

**Zeitschrift:** Archäologie Bern : Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern = Archéologie bernoise : annuaire du Service archéologique du canton de Berne

**Herausgeber:** Archäologischer Dienst des Kantons Bern

**Band:** - (2010)

**Artikel:** La conservation des objets archéologiques en alliage ferreux

**Autor:** Chevallier, Barbara / Brechbühl, Sabine

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-726712>

### **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:** 18.04.2026

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

## La conservation des objets archéologiques en alliage ferreux

### De la nécessité de standardiser les pratiques pour faire face au défi de la gestion du mobilier en masse

Barbara Chevallier, Sabine Brechbühl

En août 2009, conservateurs et archéologues du service archéologique du canton de Berne ont pris la décision de mettre en œuvre un nouveau processus de conservation du fer susceptible de mieux répondre aux difficultés que présente la conservation en masse des objets en alliages ferreux<sup>1</sup>. Chaque année, plus de 60 sites archéologiques sont fouillés dans le canton dont plus de la moitié produisent des artefacts en métal. Sur l'ensemble du mobilier, ce total correspond à 20 % de nos trouvailles, il est impératif d'en assurer la conservation à long terme. Une analyse de la problématique de la conservation du fer, des méthodes de traitements existantes, des ressources à disposition, des pratiques établies et d'un constat d'état des collections a démontré que la stratégie définie et mise en œuvre en 2007 n'était pas à même d'assurer la préservation de nos collections.

Les objets archéologiques ferreux sortis de terre sont, de par la nature même du matériau, un groupe d'objets à risque, extrêmement sensibles à la variation de l'environnement et susceptibles de se dégrader rapidement par processus de corrosion active. Peu après la mise à jour d'un objet, la formation de cristaux volumineux à l'intérieur de l'objet provoque des fissures<sup>2</sup>. Ce processus est irréversible et se poursuit jusqu'à la perte complète de la surface de l'objet (Fig. 1). Les éléments catalyseurs de cette altération sévère des artefacts en alliage ferreux sont l'oxygène, l'humidité relative et les sels, essentiellement des chlorures, qui pénètrent dans l'objet durant son séjour dans le sol. De ce fait, il est essentiel d'intervenir le plus rapidement possible dès l'exhumation de l'objet.



Les traitements de stabilisation des objets archéologiques ferreux, actuellement éprouvés et en vigueur, visent à éliminer au moins un de ces facteurs.<sup>3</sup> La corrosion active peut être maîtrisée par des procédés dits actifs, qui extraient ou neutralisent les sels contenus dans l'objet. Les procédés passifs agissent sur l'environnement plutôt que sur l'objet et réduisent l'accès de l'humidité et/ ou de l'oxygène jusqu'à un seuil inoffensif, à savoir 15 % en ce qui concerne l'humidité relative<sup>4</sup> et 0 % pour l'oxygène.<sup>5</sup>

La stratégie de conservation des métaux ferreux définie en 2007 par le laboratoire du service repose sur un principe actif: la dessalaison des objets ferreux dans un bain au sulfite alcalin. Les chlorures contenus dans les objets sont extraits par plusieurs bains dans une solution chauffée et remuée d'hydroxyde de sodium (NaOH) et de sulfite alcalin (NaSO<sub>3</sub>). Cette méthode bien connue, largement appliquée, a fait preuve d'efficacité sur le long terme.<sup>6</sup> Ceci a pu être confirmé par le constat d'état de notre propre collection. Une évaluation quantitative et qualitative de l'état des objets en fer entreposés dans notre dépôt climatisé, réalisée grâce à une simple base de données Access, a démontré que 90 % des trouvailles non traitées

Fig. 1 : Bern, Gerechtigkeitsgasse/Kramgasse 2004, clou non traité, détérioré par la corrosion active.

1 Mazzola 2009.

2 Guggenheimer 2006.

3 Eggert 2009.

4 Watkinson/Lewis 2005.

5 Guggenheimer 2006.

6 Bach/Greif 2000.

est instable alors que 97 % des objets traités demeure stable (Fig. 2). Le traitement actif est donc performant, ceci même lorsque les conditions climatiques ne sont pas idéales. La stratégie visait à dessaler tous les métaux ferreux dans un délai de six mois après leur découverte, permettant de stabiliser rapidement ce mobilier. Un tri d'objets typologiquement bien établis et sciemment documentés, comme par exemple des clous d'époque romaine, devait permettre de réduire le nombre de trouvailles.

Objets métalliques traités de la collection	45 %
Objets métalliques non traités de la collection	55 %
Objets métalliques traités et stables	97 %
Objets métalliques non traités et stables	9 %
Nombre de fouilles par an	60
Taux de fouilles livrant des objets métalliques	50 %
Taux d'objets métalliques de la collection	20 %
Taux des ferreux proportionnellement aux objets métalliques	80 %

Fig. 2 : Tableau de l'évaluation de l'état et de la croissance de la collection d'objets métalliques du service (statistique sur 10 ans, dépôt des métaux MELA, mars 2009).

Dans les faits, trois facteurs nous empêchent de mener à bien cette stratégie. Le tri d'objets archéologiques stratifiés au terme d'une fouille pose un problème fondamental; la valeur scientifique de l'objet est établie d'une part par l'analyse des structures dont il est issu, d'autre part par la lecture de sa forme et de sa typologie. Or, l'étude scientifique du complexe archéologique peut se dérouler plusieurs années après la clôture d'une fouille. Tous les artefacts sont donc conservés. Le processus de dessalaison, compte tenu du temps nécessaire de préparation et de dégagement minimum, demande en moyenne entre 3 à 5 heures par objet. Enfin, le nombre d'objets excavés ne nous permet pas de respecter les délais souhaités. A titre d'exemple, en 2008, étant donné le nombre d'artefacts à traiter, bien que plus de 70 % des ressources en personnel ait été affecté uniquement à la dessalaison du mobilier, nous n'avons pas pu traiter tous les objets inventoriés dans l'année. Au delà de ces facteurs logistiques, une première évaluation des coûts pour le traitement du mobilier archéologique ferreux sur une année, montre que le coût de la conservation active s'élève en moyenne à CHF 190.– par objet (matériaux et temps de travail com-

pris). Nous devons constater que la méthode de stabilisation active de dessalaison au sulfite alcalin, techniquement fiable, n'est pas appropriée au traitement en masse des objets ferreux dans notre contexte institutionnel.

## Dès lors, quelle stratégie adopter ?

Les méthodes de stabilisation passive apportent des solutions. Etant donné le besoin des objets d'être pris en charge le plus rapidement possible, nous avons testé sur le terrain un procédé de conditionnement utilisé avec succès dans les réserves de musées. Les objets sont enfermés dans une boîte hermétique dans laquelle sont placés des sachets de gel de silice, un dessiccant qui adsorbe l'humidité, afin de conserver les trouvailles en alliage ferreux dans une atmosphère sèche et constante, au dessous de 15 % d'humidité relative. Une carte indicatrice du microclimat constitué (Fig. 3). Nos essais ont montré qu'en changeant régulièrement les sachets de gel de silice, il est possible de maintenir le microclimat même si l'on ouvre régulièrement la boîte pour y introduire de nouveaux objets. Le conditionnement au gel de silice est un moyen simple, bon marché et performant à notre disposition pour parer à la détérioration de notre mobilier archéologique ferreux. Les frais engendrés par la conservation passive s'élève en moyenne à CHF 5.– par objet (matériaux, temps de travail et monitoring inclus) Pourquoi donc ne pas se contenter de la préservation par méthode passive exclusivement ?

L'analyse de nos pratiques montre que les conditions climatiques prédéfinies par la conservation à l'aide de gel de silice ne peuvent être que très difficilement maintenues pendant l'étude archéologique approfondie, la représentation graphique et l'exposition d'un objet. Bien que les méthodes passives répondent aux besoins de la préservation de masses d'objets ferreux, elles ne nous paraissent en revanche pas adaptées pour la conservation des artefacts susceptibles d'être souvent manipulés. La relation entre les méthodes de conservation, la sollicitation de l'objet et le temps qui s'écoule est illustrée par le diagramme ci-contre (Fig. 4). Plus intensive et fréquente est la demande sur

la durée, plus le traitement actif des objets est indiqué, puisque ce traitement réduit de façon significative leur vulnérabilité à un climat non adapté.

Ainsi, le laboratoire de conservation propose, en respectant les besoins des objets et des collaborateurs, de combiner les méthodes actives et passives selon le processus illustré ci-contre (Fig. 5). Les objectifs sont les suivants: conserver soit passivement, soit activement tous les objets en métaux ferreux; permettre de sélectionner des artefacts à stabiliser activement à chacune des phases du processus archéologique sans qu'il y ait eu, au préalable, perte de matière ou d'information; pouvoir anticiper les besoins en temps et en ressources humaines nécessaires à la stabilisation active de mobilier afin de les planifier; investir à bon escient.

Ce diagramme s'inscrit dans le déroulement chronologique du processus archéologique, depuis la planification de la fouille jusqu'à l'archivage définitif des trouvailles. A chacune des étapes, une sélection d'objets est programmée afin d'entamer un processus de conservation active aussitôt que l'on s'aperçoit qu'ils seront fortement sollicités. Ainsi, durant l'étape de planification et selon le résultat des sondages, si les trouvailles en fer attendues sont susceptibles d'être d'une importance scientifique notoire (p.ex. site de l'Age du Fer), le traitement actif de l'ensemble du mobilier ferreux peut d'emblée être prévu et budgété. Pendant la fouille, cette projection peut être vérifiée ou révisée. Le traitement pourra débuter dès la clôture de la fouille.

En revanche, les fouilles datant du Moyen Age ou des Temps Modernes livrent fréquemment une masse d'objets ferreux dont seule une proportion restreinte est d'une importance scientifique significative. Qui plus est, l'étude du mobilier se fait dans des délais difficiles à estimer qui peuvent durer plus de 10 ans. Dans ce cas, il est probable que sur la fouille déjà, quelques trouvailles acquièrent le statut d'objets significatifs et soient tout de suite appelées à être traitées par des méthodes actives. Le reste du mobilier ferreux sera conditionné passivement à moyen terme jusqu'à ce que son étude soit programmée. Dès la planification de l'étude,



Fig. 3: Emballage d'objets ferreux suivant la méthode de conservation passive.

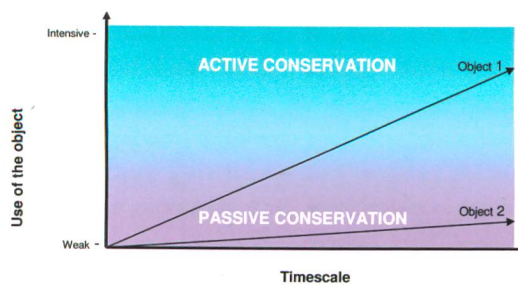


Fig. 4: Schéma illustrant le lien entre le temps qui s'écoule, l'intensité de sollicitation de l'objet et l'option d'un traitement actif ou passif.

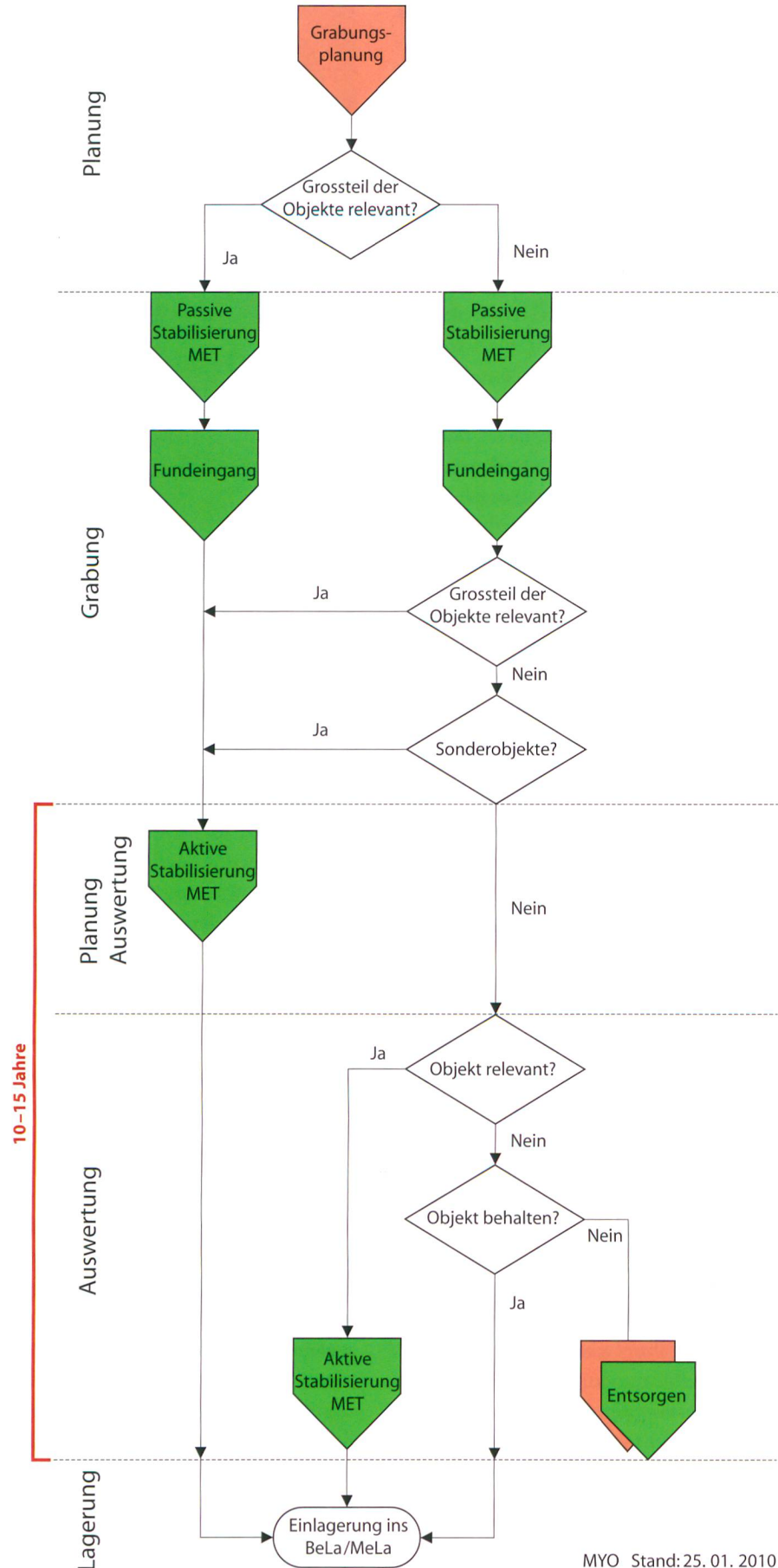
l'archéologue responsable pourra, sur la base des rapports de fouilles et du contexte archéologique, sélectionner d'autres objets d'une importance spécifique qui seront, à leur tour, activement traités. Il n'est pas exclu qu'en fin de parcours, un ultime tri ait lieu mais afin, cette fois, de ne conserver sur le long terme qu'un échantillonnage d'objets typologiquement bien connus et statistiquement recensés.

Ce nouveau processus défini en septembre 2009 en partenariat entre conservation et archéologie a une influence immédiate sur le conditionnement des métaux ferreux qui doit être exécuté sur la fouille déjà. De nouvelles directives doivent être rédigées par le laboratoire de conservation puis transmises par le biais d'une formation aux techniciens de fouille. Fouilleurs et conservateurs doivent travailler main dans la main pour assurer la validité du processus dont la mise en application figure comme objectif clé de l'institution pour l'année 2010.

**Prozessübersicht MET: Grabung – Selektion – Stabilisierung**

Selektion von Metallobjekten für bessere Planung und Umsetzung

Fig. 5: Processus de sélection des objets métalliques pour un traitement actif ou passif durant la chaîne opératoire depuis la planification de la fouille jusqu'au stockage final des objets.



**Legende**

- Verknüpfter Prozess RessKONS
- Verknüpfter Prozess RessARCH
- Entscheidung

Les principaux motifs qui nous ont amenés à modifier le processus des métaux ferreux élaboré en 2007 résident dans l'évaluation qualitative et quantitative de nos collections et du mobilier entrant ainsi que dans l'analyse de nos ressources. Or, l'expérience nous a montré qu'il est parfois très difficile d'avoir, à ce propos, des données objectives, fiables, chiffrées et comparables. Il est souvent tout aussi ardu de savoir, quelles étaient, par exemple, les conditions d'enfouissement du mobilier ou quels sont les traitements de conservation qu'il a subit par le passé. Ces difficultés nous amènent à la réflexion suivante: Le nouveau processus régule le flot des objets, leur mode de conservation et les phases de décision, il ne régit cependant ni l'acquisition des données scientifiques relatives au mobilier, ni celle des données logistiques et administratives.

Etant donné la nature du mobilier archéologique qui acquiert sa valeur grâce à la lecture et à l'analyse des informations que les objets et leur contexte recèlent, il est judicieux d'assurer la conservation sur le long terme non seulement des objets, mais également de la documentation qui s'y rapporte, sous une forme qui est accessible à tous les partenaires de la chaîne opératoire. Cela est particulièrement important lorsque la documentation est produite par des partenaires externes. Sur le plan logistique, afin de pouvoir analyser la validité d'un processus, il est essentiel d'avoir accès aux données concernant les mouvements d'objets, leur quantité, le temps nécessaire aux divers traitements et leur coût. Nous souhaitons pouvoir programmer les projets en cours et à venir, estimer statistiquement les coûts de conservation et d'archivage pour pouvoir les budgéter. Ce n'est que lorsque ces deux niveaux d'informations sont accessibles et interconnectés qu'il devient possible de contrôler, de mesurer, d'évaluer la fonctionnalité d'un processus. Par ailleurs, afin d'assurer la fiabilité et l'objectivité des données il est important qu'elles existent sous forme standardisée.

Coordonner l'acquisition et l'archivage des données relatives aux artefacts et à leur gestion avec les processus de la chaîne archéologique est une tâche particulièrement complexe et ambitieuse qui participe d'une vision du futur,

dans laquelle le service archéologique s'est résolument engagé. Il soutient depuis juillet 2009 un projet de recherche qui porte sur la gestion des processus en conservation. L'introduction d'un nouveau logiciel pour la gestion et la conservation des objets archéologiques vient également concrétiser cette volonté.

Nous sommes convaincus que la mise en réseau des informations scientifiques, logistiques et administratives constitue le fondement d'une politique de conservation dynamique. Elle permet de prendre des décisions, de définir des stratégies, des objectifs et des priorités de conservation sur la base de critères fiables, scientifiques et actuels.

## Zusammenfassung

Metallobjekte machen 20% des archäologischen Fundmobiliars des Kantons aus. 80% davon sind Eisenfunde, welche durch irreversible Abbauprozesse, die unmittelbar nach der Ausgrabung einsetzen und langfristig zur vollständigen Zerstörung der Objekte führen, besonders gefährdet sind. Katalysiert werden diese Prozesse durch Bodensalze im Objekt, sowie Luftfeuchte und Sauerstoff. Die meisten Behandlungen zielen denn auch darauf, mindestens einen dieser Faktoren zu eliminieren, entweder aktiv, indem Salze ausgewaschen werden oder passiv, durch das Einwirken auf die Umgebung der Objekte.

Seit 2007 wurden alle Eisenfunde des Kantons nach dem aktiven Prinzip mit der Natriumsulfidmethode entsalzt, dies in einer Zeitspanne von höchstens 6 Monaten nach der Ausgrabung. Dieser erste Versuch zur Standardisierung schlug fehl, weil die verwendete Behandlung, obwohl technisch zuverlässig, zu zeitaufwändig bzw. die zu erhaltenden Fundmassen in Bezug zu personellen Kapazitäten zu gross sind.

Durch eine Analyse der Problematik der Eisenkorrosion, der existierenden Behandlungsmethoden, der vorhandenen Ressourcen und Praktiken konnte ein neuer Prozessablauf, basierend auf einer Kombination von passiven und aktiven Behandlungsmethoden, definiert werden. Die passive Konservierung der

Objekte ab Grabung mit luftdichten Boxen und Trockenmittel unterbindet die Abbauprozesse von Anfang an und dauerhaft, und ist zudem billig und einfach in der Anwendung. Die Entsalzung im Natriumsulfitbad wird nach wie vor eingesetzt, nämlich dann, wenn Objekte einem «intensiven Gebrauch», ausgesetzt sind und dadurch die nötigen klimatischen Bedingungen nicht aufrecht erhalten werden können. Im Ablauf zwischen Grabungsplanung, Grabung, Planung der Auswertung, Auswertung und Endlager konnte ein Prozessdiagramm erstellt werden, wo an geeigneten Stellen entschieden wird, ob die Eisenfunde entsalzt, oder durchgehend passiv erhalten werden.

Der Hauptfaktor, der zur Überarbeitung der Standardbehandlung der Eisenfunde geführt hat, war eine qualitative und quantitative Aus-

wertung unserer Objektsammlung sowie unserer Ressourcen. Diese Erfahrung hat gezeigt, dass es schwierig ist, dazu objektive Angaben zu erhalten. Die Koordination der Aufnahme und Archivierung von Objektdaten ist Ziel für die Zukunft, welches durch die Einführung einer Datenbank sowie der Unterstützung eines Forschungsprojekts «Qualitätsmanagement für Konservierungsprozesse» erreicht werden soll.

Erst durch die dynamische Verknüpfung und Zugänglichkeit von wissenschaftlichen, logistischen und administrativen Daten wird es möglich, auf Grund zuverlässiger Kriterien nachhaltige Entscheidungen für Konservierungsstandards zu treffen und objektiv Prioritäten zu definieren.

## Bibliographie

Gerhard Eggert, Was tun? Konservierungsstrategien für Eisenfundmassen. In: Martina Griesser-Stermscheg, Metallkonservierung, Metallrestaurierung. Wien 2009, 329–341.

Susanne Greiff und Detlef Bach, Eisenkorrosion und Natriumsulfitentsalzung: Theorie und Praxis. Arbeitsblätter für Restauratoren 33, Heft 2, 2000, 319–339.

Salomé Guggenheimer, Investigation into the Potential of Low-Oxygen and Dry/ Cold Storage for Freshly Excavated Iron Artifacts. Unpubl. Diplomarbeit, La Chaux-de-Fonds 2006.

Christina Mazzola, What to do with «Large Quantity Finds in Archaeological Collections»? News in Conservation 15, 2009, 6.

Christina Mazzola, Waldemar Muskalla und Markus Wittköpper, Das KUR Projekt «Massenfunde in archäologischen Sammlungen». Restaurierung und Archäologie 2, 2009, 133–136.

David Watkinson und Mark T. Lewis, Desiccated Storage of Chloride- Contaminated Archaeological Iron Objects. Studies in Conservation 50, 2005, 241–252.