung dieser Waffe vor das Jahr 1443 festzulegen. Da es sich um ein außerordentlich wertvolles Fundobjekt handelte, wurde zunächst vorsorglich von einer Freilegung

der Oberfläche abgesehen. Diesem glücklichen Umstand verdanken wir es, dass dieses Prachtstück anfangs 1985 praktisch im Fundzustand zu uns zur Konservierung gelangte.

Im vorliegenden Bericht wird die plasmachemische Behandlung, das Freilegen der ursprünglichen Oberfläche und die Konservierung beschrieben, und mit dem entsprechenden Bildmaterial dokumentiert. Eine eingehende waffenhistorische Beschreibung und Auswertung bleibt hier ausgeklammert und dem Spezialisten vorbehalten.⁷

3. Die plasmachemische Behandlung und das Freilegen

Die plasmachemische Behandlung wurde in einem Wasserstoffniederdruckplasma bei einem Gasdruck von etwa 1.3 Torr und einer Temperatur von maximum 380 °C durch-

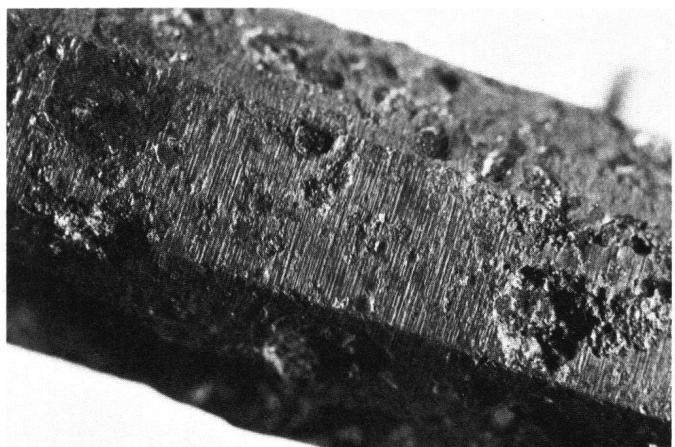


Abb. 3a Detailaufnahme der in Abb. 2a markierten Stelle. Man erkennt die scharfen Kanten der achteckigen Laufaussenseite und die feinen Spuren der vor mindestens 550 Jahren erfolgten Oberflächenbearbeitung. Diese Ritzungen sind etwa 0.1 bis 0.3 mm tief und würden bei einer konventionellen Freilegung wohl übersehen worden sein. An den «anodischen» Stellen (siehe die Vertiefungen in der Oberfläche) wurde das Eisen durch die Korrosion im Boden abgetragen.

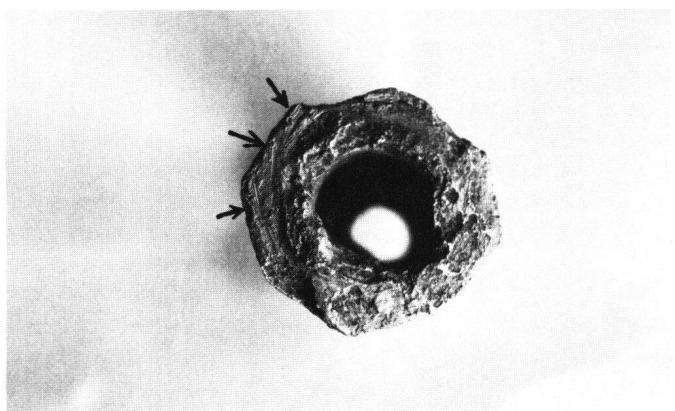


Abb. 3b Detailaufnahme des hinteren Laufendes (vgl. Abb. 2a, b) mit deutlich erkennbaren Sägespuren (siehe Pfeil).

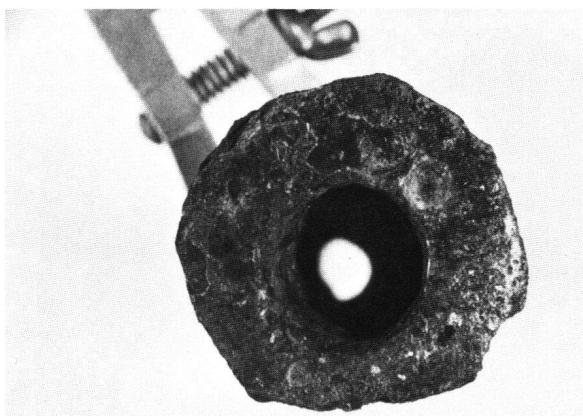


Abb. 4 Blick durch die Seele der Handfeuerwaffe von der Mündungsseite her, nach der Plasmabehandlung und nach dem Freilegen des Laufinnern.

geführt. Das Plasma wurde in einem Entladungsrohr aus Pyrex (Innendurchmesser 150 mm, Länge etwa 500 mm) durch elektrische Hochfrequenzentladung (Frequenz 80 Megahertz, Leistung ca. 1.5 kWatt) erzeugt. Unter derartigen Bedingungen wird der Wasserstoff hochreakтив. Demzufolge wird die Auflagerungsschicht auf dem Objekt wesentlich weicher als die darunterliegende ursprüngliche Oberfläche, die sich anschliessend relativ leicht freilegen lässt. Darüberhinaus werden auch die in der Korrosionsschicht eingelagerten Chloride während der Plasmabehandlung entfernt, wodurch jede chloridbedingte Nachkorrosion praktisch verhindert wird. Eine detaillierte Beschreibung der Methode, der Apparatur und des Verfahrens wurde bereits veröffentlicht.¹⁻³

Im vorliegenden Fall wurde die Handfeuerwaffe im Fundzustand (vgl. Abb. 1) während 67 Stunden im Plasma behandelt. Die Temperatur wurde unter Kontrolle langsam von etwa 100 °C auf 380 °C erhöht. Anschliessend konnte der grösste Teil der Auflagerungskruste und das Agglomerat aus dem Laufinneren mit Hilfe von Skalpell und Stahlstab entfernt werden. Danach folgte eine Nachbehandlung im Wasserstoffplasma (17 Stunden) und die vollständige Freilegung der Oberfläche. Zwecks Konservierung wurde das Objekt während 2 Stunden bei 370 °C einem Stickstoffplasma ausgesetzt, anschliessend in einer zehnprozentigen Paraloid-Lösung imprägniert und getrocknet.

ANMERKUNGEN

- ¹ J. PATSCHEIDER and S. VEPŘEK, in: *Studies in Conservation* (31, 1986, S. 29).
- ² S. VEPŘEK, J. PATSCHEIDER and J. ELMER, in: *Plasma Chemistry and Plasma Processing* 5, 1985, S. 201.
- ³ S. VEPŘEK and J. ELMER, in: *Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte* 42, 1985, S. 61.
- ⁴ *Berichte der Zürcher Denkmalpflege*, 8. Bericht 1975/76, S. 57-67.
- ⁵ Ausgrabungsprotokolle der Denkmalpflege des Kantons Zürich: Fundbuch, Grabung Freienstein, Lauf-Nr. 5 vom 29.9.1975, S. 3.
- ⁶ H. SCHNEIDER, private Mitteilung 1985.
- ⁷ H. SCHNEIDER, in Vorbereitung.

4. Resultate und Diskussion

Abbildung 2 zeigt die Handfeuerwaffe nach der Plasmabehandlung und der Freilegung der Oberfläche. Man erkennt viele Details, die eine Aussage zur Herstellungstechnik erlauben. Bei der Anwendung von konventionellen Methoden wie Sandstrahlen und Schleifen würden deren Merkmale grösstenteils verloren gehen. Dies ist insbesondere in den Detailaufnahmen, Abb. 3, eindrucksvoll gezeigt.

Das Freilegen und die Konservierung von schlecht zugänglichen Hohlräumen, wie zum Beispiel das Innere dieser Handfeuerwaffe, ist bei der Anwendung von konventionellen Methoden eine äusserst schwierige Aufgabe. Bei der Plasmamethode wurde das Laufinnere in zwei nacheinander folgenden Plasmabehandlungen mit einem dünnen Stahlstab ausgestossen und vollständig freigelegt (vgl. Abb. 4). Durch eine geeignete Impedanz-Ankoppelung wurde dann während der letzten Plasmabehandlung eine intensive Entladung durch die ganze Bohrung gezündet (Abb. 5). Die Entfernung der letzten übriggebliebenen Ablagerungen stellte dann kein Problem mehr dar.

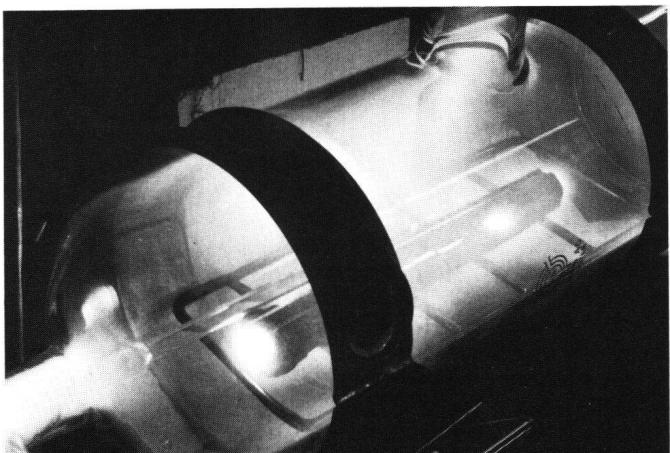


Abb. 5 Die Handfeuerwaffe während der letzten Plasmabehandlung. Mit einer geeigneten Ankoppelung wurde eine intensive Entladung durch die ganze Bohrung gezündet. Auf diese Art konnten auch aus diesem Bereich die chloridhaltigen Agglomerate entfernt werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Mit Hilfe einer neuen plasmachemischen Methode wurde eine wohl aus dem 15. Jh. stammende Handfeuerwaffe freigelegt und konserviert. Obwohl das Objekt 532 Jahre in der Burgruine Freienstein, Kanton Zürich, begraben lag, konnten feinste Details der ursprünglichen Oberfläche zurückgewonnen werden. Auch das Laufinnere wurde vollständig freigelegt und konserviert. Der gesamte Arbeitsaufwand betrug dafür nur knapp eine Stunde. Dazu kommen noch etwa zehn Stunden plasmachemischer Behandlungen in einer relativ einfachen Apparatur, die meist ohne Aufsicht in Betrieb gehalten werden konnte.

RIASSUNTO

Con l'aiuto di un nuovo procedimento plasma-chimico fu pulita e conservata un'arma da fuoco portatile del Quattrocento. Benché l'oggetto sia stato interrato da 532 anni nelle rovine del castello di Freienstein, cantone di Zurigo, i dettagli più fini della superficie sono stati recuperati. L'interno della canna fu completamente pulito e conservato. Il lavoro necessario durò appena un'ora alla quale si aggiungono ancora circa 10 ore per dei trattamenti plasma-chimici in un'apparecchiatura relativamente semplice, che funzionò per la maggior parte del tempo senza sorveglianza.

RÉSUMÉ

Au moyen d'une nouvelle méthode plasmo-chimique, une arme à feu portative du 15e siècle a été nettoyée et conservée. Bien que l'objet ait été enterré dans les ruines du château fort de Freienstein, canton de Zurich, pendant 532 ans, les détails les plus fins de la surface originale ont pu être récupérés. L'intérieur du canon a été complètement nettoyé et conservé. Le travail nécessaire a duré une heure à peine, à laquelle s'ajoutent encore 10 heures environ pour des traitements plasmo-chimiques dans un appareil relativement simple, qui fonctionnait pour la plupart du temps sans aucun contrôle.

SUMMARY

By means of a newly discovered plasmachemical method a portable fire-arm of the 15th century was cleaned and conserved. Though this object was buried for 532 years in the ruined castle of Freienstein, canton Zürich, all the details of the original surface could be regained. Even the bore was completely cleared of rust and conserved. The whole expenditure of operating time came to about one hour. The plasmachemical treatment by a relatively simple mechanical outfit, which does not need direct supervision, amounted to another ten hours.

DANK

Wir danken den Herren Dr. Hugo Schneider und Dr. Andreas Zürcher für die wertvollen Hinweise, dem Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung wissenschaftlicher Forschung für eine partielle finanzielle Unterstützung sowie Fräulein Scherrer für ihre Hilfe bei der Anfertigung der Abbildungsvorlagen.

ABBILDUNGSNACHWEIS

Abb. 1-5: S. Vepřek, Anorganisch-chemisches Institut der Universität Zürich.