

NIKE

bulletin

1 | 2021

11. | 12.9.2021
hereinspaziert.ch
venezvisiter.ch
veniteavedere.ch

Gewusst wie | Europäische Tage des Denkmals
Faire et savoir-faire | Journées européennes du patrimoine
Saper fare | Giornate europee del patrimonio
Savoir co far | Dis europeics dal patrimoni



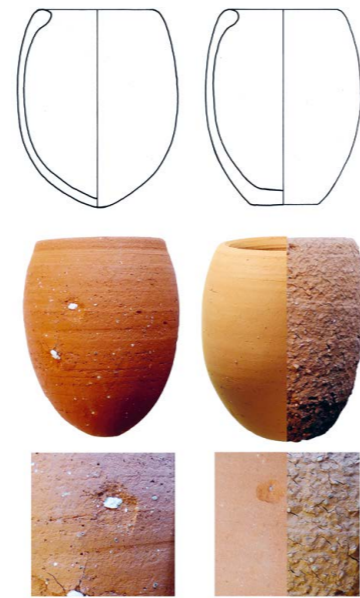


Abb. 1: Rekonstruierte «römische» Schmelztiegel auf dem Prüfstand und im archäologischen Experiment erprobt. Oben rechts: hergestellt mit lokalem Tiegelton aus Augst-Zelglihof (linke Hälfte rein, rechte mit grobem Quarzsand gemagert = Massnahme für bessere Hitzebeständigkeit). Oben links: importiert mit hellem «Hupperton» von Châtelat im Berner Jura. Links gross: Schmelzversuch im Holzkohleofen.

© Töpferei Christine Burch, Fotos Christoph Jäggy und Alex R. Furger

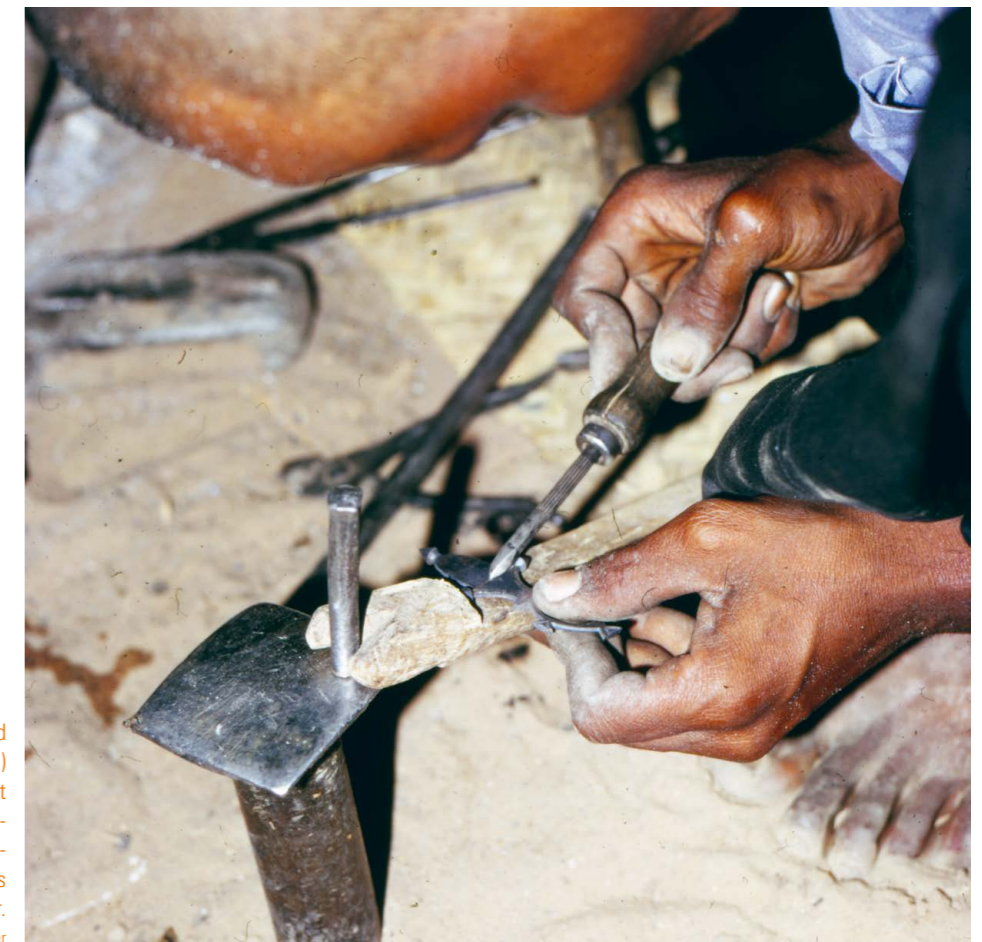


Abb. 2: Ein Silberschmied der Touareg (Agadez, Niger) ziseliert resp. graviert ein zuvor im «Wachsausschmelzverfahren» gegossenes und glatt gefeiltes Schmuckstück aus Silber.

© Foto Alex R. Furger

Uraltes Metallhandwerk

Grosse Innovationen – fast vergessen, wenig erforscht, kaum gepflegt und gewürdigt

Von Alex R. Furger, Archäologe, alex@woauchimmer.ch

«Handwerk hat goldenen Boden» pflegten die Meister einst zu sagen. Viele Betriebe würden diesen Satz heute nicht mehr unterschreiben, denn die computergestützte industrielle Fertigung drückt so sehr auf die Preise, dass sich Einzelanfertigungen nicht mehr lohnen. Was das Handwerk einst hervorbrachte, bildet jedoch heute noch die Basis der Produktion in unseren Fabriken. Mit einigen Beispielen aus den metallverarbeitenden Handwerken werden die Wurzeln und Chancen uralten Know-hows aufgezeigt.

Viele Errungenschaften der Technik erscheinen uns als modern, und wir glauben, das meiste heutige Know-how sei erst im Laufe der Industrialisierung erfunden, erprobt und weiterentwickelt worden. Dem ist in Vielem nicht so. So haben die Menschen im Nahen Osten schon vor über 5000 Jahren Legierungen aus verschiedenen Metallen geschmolzen. Die Schmiede der Antike lernten schon vor 3000 Jahren, aus weichem Eisen härteren Stahl zu erzeugen, und vor 2000 Jahren «erfand» man ein Brennverfahren, um aus Kupfer und Galmei – einem damals neu entdeckten, zinkhaltigen Erz – ein goldfarbendes Metall zu erzeugen: das Messing. Alle diese Techniken haben sich empirisch – d.h. ohne viel chemisches Wissen – allmählich entwickelt. Aber erst im Mittelalter begannen Alchemisten, Metallurgen und Hüttenmeister die elementaren Zusammenhänge zu erkennen, und Legierungselemente wie Kohlenstoff (im Stahl) oder Zink (im Messing) als eigene Stoffe zu definieren.

Handwerkerinnen und Handwerker der Vergangenheit, von der Antike bis ins 19. Jahrhundert, verfügten über Materialkenntnisse, Erfahrungen und Fertigkeiten, die heute ausgestorben sind. Das zeigt sich etwa am schrumpfenden Lehrstellenangebot für die verschiedenen handwerklichen Berufe im Laufe der letzten zwei Generationen. «Gürtler», «Nadler» oder «Messingbrenner» sind heute ausgestorben, und «Hufschmiede», «Ziseleure» und «Graveure» (Abb. 2) belegen Nischenplätze in der Berufswelt.

Rätselhaftes Messing

Messing ist eine Legierung aus Kupfer und Zink. Da Zink schon bei 907 Grad Celsius verdampft, konnte man Messing lange Zeit nicht aus den beiden Metallen direkt legieren. Stattdessen entdeckte man irgendwann im 1. Jahrtausend v. Chr., dass man in einem geschlossenen System Zinkdämpfe auf kleinen Kupferstückchen zur Reaktion, d.h. zum Legieren bringen konnte und sich so Messing bildete (Abb. 5). Dieses



Abb. 3: Kleine Auswahl typischer Schmelztiegel aus Augst/BL, Augusta Raurica. Höhe der grössten Tiegel: 15 cm. Unten eine grosse eiserne Tiegelzange im selben Massstab. © Foto Alex R. Furger

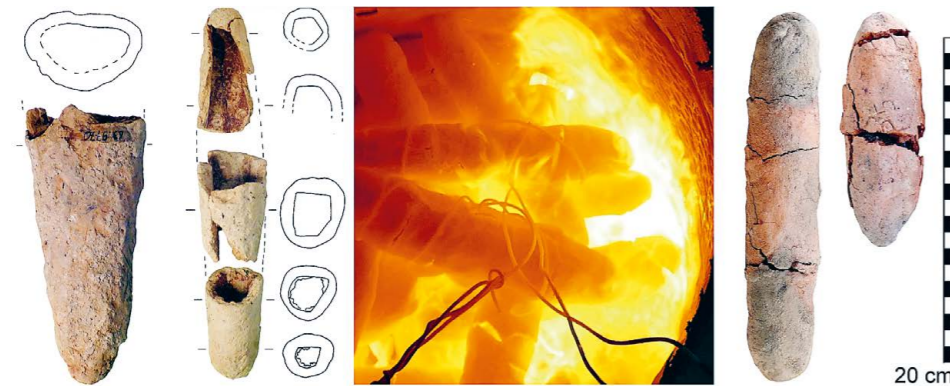


Abb. 4: «Stahlkochen» bei 1000 Grad im Feuer (Mitte). Links Reste von zwei gebrannten römischen Lehmumhüllungen – die einzigen erhaltenen Zeugnisse dieses Prozesses aus Augusta Raurica. Rechts zwei mit Lehm ummantelte Eisenbarren der experimentellen Rekonstruktion nach dem 7½-stündigen Aufkohlungs-Feuer bei 1000 Grad (s. Abb. 5).

© Foto Alex R. Furger

«Zementationsverfahren» haben die Römer in grossem Stil betrieben und optimiert. Der Bedarf nach Messing wurde immer grösser: nicht nur zur Herstellung von Fibeln und Schmuck, sondern vor allem zur offiziellen, millionenfachen Ausgabe von Sesterzen und Dupondien (römische Münzen). Heute kann man die Messingerzeugung naturwissenschaftlich an antiken Schmelztiegeln (Abb. 3) nachweisen, denn die Zinkdämpfe dringen beim Zementieren in die Keramikmasse der Tiegel ein und sind dort heute noch in hoher Konzentration nachweisbar. Auf diesem Weg gelang vor wenigen Jahren der Nachweis mehrerer Messing-Produktionswerkstätten im römischen Augusta Raurica bei Basel.

Wertvoller Stahl

Die Geschichte des Stahls ist der des Messings insofern ähnlich, als in beiden Fällen empirisch erkannt wurde, dass sich Eisen respektive Kupfer durch ein Hitzeverfahren «verbessern» liess. Hierfür waren Zusatzstoffe notwendig, nämlich Holzkohlepulver

als Kohlenstoffträger respektive Galmei als Zinkerz. Dass man dabei ein zusätzliches Element – Zink beim Messing und Kohlenstoff beim Stahl – zuführte, war man sich nicht bewusst, sondern glaubte an eine geheimnisvolle «Veredelung» des Ausgangsmaterials in der Hitze des Feuers (Abb. 4).

Keltische und römische «Stahlkocher» umhüllten einfache kleine Barren aus Schmiedeeisen (Weicheisen) mit Holzkohlepulver und dergleichen und anschliessend mit einer dichten Lehmschicht (Abb. 6). Durch sehr langes Glühen bei rund 1000 Grad drang der Kohlenstoff langsam in das Eisen ein und bildete so einen heterogenen Stahl, der durch eifriges Umschmieden etwas homogenisiert werden musste. Die Lehmschicht verhinderte, dass die Holzkohle wirkungslos an der Luft verglühte. Auch dieses Verfahren konnte kürzlich in Augusta Raurica nachgewiesen werden.

Im heutigen Kärnten in Österreich wurde das schon in der Antike hoch geschätzte *Ferrum Noricum* verhüttet. Bei diesem zweiten, sogenannten direkten Verfahren

konnte dank ausgeklügelter Holzkohle- und Luftzufuhr ein sehr kohlenstoffreicher und homogener Stahl erzeugt werden, der weiterhin als begehrter Wertstoff gehandelt wurde.

Schmieden und Schweißen

Lange vor dem Auftreten von härtbarem Stahl hat der Mensch das Eisen genutzt, es aus dem Erz verhüttet und zu den verschiedensten Werkzeugen, Waffen und sogar Schmuck geschmiedet. Ein weiches Eisen mit wenig Verunreinigungen hat die Eigenschaft, bei Weissglut mit anderen, ebenfalls auf Weissglut erhitzten Stücken zusammengeschweisst werden zu können. Dies ist eine uralte Technik, welche die Kelten bereits angewendet haben. Sie erfordert sauberes Arbeiten, ein gutes Auge für das Feuer und die Glühfarbe und vor allem eine lange Erfahrung! Die Glühfarbe ist das Erkennungsmerkmal für die Arbeitstemperatur; geschweisst wird bei «heller Weissglut», bei rund 1200–1300 Grad. Dank diesem «Feuerschweißen» konnten Teile eines

Werkzeugs zu einem Ganzen verbunden, Werkzeuge aus Weicheisen mit einer Stahlschneide versehen oder alter Eisenschrott zu grösseren Stücken verschweisst und so recycelt werden.

Heute kann man mit Methoden der Archäometrie Schweissnähte an archäologischen Fundstücken gut erkennen. Dazu gehören Röntgenaufnahmen, Computertomografien oder geätzte Anschliffe (Abb. 7). Es ist erstaunlich, wie heterogenes «Innenleben» viele handgeschmiedete Geräte haben. Sie sind aus guten, d.h. stahlartigen, und schlechteren Eisenqualitäten zusammengesetzt und wurden oft repariert respektive überarbeitet. Die optimale Nutzung des wertvollen Rohstoffs und die äusserst routinierten Herstellungsverfahren verblüffen uns heute noch.

Hitzebeständige Schmelztiegel

Schon im alten Metallhandwerk waren die technischen Anforderungen an Werkstatteinrichtungen, Schmelzöfen, Werkzeuge und Rohmaterialien hoch. Je besser die



Abb. 5: Messingherstellung im Experiment nach Befunden aus Augusta Raurica. Tiegel und Deckel entsprechen in Form, Grösse und Tonqualität den Originalfunden. Die Füllung besteht aus einem Gemisch von Holzkohlepulver, zerstoßenem Galmei (Zinkerz) und dünnen Kupferplättchen. Nach dem Experiment hat sich ein Messing-Regulus gebildet (rechts unten).

© Foto Alex R. Furger

Literatur zum Thema

Vom Autor Alex R. Furger sind im LIBRUM-Verlag Basel erschienen:

- Der vergoldete Buddha. Traditionelles Kunsthandwerk der Newar-Giesser in Nepal / The gilded Buddha. The traditional art of the Newar metal casters in Nepal (2017).
- Antike Schmelztiegel. Archäologie und Archäometrie der Funde aus Augusta Raurica. Beiträge zur Technikgeschichte 1 / Studies in the History of Technology Vol. 1 (2018).
- Zur antiken Stahlerzeugung. Ein Nachweis der Aufkohlung von Eisen aus Augusta Raurica. Beiträge zur Technikgeschichte 2 / Studies in the History of Technology Vol. 2 (2019).
- Abrasiva. Schleif- und Poliermittel der Metallverarbeitung in Geschichte, Archäologie und Experiment. Beiträge zur Technikgeschichte 3 / Studies in the History of Technology Vol. 3 (2020).

Bezugsquelle und Open Access:
librum-publishers.com



Abb. 6: «Einpacken» von Weicheisen-Barren zur «Aufkohlung» in einer Ummantelung mit kohlenstoffreicher Holzkohle (links oben) und anderen organischen Materialien (unten). Als Abdichtung dient eine Lehmumhüllung des Ganzen (Mitte links), die sorgfältig getrocknet werden muss, ohne Risse zu bekommen.

© Foto Alex R. Furger

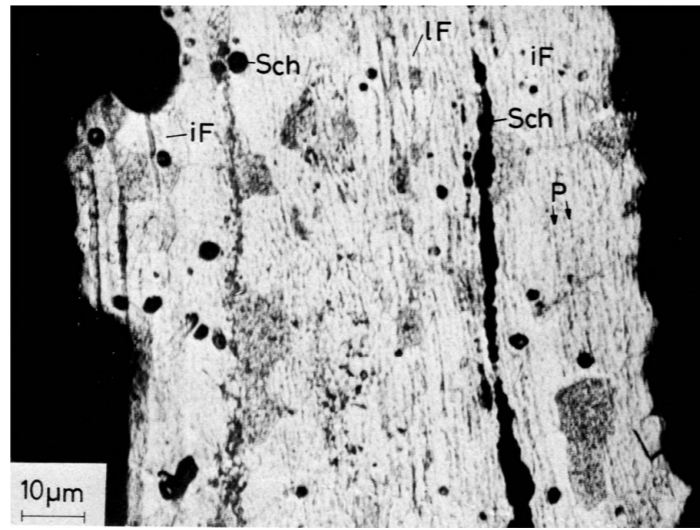


Abb. 7: Auf dem Querschliff durch ein römisches Sägeblatt aus Windisch/AG, Vindonissa, ist gut sichtbar, wie verschiedene Eisen- und Stahllamellen feuer-verschweisst sind, erkennbar an den dunklen vertikalen Schlackenzeilen.

© nach Epprecht & Schaller, Jber. Ges. Pro Vindonissa 1981, Abb. 16



Abb. 8: Viele bei uns verloren gegangene Arbeitstechniken können in der Dritten Welt beobachtet werden, wo die Kunsthandwerker/-innen noch alle Feinissen und Tricks beherrschen. Hier ein Beispiel aus Patan (Nepal) mit der Herstellung der Gussformen über den Bienenwachsmodellen für Buddha-Statuen: links die inneren Schichten aus feinem geschlammtem Lehm, rechts die äussere Umhüllung mit Lehm und Reishäcksel.

© Foto Alex R. Furger



Ausgangsmaterialien, desto besser die Endprodukte. Beim Giessen von Edelmetallen, Kupfer, Bronze und Messing sind die Anforderungen an die Schmelztiegel besonders hoch. Wenn sie bersten oder in der extremen Hitze erweichen, entgleiten sie der Tiegeltzange (Abb. 3), man verliert kostbares Metall und kann sich schlimm verbrennen. Um Tiegel widerstandsfähig und hitzebeständig zu machen, reichte es nicht, sie aus gutem Töpferton herzustellen. Während Jahrtausenden «verbesserte» man die Tone für die Tiegel durch Zusätze («Magerung») von viel grobem Quarzsand. Erst die Römer entdeckten, dass helle Tone, die beim Brennen nicht rot werden, sondern weiss bis hellgrau bleiben, besonders hohe Temperaturen aushalten, ohne weich zu werden. Heute wissen wir, dass vor allem geringe Eisengehalte im Ton hierfür verantwortlich sind.

Jede Lehmagerstätte respektive jeder Ton enthält – je nach Vorkommen – ganz charakteristische Spurenelemente. Dies macht sich die moderne Keramikanalytik zunutze. So konnte bewiesen werden, dass die zahlreichen römischen Bronzegiesser von Augusta Raurica Tiegel zweier unterschiedlicher Qualitäten verwendeten: Die einen waren aus lokalem Ton von Kaiseraugst-Zelglihof mit viel Quarzmagerung getöpft (Abb. 1, oben rechts), die anderen, besonders

qualitätvollen aber aus ganz hellem «Huperton» aus Châtelat im Jura oberhalb von Moutier (Abb. 1, oben links). Solche Forschungsergebnisse öffnen neue Perspektiven auf die Materialkunde, auf frühe Rohstoffprospektion und auf einen Handel mit «Spezialequipment für Spezialisten».

Experimentelle Archäologie

So wie mit dem Aussterben oder Ausrotten einer Tierart ein ganzer Genpool für immer verloren geht, so verschwindet mit jedem «ausgestorbenen» Handwerk ein während Jahrhunderten angesammeltes Wissen unwiederbringlich. Hier springt die experimentelle Archäologie ein. Diese noch relativ junge Disziplin, in der Schweiz vertreten durch den Verein Experimentelle Archäologie Schweiz EAS (s. Kasten), versucht, verloren gegangenes Know-how mit Beobachtungen an Fundobjekten, Analysen und materialgerechten Rekonstruktionen nachzuvollziehen und im wissenschaftlichen Experiment auf Tauglichkeit zu prüfen. Die mangelnde Erfahrung und Routine der Experimentatorinnen und Experimentatoren erlauben jedoch nur ansatzweise repräsentative Angaben zu Zeitaufwand, Energiebedarf, Qualität etc. der Endprodukte. Immer wieder muss man (an)erkennen: Handwerkliche Fertigkeiten müssen «etwa so oder so

funktioniert haben», aber wir werden nie wieder an die grosse Erfahrung und das Geschick unserer Vorfahren herankommen.

Beim noch nicht ganz ausgestorbenen Handwerk war früher die traditionelle Volkskunde, vertreten durch die Schweizerische Gesellschaft für Volkskunde SGV (www.volkskunde.ch), sehr aktiv. Wir können immerhin noch pensionierte Meister in Europa befragen, «wie es früher war» und «wie man es früher machte». Oder wir beobachten und dokumentieren die Arbeit der Traditionalisten in der Dritten Welt, die den Arbeitsweisen ihrer Vorfahren bis heute verpflichtet sind (Abb. 8). Mit der Heftreihe «Sterbendes Handwerk» respektive «Altes Handwerk» (1963–2004) und mehreren Filmen hat die SGV etwa 60 solcher «alten Berufe» dokumentiert. Seit Kurzem verfolgt die Buchreihe «Beiträge zur Technikgeschichte» ähnliche Ziele.

Wir müssen – weit zurückblickend – erkennen, dass auf der Basis langer Erfahrung und optimierter Produktionsbedingungen in der Antike handwerkliche und werkstofftechnische Spitzenstücke gelungen sind. Als heutige Experimentatoren müssen wir akzeptieren, dass wir beim Rekonstruieren solch alter, verschwundener Handwerks-techniken wie Lehrlinge wieder bei Null beginnen müssen. ■

Résumé

On admet généralement que nos lointains ancêtres organisaient en commun toutes les activités essentielles telles que la chasse et la cueillette, la fabrication et l'utilisation d'outils, la confection d'habits et la préparation des aliments. Cependant, les aptitudes individuelles ont rapidement conduit à une répartition des tâches. Des indices nous montrent qu'une telle spécialisation s'est déjà établie assez tôt dans l'histoire de l'humanité: c'est là que les premiers artisans sont entrés en scène.

Les métiers du métal, eux, ont une origine plus récente. La fonte des minerais, la fusion à haute température, la fabrication de moules et les techniques de polissage et de décoration exigeaient des connaissances des matériaux et des compétences pratiques de haut niveau; il est donc probable que les différentes activités de l'artisanat du métal ont toujours été exercées par des personnes reconnues comme spécialistes, qui étaient sans doute très appréciées dans la société.

Les recherches archéologiques sur les méthodes du travail des métaux cherchent à reconstituer les techniques perdues. Outre l'observation minutieuse des objets découverts, elles font appel à deux disciplines importantes et relativement récentes: l'archéométrie et l'archéologie expérimentale. La première utilise l'analyse chimique et physique pour fournir des données sur les matériaux et les méthodes de travail (cf. figure 7), tandis que la seconde essaie de comprendre les technologies d'antan en examinant des objets exhumés et en recourant à des procédés que la tradition nous a légués (cf. figures 2 et 8), afin de retrouver les modes de travail et les matériaux ancestraux à travers l'expérimentation.

Tagung «Experimentelle Archäologie – wie geht das?» 17./18. Juni 2021 Solothurn*

Experimentelle Archäologie ist ein Bindeglied zwischen Praxis und Theorie, sie trägt zu neuen Erkenntnissen in der Archäologie bei. Die zweitägige Veranstaltung führt Fachleute aus verschiedenen Bereichen zusammen und bietet neben Vorträgen auch Werkinseln und Workshops.

Erster Tag: Eröffnungsreferat und Hauptreferat, am Morgen
Themenblock 1: Forschung und Analyse, Referate, am Nachmittag
Live-Experiment und Vorführungen, am Abend

Zweiter Tag: Themenblock 2: Experimentelle Archäologie und Handwerk, Werkinseln, am Morgen
Themenblock 3: Experimentelle Archäologie in der Vermittlung, Workshops, am Nachmittag
Abschluss: Podiumsdiskussion

Tagung des Netzwerks Archäologie Schweiz, organisiert von der Experimentellen Archäologie Schweiz EAS-AES, Archäologie Schweiz und der Kantonsarchäologie Solothurn.

*Aktuelle Infos und Corona bedingte allfällige Terminverschiebungen auf www.archaeologie-schweiz.ch/ → Veranstaltungen

www.eas-aes.ch/
www.archaeologie-schweiz.ch