انسان در جستجوی منابع

معرفی عمده فعالیت های مطالعاتی و گلچینی از آثار و
ابزار معدن کاری باستانی از موزه معدن آلمان-بوخوم

Human Search for Resources

Highlights of Ancient Mining from
the German Mining Museum Bochum

Imprint

Edited by Thomas Stöllner and Jebrael Nokandeh in collaboration with Fereidoun Biglari, Jennifer Garner, Gabriele Körlin, Peter Thomas, Yahya Kouroshi

Translation into Persian: Nima Nezafati

Maps: Annette Hornschuch, Fabian Schapals, Jörg Kunischewski

Cover: Excavations 1999 in the Bronze Age Tin Mines of Karnab, Uzbekistan; photo: Gero Steffens, DBM.

Photos of the objekts: Peter Thomas, Heinz-Werner Voß, Markus Schicht.

Printed in Teheran in 2021

Content | فهرست مطالب

Foreword by the Ambassador of the Federal Republic of Germany to Iran | پیشگفتارِ سفیر جمهوری فدرال آلمان در ایران
Hans-Udo Muzel | هانس-اودو موتسِل

5

Human Search for Resources–a Preface | انسان در جستجوی منابع
پیشگفتار
Jebrael Nokandeh, Mohammad Reza Kargar, Amir Arjmand, Mohammad Hassan Talebian | جبرئیل نوکنده، محمدرضا کارگر، امیر ارجمند، محمدحسن طالبیان

9

70 years of mining archaeology at the German Mining Museum Bochum–an introduction | هفتاد سال باستان شناسی معدن در موزهٔ معدن آلمان-بوخوم
مقدمه
Thomas Stöllner | توماس اشتولنر

18

Stone Age | عصرحجر
Gabriele Körlin, Manfred Linden, Thomas Stöllner | گابریل کورلین، مانفرد لیندن، توماس اشتولنر

44

Copper and Bronze Age | عصر مس و مفرغ
Gabriele Körlin, Manfred Linden, Thomas Stöllner | گابریل کورلین، مانفرد لیندن، توماس اشتولنر

70

Iron Age | عصر آهن
Gabriele Körlin, Manfred Linden, Thomas Stöllner | گابریل کورلین، مانفرد لیندن، توماس اشتولنر

84

Roman Imperial Period | دوره امپراتوری روم
Gabriele Körlin, Manfred Linden | گابریل کورلین، مانفرد لیندن، توماس اشتولنر

94

The Middle Ages | قرون وسطی
Lena Asrih | لِنا اَصریح

102

Modern Times | عصر جدید
Thomas Stöllner | توماس اشتولنر

107

Selected Literature | گزیده مآخذ

Foreword by the Ambassador of the Federal Republic of Germany to Iran

Iran and Germany share a great interest in culture and science. Science and civil society are therefore in lively exchange. The exhibition cooperation between the Iranian National Museum Tehran and the German Mining Museum Bochum is part of this commitment.

Thanks to the cultural exchange, we can sustainably consolidate relations between Iran and Germany at various levels. We create understanding for the counterpart, we arouse interest and, in the long term, we strengthen the bonds between the people in Iran and Germany.

For this reason, the Foreign Office in Iran is committed to the preservation of culture. The aim is to impart knowledge and promote sustainable archaeological work. For example in the project for the historical salt mining of Chehrābād, where the most important finds, salt mummies over 2000 years old, are cleaned and further preserved with the help of financial support from the cultural fund of the Foreign Office.

I would like to congratulate everyone involved and especially the committed organizers on the successful completion of this extraordinary bilateral exhibition project. Thanks go to Minister Ali Asghar Mounesan, Dr. Mohammad Hassan Talebian, Mr. Mohammed Reza Kargar, Dr. Jebrael Nokandeh as well as Mr. Amir Arjmand on the Iranian side and in Germany Prof. Dr. Stefan Brüggerhoff, Prof. Dr. Thomas Stöllner and Dr. Natascha Bagherpour Kashani.

I wish you all all the best with your exhibition work and the visitors - on site or virtually - exciting tours!

Hans-Udo Muzel

پیشگفتا ر
سفیر جمهوری فدرال آلمان در ایران

از آنجایی‌که ایران و آلمان رغبت بسیاری نسبت به فرهنگ و علم دارند، مابین علم و جامعهٔ مدنی در این دو کشور تبادلات گرمی جاری است. همکاری بین موزهٔ ملی در تهران و موزهٔ معدن آلمان در بوخوم در برگزاری چنین نمایشگاهی نیز بخشی از همین تبادلات است.

به لطف این تبادلات فرهنگی می‌توانیم روابط پایداری در سطوح مختلف میانِ ایران و آلمان استوار سازیم. ما با ایجاد درک متقابل و برانگیختن علائق همتای خود، می‌توانیم در بلند مدت رشتهٔ پیوند بین مردم ایران و آلمان را استحکام بخشیم.

به همین دلیل یکی از حوزه‌های فعالیت وزارت امور خارجهٔ آلمان در ایران، حوزهٔ صیانت فرهنگی می باشد. هدفِ این کار انتقال دانش و پشتیبانی از فعالیت‌های بلند مدت باستان شناسی می‌باشد. به عنوان مثال در چارچوب برنامهٔ پژوهشی معدن تاریخی چهرآباد، که با پشتیبانی مالی صندوق فرهنگی وزارت امور خارجه یکی از مهمترین کشفیات این معدن یعنی مومیایی‌های نمکی با قدمتی بیش از دو هزار سال، پاکسازی مرمت و حفاظت می شوند.

بدینوسیله مایل هستم که به‌مناسبت اجرای موفق این برنامهٔ نمایشگاهیِ دو جانبهٔ فوق‌العاده به تمامی افراد سهیم در این برنامه و بخصوص برگزار کنندگان نمایشگاه تبریک عرض نمایم. همچنین از جناب آقای علی اصغر مونسان (وزیر میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی)، آقای دکتر محمد حسن طالبیان، آقای محمدرضا کارگر، آقای دکتر جبرئیل نوکنده و آقای امیر ارجمند در ایران و از آقای پروفسور دکتر اِشتفان بروگرهوف، آقای پروفسور دکتر توماس اشتولنر و خانم دکتر ناتاشا باقرپور کاشانی در آلمان سپاسگزاری می‌کنم.

بابتِ این نمایشگاه برای تمامی شما بهترین‌ها را آرزومندم و امیدوارم بازدیدکنندگان این نمایشگاه حقیقی یا مجازی، بازدید هیجان‌انگیزی را داشته باشند.

هانس-اودو موتسِل

Human Search for Resources– a Preface

انسان در جستجوی منابع پیشگفتار

“Human Search for Resources“ is the title of a joint exhibition between the German Mining Museum Bochum, the National Museum of Iran and the Zanjān Museum of Archaeology and Salt Men, which seeks to show the history of human experiences and achievements in mining. Tools, quality improvement and technical capabilities, efforts to dominate the surrounding nature, extract resources and add them to human assets and resources that led to the development of technologies, the formation of professions, trade and specialization of industries. The thousands of years of human-mining relationship and its role in the development of human culture and civilization is so great that not a single bit of this importance has diminished over time, Mineshave been present in parallel with the most important economic, social and cultural changes in all eras.

In collaboration with the German Mining Museum Bochum, for the first time, the National Museum of Iran has organized an exhibition of archaeological finds from five continents and nearly 20 countries. 200 artefacts will be shown, such as the findings of the Austrian salt mines, the relief of Linares from Spain, the findings of mine installations from Germany, ancient metal objects in the Jordan Valley, stone artifacts from Peru, Germany, Georgia, Egypt, Greece, New Guinea, etc. each of which is a valuable symbol of human heritage honors and human interaction with natural heritage.

In parallel, the National Museum of Iran is holding a reciprocal exhibition entitled “Death by Salt: An Archaeological Investigation in Persia” at the German Mining Museum Bochum and the Frankfurt Archaeological Museum. Iran and Germany expose the remains of the Chehrābād mining from the Achaemenid period to the present day. It should be noted that the National Museum of Iran in 2004 held the exhibition of the glory of ancient Persia (Persia’s Antique Splendour) in the German Mining Museum of Bochum. The cooperation of these two museums fortunately has been growing in the fields of research, protection and restoration of cultural materials and in the field of exhibitions.

«انسان در جستجوی منابع» عنوان نمایشگاه مشترکی میان موزه معدن آلمان در بوخوم، موزه ملی ایران و موزه باستان شناسی و مردان نمکی زنجان است که به دنبال نمایش تاریخ و سرگذشت تجربه‌ها و دستاوردهای انسان در استخراج معادن، تامین منابع برای ساخت ابزارها، بهبود کیفیت و توانایی‌های فنی، تلاش برای سلطه بر طبیعت اطراف، استخراج منابع و افزودن آنها به دارایی‌ها و داشته‌های بشری است که منجر به گسترش فناوری‌ها، شکل‌گیری حرفه‌ها، داد و ستد و تخصصی شدن صنایع گردید. ارتباط هزاران ساله انسان و معدن و نقش آن در توسعه و پیشرفت فرهنگ و تمدن بشر بدان اندازه است که ذره ای از این اهمیت در گذر زمان کم نشده و معادن موازی با مهم ترین تغییرات اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی در همه دوران ها حضور داشته است.

با همکاری موزه معدن آلمان در بوخوم نخستین بار موزه ملی ایران نمایشگاهی از یافته های باستان شناسی متعلق به ۵ قاره جهان و نزدیک به ۲۰ کشور با بیش از ۲۰۰ اثر را ترتیب داده است مانند یافته های معدن نمک اتریش،نقش برجسته سنگی اسپانیا، یافته هایی از استقرارهای معادن از آلمان، اشیا فلزکاری کهن در وادی فینان اردن، مصنوعات سنگی از پرو، مصر، الجزیره، گینه نو و.... که هریک نمادی ارزنده در افتخارات میراث بشری و تعامل بشر با میراث طبیعی محسوب می شود.

موزه ملی ایران به صورت موازی نمایشگاه متقابلی با عنوان «مرگ در نمک: روایتی بر پایه تحقیقات باستان شناسی از ایران» موزه معدن آلمان در بوخوم و موزه باستان شناسی فرانکفورت را برگزار می کند و از دریچه ای نو با تکیه بر دستاوردهای علمی همکاری‌های پروژۀ مشترک دو گروه ایران و آلمان، یافته‌های برجای‌مانده از معدن‌کاوان چهرآباد از دورۀ هخامنشی تا روزگاران معاصر را در معرض دید علاقه‌مندان قرارمی دهد. لازم به ذکر است موزه ملی ایران در سال ۲۰۰۴ نمایشگاه شکوه پارس باستان را در موزه معدن آلمان در بوخوم برگزار کرده است و همکاری این دو موزه در دهه اخیر خوشبختانه در زمینه های پژوهش، حفاظت ومرمت مواد فرهنگی و هم در حوزه نمایشگاه رو به رشد بوده است.

این نمایشگاه ها در حالی برگزار می شود که تمام کشورهای جهان درگیرهمه گیری ویروس کرونا هستند. رویدادی در بحبوحه ای سخت اما نوید بخش: سخت از آن روی که تعامل و ارتباط مستقیم یک تیم نه‌چندان کوچک برای برگزاری این نمایشگاه از دو کشور ایران و آلمان با رعایت پروتکل‌های بهداشتی کار چندان آسانی نبوده و همچنین انجام مقدمات برگزاری شرایط ایمن و عاری از خطر را می طلبید و در طول مدت برگزاری نیز مدیریت بازدیدکنندگان و حفظ سلامت همگان کار پیچیده و پر هزینه‌ای خواهد بود. ولی با همه اینها، برگزاری این نمایشگاه امیدبخش است. نخست اینکه موزه ملی ایران و موزه معدن آلمان در بوخوم در طول درگیری با کنترل و پیشگیری ویروس کرونا و تعطیلی نسبی موزه‌های جهان فعالیت های جاری خود را لغو نکرده و بر موضوعات تخصصی ممارست به خرج داده اند تا امروز که به خروجی مطلوبی در قالب نمایشگاهی قابل بازدید دست یافته اند. دوم این نمایشگاه حاضر امید بازگشت به زندگی عادی در جهان و عاری از بحران کرونا را در ما تقویت می‌کند ومهم تر اینکه موزه‌ها و متخصصین در هر شرایطی می‌توانند به فکرایفای نقش مسئولیت اجتماعی خود باشند و با پیشبرد برنامه‌های تخصصی رسالت خود را جامه عمل بپوشانند. این نمایشگاه می تواند موجی از امید و نشاط را برای مخاطبین و بازدیدکنندگان به ارمغان بیاورد و به آن ها خاطر نشان سازد بشر در هزاره های تاریخ هیچگاه ناامید نشده و با به کارگیری نبوغ و استعداد خود بر مشکلات فائق آمده است.

در پایان لازم می‌دانیم مراتب قدردانی خود را از جناب آقای دکترعلی اصغر مونسان، وزیر محترم میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی، آقای محمود فرازنده سفیر محترم جمهوری اسلامی ایران درآلمان، وزارت امور خارجه جمهوری اسلامی ایران به‌ویژه آقای دکتر دلخوش، مدیر کل محترم دیپلماسی عمومی و رسانه‌ای، آقای زارعی رییس اداره همکاری های فرهنگی مرکز دیپلماسی وزارت امور خارجه، دکتر کیانی مدیر کل سازمان فرهنگ و ارتباطات، آقای مهدی باباکاظمی سرکنسول جمهوری اسلامی ایران در فرانکفورت و همکار ایشان آقای عارفی‌پرور، آقای دکتر ایزدی مدیر کل حوزه وزارتی و امور بین الملل وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی و همکار ایشان سرکارخانم نقدی هم‌چنین ازکلیه مقامات محترم دولت جمهوری فدرال آلمان به ویژه سفیر محترم آلمان در تهران جناب

These exhibitions are held at a time when all countries of the world are involved in the spread of the corona virus. An event in a difficult but promising environment: difficult because the interaction and direct communication of a not so small team to hold this exhibition from Iran and Germany in compliance with health protocols has not been easy especially when making arrangements for safe and free conditions. If you take the risk for managing visitors and keeping everyone healthy during the event, it will be complicated and costly. But, despite all this, holding this exhibition is promising. First, the National Museum of Iran and the German Mining Museum of Bochum, Germany, during the conflict with the control and prevention of the coronavirus and the partial closure of museums around the world, have not canceled their current activities and have practiced on specialized topics until today. This achievement is visible. Secondly, this current exhibition strengthens our hope of returning to a normal life in the world free of the corona crisis, and more importantly, museums and professionals can fulfill their social responsibility role in any situation and fulfill their mission by advancing specialized programs. This exhibition can bring a wave of hope and joy to the audience and visitors and remind them that human beings even when disappointed in the millennia of history have overcome problems by using their genius and talent.

In conclusion, we would like to express our gratitude to Dr. Ali Asghar Mounesan, Minister of Cultural Heritage, Tourism and Handicrafts, to Mr. Mahmoud Farazandeh, Ambassador of the Islamic Republic of Iran to Germany, Ministry of Foreign Affairs of the Islamic Republic of Iran, and especially Dr. Delkhosh, Director General of Diplomacy Public and Media, to Mr. Zarei, Head of Cultural Cooperation, Diplomacy Center of the Ministry of Foreign Affairs, to Dr. Kiani, Director General of the Culture and Communication Organization, Mr. Mehdi Babakazemi, Consul General of the Islamic Republic of Iran in Frankfurt and his colleague Mr. Arefipour, Dr. Izadi, Director General International Ministry of Cultural Heritage, Tourism and Handicrafts and his colleague Ms. Naqdi. From all the esteemed officials of the Government of the Federal Republic of Germany, we especially thank the Ambassador of Germany in Tehran, Mr. Hans-Udo Muzel, and the First Secre-

tary and Head of the Cultural Department of the German Embassy in Tehran, Mr. Stefan Reitze and the North Rhine-Westphalia officials. Prof. Dr. Stefan Brüggerhoff, esteemed director of the German Mining Museum in Bochum and the Director of the Frankfurt Museum Dr. Wolfgang David have to be included to our thankful remembrance. We are especially grateful to Professor Dr. Thomas Stöllner and his team for their tireless work on the scientific and executive coordination, because without their efforts, this exhibition would not have been possible. Also, from our honest and hard-working colleagues, Mr. Yahya Rahmati, former General Manager of Zanjān Province, Dr. Fereidoun Biglari, Deputy Minister of Culture and Head of Paleolithic Department, Ms. Nina Rezaei, Head of Introduction and Education Department

I would like to thank Mr. Yousef Hassanzadeh, Head of the Research Group, Mr. Javad Nasiri, Head of the Property Office and Ms. Masoumeh Ahmadi, Head of International Relations at the National Museum of Iran, and Dr. Natasha Bagherpour, Frankfurt Archaeological Museum, who facilitated the communication between the two sides. A heartfelt thank you.

Jebrael Nokandeh
(Director General of the National Museum of Iran)

Mohammad Reza Kargar
(Director General of Museums and Cultural-Historical Movable Property)

Amir Arjmand,
(General Manager of Cultural Heritage, Tourism and Handicrafts of Zanjān Province)

Mohammad Hassan Talebian
(Deputy Minister of Cultural Heritage)

آقای هانس ـ اودو موتسِل و دبیر اول و رییس بخش فرهنگی سفارت آلمان در تهران آقای اشتفان رایتس، پروفسور دکتر اشتفان بروگرهوف مدیر محترم موزه معدن آلمان در بوخوم، مدیر موزه فرانکفورت و.....و مقامات ایالت نورد راین-وستفالن اعلام نماییم. همچنین از پرفسور دکتر توماس اشتولنر به خاطر کار خستگی ناپذیر شان برای هماهنگی های علمی و اجرایی سپاس ویژه داریم چرا که بدون همت ایشان امکان تحقق این نمایشگاه میسر نمی شد. همچنین از همکاران صدیق و پرتلاش خودمان جناب آقای یحیی رحمتی مدیر کل اسبق استان زنجان، جناب آقای دکتر فریدون بیگلری معاون فرهنگی و مسئول بخش پارینه سنگی، سرکار خانم نینا رضایی رییس اداره معرفی و آموزش، جناب آقای یوسف حسن زاده رییس گروه پژوهش، جناب آقای جوادنصیری رییس اداره اموال وسرکار خانم معصومه احمدی مسئول روابط بین الملل در موزه ملی ایران سپاس خود را تقدیم می نمایم و همچنین سرکار خانم دکتر ناتاشا باقرپور، موزه باستان شناسی فرانکفورت، که برای تسهیل در برقراری ارتباط دو طرف تلاش ویژه نمودند، سپاسگزاری می گردد.

جبرئیل نوکنده
(رئیس کل موزه ملی ایران)

محمدرضا کارگر
(مدیرکل موزه‌ها و اموال منقول فرهنگی ـ تاریخی)

امیر ارجمند
(مدیر کل میراث فرهنگی گردشگری و صنایع دستی استان زنجان)

محمدحسن طالبیان
(معاون میراث فرهنگی)

The sasanian early Islamic Lead-Silvermine of Nakhlak, underground gallery; photo: G. Steffens, DBM.

تالارزیرزمینی معدنِ سربِ نخلک از دوران ساسانیان و قرون اولیه اسلامی. عکس از گِرو اشتفنس، DBM.

70 years of mining archaeology at the German Mining Museum Bochum– an introduction

Raw materials and resources play an increasingly important role in the social debate today. It is a debate that is mostly in conflict between economy and ecology that we perceive here. It is often conducted with a view to the accessibility and safeguarding of basic materials as well as the share-holder value of deposits on the one hand and the impact of the extraction and use of raw materials on the environment on the other. However, this debate obscures the view that raw materials and resources are thought of deeply in cultural categories. Their “use” results from needs and technical knowledge that people have acquired over millennia in dealing with their environment. The „entanglement“ of people with their environment and resources and the relationship between this „entanglement“ and social, technical and economic change are being explored in a technical and methodological range by the research areas

هفتاد سال باستان شناسی معدن در موزهٔ معدن آلمان-بوخوم: مقدمه

مواد خام و منابع نقش مهم وروبه‌رشدی را در مباحث اجتماعی امروزه ایفا می‌کنند. به طور محسوس غالباً موضوع تعارض بین اقتصاد و محیط زیست مطرح می شود. از یک سو بحث در دسترس بودن و مراقبت از مواد اصلی و ارزش سهام کانسارها مطرح می‌شود و از سوی دیگربحث پیامدهای استخراج و استفاده از مواد خام بر روی محیط زیست. در هر حال مباحث یاد شده این دیدگاه را نادیده می گیرند که مواد خام و منابع، بخشی جدایی ناپذیراز مقوله های فرهنگی می باشند. «استفاده» از آنها نتیجه نیازها و دانش فنی است که انسان‌ها در طول هزاره‌ها در مواجهه با محیط زیست خود کسب نموده‌اند.
حوزه‌های پژوهشی زیرمجموعهٔ موزهٔ معدن آلمان در بوخوم به بررسی گسترهٔ فنی و روش‌شناختی از «درهم تنیدگی» (زندگی) مردم با طبیعت و منابع خود و ارتباط بین این «درهم تنیدگی» و تغییرات اجتماعی، فنی و اقتصادی می‌پردازند. اصولا زاویه دیدی به گذشته درنظر گرفته می شود، که بتوان از آن در راستای استنتاجاتی برای پیشرفت‌های

Miners of the German Mining Museum on duty for archeology, 1968 in St. Barbara in Wallerfangen at shaft 1 in front of the roman Emilianus gallery; photo: DBM, Hans-Günter Conrad.

معدن‌چیان موزهٔ معدن آلمان در هنگام کار باستان‌شناسی، ۱۹۶۸ در سنت باربارا، والِرفانگن، چاه شمارهٔ یک در جلوی تونل امیلیانوس رومی، عکس: معدن آلمان، هانس-گونتر کُنراد.

of the German Mining Museum/Deutsches Bergbau-Museum in Bochum (DBM). In principle, a retrospective perspective is assumed, but in order to be able to make deductions for future developments. Different transformation processes can thus be examined from different scale perspectives. How did small-scale action processes of raw material appropriation initially develop into cultural constructs (e.g. through technical knowledge and learning processes; through the practice of extraction, etc.)? How are these processes to be found in the appropriation and construction of social spaces and ultimately in social transformation processes? Which interactions between knowledge, technology in (pre) historical societies and economic and social change can be observed?

The central work result of the last few years is

آینده استفاده کرد. بدین ترتیب روندهای دگرگونیِ متعدد می توانند جنبه‌های مختلف مقیاسی قابل سنجش باشند. بطور مثال چگونه در ابتدای امر روندهای عملی محدود با تصاحبِ مواد خام منجر به توسعه سازه‌های فرهنگی شده اند (مثلاً از طریق دانش فنی و روندهای آموزشی، یا عمل استخراج و غیره)؟ این جریانات به چه نحوی در تصاحب و ایجاد فضاهای اجتماعی و در نهایت در روندهای تغییر اجتماعی پدیدار می‌شوند؟ چه تاثیرات متقابلی را می‌توان بین دانش، فناوری در جوامع تاریخی (و پیش از تاریخ) و تغییرات اقتصادی و اجتماعی مشاهده نمود؟

نتیجهٔ اصلی این کارهای پژوهشی در سال‌های گذشته ایجاد یک نمایشگاه دائمی جدید بود که در سال ۲۰۱۹ (۱۳۹۸) افتتاح گردید. موزهٔ معدن آلمان از طریق همینِ نمایشگاه تلاش می‌کند که مباحثات فوق‌الذکر را مجدداً پیش کشیده و منابع معدنی را از جنبه‌های مختلف توسعهٔ

At the beginning of the 1980s, Oman mainly worked in the Bronze Age settlement landscape in the Maysar Valley, where intensive copper smelting took place: The excavation camp in Maysar with the balloon for aerial photographs developed by the Photogrammetry Department; photo: DBM, G. Weisgerber

اوایل دههٔ ۱۹۸۰، عمان عمدتاً روی عرصه‌های سکونت‌گاهی عصر مفرغ در درهٔ المیسر کار تحقیقاتی انجام می شد. از این دره شواهدی از ذوب گستردهٔ مس بدست آمده بود. کمپ کاوش در المیسر با بالون برای تصویربرداری هوایی توسط بخش فتوگرامتری، عکس: موزهٔ معدن آلمان، گ. وایس گِربر.

the creation of the new permanent exhibition, which opened in 2019, through which the German Mining Museum tries to take up this debate and to show georesources from different perspectives of cultural, economic, technical, social and ecological development. After the reopening of the new permanent exhibition, the DBM is starting its new special exhibition program with the show „Death by Salt“, and with this project follows on from the exhibitions with an archaeological focus known for the DBM. In the German Mining Museum an exhibition will be shown on a topic that deals with the Iranian-German research project in the salt mine of Chehrābād in the province of Zanjān. No fewer than eight miners have had fatal accidents there since the Achaemenid period. They had to give their lives for a vital raw material. There is hardly a better way to show how closely the weal and woe of human societies are linked to the extraction of raw materials. These interrelationships have always been conscious in mining areas, but are often overlooked in today‘s increasingly uprooted urban societies.

This is where the German Mining Museum comes in with its exhibitions. And, it is also the tenor of the special exhibition that our house has realized with our Iranian partners at the National Museum in Tehran. Here the search for and appropriation of raw materials by early societies is discussed, a topic that is central in Iran. Iran is very rich in mineral raw materials. Research has known for a long time, Iran was a „Heartland of Early Metallurgy“. On the central plateau and in the regions of the Zagros, metal ores have been extracted and used since the 8th millennium, but lithic raw materials were exploited much earlier by early hominids such as the Neanderthals. Iran is a country that is just four times the size of the Federal Republic of Germany, but as rich in raw materials as all of Europe.

The focus of this exhibition is not on the history of raw materials in Iran, which the DBM has been involved in researching since the 1970s. It is about other parts of the world, in which our house has researched. The DBM carried out the first mining archaeological research in 1951 together with the Basel professor Elisabeth Schmidt on the „Kachelfluh“ in Kleinkems. There, a mining on jasper from around 4000 BC

فرهنگی، اقتصادی، فنی، اجتماعی و زیست‌محیطی به نمایش بگذارد. با نمایش «مرگ در نمک» موزهٔ معدن آلمان پس از بازگشایی نمایشگاه دائمی جدید، برنامه جدید نمایشگاهی ویژه خود را آغاز می کند و با این پروژه به نمایشگاه های شناخته شدهٔ باستان شناسیِ موزهٔ معدن آلمان متصل می شود. در موزه معدن آلمَان، نمایشگاه «مرگ در نمک» نمایش داده می شود، موضوعی که به پروژه تحقیقاتی ایرانی-آلمانی در معدن نمک چهرآباد در استان زنجان می پردازد. دست کم هشت معدن چی از دوران هخامنشی بدین سو با حوادث مرگباری در این معدن روبرو شدند. این معدنچیان جان خود را بر سر یک مادهٔ خام حیاتی نهادند. احتمالاً بهتر از این نمی‌توان فراز و فرود جوامع انسانی را در ارتباط تنگاتنگ با استخراج مواد خام نشان داد. این نوع روابطِ متقابل برای ساکنانِ مناطق معدنی شناخته شده است، اما امروزه در جوامع شهری که به طور فزاینده‌ای از ریشه‌های خود جدا شده اند، این روابط اغلب نادیده گرفته می‌شوند.

در این نقطه است که موزهٔ معدن آلمان با نمایشگاه‌های خود وارد می‌شود. و این همان موضوع اصلی است که این موزه با شرکای ایرانی خود در موزهٔ ملی در تهران در چهارچوب نمایشگاه ویژه تحقق بخشیده است. در این نمایشگاه، موضوع بحث (که نقطهٔ ثقل مباحثات در ایران است) جستجو و تصاحب مواد خام توسط جوامع نخستین می‌باشد. ایران از نظر منابع معدنی خام بسیار غنی بوده و مدتهاست که می‌دانیم ایران «کانون فلزشناسی نخستین» است. با اینکه در ناحیهٔ مرکزی فلات ایران و در مناطق زاگرس از هزارهٔ هشتم بدین سو کانی‌های فلزی استخراج و استفاده می‌شده‌اند، اما نخستینیانی مانند نئاندرتال‌ها نیز در دوران بسیار کهن‌تری مواد خام سنگی را استخراج می‌نمودند. وسعت سرزمین ایران به اندازهٔ چهار برابر جمهوری فدرال آلمان می‌باشد و در عین حال این سرزمین از نظر غنای مواد خام به اندازهٔ تمام اروپا غنی است.

با اینکه موزهٔ معدن آلمان از دههٔ ۱۹۷۰ در حوزهٔ تاریخچهٔ مواد خام در ایران پژوهش می‌کند، اما نمایشگاه حاضر بر موضوع دیگری تمرکز دارد. موضوع این نمایشگاه در مورد سایر نقاط جهان است که موسسه ما درباره آنها تحقیق کرده است.این موزه نخستین پژوهش باستان شناسی معدن خود را در سال ۱۹۵۱ با همکاری پروفسور الیزابت اشمیت از دانشگاه بازل در کاخِل فلوه (Kachelfluh) واقع در منطقهٔ کلاین کِمز (Kleinkems) آغاز نمود. در منطقهٔ کلاین کِمز می‌توان استخراج ژاسپ از حدود ۴۰۰۰ ق.م. را بررسی نمود. شواهد یافت شده از برافروزشِ سنگ به عنوان نوعی روش استخراج، مدرک نابی برای صَنعت معدن‌کاری نخستین است. پژوهش این موزه دو دههٔ دیگر با همکاران

در سال ۱۹۹۳ با کمک بنیاد پژوهش آلمان، کاوش در تِسینِس در شمال جزیرهٔ یونانی تاسوس از سر گرفته شد. بقایای مواد آلی و اطلاعاتِ کربَن ۱۴ تأیید می‌کنند که بیست هزار سال پیش این مکان کهن‌ترین گودال معدن اُخرای سرخ در اروپا بوده است. گِرد وایس گِربر باهمکاران در جلوی دیوار یک گمانهٔ باز شده که به یک معدن پیشَ از تاریخ گشوده می‌شود (بالا)؛ یان سیرنیِ در حال آشکار نمودن چندین سطح در چال شمارهٔ ۲ (سمت چپ)؛ روباره از معدن اخرای سرخ به‌همراه هزاران قطعه شاخ گوزن، استخوانِ دندانی و پُتک سنگی. عکس: موزهٔ معدن آلمان، یان سیرنی، گ. وایس گِربر.

In 1993, with the help of the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), digging started again in Tzines on the northern Greek island of Thasos. Fauna remains and 14C data confirm: At 20,000 years ago it is the oldest red ocre pit in Europe; Gerd Weisgerber with employees in front of the recent open-cast mining wall that opened up prehistoric mining (above); Jan Cierny exposing various surfaces in pit 2 (left); overburden from red ocre mining with thousands of antler and bone teeth as well as stone mallets (right); photos: DBM, Jan Cierny, Gerd Weisgerber.

could be investigated. With the proof of fire-setting as an extraction method a unique testimony to the early art of mining is at hand. In the two decades that followed, research continued with various colleagues, in the Alps, but at many other European sites. When a medieval mine was researched in 1971 with the excavations on the Altenberg near Müsen, it suddenly became clear: The museum needs a mining archaeologist. In 1973 the time had come. Gerd Weisgerber, the first full-time mining archaeologist, was hired. The decades since then have developed very dynamically. The DBM was active in different parts of the world, so in Timna, Israel, in Fenan, Jordan, in Oman, on Thasos in Greece, in Iran, in Central Asia and also in different places in Europe. With the number of projects, the breadth of the research perspective and the interest of archeology in raw material issues grew. Mining archaeology at the DBM has also been expanded in terms of personnel and, together with archaeometallurgy, has been researching early raw material issues since then. In 2000 the position of Gerd Weisgerber switched to Thomas Stöllner, who not only brought new research topics to the DBM, but also systematically anchored early raw material archaeology in academic teaching. The number of especially large collaborative research projects continued to increase, and so did the number of research employees. Doctoral and post-doctoral programs also made numerous junior projects possible. Today the DBM is active in many landscapes and with many minerals.

The present catalogue therefore gives an overview of the research from 70 years of mining archaeology at the DBM. Some of the objects are unique and were given to us as samples or as gifts from research partners. Many things were brought to the Mining Museum before the 1950s, such as the famous Linares stone, which a German engineer presented to the house in the 1940s. It shows a group of miners who are obviously on their way to work. It was found near the very silver-rich Linares-La Carolina mine in the Castuló mining area. The area was known as „Mons argentarius“ (silver mountain) to the ancient author Strabo. In the settlement nearby the mine there were also public stone buildings. The bas-relief must have been used in such a context. As nice as the successes of 70 years of research

متعددی نه تنها در رشته کوه آلپ بلکه در محوطه‌های بسیاری در اروپا ادامه یافت. در سال ۱۹۷۱ کاوشی در یک معدن متعلق به قرون وسطی در آلتنبرگ (Altenberg) در حوالی منطقهٔ موزِن (Müsen) صورت پذیرفت. با این کاوش به یکباره مشخَص شد که موزهٔ معدن آلمان نیاز به یک باستان شناس معدن دارد. در سال ۱۹۷۳ زمان آن فرا رسید که گِرد وایس گِربر (Gerd Weisgerber) بعنوان نخستین باستاَن شناس معدن به صورت تمام وقت استخدام شود. باستان شناسی معدن در دهه‌های بعد توسعهٔ پویایی پیدا کرد. موزهٔ معدن آلمان در نقاط مختلف جهان مانند تِمنا (Timna) در اسرائیل، فینان (Fenan) در اردن، عمان، تاسوس (Thasos) در یونان، ایران، آسیای مرکزی و همچنین در مناطق مختلف در اروپا فعال بوده است. با افزایش تعداد برنامه‌ها، وسعت چشم‌انداز پژوهشی و علاقهٔ باستان‌شناسی نسبت به موضوعات مرتبط با مواد خام نیز رشد یافته، نیروی متخصص باستان شناسی معدن در موزهٔ معدن آلمان گسترده شده و این نیروهای متخصص به‌همراه بخش فلزکاری کهن بر مسائل نخستین مرتبط با مواد خام به پژوهش می‌پردازند. در سال ۲۰۰۰ موقعیت شغلی گِرد وایس گِربر به توماس اشتولنر منتقل شد. اشتولنر نه تنها موضوعات پژوهشی جدید را به موزهٔ معدن آلمان وارد نمود، بلکه به شکل نظام‌مندی باستان‌شناسی مواد خام نخستین را به حوزهٔ تدریس دانشگاهی متصل نمود. تعداد برنامه‌های پژوهشی مشترک و مشارکتی بزرگ همچنان افزایش یافته و به تبع آن تعداد همکارانَ پژوهشی نیز بیشتر شده است. برنامه‌های دکتری و پسادکتری نیز تعداد زیادی از پروژه‌های نوپا راامکان‌پذیر ساخته‌اند. امروزه موزهٔ معدن آلمان در عرصه‌های متعدد و مواد معدنی بسیاری به فعالیت مشغول است.

بنابراین کاتالوگ حاضراز پژوهش هفتادسالهٔ باستان شناسی معدن در موزهٔ معدن آلمان شرح مختصری ارائه می‌کند. برخی از اشیاء منحصربه فرد هستند و توسط شرکای پژوهشی به موزه به عنوان نمونه یا اهداء شده‌اند. بسیاری از اشیاء نمایشگاه پیش از دههٔ ۱۹۵۰ به موزهٔ معدن آورده شده‌اند از جمله سنگ مشهور لینارِس (Linares)که توسط یک مهندس آلمانی در دههٔ ۱۹۴۰ به موزه اهداء شده است. این سنگ، گروهی از معدن‌چیان را به تصویر کشیده است که در مسیر خود به سمت کار هستند. این شیء در نزدیکی معدن بسیار غنی نقره لینارِس-لا کارولینا (Linares-La Carolina) (در جنوب اسپانیا) در منطقهٔ معدنی کاستولو (Castuló) پیدا شده است. استرابو نویسندهٔ دوران باستان از این مکان با نام «کوه نقره» (Mons argentarius) یاد کرده است. در سکونت‌گاه حوالی این معدن نیز ساختمان‌های عمومی سنگی وجود دارند. این نقش سنگی در چنین بافتی یافت شده است.

در سال ۲۰۰۰ پژوهش درایران برای نخستین بار پس از انقلاب از سر گرفته شد. معدن‌کاری مس در وشنوه در ارتفاع حدود دو هزار متر از سطح دریا بررسی شد: منطقهٔ معدنی چاله غار (بالا)؛ معدن شمارهٔ یک چاله غار به شکل غیر منتظره‌ای نشان دهنده یک قربانگاه پارتی–ساسانی با یافته های فراوان است (چپ)؛هزاران ظرف و قطعات جواهر در نهشته‌های این معدن عصر مفرغ کشف و ثبت شدند؛ مجید کوهی، یکی از دانشجویان ایرانی، در حال آشکار نمودن یک برش از بین کانسارهای این محوطهٔ قربانگاهی(راست). عکس: موزهٔ معدن آلمان / پژوهشکده باستان شناسی، کوروش روستایی، گِرو اشتفنز، توماس اشتولنر.

In 2000, research in Iran can be resumed for the first time since the revolution. In Veshnaveh, copper mining is being researched at over 2,000 m above sea level: The Chale Ghar mining area (above); b: Mine 1 in Chale Ghar brings, as a surprise, the remains of a Parthian-Sassanid sacrificial site that is rich in finds (left), thousands of vessels and pieces of jewellery were documented over the deposits of the Bronze Age mining; the Iranian student Majid Kouhi exposing a profile through the deposits of the sacrificial site (right); photo: DBM / ICAR, Kourosh Roustaie, Gero Steffens, Thomas Stöllner.

به لطف موفقیت‌های هفتاد سالهٔ پژوهشی می‌توان اعلام نمود که شواهد کهن از استخراج مواد خام اکنون بیش از از هر زمان دیگری در معرض خطر قرار دارند. صنایع معدنی نوین آثار استخراج معدن در دوران باستان را از بین می‌برد و با از بین رفتن این آثار، شواهدِ جوهرِ خلاق و مهندسی انسانی هم از بین می رود. گروه ما چند سال پیش در گرجستان توانست این موضوع را به عینه مشاهده کند که ارزش سهام تا چه اندازه می‌تواند در تولید مواد خام معدنی و پیامد آن تخریب شواهد مهم باستان شناسی معدن مؤثر باشد. بدلیل افزایش کوتاه مدت بهای طلا، کهن‌ترین معدن شناخته شدهٔ طلا که در منطقهٔ سَکدریسی (Sakdrisi) در جنوب‌شرق گرجستان واقع شده است، قربانی منافع اقتصادی سهام‌داران خود شد. طبق معمول در این موارد تنها ما نقش تماشاچی را ایفا می‌کنیم. در این موارد مهم‌ترین مسئله این است که با مستندنگاری علمی چنین مناطقی برای آینده و آیندگان حفظ شده و اطلاع‌رسانی عمومی شود.

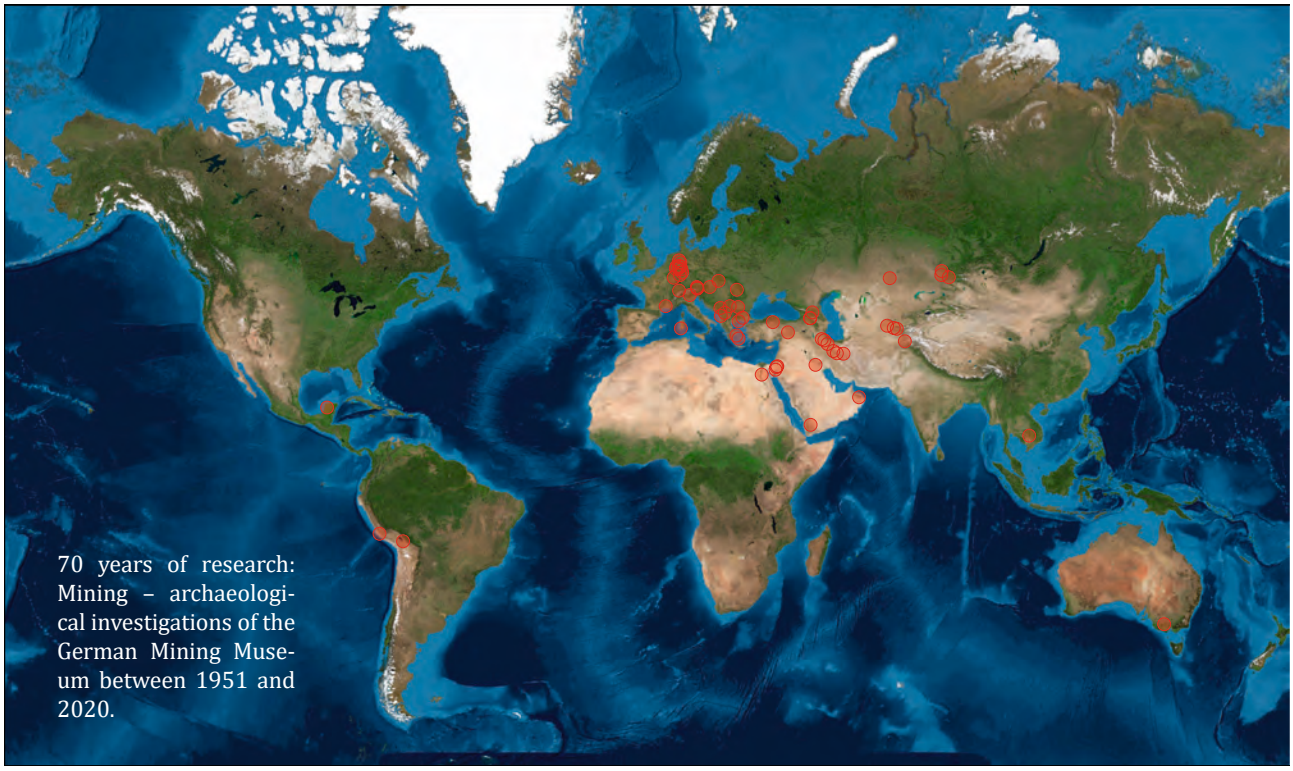
در همین راستا ما دعوت موزهٔ ملی ایران را برای روایت داستانِ استخراجِ موادِ خام با کمک اشیائی که در موزهٔ خود نگهداری می‌کنیم با کمال امتنان پذیرفتیم. برخی از این اشیاء یافته‌هایی معمولی محسوب می‌شوند، امااطلاعات مربوط به آن‌ها در باره داستانِ استخراجِ موادِ خام بسیار مهم هستند. متن فارسی این کاتالوگ بدونَ کار فوق‌العادهٔ دکتر نیما نظافتی و دکتر یحیی کوروشی ممکن نبود. همین طور نمایشگاه و تهیه کاتالوگ آن در موزهٔ معدن آلمان بدون مشارکت دکتر گابریل کورلین (Gabriele Körlin)، دکتر جنیفر گارنر (Jennifer Garner)، مهندس گرو اشتفنز (Gero Steffens)، آنِته هورنشوخ (Annette Hornschuch)، فابیان شاپالز (Fabian Schapals) و هانس-یورگ لاوفر (Hans-Jörg Lauffer) امکان‌پذیر نبود.

به طور ویژه از موزهٔ ملی ایران در تهران، موزهٔ ذوالفقاری در زنجان و وزارتخانهٔ میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی و مقامات مسئول آن بویژه وزیر محترم جناب آقای علی‌اصغر مونسان (میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی)، دکتر محمدحسن طالبیان (معاون وزیر)، دکتر محمدرضا کارگر و دکتر جبرئیل نوکنده (مدیر موزهٔ ملی ایران) سپاسگزاری می‌کنیم. تمامی این افراد با تلاش بسیار پیشبرداین برنامه را در شرایط همه‌گیری کووید-۱۹ میسر نمودند. گروه کاری موزهٔ ملی ایران بویژه دکتر جبرئیل نوکنده، دکتر فریدون بیگلری، خانم نینا رضایی، خانم فیروزه سپیدنامه و بسیاری دیگر از همکاران: سپاس فراوان! ما مرهون سفارت آلمان بویژه آقای سفیر، هانس-اودو موتسِل (Hans-Udo Muzel) و رایزن فرهنگی آقای اشتفان رایتسِ (Stephan Reitze) و همچنین مؤسسهٔ باستان‌شناسی

are: The evidence of the old extraction of raw materials is more endangered than ever. With modern mining, traces of the old mining are disappearing and with them the evidence of the human creative and engineering spirit. Just a few years ago in Georgia, our team was able to experience how much shareholder value can directly influence the production of mineral raw materials and thus also the destruction of important mining archaeological evidence. The demonstrably oldest gold mine of humanity, investigated in Sakdrisi in southeast Georgia, was sacrificed to the economic interests of the shareholders in the course of a short-term rise in the price of gold. As is so often the case, we only can have the role of the spectator. It is all the more important that the scientific documentation of such places is preserved for the future and posterity and that it is made known to the public.

In this respect, we gladly accepted the invitation from the Iranian National Museum to tell the story of raw material extraction with the help of the objects kept in our house. As unspectacular as some finds are, their statement about this story is just as important. The Persian text of the catalogue would have been not possible without the terrific work of Dr. Nima Nezafati and by Dr. Yahya Kouroshi. Likewise, the exhibition and the catalogue would not have been prepared without the engagement of Dr. Gabriele Körlin, Dr. Jennifer Garner, Dipl. Ing. Gero Steffens, Annette Hornschuch and Fabian Schapals as well as Hans-Jörg Lauffer.

We are especially thankful to the Iranian National Museum in Tehran, the Zolfaghari Museum in Zanjān and the Iranian Cultural Heritage Organization and their responsible persons, above all Minister Ali Asghar Mounesan, Vice Minister Dr. Mohamad Hasan Talebian, Dr. Mohammed Reza Kargar and Dr. Jebrael Nokandeh, the General Director of the National Museum. They all have carried out this project with great effort in the current Covid-19 pandemic. The team at the National Museum, especially Dr. Jebrael Nokandeh, Dr. Fereidoun Biglari, Mrs. Nina Rezaie, Mrs. Firuzeh Sepidname and many other employees: thank you very much. We owe the German Embassy, in particular the Ambassador Hans-Udo Muzel and the cultural attaché Stephan Reitze, as well as the German Archaeological Institute



70 years of research: Mining – archaeological investigations of the German Mining Museum between 1951 and 2020.

with the Tehran branch, in particular Dr. Judith Thomalsky numerous supports.

We are of the opinion that the joint cooperation is an important pillar of mutual understanding and a bridge, just as Johann-Wolfgang von Goethe did a little over 200 years ago with his homage to the Persian poet Hafiz and his poems, wisdom and aphorisms. The *West-Eastern Divan* is an important evidence of this important and border crossing bridge. We hope that the "Human Search for Resources" exhibition will also contribute to a deeper understanding of our societies and thus stays in line to thoughts once expressed by German and Iranian scholars.

Thomas Stöllner

آلمان و شعبهٔ تهران این مؤسسه و بویژه پشتیبانی‌های بی دریغ دکتر یودیت تومالسکی (Judith Thomalsky) هستیم.

بر این باوریم که همکاری مشترک، ستون مهمی برای درک مشترک و یک پل ارتباطی محسوب می‌شود. همچنان که یوهان ولفگانگ فون گوته بیش از ۲۰۰ سال پیش شعرها، دانایی و حکمت حافظ را تکریم کرد. «دیوان غربی-شرقی»، شاهد با اهمیتی از این پل مواصلاتی ماورای مرزها است. امیدواریم که نمایشگاه «انسان در جستجوی منابع» کمکی باشد برای درک عمیقتر جوامع ما از این موضوع و بدین ترتیب باقی‌ماندن در چارچوب اندیشه‌هایی که زمانی توسط اندیشمندان آلمانی و ایرانی ابراز شده است.

توماس اشتولنر

Underground excavations are still part of the core of the mining archaeology research section at the German Mining Museum Bochum, here in cooperation with students from the Ruhr University Bochum in the ceiling gallery of the Bronze Age mine in the Arthurstollen near St. Johann in the state of Salzburg, Austria; photos: DBM, P. Thomas

کاوش‌های زیرزمینی همچنان بخشی از محوریت بخش پژوهشی باستان شناسی معدن در موزهٔ معدن آلمان در بوخوم است. در اینجا با همکاری دانشجویان دانشگاه روهر در بوخوم سقف تالار معدنِ عصر مفرغ در آرتوراشتولن در نزدیکی سنت یوهان، ایالت زالتسبورگ، اتریش. عکس: موزهٔ معدن آلمان، پ. توماس.

The Paleolithic underground mines of Thasos, Greece; photo: G. Steffens, DBM

معادن زیرزمینی پارینه سنگی تاسوس، یونان، عکس: گ. اِشتِفِنس DBM

Stone Age | عصرحجر

Darkness of prehistory – Colourfulness of prehistory

Today colours are significant. It was no different back in the Stone Age. The earliest mining operations had just one goal: the extraction of red ochre (haematite) which was valued on account of its colour. The early „miners“ dug this out using simple tools made of stone, animal bone or antler. Stone Age man used this ochre not only to create the famous cave paintings, but also to decorate their dwellings and objects, such as bones and leather. The presence of red ochre in graves might perhaps be compared the practice of indigenous peoples today in painting their own bodies. Red ochre therefore played an important role in burial. The earliest evidence for its use dates back ca 350,000 years. The Neanderthals (ca 300,000–40,000 BC) also used this pigment.

تاریکی ماقبل تاریخ – رنگارنگی ماقبل تاریخ

امروزه رنگ ها اهمیت خاصی دارند. با نگاهی به گذشته، در عصر حجر هم از این حیث تفاوتی وجود نداشت.
کهن ترین فعالیت های معدنکاری تنها یک هدف را دنبال می کردند؛ استخراج اُخرای سرخ (هماتیت) که بخاطر رنگش مورد توجه بود. معدن کاران کهن با استفاده از ابزاری ساده که از سنگ، استخوان و یا شاخ حیوانات ساخته شده بود این اُخرا را کَنده و استخراج می کرده اند. انسان عصر حجر نه تنها برای خلق نقاشی های مشهورِ درون غارها از این اُخرا استفاده می کرد، بلکه برای تزیین محل زندگی و وسایل خود و همچون اشیاء ساخته شده از استخوان و چرم نیز از آن سود می جست. پیدا شدن اُخرا در گورهای این دوره را شاید بتوان با رسم مردمان بومی بعضی مناطق امروزین در رنگ کردن پوست بدن خودشان مقایسه کرد. بنابراین اُخرای سرخ نقش مهمی در انجام مراسم تدفین داشته است. قدیمیترین شاهد بکارگیری اُخرای سرخ به حدود ۳۵۰،۰۰۰ سال پیش باز می گردد. نئاندرتال ها (۳۰۰،۰۰۰ تا ۴۰،۰۰۰ سال پیش از میلاد) نیز از این رنگدانه استفاده می کرده اند.

Crushed red ochre; photo: G. Körlin, DBM.

اُخرای سرخ خرد شده. عکس: گ. کُورلین DBM.

Oldest European red ochre-mining

Red ochre was extracted at Tzines on the Greek island of Thasos as long ago as the later Early Stone Age (Upper Palaeolithic Period, ca 20,000 BC). This is the oldest known underground mine in Europe. The original „mining area“ is thought to comprise of some 15–20 pits. Between 1982 and 1984, mining archaeologists from the German Mining Museum together with Greek colleagues studied two of the excavated pits.

The pits were small, only a few metres in length and irregularly shaped. They followed the red ochre deposits. To crush the rock, the Stone Age miners used simple hammers (so-called mallets) made from river pebbles and picks made from the tips of stag antlers. The horn of the saiga antelope was evidently used to extract the raw material.

کهن ترین معدن کاری اُخرای سرخ در قاره اروپا

اُخرای سرخ به قدمت اواخر عصرِ حجرِ پیشین (دوره دیرینه سنگی بالایی، حدود ۲۰،۰۰۰ سال پیش از میلاد) در بخش تِسینِس (Tzines) در جزیره ی یونانیِ تاسوس(Thasos) استخراج می شده است. این مکان کهن ترین معدن زیرزمینی شناخته شده در اروپاست. تصور می شود که منطقه ی معدنی اولیه از حدود ۱۵ تا ۲۰ چال تشکیل شده بوده است. بین سال های ۱۹۸۲ تا ۱۹۸۴ میلادی (۱۳۶۱ تا ۱۳۶۳خورشیدی) باستان شناسانِ معدن از موزه معدن آلمان همراه با همکاران یونانی خود دو موردِ از این چال ها را مطالعه و حفاری کرده اند.

این چال های کوچک و نامنظم، فقط چند متر طول داشته و در امتداد و به دنبال نهشته های اُخرای سرخ حفر شده اند. معدن کاران عصرِ حجر برای خرد کردن سنگ ها از چکش های ساده ای (اصطلاحاً پتک) استفاده می کردند که از قلوه سنگ های رودخانه ای و نوکِ تیزِ شاخ گوزن ساخته شده بودند. به طور مشخص از شاخ کَلِ سکَایی (بزکوهی سایگا) برای استخراجِ ماده ی خام مربوطه استفاده شده بود.

چال های دوره پارینه سنگی در تِسینِس، کوچک و به شکل نامنظم هستند. عکس: گ. اِشتِفنس، DBM.

The palaeolithic pits in Tzines are small and irregularly shaped. Photo: G. Steffens, DBM.

قدیمی ترین سنگ معدنِ اُخرای شناخته شده در اروپا، در دَر بخش تِسینِس در جزیره ی یونانی تاسوس بود . عکس: چ. لواتو، DBM.

The oldest known ochre mining in Europe was situated in Tzines on Thasos (Greece). Photo: Ch. Levato, DBM.

مینا پریماورا، واله د اینگنیو، منطقه ایکا، پرو.معدنکاریَ زیرزمینی اُخرای سرخ. عکس: ت. اشتولنَر DBM.

Mina Primavera, Valle de Ingenio, Departamento de Ica (Peru). Underground ochre mining. Photo: Th. Stöllner, DBM/RUB.

محل ا ستخراج اُخرای سرخ توسط معدنچیان در پرو(مینا پریماورا، واله د اینگنیو، منطقه ایکا). عکس: ت. اشتولنر DBM.

In Mina Primavera, Valle de Ingenio, Departamento de Ica (Peru) miners exploited red ochre. Photo: Th. Stöllner, DBM/RUB.

کوبنده سنگی؛ کوبنده ها مانند دسته ی هاون برای خرد و پودر کردن اُخرا بکار می رفتند؛ گَرد بدست آمده، شاید بعد از مخلوط شدن با چربی، برای رنگ کردن بدن بکار می رفت؛ مثلثی شکل، از چهار طرف به خاطر ساییدگی تخت شده; رنگ گرفته از اخرای سرخ; تسینس ۱، تاسوس، یونان; عصر پارینه سنگی/میانه سنگی

Pounder stone; pounders were used like pestels to crush the ochre to powder; maybe, mixed together with fat, the powder was used for body painting; triangular shape, flat on four sides due to wear; discoloured by red ochre; Tzines 1, Thasos, Greece; Palaeolithic/Mesolithic Period; 080500662001; L.: 103 mm

قطعاتی از کوبنده هایی که در طی استفاده، دچار شکستگی شده اند؛ رنگ گرفته از اخرای سرخ; سنگ؛ تسینس، تاسوس، یونان عصر پارینه سنگی/میانه سنگی

Fragments of pounders, that were destroyed during use; discoloured by red ochre; Stone; Tzines, Thasos, Greece; Palaeolithic/Mesolithic, Period; 080500657001, 080500657002; L.: 127 mm, 100 mm

قطعاتی از کوبنده هایی که در طی استفاده شکسته شد قطعاتی از کوبنده هایی که در طی استفاده شکسته شده اند؛ رنگ گرفته از اخرای سرخ؛ سنگ؛ تسینس، تاسوس، یونان

Fragments of pounders, that Fragments of pounders, that were destroyed during use; discoloured by red ochre; Stone; Tzines, Thasos, Greece; 080000189000

قطعاتی از اُخرای سرخ؛ ماده خام؛ سنگ؛ تسینس ۱، تاسوس، یونان

Two pieces of red ochre; Raw material; Tzines 1, Thasos, Greece; 080500665000

نوکِ شاخ؛ این نوک شاخ متعلق است به یک گوزن که به عنوان کلنگی برای استخراج اُخرا از سنگ دیواره ی معدن استفاده شده است؛ رنگ گرفته از اُخرای سرخ؛ سنگ: تسینس ۱، تاسوس، یونان عصر پارینه سنگی/میانه سنگی

Fragments of pounders, Antler tip; the antler tip belongs to the antler of a deer, which was used as a pick to extract ochre from the mining wall; discoloured by red ochre; Tzines 1, Thasos, Greece; Palaeolithic/Mesolithic Period; 080000182001; L.: 119 mm

Body and hair paint with ochre, Himba woman, Namibia. Photo: Yves Picq.

رنگ بدن و مو با اُخرا، زن هیمبا، نامیبیا. عکس: ایف پیک.

اخرای سرخ در باستان‌مردم‌شناسی

رنگ قرمز و ماده ی اُخرای سرخ حتی امروزه هم در زندگی و باورهای جوامع بومی آفریقا، آسیا و آمریکای جنوبی نقشی کلیدی بازی می کنند. به عنوان مثال، زنان قبیله ی دامدارِ هیمبا در نامیبیا، قرمز را برترین رنگ برای زیبایی خود می دانند. این زنان هر روز نه تنها به پوست و موی خود، بلکه به زیورآلات و لباسهای خود کِرمی غنی از مقادیر بسیار بالایی از اخرای سرخ می مالند. یکی از اثرات جانبیِ مفیدِ این کار آن است که این کِرم باعث حفاظت آنها هم در برابر هوای بسیار گرم و خشک و هم در برابر گزش پشه ها می شود.

از رنگدانه تا رنگ

استخراج اخرای زرد و سرخ، تنها اولین گام در راه تولید رنگ بوده است. پس از استخراج، ماده معدنی خرد و آسیاب می شد. در واقع، خیلی پیش از آنکه آسیاب برای خرد کردن دانه های خوراکی بکار رود برای تولید گَردِ رنگ بکار می رفته است! احتمالا آتش هم در انجام این فرآیند مهم بوده است- به عنوان مثال، اُخرای سرخ می توانست از طریق حرارت دادن اخرای زرد تولید شود. اغلب رنگدانه ها شامل رنگ های زرد، سرخ و قهوه ای بودند ولی سفید و سیاه نیز گاهی استفاده می شدند، که منبع اصلی تولید آنها آهک و ذغالِ چوب بود. پودر رنگی ایجاد شده با ماده ی پرکننده ای، مثل نوعی چربی، مخلوط می شد تا رنگ دلخواه نهایی به آن داده شود. در این کار قطعاً آزمون و خطاهایی ضروری بوده تا مشخص شود کدام ماده ی پرکننده بهتر حفظ می شده، کدام بهتر پخش می شده و پوشش می داده و کدام ثابت تر و دیرزدودنی تر بوده است.

Red ochre in ethnoarchaeology

The colour red and the substance red ochre still play a key role in the life and beliefs of indigenous societies in Africa, Asia and South America today. For example, the women of the Himba pastoral tribe in Namibia consider red to be their ideal colour of beauty. Every day they rub not only their skin and hair but also their jewellery and clothes with a rich cream containing a very high proportion of red ochre. A useful side-effect of this is that the cream also protects them against the hot and dry climate as well as against mosquitoes.

From pigment to paint

The extraction of red and yellow ochre was just the first step on the path to paint. Mining was then followed by the crushing or grinding of the mineral. In fact paint mills existed long before the earliest grain mills! Fire might also be important to this process – for example, red ochre could be produced through the firing of yellow ochre. The predominant pigment colours were yellow, red and brown, but white and black were also sometimes used. The source materials for these were lime and charcoal. The coloured powder was blended with a carrier material, say, a fat, in order to give the desired colour paint. Experiments were certainly necessary in this regard: Which carrier material kept the best? Which covered the best? Which of these was colourfast?

چکش سنگی با آثار کوبش بر روی آن؛ که ابزاری برای استخراج هماتیت از سنگ دیواره بوده است؛ رنگی شده توسط هماتیت؛ مینا پریماورا، پرو

Hammer stone with pick marks; it is a tool to extract haematite from the wall; colored of haematite; Mina Primavera, Valle de Ingenio, Departamento de Ica, Peru; 080001575230; L.: 127 mm

چکش سنگی یا کوبنده با آثار کوبش روی آن؛ رنگی شده توسط هماتیت؛ مینا پریماورا، پرو

Hammer stone or pounder with pick marks; colored of haematite; Mina Primavera, Valle de Ingenio, Departamento de Ica, Peru; 080001575231; L.: 97 mm

هماتیت (اخرای سرخ، Fe_2O_3)؛ هماتیت یک کانی با ترکیب اکسید آهن است که به شکل بلورها یا گرهک های سرخ یا سیاه رخ می دهد. هماتیت از عصر دیرینه سنگی به عنوان رنگدانه استفاده می شده است-در ابتدا به عنوان رنگ بدن ولی همچنین برای نقاشی دیواره ی غارها. گرد این رنگدانه وقتی بر سطوح مالیده می شود رنگ درخشانی ایجاد می کند. مینا پریماورا، پرو

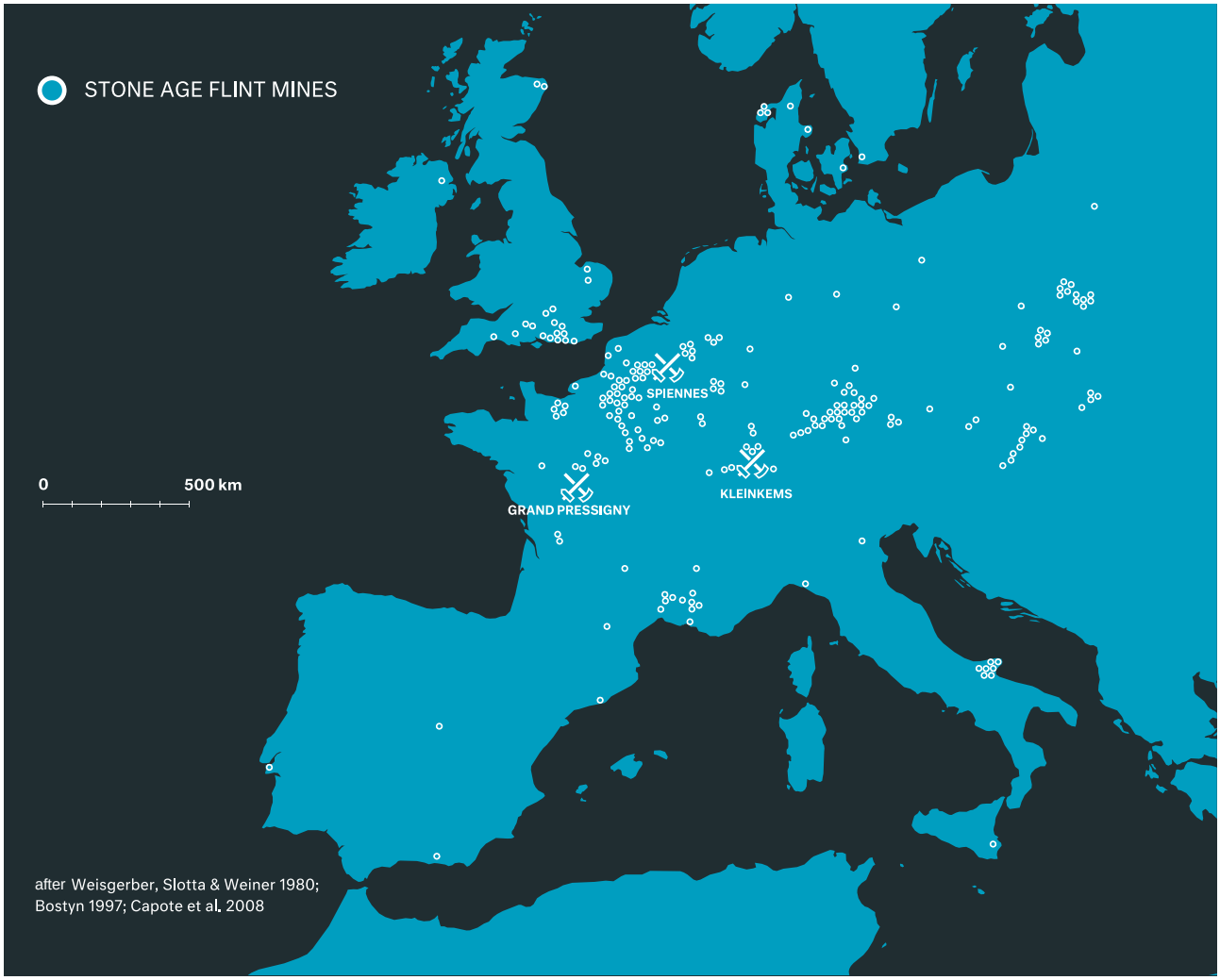
Haematite (red ochre, Fe_2O_3): haematite is an iron oxide mineral that occurs in the form of either red or black crystals or nodules. Haematite has been used as a pigment since the Palaeolithic Period – primarily as body paint but also for cave paintings. When rubbed, the powdered pigment produces a bright red colour; Mina Primavera, Valle de Ingenio, Departamento de Ica, Peru; 080001575233; L.: 145 mm

Flint – a versatile raw material

Flint (German: Feuerstein, French: silex) was the all-purpose raw material of the Stone Age! It was an indispensable commodity, used both for producing tools and for making fires. Knives, arrowheads, drills, axes and many other useful tools were made from flint. Its properties included its excellent glass-like fracture as well as its sharpness. This allowed it to be easily flaked into tools of different shapes and sizes as required. The sharpness of a newly made flint blade is comparable to that of a good quality steel knife. The best fracture is obtained from recently mined material, i.e. freshly struck from unweathered bedrock flint. If flint is left in the open for a long time, then it dries out and becomes brittle.

فلینت – ماده ی اولیه ی همه کاره

فلینت یا سنگ آتشزنه (آلمانی؛ فُویِراِشتاین، فرانسوی؛ سیلِکس) در عصر حجر ماده ی خام همه کاره ای بوده است! کالایی ضروری که هم برای تولید ابزار و هم برای افروختن آتش بکار می رفت. کارد، سرپیکان، سرمته، تبر و بسیاری از ابزار های مفید دیگر از فلینت ساخته می شدند. از مهترین خصوصیات این ماده، شکست شیشه ای و درنتیجه تیزی آن (ایجاد لبه های تیز در اثر شکسته شدن) بودند. این خود اجازه می داد تا فلینت براحتی به تیغه های نازکی با شکل ها و اندازه های لازم قابل شکستن باشد. تیزی یک تیغه ی تازه ساخته شده از فلینت با تیزی یک چاقویِ باکیفیت فولادی (استیل) قابل مقایسه است. بهترین شکست، از فلینتی که تازه استخراج شده یا به عبارتی از فلینتی که تازه از سنگِ بسترِ هوانخورده با ضربه کنده شده بدست می آید. اگر فلینت برای مدتی طولانی در هوای آزاد رها شود، آب خود را از دست داده و شکننده خواهد شد.



Flint mines in Western and Central Europe | نقشه معادن فلینت در اروپای غربی و مرکزی در عصر حجر

What is flint?

Flint was and remains to this day a useful as well as beautiful material, as the many different colours and textures illustrate. Flint is a siliceous rock composed of quartz and opal. It is a hard rock which forms sharp edges when fractured. Different impurities in the rock result in numerous colours and inclusions. Flint is a sedimentary rock which owes its origins to the sedimentation processes and changes occurring within chalk sediments deposited on the floors of the oceans during the Cretaceous Period ca 150 million years ago. It is restricted to specific geological formations – such as the chalk, and therefore does not occur everywhere. Flint-mining centres developed within those regions where flint was present in sufficient quality and amounts close to the surface.

فلینت چیست؟

فلینت، همانگونه که رنگ ها و بافت های بسیار متنوع آن نشان می دهند، هم درگذشته و هم امروزه ماده ای مفید و زیبا بوده و هست. فلینت سنگی سیلیسی است که از کوارتز و اُپال تشکیل شده است. سنگی سخت است که در اثر شکسته شدن، لبه های تیزی در محل شکستگی آن بوجود می آید. وجود ناخالصی های متفاوت در این سنگ باعث ایجاد رنگ ها و ادخال های بسیار متنوع در آن می شود. فلینت سنگی است رسوبی که تشکیل خود را مدیون فرآیندها و تغییرات رسوبگذاریِ ایجاد شده در طیِ تشکیل نوعی رسوب آهکی سفید رنگ (گچ فرنگی) در کف اقیانوس ها در دوران کرتاسه، حدود ۱۵۰ میلیون سال پیش، است. رخداد فلینت به سازندهای زمین شناسی خاصی محدود است، مانند سنگ آهک سفید، و بنابراین هرجایی تشکیل نمی شود. به همین دلیل هم مراکز معدنکاری فلینت در مناطقی توسعه یافتند که فلینت به مقدار کافی و با کیفیت مناسب در نزدیکی سطح زمین وجود داشته است.

نمونه بازآفرینی شده یک تبرِ فِلینتی، عصر نوسنگی عکس: گ. کورلین DBM.

The replica of a neolithic flint axe is very efficient. Photo: G. Körlin, DBM.

انواع مختلفی از تیغه ها وتبرها ی فِلینتی. عکس: DBM.

Several flint blades and flint axes. Photo: DBM.

تیشه مُشتی؛ کوارتزیت؛ آهنت، صحرا، الجزایر؛ عصر دیرینه سنگی، دوره آشولی، حدود ۲۵۰،۰۰۰ سال پیش از میلاد

Handaxe; Quartzite; Ahnet, Sahara, Algeria; Palaeolithic Period: Acheulean Period, ca. 250,000 BC; 080500050001; L.: 154 mm

تیشه ی مُشتی؛ کوارتزیت، آهنت، صحرا، الجزایر؛ عصر دیرینه سنگی، دوره آشولی، حدود ۲۵۰،۰۰۰ سال پیش از میلاد

Handaxe; Quartzite; Ahnet, Sahara, Algeria; Palaeolithic Period: Acheulean Period, ca. 250,000 BC; 080500045001; L.: 202 mm

تیشه ی مُشتی؛ ابزاری چندکاره، که شاید برای خارج کردن ریشه های خوراکی، جانوران و آب از درون خاک استفاده می شده است؛ یا برای خرد کردن چوب و به عنوان منبعی برای ابزار تراشه ای؛ اینها کهن ترین ابزار شناخته شده ی بشر در حدود ۱/۷۵ میلیون سال پیش در آفریقا بوده اند؛ کوارتزیت؛ صحرا، الجزایر؛ عصر پارینه سنگی، دوره آشولی، حدود ۲۵۰،۰۰۰ سال پیش از میلاد

Handaxe; a multi tool, maybe used to dig for tubers, animals and water; to chop wood and as a source for flake tools; they are the oldest known tools of the humanity, round about 1,75 million yeas ago in Africa; Quartzite; Erg Er Raoui, Sahara, Algeria; Palaeolithic Period: Acheulean Period, ca. 250,000 BC; 080500047001; L.: 157 mm

فلینتِ بومیان آمریکا
Native American Flint

سه سرپیکان، نمونه ی دقیقاً بازآفرینی شده توسط بروس بِرَدلی

3 arrow heads; replica made by Bruce Bradley; 080000240000; L.: 47 mm

سرپیکان؛ مونتری چرت، میوسن، سازند مونتری، ساحل کالیفرنیای مرکزی، هومبولدت پوینت، ایالات متحده امریکا، نمونه ی دقیقاً بازآفرینی شده توسط بروس بِرَدلی

Arrow head; Monterey Chert, Miocene, Monterey Formation; Central California coast, Humboldt point, USA; replica made by Bruce Bradley; 080000077001; L.: 70 mm

سرپیکان، مَونتین کریستال، مرکز آرکانزاس، مّک کورکِل پوینت، ایالات متحده آمریکا، نمونه ی دقیقاً بازآفرینی شده توسط بروس بِرَدلی

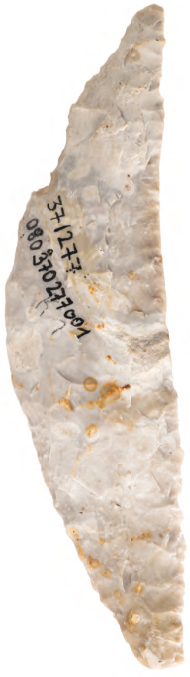
Arrow head; Mountain crystal; Central Arkansas, MacCorkle point, USA; replica made by Bruce Bradley; 080000072001; L.: 35 mm

سرپیکان؛ فلینت؛ آلمان؛عصر نوسنگی

Arrow head; Flint; Germany; Neolithic Period; 080370287000; L.: 71 mm

خنجر؛ چنین خنجرهای فلینتی نمونه ی بارزی از دوره ی گذار از عصر نوسنگی به فلینتِ عصر مفرغ هستند؛ محل کشف نامشخص؛ پایان عصر نوسنگی/آغاز عصر مفرغ، حدود ۲۴۰۰ تا ۱۸۰۰ پیش از میلاد

Dagger: Such flint daggers are typical for the transition from the Neolithic Period to the Bronze Age; Flint; Site unknown; Final Neolithic Period/Early Bronze Age, ca. 2,400–1,800 BC, 080370285000; L.: 220 mm



داس ؛ فلینت؛ آلمان؛ عصر نوسنگ

Sickle; Flint; Germany; Neolithic Period; 080370277000; L.: 124 mm

سرنیزه؛ فلینت؛ آلمان؛ عصر نوسنگی

Spear head; Flint; Germany; Neolithic Period; 080370278000; L.: 124 mm

سرنیزه؛ فلینت؛ آلمان؛ عصر نوسنگی

Spear head; Flint; Germany; Neolithic Period; 080370276000; L.: 150 mm

تبر سنگی؛ فلینت؛ آلمان؛ عصر نوسنگی

Stone axe; Flint, Germany; Neolithic Period; 080370280000; L.: 109 mm

تبر سنگی؛ فلینت؛ آلمان؛ عصر نوسنگی

Stone axe; Flint; Germany; Neolithic Period; 080370289000; L.: 124 mm

تبر سنگی؛ فلینت؛ آلمان؛ عصر نوسنگی

Stone axe; Flint; Germany; Neolithic Period; 080370294000 L.: 150 mm

خنجر، که اصطلاحاً خنجرِ دُم ماهی نامیده می شود؛ فلینت؛ آلَمان؛ عصر نوسنگیِ پسین

Dagger, so-called Fischschwanzdolch (fishtail dagger); Flint; Germany; late Neolithic Period; 080370279000; L.: 154 mm

(تبر) دو سَره؛ فلینت؛ آلمان؛ عصر نوسنگی

Double head (dagger?); Flint; Germany; Neolithic Period; 080370286001; L.: 96 mm

تبر سنگی؛ فلینت؛ آلمان؛ عصر نوسنگی

Axe; Flint; Rügen, Germany; Neolithic Period; 080370290001; L.: 133 mm

اِسکِنه (یا قلم درز) یا اسکنه دوبَر، آلمان، عصر نوسنگی

Chisel (Doppelmeißel); Germany; Neolithic Period; 080370281000; L.: 105 mm

اسپیِین

معادن فلینتِ دوران نوسنگی اسپیین (Spiennes) از جمله بزرگترین و کهن ترین معادن فلینت نوسنگی در شمال غرب اروپا هستند که در نزدیکی روستای اسپیین در جنوب شرق شهر مونس (Mons) بلژیک واقع شده اند. نام این محوطه و بخش های اطراف آن در سال ۲۰۰۰ میلادی (۱۳۷۹ خورشیدی) در فهرست محوطه های میراث جهانی یونسکو وارد شد. معادن اسپیین با تعداد تقریبی ۲۰۰۰ چاه در منطقه ای به وسعت ۱۰۰ هکتار واقع شده اند. این درحالیست که در محوطه پتی اسپیین (Petite Spiennes) ۵۰۰۰ چاه در زمینی به وسعت ۱۶ هکتار واقع شده است. این محوطه مَملو ازمیلیونها قطعه ی کارشده ی فلینت می باشد. ساکنان دوره نوسنگیِ این محوطه، به تدریج کنده کاری های سطحی را به چاه های معدنی عمودی تبدیل کرده اند که عمقشان به ۸ تا ۱۶ متر و قطرشان به ۰/۸ تا ۱/۲ متر می رسد. زیر این محوطه شامل شبکه ی مفصلی از مغاره های دست کنده است که از طریق چاه های فراوانی که ۵/۵ متر از هم فاصله دارند (از بالا) قابل دسترسی است. نخستین چاه های این منطقه در سال ۱۸۶۷ میلادی (۱۲۴۶ خورشیدی) زمانی کشف شدند که خط راه آهن شهر مونس به شهر شیمه (Chimay) در حال ساخت بود. قطعات فلینتِ اسپیین در منطقه ای به شعاع ۵۰ کیلومتری این محوطه پیدا شدند، درحالی که تعدادی از محصولات نهایی ساخته شده از آنها مانند تبر تا شعاع ۱۶۰ کیلومتری دورتر از این منطقه نیز یافت شدند.

Spiennes

The Neolithic flint mines of Spiennes are among the largest and earliest Neolithic flint mines in north-west Europe, located close to the village of Spiennes, southeast of Mons, Belgium. The site and its surroundings were inducted into the UNESCO‘s list of World Heritage Sites in 2000. The Mines of Spiennes cover some 100 ha and with approx. 2,000 shafts, in Petite Spiennes even 5,000 shafs on 16 ha land. The site is dotted with millions of scraps of worked flint, that Neolithic settlers have gradually turned into vertical mine shafts, which reach a deep of 8-16 m with a diameter of 0,8-1,2 m. Underneath is an elaborate man-made network of caverns accessible via the many shafts, which are 5,5 m apart. The first shafts were discovered 1867 when the railway line from Mons to Chimay was built. Flint of Spiennes were found in a radius of 50 km, some final products like axes were found 160 km away.

Always the best Gezähe (German term for mining tools)

The Stone Age miners tried to adapt their tools, the so-called Gezähe, to the local rock conditions. For the mining of compacted chalk, they used flint pickaxes. If the chalk was harder – albeit riddled with fissures, then they chose antlers to lever out the chalk blocks. However, if a mining site exhibited a range of different rock strata, various mining tools were used, such as stone hammers, mallets, pickaxes and antler tools. The hard limestone found in Southern Germany or Switzerland presented a special challenge. The miners would first heat up the rock then crush it with heavy hammers/mallets in order to reach the raw material desired. In Britain, the shoulder blades of cattle were used to scrape together the mine waste.

همیشه بهترین ابزار معدنکاری

معدنکاران عصر حجر سعی می کردند تا کیفیت ابزار معدنکاری خود را با مشخصات سنگ های محلی وفق دهند. آنها برای استخراج سنگ آهکِ سفیدِ متراکم از کلنگ فلینتی استفاده می کردند. اگر این سنگ آهک، سخت تر ولی دارای شکاف هایی می بود آنها از شاخ برای اهرم و جداکردن بلوک های سنگ آهک استفاده می کردند. به هرحال، اگر یک منطقه ی معدنی گستره ی متفاوتی از لایه های سنگی را به نمایش می گذاشت، به تناسب، ابزار متنوعی مانند چکش سنگی، پتک، کلنگ و شاخ استفاده می شد. سنگ آهک سختی که در جنوب آلمان یا سوییس یافت شده، چالش ویژه ای را به نمایش می گذاشت. از اینرو معدنکاران، نخست سنگ را حرارت می دادند و سپس آنرا با چکش های سنگین یا پتک خرد می کردند تا به ماده خام مورد نظر خود برسند. در بریتانیا از استخوان کتف گاو برای خراشیدن و جمع کردن باطله ی معدنی استفاده می شد.

سرکلنگ؛ فلینت؛
محوطه قلوه سنگی نزدیک معادن فلینت اسپیین، مونس، بلژیک؛ عصر نوسنگی، حدود ۴۵۰۰ تا ۲۹۰۰ پیش از میلاد

Pick; Flint; Pebble field near the flint mines at Spiennes, Mons, Belgium; Neolithic Period, ca. 4,500–2,900 BC; 0801212410010; L.: 138 mm

سرکلنگ؛ فلینت؛
محوطه قلوه سنگی نزدیک معادن فلینت اسپیین، مونس، بلژیک؛ عصر نوسنگی، حدود ۴۵۰۰ تا ۲۹۰۰ پیش از میلاد

Pick; Flint; Pebble field near the flint mines at Spiennes, Mons, Belgium; Neolithic Period, ca. 4,500–2,900 BC; 080120319001; L.: 137 mm

سر کلنگ ساخته شده از شاخ که برای استخراج فلینت از رسوبات آهکی سفید بکار می رفته است؛ اسپیین؛ بلژیک، عصر نوسنگی

Picks made of antler were used to extract the flint out of the chalk sediment; Spiennes, Belgium; Neolithic Period; 080120306001; L.: 280 mm

سرکلنگ؛ شاخ؛ اسپیین، بلژیک، عصر نوسنگی

Pick; Antler; Spiennes, Belgium; Neolithic Period; 080120531001; L.: 500 mm

تیغه؛ تیغه ها از قطعات بزرگ تر فلینت که سنگ مادر نامیده می شوند بدست می آیند. در گام بعد تیغه ها برای ساختن ابزارهای متفاوتی همچون کارد، رنده، داس و غیره بکار می رفتند. فلینت؛ محوطه قلوه سنگی نزدیک معادن فلینت اسپیین، مونس، بلژیک؛ عصر نوسنگی، حدود ۴۵۰۰ تا ۲۹۰۰ پیش از میلاد

Blades; Blades are obtained from a larger flint piece, the core. At the next step blades were used to make different kinds of tools like knifes, scrapers, sickles etc.; Flint; Pebble field near the flint mines at Spiennes, Mons, Belgium; Neolithic Period, ca. 4,500–2,900 BC; 080120403002, 080120413001, 080120533001; L.: 85 mm, 104 mm, 99 mm

تبر سنگی؛ فلینت؛ آلمان؛ عصر نوسنگی

Stone axe; Flint; Germany; Neolithic Period; 0803702930001
L.: 133 mm

چکش سنگی؛ فلینت؛
محوطه قلوه سنگی نزدیک معادن فلینت اسپیینِ، مونس، بلژیک؛ عصر نوسنگی، حدود ۴۵۰۰ تا ۲۹۰۰ پیش از میلاد

Hammer stone; Flint; Pebble field near the flint mines at Spiennes, Mons, Belgium; Neolithic Period,
ca. 4,500–2,900 BC;
080360860000; L.: 128 mm

تبر؛ فلینت؛
محوطه ی قلوه سنگی نزدیک معادن فلینت اسپیینِ، مونس، بلژیک؛ عصر نوسنگی، حدود ۴۵۰۰ تا ۲۹۰۰ پیش از میلاد

Axe; Flint; Pebble field near the flint mines at Spiennes, Mons, Belgium; Neolithic Period, ca. 4,500–2,900 BC;
080120725001; L.: 114 mm

سرکلنگ؛ فلینت؛
محوطه قلوه سنگی نزدیک معادن فلینت اسپیینِ، مونس، بلژیک؛ عصر نوسنگی، حدود ۴۵۰۰ تا ۲۹۰۰ پیش از میلاد

Pick; Flint; Pebble field near the flint mines at Spiennes, Mons, Belgium; Neolithic Period, ca. 4,500–2,900 BC;
080120319001
L.: 170 mm

انواع مختلفی از تیغه؛ فلینت؛ محوطه ی قلوه سنگی نزدیک معادن فلینت اسپیینِ، مونس، بلژیک؛ عصر نوسنگی، حدود ۴۵۰۰ تا ۲۹۰۰ پیش از میلاد

Core, different kind of blades; Flint; Pebble field near the flint mines at Spiennes, Mons, Belgium; Neolithic Period, ca. 4,500–2,900 BC; 080120308001, 080120-380001, 080120388001, 080120413001, 080120536001, 080120538001, 080120566001, 080120567001; L.: 187mm (core)

سنگ مادر؛ فلینت؛ محوطه قلوه سنگی نزدیک معادن فلینت اسپیین، مونس، بلژیک؛ عصر نوسنگی، حدود ۴۵۰۰ تا ۲۹۰۰ پیش از میلاد

Core; Flint; Pebble field near the flint mines at Spiennes, Mons, Belgium; Neolithic Period, ca. 4,500–2,900 BC; 080121246001
L.: 60 mm

Kleinkems–
Faster to the goal with fire-setting

The method of fire-setting used since the Neolithic Period helped to speed up flint extraction. The miners used fire to heat the host rock for several hours in order to wear it down. „Simple“ extraction using grooved hammer stones resulted in the production of small-sized material. Considerably larger pieces could only be struck following the heating process. The result was up to a 20-fold increase in progress. As the heat did not penetrate very deeply into the rock, it was necessary to repeat the process many times. This method was particularly effective in limestone regions since limestone is significantly harder than chalk. Fire-setting was a method used for thousands of years – including in the extraction of metal ores.

منطقه ی کِلاین کِمز
راه سریعتر به مقصود با «برافروزشِ سنگ»

روش برافروختن یا برافروزشِ سنگ (یا به عبارتی، به آتش کشیدن سنگ fire-setting) که از دورِه نوسنگی استفاده می شد به انجام سریعتر استخراج فلینت کمک می کرد. معدنکاران برای سستَ کردن سنگ میزبانِ ماده معدنی، این سنگ را برای چندین ساعت در معرض آتش قرار می دادند. بکارگیری روش ساده ی استخراج (بدون آتش) که در آن از چکش سنگی شیاردار استفاده می شد نتیجه ای جز جداشدن قطعات کوچک سنگی نداشت. جداکردن قطعات سنگی بسیار بزرگتر فقط از طریق فرآیندِ حرارت دهی امکان پذیر بود. به این ترتیب، نتیجه کار تا حدود بیست برابر بهتر می شد. از آنجایی که حرارت، چندان در عمق سنگ نفوذ نمی کرد، لازم بود تا این فرآیند چندین بار تکرار شود. این روش بویژه در مناطق سنگ آهکی کارآمد بود چراکه سنگ آهک بسیار سخت تر از سنگ آهکِ سفید است. برافروزش روشی است که برای هزاران سال استفاده می شده است از جمله در استخراج کانسنگ های فلزی.

Kleinkems, excavation at the Isteiner Klotz in the 1950s; photo: Elisabeth Schmidt, DBM.

کلاین کِمز، کاوش در ایشتاینر کلوتس در دهه ۱۹۵۰، عکس: الیزابت اشمیت، DBM.

قطعاتی از گرهک ژاسپ؛ معدن ژاسپ کاخِل فلو، کلاین کِمز، ایالت بادن وورتمبرگ؛ عصر نوسنگی پسین، حدود ۴۲۵۰ تا ۴۰۵۰ پیش از میلاد

Fragment of a nodule; Jasper; Jasper mine at the Kachelfluh, Kleinkems, Lörrach District, Baden-Wuerttemberg; Zenith: Late Neolithic Period, ca. 4,250 / 4,050 BC; 080121322002; L.: 71 mm

چکش سنگی شیار دار؛ این نوع ابزار با دستگیره ای چوبی دسته دار می شده تا ژاسپ را از سنگ درونگیر آن استخراج کند؛ از شیار سنگ برای جاانداختن مطمئن دسته بر روی سنگ استفاده می شده است. معدن ژاسپ کاخِل فلو، کلاین کِمز، ایالت بادن وورتمبرگ؛ عصر نوسنگی پسین، حدود ۴۲۵۰ تا ۴۰۵۰ پیش از میلاد

Grooved hammer stone; this kind of tool was hafted with a wooden handle to extract the jasper out of the rock; the groove was used to fix the handle on the stone; Jasper mine at the Kachelfluh, Kleinkems, Lörrach District, Baden-Wuerttemberg; Zenith: Late Neolithic Period, ca. 4,250–4,050 BC; 080121006001; L.: 172 mm

چکش سنگی فاق دار؛ مانند چکش های سنگی شیاردار با یک دسته ی چوبی برای استخراج ژاسپ از سنگ درونگیر آن بکار می رفته است؛ در این مورد، فاق برای جاانداختن دسته بر روی سنگ استفاده می شده است؛ معدن ژاسپ کاخِل فلو، کلاین کِمز، ایالت بادن وورتمبرگ؛ عصر نوسنگی پسین، حدود ۴۲۵۰ تا ۴۰۵۰ پیش از میلاد

Notched hammer stone; like grooved hammer stones to extract jasper out of the wall with a wooden handle; in this case the notches were used to fix the handle on the stone; Jasper mine at the Kachelfluh, Kleinkems, Lörrach District, Baden-Wuerttemberg; Zenith: Late Neolithic Period, ca. 4,250–4,050 BC; 080120998002; L.: 180 mm

این چکش سنگی احتمالا ابزاری دستی بوده، چراکه شیار نگهدارنده ی دسته بر روی آن وجود ندارد؛ معدن ژاسپ کاخِل فلو، کلاین کِمز، ایالت بادن وورتمبرگ؛ عصر نوسنگی پسین، حدود ۴۲۵۰ تا ۴۰۵۰ پیش از میلاد

Hammer stone; maybe a handheld tool, because of the lack of grooves or notches; Jasper mine at the Kachelfluh, Kleinkems, Lörrach District, Baden-Wuerttemberg; Zenith: Late Neolithic Period, ca. 4,250–4,050 BC; 080121164001; L.: 141 mm

گِرهَکِ ژاسپ (SiO_2)؛ ژاسپ ماده خامی بوده که مانند فلینت برای ساختن ابزار استفاده می شده است؛ معدن ژاسپ کاخِل فلو، کلاین کِمز، ایالت بادن وورتمبرگ؛ آلمان، حدود ۴۵۰۰ تا ۲۹۰۰ پیش از میلاد

Nodule; Jasper (SiO_2); it was used like flint as a raw material to make tools; Jasper mine at the Kachelfluh, Kleinkems, Lörrach District, Baden-Wuerttemberg; Zenith: Late Neolithic Period, ca. 4,250 / 4,050 BC; 080122028002; L.: 240 mm

سرپیکان (نمونه ی دقیقاً بازآفرینی شده) ژاسپ؛ معدن ژاسپ کاخِل فلو، کلاین کِمز، ایالت بادن وورتمبرگ؛ عصر نوسنگی پسین، حدود ۴۲۵۰ تا ۴۰۵۰ پیش از میلاد

Arrow head (replica); Jasper; Jasper mine at the Kachelfluh, Kleinkems, Lörrach District, Baden-Wuerttemberg; Zenith: Late Neolithic Period, ca. 4,250–4,050 BC; 080370334001; L.: 32 mm

سرپیکان (نمونه ی دقیقاً بازآفرینی شده) ژاسپ؛ معدن ژاسپ کاخِل فلو، کلاین کِمز، ایالت بادن وورتمبرگ؛ عصر نوسنگی پسین، حدود ۴۲۵۰ تا ۴۰۵۰ پیش از میلاد

Arrow head (replica); Jasper; Jasper mine at the Kachelfluh, Kleinkems, Lörrach District, Baden-Wuerttemberg; Zenith: Late Neolithic Period, ca. 4,250–4,050 BC; 080370332001; L.: 44 mm

سرپیکان (نمونه ی دقیقاً بازآفرینی شده) ژاسپ؛ معدن ژاسپ کاخِل فلو، کلاین کِمز، ایالت بادن وورتمبرگ؛ عصر نوسنگی پسین، حدود ۴۲۵۰ تا ۴۰۵۰ پیش از میلاد

Arrow head (replica); Jasper; Jasper mine at the Kachelfluh, Kleinkems, Lörrach District, Baden-Wuerttemberg; Zenith: Late Neolithic Period, ca. 4,250–4,05 BC; 080370331001; L.: 19 mm

لایه ای که تحت برافروزش واقع شده است؛ معدن ژاسپ کاخِل فلو، کلاین کِمز، ایالت بادن وورتمبرگ؛ عصر نوسنگی پسین، حدود ۴۲۵۰ تا ۴۰۵۰ پیش از میلاد

Part of a profile with different layers of host rock and jasper after fire-setting. Without fire-setting the miners have small-sized material; the part in the middle is discoloured by fire; Jasper, host rock; Jasper mine at the Kachelfluh, Kleinkems, Lörrach District, Baden-Wuerttemberg; Zenith: Late Neolithic Period, ca. 4,250–4,050 BC; 080803212000; L.: 370 mm

چندین تیغه؛ ژاسپ ؛ معدن ژاسپ کاخِل فلو، کلاین کِمز، ایالت بادن وورتمبرگ؛ عصر نوسنگی پسین، حدود ۴۲۵۰ تا ۴۰۵۰ پیش از میلاد

Blades; Jasper; Jasper mine at the Kachelfluh, Kleinkems, Lörrach District, Baden-Wuerttemberg; Zenith: Late Neolithic Period, ca. 4,250–4,050 BC; 080370324005

سرمته از جنس ژاسپ (نمونه ی دقیقاً بازآفرینی شده)؛ معدن ژاسپ کاخِل فلو، کلاین کِمز، ایالت بادن وورتمبرگ؛ عصر نوسنگی پسین، حدود ۴۲۵۰ تا ۴۰۵۰ پیش از میلاد

Borer (replica); Jasper; Jasper mine at the Kachelfluh, Kleinkems, Lörrach District, Baden-Wuerttemberg; Zenith: Late Neolithic Period, ca. 4,250–4,050 BC; 080370324001; L.: 52 mm

کارد(نمونه ی دقیقاً بازآفرینی شده)؛ ژاسپ ؛ معدن ژاسپ کاخِل فلو، کلاین کِمز، ایالت بادن وورتمبرگ؛ عصر نوسنگی پسین، حدود ۴۲۵۰ تا ۴۰۵۰ پیش از میلاد

Knife (replica); Jasper; Jasper mine at the Kachelfluh, Kleinkems, Lörrach District, Baden-Wuerttemberg; Zenith: Late Neolithic Period, ca. 4,250–4,050 BC; 080370308001; L.: 72 mm

Grand Pressigny–
Blades as a top export product

The exceptionally large size and quality of the raw tabular flint made products from Grand Pressigny an „export hit“. From this material artisan produced blades of up to 40 cm in length. These were the longest flint blades known and were traded as far afield as 1000 km.
At La Creusette in France, a hoard was discovered containing 133 beautiful Grand Pressigny blades. They were found lying piled on top of each other within several layers in a pit. Such finds are a clear indication of the high value attached to these blades. It also suggests that these were the semi-finished products used as standard goods for barter, which were only turned into finished artefacts (e.g. dagger, knife, sickle or saw) at their place of destination.

بخشِ گِران پِرسینی
تیغه به عنوان یکی از مهمترین محصولات صادراتی

اندازه بزرگ و کیفیت فوق العاده ی فلینتِ خامِ تخت، محصولات گران پرسینی را به کالای صادراتی مهمی تبدیل می کردند. صنعتگران تیغه هایی به بلندی ۴۰ سانتی متر از این ماده تولید می کردند. اینها بلندترین تیغه های فلینتی شناخته شده اند که به عنوان کالایی تجاری تا مسافت ۱۰۰۰ کیلومتری صادر شده اند. در لاکروسه ی (la Creusette) فرانسه گنجینه ای از ۱۳۳ تیغه ی زیبای گران پرسینی کشف شد که در میان چندین لایه درون چاله ای بر روی یکدیگر انباشته شده بودند. چنین یافته هایی نشانه ی واضحی از ارزش بالای این تیغه های هستند. به نظر می رسد که اینها محصولات نیمه کاره ای بودند که به عنوان کالاهای معمول برای معامله پایاپای بکار می رفتند و فقط در منطقه مقصد بود که این کالا به مصنوعات و ابزار نهایی (مانند خنجر، کارد یا اره) تبدیل می شدند.

The spread of flint from Grand Pressigny | نقشه گسترشِ فلینت ازگِران پِرسینی به مناطق اطراف

سنگ مادر با آثاری از محل جدا شدن تیغه ها، فلینت، لاگران-پرسینی، بخش آندره لوآر، فرانسه؛ مراحل پایانی عصر نوسنگی، حدود ۲۸۰۰ تا ۲۴۰۰ پیش از میلاد

Core with blade negatives; Flint; Le Grand-Pressigny, Indre-et-Loire Dept., France; Zenith: Final Neolithic Period, ca. 2,800–2,400 BC; 080120762001; L.: 198 mm

سنگ مادر با آثاری از محل جدا شدن تیغه ها، فلینت، لاگران-پرسینی، بخش آندره لوآر، فرانسه؛ مراحل پایانی عصر نوسنگی، حدود ۲۸۰۰ تا ۲۴۰۰ پیش از میلاد

Core with blade negatives; Flint; Le Grand-Pressigny, Indre-et-Loire Dept., France; Zenith: Final Neolithic Period, ca. 2,800–2,400 BC; 080120778001; L.: 136 mm

سنگ مادر با آثاری از محل جدا شدن تیغه ها، فلینت، لاگران-پرسینی، بخش آندره لوآر، فرانسه؛ مراحل پایانی عصر نوسنگی، حدود ۲۸۰۰ تا ۲۴۰۰ پیش از میلاد

Core with blade negatives,; Flint; Le Grand-Pressigny, Indre-et-Loire Dept., France; Zenith: Final Neolithic Period, ca. 2,800–2,400 BC; 080120758001; L.: 105 mm

سنگ مادر با آثاری از محل جدا شدن تیغه ها، فلینت، لاگران-پرسینی، بخش آندره لوآر، فرانسه؛ مراحل پایانی عصر نوسنگی، حدود ۲۸۰۰ تا ۲۴۰۰ پیش از میلاد

Core with blade negatives; Flint; Le Grand-Pressigny, Indre-et-Loire Dept., France; Zenith: Final Neolithic Period, ca. 2,800–2,400 BC; 080120768001; L.: 86 mm

سنگ مادر با آثاری از محل جدا شدن تیغه ها، فلینت، لاگران-پرسینی، بخش آندره لوآر، فرانسه؛ مراحل پایانی عصر نوسنگی، حدود ۲۸۰۰ تا ۲۴۰۰ پیش از میلاد

Core with blade negatives; Flint; Le Grand-Pressigny, Indre-et-Loire Dept., France; Zenith: Final Neolithic Period, ca. 2,800–2,400 BC; 080120774001; L.: 104 mm

Obsidian –
A coveted commodity

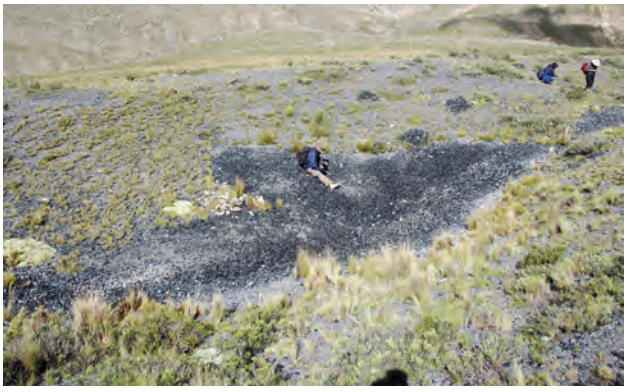
Obsidian is a glass of volcanic origin, whose colour ranges from black to dark green. Only rarely is it reddish brown. Its fracture is similar to that of flint. Fracturing results in extremely sharp edges – ideally suited for the manufacture of knives, arrowheads and other similar objects. The many extraordinary obsidian objects found suggest that this was not only valued as a tool but also as jewellery and as a prestige object.

As it is formed volcanically, obsidian does not possess a homogeneous composition. For this reason many different varieties may be distinguished. Commonly geochemical analysis of individual pieces will allow a precise determination of origin, demonstrating in some cases the presence of long distance trading networks

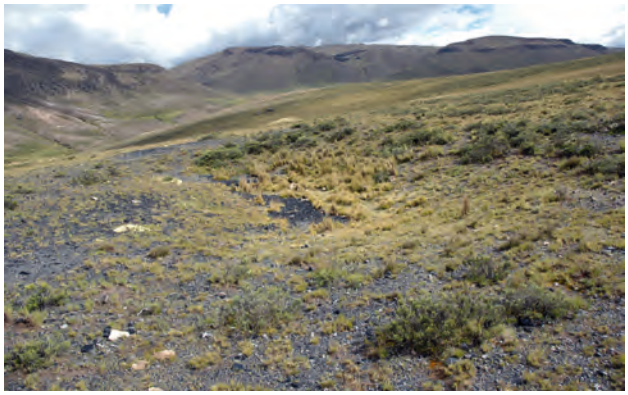
اُبسیدین –
کالایی خواستنی

اُبسیدین شیشه ای است با منشاء آتشفشانی که رنگ هایی از سیاه تا سبز تیره دارد. رنگ آن تنها به ندرت قهوه ای مایل به قرمز است. شکسته شدن ابسیدین مانند فلینت است و شکستگی آن موجب ایجاد لبه های بسیار تیزی می شود- که برای ساخت کارد، سرپیکان و سایر اشیاء مشابه بسیار مناسب است. اشیاء ابسیدینی فوق العاده زیادی که تاکنون کشف شده اند نشان می دهند که این ماده نه تنها برای تولید ابزار استفاده می شده، بلکه به عنوان جواهر و شیی تجملی نیز دارای ارزش خاصی بوده است.

از آنجایی که ابسیدین در اثر فعالیت های آتشفشانی شکل می گیرد ترکیب آن همگن و یکنواخت نیست. به همین دلیل انواع مختلفی از آن ممکن است قابل تشخیص باشند. معمولاً آزمایش های ژئوشیمیایی بر روی قطعات خاص، تعیین منشاء دقیق ابسیدین را امکان پذیر می سازد که در بعضی موارد می تواند نشاندهنده ی وجود شبکه ای برای دادوستدِ این ماده بین نقاط دور باشد.



معدنکاری اُبسیدین در ارتفاع ۴۰۰۰ متری از سطح دریا: چال های معدن در ایچیا پارکو، منطقه آیاکوچو، پرو. عکس: ت. اشتولنر DBM/ RUB.



Obsidian mining above 4000 m sea level: Mining pits in Ichja Parco, Ayacucho Dept. (Peru); photo: Th. Stöllner, DBM/RUB

سرپیکان، ابسیدین، مکزیک، عصر جدید، قرن بیستم

Arrowhead; Obsidian; Mexico; Modern Era, 20th century; example for late flint use in a prehistoric manner; 080501986002, L.: 47 mm

سرپیکان، ابسیدین، مکزیک، عصر جدید، قرن بیستم

Arrowhead; Obsidian; Mexico; Modern Era, 20th century;example for late flint use in a prehistoric manner; 080501986001, L.: 52 mm

ابسیدین، معدن ابسیدین، ایچیا پارکو، منطقه آیاکوچو، پرو

Obidian; Obsidian mine, Ichja Parco, Ayacucho Dept., Peru;
080001575228

ابسیدین، معدن ابسیدین، ایچیا پارکو، منطقه آیاکوچو، پرو

Obidian; Obsidian mine, Ichja Parco, Ayacucho Dept., Peru;
080001575226

ابسیدین، معدن ابسیدین، ایچیا پارکو، منطقه آیاکوچو، پرو

Obidian; Obsidian mine, Ichja Parco, Ayacucho Dept., Peru;
080001575229
L.: 121 mm

Axes – Tools – Weapons – Prestige objects

Some axes and hatchets possessed an importance far exceeding their function as a tool or weapon. These included very large or thin specimens unsuitable for the corresponding work; or else pieces made from very rare and beautiful materials that were really too good for mundane use. They were probably purely prestige objects, intended to emphasise the status of the owner.

تبرها –ابزار–اسلحه–اشیاء اعتبارآور

بعضی از تبرها و تیشه ها دارای اهمیتی بسیار فراتر از عملکردشان به عنوان ابزار یا سلاح بودند. چنین اشیایی شامل نمونه های بسیار بزرگ یا نازکی بودند که برای کار متناسبِ مربوطه مناسب نبودند یا اینکه شامل قطعاتی بودند که از مواد بسیار زیبا و نادر ساخته شده و در واقع خیلی نفیس تر ازآن بودند که در کارهای معمولی استفاده شوند. اینها به احتمال زیاد اشیایی کاملا تجملاتی بودند که اهمیتِ جایگاهِ اجتماعیِ دارندگانشان را نشان می دادند.

ژادئیت- یک «سنگ سبز» بین المللی

تبرهای سبزرنگ و به دقت تیز شده ای که از ژادئیت، اُمفاسیت، اِکلوژیت و نِفریت ساخته شده اند در میان حجم عظیم ابزار سنگی دوره نوسنگی برجستگی خاصی دارند. این اشیاء نخست به اشتباه به عنوان یشم طبقه بندی شده و به چین منسوب شده بودند. بالاخره در اواخر قرن بیستم بود که باستان شناسان، کانسارهای اصلی منشاء این اشیاء را در مونتِ ویزو (Monte Viso) (۱۸۰۰ تا ۲۴۵۰ متر بالای سطح دریا) و مونتِ بِیگُوا (Monte Beigua) (حدود ۱۰۰۰ متر بالای سطح دریا) کشف کردند. در سده پنجم پیش از میلاد معدنکاران در مونتِ ویزو ژادئیت استخراج می کردند که به یکی از اقلام صادراتی ارزشمند تبدیل شد. تبرهای ساخته شده از این کانی به اسپانیا، دانمارک، اسکاتلند و حتی ایرلند (با فاصله مستقیم ۱۸۰۰ کیلومتر) هم رسیده بودند. برای استخراج و به عمل آوری این سنگ فوق العاده سخت و محکم، معدنکاران از روش برافروزش سنگ (fire-setting) استفاده می کردند. سایش و تیزکردن نهایی ممکن بود ماه ها طول بکشد.

Jadeite– An international „greenstone“

The carefully ground green axes made from jadeite, omphacite, eclogite and nephrite stand out from the mass of Neolithic stone tools. Originally erroneously classified as jade and attributed to China, it was only at the end of the 20th century that archaeologists discovered the actual deposits at Monte Viso (1,800–2,450 m above sea level) and Monte Beigua (approx. 1,000 m above sea level. In the 5th century BC, the miners at Monte Viso extracted jadeite, which became a precious export article. The axes made from this mineral reached Spain, Denmark, Scotland and even Ireland (a linear distance of 1,800 km). In order to extract and process this extremely hard and tough rock, the miners used the fire-setting method. The final grinding could take months.

تیشه نوک تیز؛ اگرچه بیشتر تیشه های ژادئیتی اندازه مشابهی با سایر تبرهای سنگی دارند، انواعی از آنها وجود دارد که بسیار بزرگتر بوده و هیچگونه آثار استفاده شدن را نشان نمی دهند. یافته های فراوان، عملکردی به عنوان اشیاء اعتبارزا یا به عنوان وسایلی با عملکرد آیینی برای این اشیاء پیشنهاد می کنند- اغلب این تیشه ها به صورت جفتی در درون زمین فرورفته بودند بطوری که لبه ی برنده آنها به سمت بالا بوده است.نفریت؛ محوطه ناشناخته؛ عصر نوسنگی

Point-butted axe; Although most jadeite axes are of a similar size to other stone axes, there exist some much larger examples which show no traces of use whatsoever. Numerous finds suggest a function for these as prestige objects or else as pieces with a ritual function – the axes were often placed into the ground in pairs with the cutting edge facing upwards. Nephrite; Site unknown, presumably Germany; Neolithic Period; 080370408001; L.: 166 mm

تبر آیینی، اِسلِیت، پاپوآ گینه نو

Ceremonial axe; Slate; Papua New Guinea; 080504001001; L.: 335 mm

Laserscanning in the gold mine of Sakdrisi, Georgia. Photo: K. Stange, AVttention.

نقشه برداری با اسکن لیزری درمعدن طلای ساکدریسی، گرجستان. عکس: ک. اِشتانگه DBM, AVttention.

Copper and Bronze Age

عصر مس و مفرغ

Gold
The fascination of gold

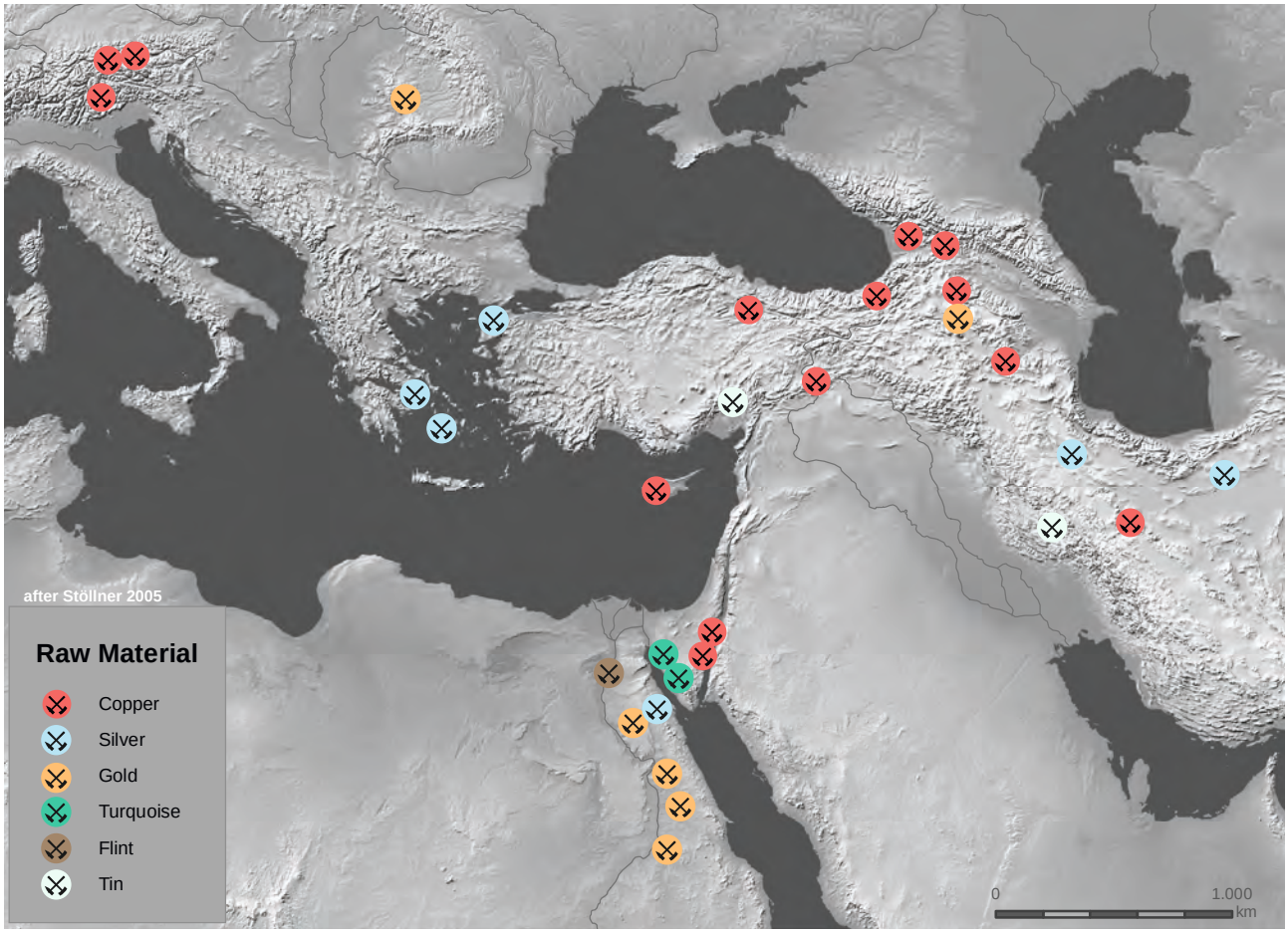
In nature, gold (Au) occurs both in a pure form (as natural gold) and in the form of an alloy with silver (so-called electrum), and rarely with copper or tin. Pure natural gold concentrations in rock (so-called „veins“) or nuggets are extremely rare. More commonly the metal occurs as minute threads, present within quartz veins, or else washed out as placer gold.

Gold exercises a strong fascination on us – as much today as it was in ancient times. Its lustre, the colour, its relative rarity and surely also its stability of value all make it extremely popular around the world. This is all the more amazing as it possesses scarcely any practical use – for example, it is too weak for making tools out of. It was only a relatively short time ago that gold was discovered to have positive properties (non-corrosive, good conductivity, high degree of reflectivity), which makes it suitable for use in electronics and optics.

طلا
افسون طلا

طلا (Au) در طبیعت به دو شکل اصلیِ خالص (به شکل طلای طبیعی) و به شکل آلیاژ با نقره (اصطلاحاً الکتروم) و به ندرت همراه مس و قلع رخ می دهد. در طبیعت انباشتگیِ طلای خالص در سنگ (که اصطلاحاً «رگه» نامیده می شود) یا تکه های طلا (خفچه) بی نهایت کمیاب هستند. این فلز اغلب به شکل رگچه های ریز درون رگه های کوارتز رخ می دهد یا با لاوَک شویی از نهشته های پلاسری بدست می آید.

طلا امروز هم به همان شدت دوران باستان تاثیر افسونگر قدرتمندی بر روی ما دارد. جلای آن، رنگش، کمیابی نسبی آن و البته بی شک پایداریِ ارزش آن همگی طلا را در سراسر جهان فوق العاده محبوب می سازد و این زمانی جالبتر می شود که بدانیم که درگذشته طلا به ندرت دارای کاربردی عملی بوده است- به عنوان مثال طلا ضعیف تر از آن بود که بتوان ابزاری از آن ساخت. تنها همین اواخر بود که مشخص شد که طلا خواص کاربردی مثبتی هم دارد (خوردگی ناپذیری، رسانایی خوب، درجه بالای بازتابش) که آن را برای بکارگیری در صنایع الکترونیک و اپتیک مناسب می سازد.



Ore mining in Eastern Europe, the Mediterranean and West Asia during the 4th and the 2nd millenium BCE, Map: A. Hornschuch, F. Schapals, DBM

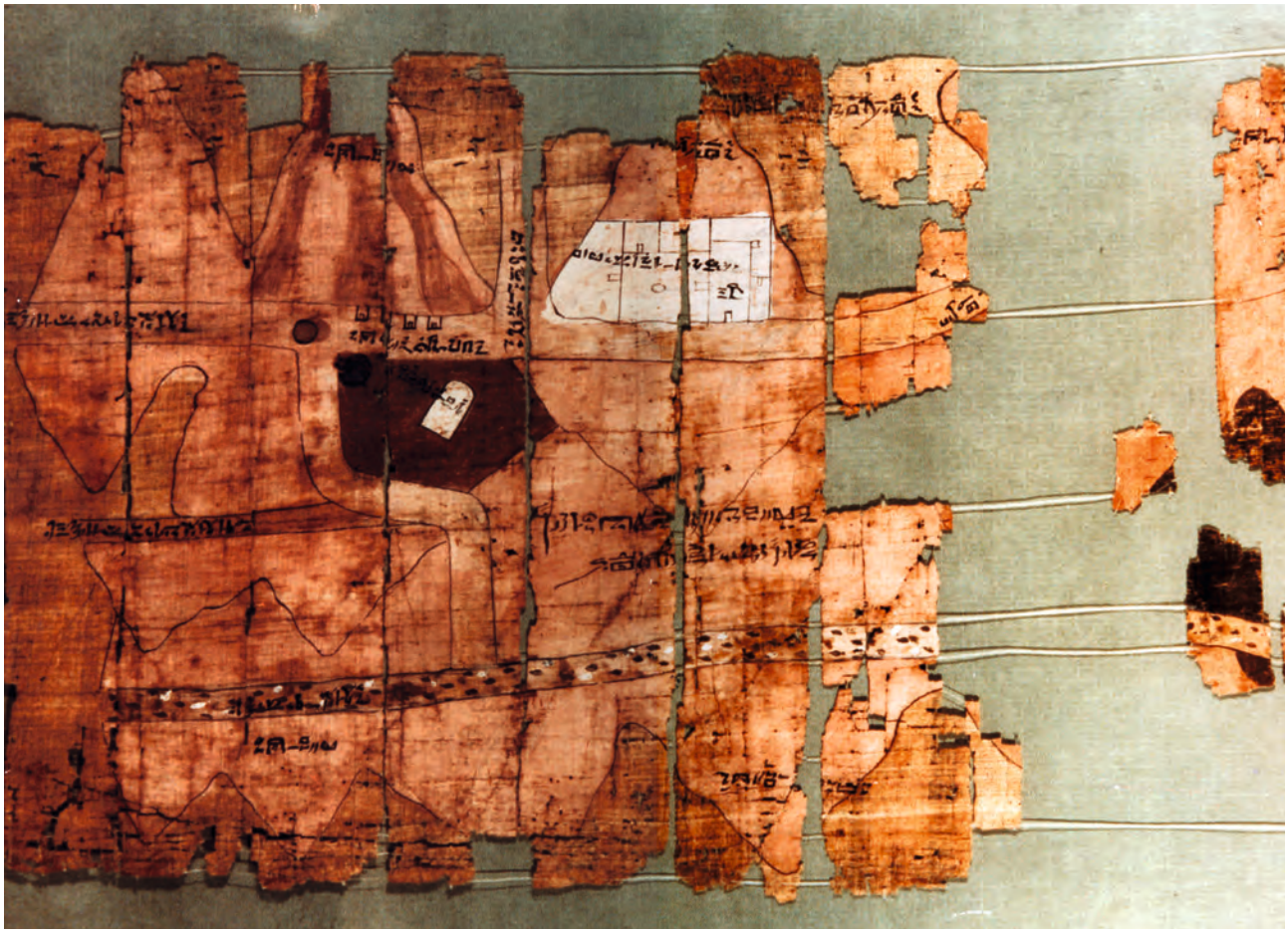
معدنکاریِ کانسنگ فلزی در اروپای شرقی، منطقه مدیترانه و غرب آسیا در هزاره های چهارم تا دوم پیش ازمیلاد. نقشه از ت. اشتولنر، آ. هورنشوخ، DBM

The „land of gold“ – Egypt

In the 14th century BC, the Mitanni king Tushratta asked the Pharaoh Amenophis for gold, which in his Empire was supposed to be lying on the streets like dust. Egypt‘s wealth in gold can also be read off the funerary temple of Medinet Habu in Thebes from the time of Rameses III. On it, four lands of gold are listed that delivered „gold from water“ and „mountain gold“ as tributes. Nubia was only conquered by the Pharaohs because of its gold.
There are many gold deposits in Egypt. It was the prerogative of the Pharaoh to equip an expedition there. Gold ore deposits and a „goldworkers‘ village“ are marked on the „Turin Papyrus Gold Map“ dating to the 13th century BC. Expressions, such as „gold and silver mountains“ and „mountains in which gold is washed“ indicate a systematic registering of gold-bearing ore lodes.

سرزمین زرخیز- مصر

در سده ی چهاردهم پیش از میلاد، توشراتا (Tushratta) پادشاهِ میتانی از فرعون آمِنوفیس (Amenophis) که مشهور بوده در امپراتوری او زر همچون غبار بر کف خیابان ها پراکنده بوده باشد، درخواست طلا می کند. غنای مصر از نظر طلا همچنین بر روی معبد تدفینی مدینه ی هابو در تِبس در زمان رامسس سوم قابل خواندن است. بر روی این معبد چهار سرزمین طلادار فهرست شده اند که «طلای از آب گرفته» و «طلای کوهی» را به عنوان خراج تحویل می دادند. نوبیه فقط بخاطر طلایش توسط فراعنه تسخیر شد.
کانسارهای طلای فراوانی در مصر وجود دارند. این حق انحصاری فرعون بود که در مصر به جستجوی طلا بپردازد. تعدادی کانسار طلا و یک «روستای طلاکاران» بر روی «نقشه ی طلای پاپیروسی تورین» به قدمت سده ی سیزدهم پیش از میلاد مشخص شده اند. اصطلاحاتی همچون «کوه های طلا و نقره» و «کوه هایی که در آنها طلا شسته می شود» نشان دهنده ثبت نظام مند رگه های طلادار است.



The Turin mining papyrus with its eastern part that shows sites of gold-processing and geological information about gold-bearing and non-gold bearing layers in adjacent mountains; photo: DBM, G. Weisgerber.

نقشه ی معدنی تورین ازجنس پاپیروس که در بخش شرقی خود نشان دهنده ی محوطه های فرآوری طلا و اطلاعات زمین شناسی در مورد لایه های طلادار وغیر طلا داردر کوههای اطراف است. عکس: گ. وایس گِربر, DBM.

سنگِ ساب برای ساییدن سنگ معدن؛ وادی الهودی، مصر (دوبخشی)

Grinding stone to grind ore; Wadi el-Hudi, Egypt; 080000249026 (2 pieces); L.: 390 mm

لاوک دو دسته ای دوره بطلمیوسی، هنگَلیَه، مصر

Fragment of a grinding stone with two handles; Hangaliya, Egypt; Ptolemaic, 332–30 BC; 080000249004; L.: 255 mm

سنگِ ساب؛ وادی مَغاره، مصر، ۱۵۵۰ تا ۱۰۷۰ پیش از میلاد

Grinding stone; Wadi Margh, Egypt; 1,550–1,070 BC; 080000249019; L.: 101 mm

سنگِ ساب، مصر

Grinding stone; Egypt; 080000249029; L.: 131 mm

کوبنده، مصر

Pounder; Egypt; 080000249044; diameter: 61 mm

سنگِ ساب؛ وادی مَغاره، مصر، ۱۵۵۰ تا ۱۰۷۰ پیش از میلاد

Grinding stone; Wadi Margh, Egypt; ca. 1,550–1,070 BC; 080000249018; L.: 105 mm

چکش سنگی و سنگِ ساب، مصر

Hammer stone and grinding stone; Egypt; 080000249039; L.: 106 mm

Gold mining

There are two methods for mining gold: gold panning from placer deposits and mining. Georgia has been famous for its gold since antiquity. In Sakdrisi, miners discovered the remains of the oldest gold mine in the world to date (2nd half of the 4th mill. BC). Since 2004, the German Mining Museum has conducted excavations here in cooperation with Georgian archaeologists. A total of eight mines have come to light – some of them open-cast pits and some of them underground mines of up to 27 m in depth. The miners wore down the extremely hard rock by fire-setting, then crushed it using hammer stones, finally pulverising this upon anvil stones. The fine grinding of the gold-rich quartz was a particularly labour-intensive process. The gold and gangue were separated-out by washing. Finally, the gold was smelted in crucibles.

معدن کاری طلا

دو روش برای معدن کاری طلا وجود دارد: لاوَک شویی طلا از کانسارهای پلاسری و نیز استخراج از سنگ. گرجستان از دوران باستان برای طلای خود مشهور بوده است. در ساکدریسی(Sakdrisi)، معدنکاران بقایای کهن ترین معدن طلایی که تاکنون شناخته شده را کشف کرده اند (نیمه دوم هزاره چهارم پیش از میلاد). از سال ۲۰۰۴ (۱۳۸۳ خورشیدی) موزه معدن آلمان در چهارچوب همکاری با باستان شناسان گرجی حفاری های باستان شناسی را در این معدن انجام داده است. کلاً هشت معدن پیدا شدند که بعضی از آنها حفره هایی روباز و بعضی معادنی زیرزمینی با عمقی تا ۲۷ متر بودند. معدنکاران با استفاده از روش برافروزش، سنگ بسیار سخت را می فرسودند، سپس آن را با چکش های سنگی خرد می کردند و درنهایت آن را بر روی سندان های سنگی پودر می کردند. تبدیل کوارتز غنی از طلا به پودر نرم فرآیندی بود که به کار شدید بدنی نیاز داشت. طلا و باطله ی آن توسط شستن از هم جدا می شدند. درنهایت، طلا در بوته های ریخته گری ذوب می شد.

Excavation at the prehistoric gold mines (4th and early 3rd millenium BCE) at Kachagiani hill (Sakdrisi, Georgia), photo: Klaus Stange, AVttention Marienheide, DBM

کاوش در معادن طلای ماقبل تاریخ (هزاره چهارم قبل از میلاد و اوایل هزاره سوم) در تپه کاچاگیانی (ساکدریسی، گرجستان)، عکس: کلاوس اشتانگه، ماری- بِن هایدِه AVttention, DBM.

بوته ذوب (نمونه بازآفرینی شده)، سفال کاربردی، زِدزوِبی، گرجستان؛ سکونتگاه، دوره مس-سنگی پسین، اواخر هزاره پنجمِ پیش از میلاد

Crucible (replica); Technical ceramic; Dzedzwebi, Georgia, settlement; Late Chalcolithic, late 5th mill. BCE; 080803303001; L.: 260 mm

قالب ریخته گری (نمونه بازآفرینی شده)، سفال کاربردی، زِدزوِبی، گرجستان، سکونتگاه معدنکاران طلا، دوره مس-سنگی پسینِ، اواخر هزاره پنجم پیش از میلاد

Mould (replica); Technicsl ceramic; Dzedzwebi, Georgia, settlement of gold miners; Late Chalcolithic, late 5th mill. BCE; 080803303003; L.: 210 mm

چکش سنگی؛ معدن کاری طلا، ساکدریسی، گرجستان؛ عصر مفرغ فرهنگ کورا-ارس، هزاره سوم پیش از میلاد

Hammerstone; Gold mining, Sakdrisi, Georgia; Bronze Age, Kura Araxes culture, 3rd mill. BC; 080000100001; L.: 160 mm

چکش سنگی، معدن کاری طلا، ساکدریسی، گرجستان؛ عصر مفرغ؛ فرهنگ کورا-ارس، هزاره سوم پیش از میلاد

Hammerstone; Gold mining, Sakdrisi, Georgia; Bronze Age, Kura Araxes culture, 3rd mill. BC; 080000095002; L.: 151 mm

چکش سنگی، معدن کاری طلا، ساکدریسی، گرجستان، عصر مفرغ ؛ فرهنگ کورا-ارس، هزاره سوم پیش از میلاد

Hammerstone; Gold mining, Sakdrisi, Georgia; Bronze Age, Kura Araxes culture, 3rd mill. BC; 080000096001; L.: 130 mm

تعیین عیار طلا از سنگ معدن در معادن طلای ساکدریسی، عکس: ف. کلاین .DBM

Testing the gold contents from ores in the gold mine of Sakdrisi; photo: F. Klein, DBM.

هزاران چکش سنگی دفن شده در زیرزمین که در طی حفاری باستان شناسی از معدن طلای ساکدریسی یافت شدند. عکس: تورستن رابزیلبر، .DBM

Gold mine of Sakdrisi, thousands of hammer stones, found during the excavtions, stored underground; photo: Thorsten Rabsilber, DBM

کاوش زیرزمینی در معادن طلای ساکدریسی، عکس: کلاوس اِشتانگه، ماری- پِن هایدِه .AVttention ,DBM

Underground excavation at the gold mines of Sakdrisi; photo: Klaus Stange, AVttention Marienheide, DBM

عملیاتِ برافروزشِ سنگ به شکل تجربی(در حال چکش کاری) در تپه کاچاگیانی (ساکدریسی)، عکس: کلاوس اِشتانگه، ماریِین هایدِ .DBM, AVttention

Fire-setting experiments (hammering) at Kachagiani hill (Sakdrisi); photo: Klaus Stange, AVttention Marienheide, DBM

A new metal – Copper and Bronze

Bronze possesses significant advantages over copper: it melts at lower temperatures, thus making it easier to manufacture. The greater strength also results in a better quality of product.

Metal processing began in the Middle East. As early as the 8th millennium BC, craftsmen there were manufacturing small objects such as beads, needles and awls from pure copper. In the 5th millennium BC, the first pyrotechnical skills were developed in South-Eastern Europe and the Middle East. From there, these skills spread via the Central and Western Alps, the Erzgebirge (Ore Mountains) and the Elbe-Saale region, reaching the Mittelgebirge (Central German Mountains) in the 3rd millennium BC. Copper was melted from copper ores for the first time, and the first mining regions for the extraction of ores emerged.

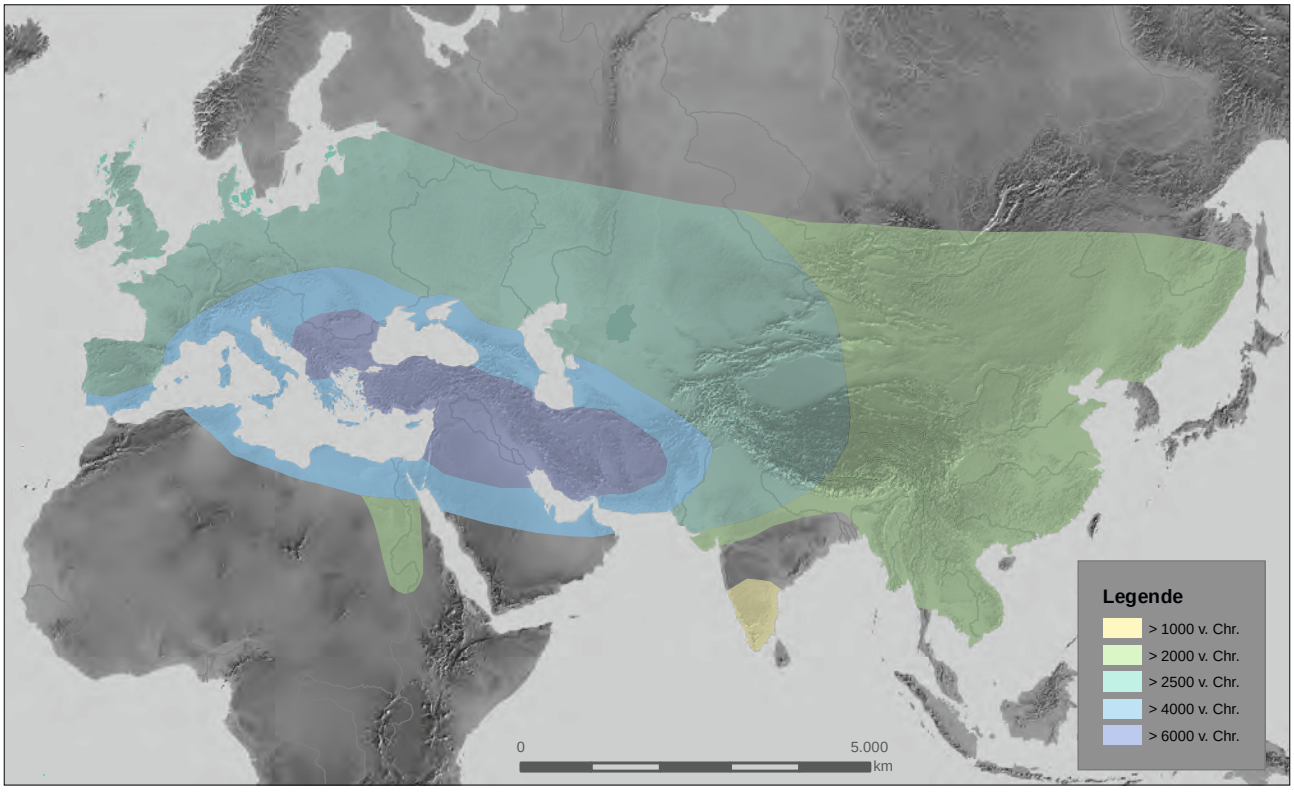
Artisans continually improved the material properties of the metals. The growing demand, pursuit of profit and – in part – limited fuel resources resulted in an improvement in efficiency and productivity.

فلزی جدید- مس و مفرغ

مفرغ دارای مزیت های بسیار بیشتری نسبت به مس است؛ در دمای کمتری ذوب می شود و بنابراین کار کردن با آن ساده تر می شود. استحکام بیشتر هم باعث کیفیت بهتر محصول می شود.

فرآوری فلزات از خاورمیانه آغاز شد. دستکم از هزاره ی هشتم پیش از میلاد صنعتگران این منطقه اشیاء کوچکی مثل مهره، سوزن و درفش را از مس خالص می ساختند. در هزاره ی پنجم پیش از میلاد، نخستین مهارت های فلزکاری حرارتی در جنوب شرق اروپا و خاورمیانه توسعه یافتند. در هزاره سوم پیش از میلاد چنین مهارت هایی از آنجا، از طریق آلپ مرکزی و غربی، اِرتسگبیرگه (کوهستانِ کانسنگ :Erzgebirge) و منطقه ی اِلبه-زاله (Elbe-Saale) به کوه های مناطق مرکزی آلمان (Mittelgebirge) رسیدند. برای نخستین بار مس از ذوب کانسنگ مس بدست آمد و نخستین مناطق معدنی برای استخراج سنگ معدن ظهور یافتند.

صنعتگران به طور مستمر مشخصات کیفی فلزات را بهبود بخشیدند و تقاضای روزافزون، درآمدخواهی و تا حدی محدود بودن منابع سوختی موجب اصلاح کارآمدی و بهره وری شدند.



The origin of copper metallurgy and its expansion in Eurasia, Westasia and Northern Africa, after C. Thornton and B. Roberts, Map: A. Hornschuch, DBM.

نقشه خاستگاه و گسترش فلز کاری مس در اوارسیا،غرب آسیا و شمال آفریقا بر اساس تحقیقات س. تورنتون و ب. روبرتز. نقشه: آ. هورنشوخ DBM.

مس و قلع، مفرغ تولید می کنند

مفرغ رایج ترین ماده مورد استفاده در عصر مفرغ بود؛ آلیاژی که به طور آرمانی حاوی حدود ۹۰ درصد مس و ۱۰ درصد قلع است. صنعتگران از مفرغ سلاح، جواهرات، ابزار و سایر ملزومات را می ساختند. این صنعتگران گاهی بجای قلع از شِبهِ فلز سمی ارسنیک و یا سایر فلزات استفاده می کردند، و این خود شاهدی است بر اینکه نخستین فلزکاران به آزمایشات تجربی می پرداختند.

Copper and tin result in bronze

Bronze was the most commonly used material in the Bronze Age: an alloy ideally consisting of approx. 90 % copper and 10 % tin. Craftsmen manufactured weapons, jewelry, tools and other utensils from bronze. Instead of tin, they occasionally used the toxic metal arsenic as well as other metals – evidence that the early metallurgists were already experimenting.

سنگ معدن (یا کانسنگ مس؛ آزوریت و مالاکیت؛
مالاکیت و آزوریت که اغلب با هم یافت می شوند به گروه کانسنگ های اکسیدی مس تعلق دارند. این کانی ها در بخش های بالایی کانسارها در درون بخش اکسیدی یافت می شوند. این بدان معنی است که اینها در بالای کانسار و نزدیک به سطح قرار گرفته اند. این کانی ها به دلیل رنگ های آبی و سبز چشمگیرشان اولین کانی هایی بودند که توسط معدنکاران دیده می شدند؛ موشستان؛ تاجیکستان

Copper ores azurite, malachite; Malachite and azurite, which often occur together, belong to the group of so-called oxidised copper ores. They are found in the upper parts of ore deposits, within the oxidation zone. This means that they lie relatively high up within the ore deposit, near to the surface. The miners first saw them thanks to their conspicuous green or blue colour; Mushiston, Tajikistan; 080122049000; L.: 153 mm (biggest piece)

کاسیتریت (کانسنگ قلع) قلع فلزی است نرم که در دمای پایین ذوب می شود. فراوان ترین کانی قلع کاسیتریت نام دارد که معدنکاران آنرا از رگه های معدنی و نیز از نهشته های پلاسری در سطح استخراج می کردند. اهمیت اصلی این فلز در تولید آلیاژ مفرغ در ترکیب آن با مس است. افزودن قلع باعث بهبود خاصیت ذوب و ریخته گری مس می گردد. محصول نهایی بدست آمده از اختلاط مس و قلع از مس سخت تر بوده و از نظر رنگ و درخشش مانند طلاست.

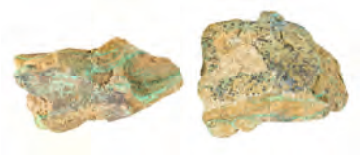
Cassiterite (tin ore); Tin is a soft metal that melts at a low temperature. The most common tin mineral is cassiterite, which miners extracted during vein mining but also from placer deposits at the surface. Its major importance is for alloying with copper to make bronze. The addition of tin improves the melting properties of copper. The end product is harder than copper and resembles gold in its colour and sheen; Erzgebirge, Saxonia, Germany; 060003574001; L.: 145 mm

„Mushistonite“, the so-called bronze ore

A special ore occurs in the copper ore deposits in the border region between Uzbekistan and Tajikistan, known as mushistonite (stannite). Both copper and tin are to be found in mushistonite. These are precisely the components needed to manufacture bronze! A smelting experiment revealed that simply melting mushistonite created bronze.

Chalcopyrite / Copper pyrite

Chalcopyrite is one of the copper sulphides. It contains copper, iron and sulphur and is very conspicuous due to its brass-yellow colour and its metallic lustre. The sulphur content makes chalcopyrite much more difficult to smelt than azurite or malachite, because the sulphur first has to be „removed“ from the compound. This necessitates a further process step – namely roasting.



موشستونیت؛ معدن قلع، موشستان، تاجیکستان، عصر مفرغ آغازین- میانه، فرهنگ آندرونوو

Mushistonite; Tin mine, Muschiston, Tajikistan; early – middle Bronze Age, Andronovo-Culture; 080803415001, 080803415002; L.: 133 mm, L.: 167 mm

موشیستونیت، آنچه که اصطلاحاً سنگ معدن مفرغ نامیده می شود

کانسنگ ویژه ای در کانسارهای مس مناطق مرزی ازبکستان و تاجیکستان یافت می شود که موشیستونیت (استانیت) نامیده می شود. مس و قلع هر دو در ترکیب موشیستونیت وجود دارند و این دو دقیقاً همان مواد سازنده ای هستند که برای تولید مفرغ لازمند. یک آزمایش تجربی از ذوب موشیستونیت نشان داد که ذوب ساده ی این کانی منجر به تولید مفرغ می شود.

کالکوپیریت/پیریت مس دار

کالکوپیریت یکی از کانی های سولفیدی مس است که حاوی مس، آهن و گوگرد بوده به دلیل رنگ زرد برنجی و جلای فلزی خود بسیار جلب توجه می کند. محتویِ گوگردِ کالکوپیریت ذوب کردن آن را از آزوریت و مالاکیت بسیار سخت تر می کند، چراکه ابتدا گوگرد باید از ترکیب زدوده شود. این خود، انجام یک فرآیند اضافی را واجب می کند که تَشویه(roasting) نام دارد.

کالکوپیریت/پیریت مس دار، میترِبرگ، اتریش، عصرمفرغ میانی

Chalcopyrite / Copper pyrite; Mitterberg, Austria; middle Bronze Age; 080803414001; L.: 125 mm

Copper – not only a green rock

The development of copper mining ran a similar course to that of flint: initially people collected copper in the form of green rocks. It was only in the 5th mill. BC that mines were established. For this purpose shafts were sunk, such as in Rudna Glava in Serbia. During the Late Copper Age and the Early Bronze Age (4th–3rd mill. BC), miners mostly worked within those ore deposit zones that lay close to surface in order to extract the types of copper ore (oxides, fahlores) that were easy to smelt. Fire-setting, stone hammers and antler picks were the main means used to advance the mining. It wasn't until the 2nd mill. BC, when metallurgists mastered the smelting of copper ores that were more difficult to process (sulphides), that proper underground mining emerged. Many of the ore deposits which lay close to the surface were already exhausted.

مس- نه صرفاً یک سنگ سبز

توسعه ی معدنکاری مس، به فلینت شباهت داشت؛ در آغاز، مردم مس را به شکل سنگی سبز رنگ جمع آوری می کردند. ولی تازه در هزاره پنجم پیش از میلاد بود که معادن مربوطه پا گرفتند. برای این منظور چاه هایی مانند رودنا گلاوا (Rudna Glava) در صربستان حفر شدند. در طی اواخر عصر مس و آغاز عصر مفرغ (هزاره های چهارم تا سوم پیش از میلاد معدنکاران اغلب بر روی بخش های کانساری که در نزدیکی سطح زمین واقع شده بودند کار می کردند تا انواعی از کانسنگ مس (اکسیدها و سولفوسالت های مس) را که ذوب کردنشان آسان بود استخراج کنند. روش برافروزش (fire-setting)، چکش های سنگی و سرکلنگ های شاخی وسایل اصلی برای پیشبرد معدنکاری بودند. این شرایط تا هزاره دوم پیش از میلاد یعنی زمانی طول کشید که فلزکاران توانستند بر ذوب کانسنگ مس که فرآوری (سولفیدی های) آن پیچیده تر بود مسلط شوند. در چنین شرایطی معدنکاری زیرزمینی به معنای خاص پا به عرصه وجود گذاشت. در این زمان، دیگر بسیاری از کانسارهای موجود در سطح زمین استخراج شده بودند.

The path to mass production: Mining region of Faynan and smelting technology

As a result of the increasing demand around 3000 BC the first smelting furnaces appeared (at Faynan in Jordan) with a much greater capacity compared to a crucible. By placing these furnaces on slopes and crests the wind draught was sufficient to reach the temperature required (1100-1200 °C). Whilst metallurgists had previously transported ore and wood/charcoal to the settlements, the smelting processes now took place much closer to firewood resources and ore deposits. The increasing dependence upon firewood led to the very first strategies in the use of space.

The sulphur-rich ore was first roasted and then smelted into copper matte (sulphur-rich copper). Pourable black copper was then created in a second smelting process. 150,000-200,000 ton slag heaps bear witness to these very extensive smelting operations.

راه به سوی تولید انبوه؛ منطقه معدنی وادی فِینان و فناوری ذوب

در حدود ۳۰۰۰ پیش از میلاد در پاسخ به تقاضای روزافزون، نخستین کوره های ذوب (در وادی فینان اردن) با ظرفیت تولید بسیار بیشتری نسبت به یک بوته ذوب ظهور یافتند. با قرار دادن کوره ها بر روی دامنه و نوک تپه ها جریان باد برای رسیدن به دمای لازم برای ذوب (۱۱۰۰-۱۲۰۰ درجه سانتی گراد) کافی بود. از آنجایی که فلزکاران قبلاً کانسنگ و چوب/ذغال چوب را به سکونتگاه های خود منتقل می کردند، دیگر اکنون عملیات ذوب در مکانهایی نزدیک تر به منابع هیزم و کانسارها صورت می گرفت. وابستگی فزاینده به هیزم عاملی شد برای نخستین استراتژی ها در بکارگیری بهینه ی فضا و مکان.

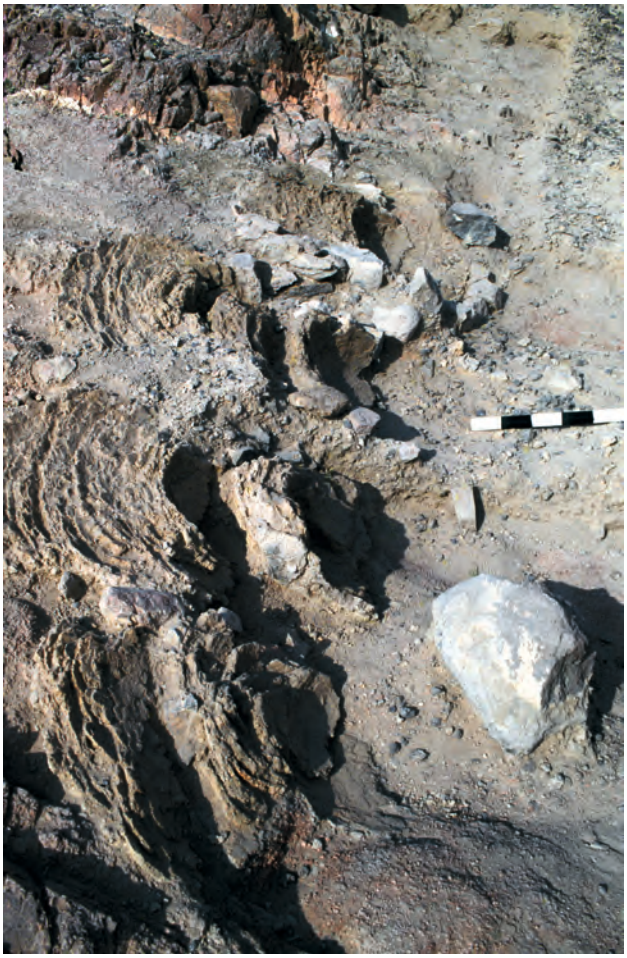
کانسنگ پرگوگرد ابتدا گوگردزدایی (تشویه) و سپس به ماتِ مس (مس پر گوگرد) ذوب می شد. سپس مس سیاه قابل ریختگی در مرحله ی دوم ذوب تولید می شد. ۱۵۰،۰۰۰ تا ۲۰۰،۰۰۰ تن از پشته های سرباره شاهدی بر این عملیات بسیار گسترده ی ذوب هستند.

Landscape of Khirbet en-Nahas. Faynan and Khirbet en-Nahas were during the Bronze Age the most important centres for smelting of copper ores in Jordan. Photo: I. Löffler, DBM.

دورنمایی از خیربِت النحاس(به معنی خرابه مس). در طی عصر مفرغ فینان و خیربِت النحاس مهمترین مراکز ذوب کانسگ مس در اردن بودند. عکس: ی. لُفلِر DBM.

بقایای کوره های ذوب مس اوایل عصر مفرغ از فینان در اردن که فقط بخش پشتی آنان باقی مانده است. عکس: آ.هاپتمنDBM.

Remains of Early Bronze Age copper furnaces in Faynan (Jordan). Preserved are only the backs of the furnaces. Photo: A. Hauptmann, DBM



کوره های ذوب مس، اوایل عصر مفرغ در فینان (اردن). عکس: آ. هاپتمن DBM.

Early Bronze Age copper furnaces in Faynan (Jordan). Photo: A. Hauptmann, DBM.

آزمایشی برای بازسازی شرایط ذوب مسِ اوایل عصر مفرغ در بوته ی ذوب. عکس از آ.هاپتمن، DBM.

An experiment to reconstruct Early Bronze Age copper smelting in a crucible. Photo: A. Hauptmann, DBM

یک بوته و دو قالب ذوب؛ سفال کاربردی؛
وادی فِینان ۱۰۰، اردن؛ عصر مفرغ؛ حدود ۳۶۰۰ پیش از میلاد.
علاوه بر کوره های ذوب، بوته های ذوب نیز برای ذوب مس استفاده می شدند. مسی که به این ترتیب ذوب می شد برای تولید شمش یا ابزار در قالب ریخته می شد

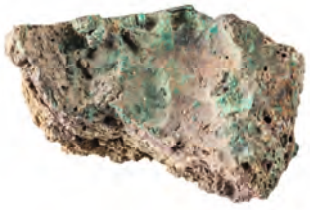
1 Crucible and 2 moulds; Technical ceramic; Wadi Fenan 100, Jordan; Bronze Age, ca. 3,600 BC. In addition to furnaces, crucibles were also used to melt copper. The molten copper was then poured into moulds to produce ingots or tools; 080803411001, 080803412001, 080803413001; L.: 70 mm (biggest fragment)

یک سوزن و یک ورقه فلزی، مس؛ وادی فِینان ۱۰۰، اردن، عصر مفرغ؛ حدود ۳۶۰۰ پیش از میلاد

Needle and metal sheet; Copper; Wadi Fenan 100, Jordan; Bronze Age, ca. 3,600 BC; 080803400001, 080803401001; L.: 32 mm, L.: 43 mm

قطعه ای از یک بوته ذوب؛ fire-setting سفال کاربردی؛
وادی فِدان ۴، اردن؛ عصر مفرغ؛ حدود ۳۶۰۰ پیش از میلاد

Crucible fragment; Technical ceramic; Wadi Fidan 4, Jordan; Bronze Age, ca. 3,600 BC; 080130808001; L.: 47 mm



قطعه ای از یک بوته ذوب؛ سفال کاربردی؛
وادی فِدان ۴، اردن، حدود ۳۶۰۰ پیش از میلاد

Crucible fragment; Technical ceramic; Wadi Fidan 4, Jordan; Bronze Age, ca. 3,600 BC; 080803403001; L.: 59 mm

کانسنگ مس، وادی فِدان ۴، اردن، عصر مفرغ؛
حدود ۳۶۰۰ پیش از میلاد

Copper ore; Wadi Fidan 4, Jordan; Bronze Age, ca. 3,600 BC; 080803404000

سرکلنگ سنگی، وادی فِدان ۴، اردن،; عصر مفرغ; حدود ۳۶۰۰ پیش از میلاد

Stone pick; Wadi Fidan 4, Jordan; Bronze Age, ca. 3,600 BC; 080130278014; L.: 275 mm

چکش سنگی با نقطه ای مته شده روی آن، وادی فِدان ۴، اردن،; عصر مفرغ; حدود ۳۶۰۰ پیش از میلاد

Stone hammer, with drilling approach; Wadi Fidan 4, Jordan; Bronze Age, ca. 3,600 BC; 080130278015; L.: 150 mm

چکش سنگی که بعداً به عنوان سندان سنگی بکار رفته است، وادی فِدان ۴، اردن،; عصر مفرغ; حدود ۳۶۰۰ پیش از میلاد

Hammer stone, used secondary as an anvil stone; Wadi Fidan 4, Jordan; Bronze Age, ca. 3,600 BC; 080130278001; L.: 187 mm

سرکلنگ سنگی با نقطه ای مته شده روی آن، وادی فِدان ۴، اردن، عصر مفرغ; حدود ۳۶۰۰ پیش از میلاد

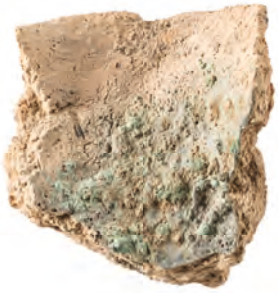
Stone pick, with drilling approach; Wadi Fidan 4, Jordan; Bronze Age, ca. 3,600 BC; 080130278003; L.: 212 mm

سرکلنگ سنگی با نقطه ای مته شده روی آن، وادی فِدان ۴، اردن، عصر مفرغ; حدود ۳۶۰۰ پیش از میلاد

Stone pick, with drilling approach; Wadi Fidan 4, Jordan; Bronze Age, ca. 3,600 BC; 080130278010; L.: 206 mm

چکش-تبر سنگی، وادی فِدان ۴، اردن، عصر مفرغ؛ حدود ۳۶۰۰ پیش از میلاد

Stone Hammer Axe; Wadi Fidan 4, Jordan; Bronze Age, ca. 3,600 BC; 080803410001; L.: 112 mm



قطعه ای از بوته ذوب، سفال کاربردی؛ جبل حَمرَت فِدان، اردن، عصر مفرغ؛ ۲۷۰۰-۲۲۰۰ پیش از میلاد

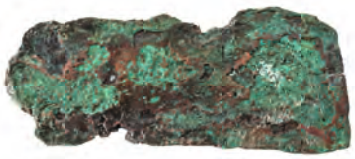
Crucible fragment; Technical ceramic; Jabal Hamrat Fidan, Jordan; Bronze Age, ca. 2,700-2,200 BC; 080803407001; L.: 75 mm

قطعه ای از بوته ذوب،سفال کاربردی؛ جبل حَمرَت فِدان، اردن، عصر مفرغ؛ ۲۷۰۰-۲۲۰۰ پیش از میلاد

Crucible fragment, presumably for chisels or small ingots; Technical ceramic; Jabal Hamrat Fidan, Jordan; Bronze Age, ca. 2,700-2,200 BC; 080803406001; L.: 61 mm

قطعه ای از بوته ذوب، سفال کاربردی؛ جبل حَمرَت فِدان، اردن، عصر مفرغ؛ ۲۷۰۰-۲۲۰۰ پیش از میلاد

Crucible fragment, presumably for axes; Technical ceramic; Jabal Hamrat Fidan, Jordan; Bronze Age, ca. 2,700-2,200 BC; 080803405001; L.: 63 mm



ورقه مسی، خیربت حمرا اِفدان، اردن، عصر مفرغ؛ ۲۷۰۰-۲۲۰۰ پیش از میلاد

Copper sheet; Khirbet Hamra Ifdan, Jordan; Bronze Age, ca. 2,700-2,200 BC; 080803408001; L.: 72 mm

چند قطعه شمش (نمونه بازآفرینی شده)، مس: خیربت حمرا افدان، اردن، ۲۷۰۰عصر مفرغ-۲۲۰۰ پیش از میلاد سفال کاربردی

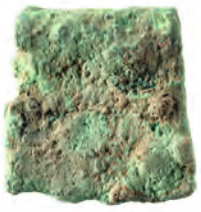
Ingots, casting mould (replica); Copper, technical ceramic; Wadi Fidan 3, Khirbet Hamra Ifdan, Jordan; Early Bronze Age III-IV, ca. 2,700-2,200 BC; 080130815002, 080130815003, 080130815004; L.: 228 mm (biggest ingot). 080130814001; L.: 253 mm (casting mould)

ابزار، احتمالا پایه ی چوب سوز؟، چوب: وادی خالد، اردن: عصر مفرغ: حدود ۲۴۰۰ پیش از میلاد

Tool possibly to fix lighting tapers; Wood Wadi Khalid, Jordan; Bronze Age, ca. 2,400 BC; 080803402001; L.: 710 mm

قطعاتی از شمش های مس، جبل حَمرَت فِدان، اردن، عصر مفرغ:۲۷۰۰-۲۲۰۰ پیش از میلاد

Fragments of ingots; Copper; Jabal Hamrat Fidan, Jordan; Bronze Age, ca. 2,700-2,200 BC; 080803409001, 080803409002; L.: 29 mm, L.: 17 mm



قطعه ای از شمش: مس، جبل حَمرَت فِدان، اردن، عصر مفرغ ۲۷۰۰-۲۲۰۰ پیش از میلاد

Fragment of an ingot; Copper; Jabal Hamrat Fidan, Jordan; Bronze Age, ca. 2,700-2,200 BC; 080803419001; L.: 31 mm

The Bronze Age tin mining fields of Askaraly I, East Kazakhstan, photo: Jennifer Garner, DBM

حوزه های معدنکاریِ قلعِ عصر مفرغ در منطقه ی عسکرعلی۱، شرق قزاقستان. عکس از جنیفر گارنر، DBM.

How did tin become combined with copper?

Since the 1990s, the German Mining Museum has been investigating Bronze Age tin mining in Central Asia together with other partners. In both Karnab (Uzbekistan) and Askaraly (Kazakhstan), early miners extracted several tons from each of the largest mines. One mine is situated at a height of 3,000 m in Mushiston (Tajikistan) near an ore deposit in which both copper and tin ores (the so-called mushistonite) occur together. Experiments have shown that bronze is formed when mushistonite is smelted. Was the discovery of bronze therefore a pure coincidence, or did smelters in other parts of the world experiment with both components? Although we do not know the answer yet, the research continues.

چگونه قلع با مس ترکیب شد؟

از دهه ۱۹۹۰ میلادی (دهه ۱۳۷۰ خورشیدی) موزه معدن بوخوم آلمان همراه با سایر همتایان خود در حال بررسی معدنکاری قلعِ عصر مفرغ در آسیای مرکزی بوده است. معدنکارانِ نخستین همَ در کرنب(Karnab) (ازبکستان) و هم در عسکرعلی (Askaraly) (قزاقستان) چندین تُن سنگ را از بزرگترین بخش های هر کدام از این معادن استخراج کرده اند. یکی از این معادن در موشستان (یا موشیستون، تاجیکستان) و در ارتفاع ۳۰۰۰ متری قرار دارد که در نزدیکی کانساری واقع شده که در آن کانسنگِ مس و قلع در کنار هم بوجود آمده اند (آنچه که اصطلاحاً موشیستونیت نامیده می شود). آزمایش های تجربی نشان داده اند که از ذوب کردنِ موشیستونیت مفرغ تولید می شود. بنابراین آیا کشف مفرغ کاملاً اتفاقی بوده یا اینکه فلزکارانی از سایر مناطق جهان آن را از ترکیب اجزاءِ تشکیل دهنده اش بدست آورده بودند؟ پاسخ این سوال را ما هنوز نمی دانیم و تحقیق در این مورد ادامه دارد.

The Bronze Age tin mine of Askaraly II, East Kazakhstan, photo: Jennifer Garner, DBM

حوزه معدنکاری قلع عصر مفرغ در منطقه ی عسکرعلیَ ۲، شرق قزاقستان. عکس از جنیفرگارنر .DBM

The Bronze Age tin mine of Karnab, Uzbekistan, photo: Gero Steffens, DBM

حوزه معدنکاری قلع عصر مفرغ درمنطقه ی کرنب، ازبکستان. عکس از گِرو اشتفنس، DBM.

سرکلنگ ها و خراشنده های ساخته شده از استخوان نیز برای استخراج سنگ معدن بکار می رفتند؛ شاخ غزال؛ معدن کاری قلع؛ کرنب؛ ازبکستان؛ فرهنگ آندرونوو؛ حدود ۲۰۰۰ تا ۱۵۰۰ پیش از میلاد

Picks; Bone; Picks and scratchs made of bones were also used to extract the ore out; horn of gazelle; Tin mining, Karnab, Uzbekistan; Andronovo culture, ca. 2,000–1,500 BC; 080001575254, 080001575257, 080001575266, 080001575268, 080001575271, L.: 188 mm (longest)

ابزار استخوانی، سرکلنگ، شاخ بز، معدن کاری قلع، موشستان، تاجیکستان؛ فرهنگ آندرونوو؛ حدود ۲۰۰۰ تا ۱۵۰۰ پیش از میلاد

Tools, picks; Horn of goat; Tin mining, Mushiston, Tajikistan; Andronovo culture, ca. 2,000–1,500 BC; 080001575237, 080001575238, 080001575239, 080001575244, 080001575246; L.: 140 mm (longest)

چکش سنگی شیاردار، معدن کاری قلع؛ کرنب، ازبکستان، فرهنگ آندرونوو، حدود ۲۰۰۰ تا ۱۵۰۰ پیش از میلاد

Grooved hammer stone; Tin mining; Karnab, Uzbekistan,; Andronovo culture, ca. 2,000 – 1,500 BC; 080001575206; L.: 141 mm

چکش سنگی شیاردار، معدن کاری قلع؛ کرنب، ازبکستان، فرهنگ آندرونوو، حدود ۲۰۰۰ تا ۱۵۰۰ پیش از میلاد

Grooved hammer stone; Tin mining; Karnab, Uzbekistan; Andronovo culture, ca. 2,000 – 1,500 BC; 080001575205; L.: 157 mm

دسته هاون یا گرزه ی سلطنتی؛ این شی در یک معدن قلع به شکل ایستاده و تکیه داده بر دیواره معدن یافت شد؛ شاید این شی هدیه ای برای الهه ای (الهه ی زمین؟) بوده باشد؛ چنین هدایایی در معادن سرتاسر جهان و در دوره های مختلف مشاهده شده اند؛ دیوریت؛ معدن قلع؛ کَرنب، ازبکستان؛ فرهنگ آندرونوو، حدود ۲۰۰۰-۱۵۰۰ پیش از میلاد

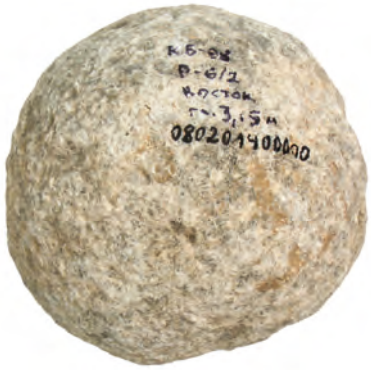
Pestle, sceptre; this pestle or sceptre was found in a tin mine upright standing at the wall; maybe it was a gift for a (earth?)-goodess; this kind of gifts in mines are known around the world and during all ages; Diorite; Tin mining, Karnab, Uzbekistan; Andronovo culture, ca. 2,000–1,500 BC; 080001575279; L.: 196 mm

چکش سنگی؛ معدن کاران عصر مفرغ از چکش های ساخته شده از سنگ استفاده می کردند؛ چکش سنگی ساده، چکش سنگی فاق دار و چکش سنگی شیار دار. این چکش ها در سرتاسر جهان فراگیر بوده و شکل آنها تقریباً در همه جای جهان یکسان بوده است. چکش های سنگی به یک میله (دسته) چوبی متصل شده و سپس در چرم یا چیزی مانند آن پیچیده می شدند. به جهت داشتن اتصال بهتر بین دسته و سرچکش، معدن کاران فاق ها یا شیارهایی دورتادور چکش سنگی ایجاد می کردند. سنگ آهک؛ معدن کاری قلع؛ کرنب، ازبکستان، حفره ۳-۵-۵، فرهنگ آندرونوو، حدود ۲۰۰۰ تا ۱۵۰۰ پیش از میلاد

Hammer stone; the Bronze Age miners mainly used hammer stones made from rock: simple hammer stones, notched hammer stones and grooved hammer stones. These are distributed worldwide, while the shapes are quasi-universal. Hammer stones were attached to a wooden shaft and then wrapped in leather (amongst other materials). In order to achieve a better grip on the shaft, the miners picked notches or circumferential grooves into the hammer stones.lime stone; Tin mining; Karnab, Uzbekistan; Andronovo culture, ca. 2,000 – 1,500 BC; 080001575177; L.: 130 mm

سنگِ ساب، معدن کاری قلع؛ کرنب، ازبکستان، فرهنگ آندرونوو، حدود ۲۰۰۰ تا ۱۵۰۰ پیش از میلاد

Grinding stone; Tin mining; Karnab, Uzbekistan; Andronovo culture, ca. 2,000 – 1,500 BC; 080200400000; L.: 94 mm



کرنب، ازبکستان، فرهنگ آندرونوو، حدود ۲۰۰۰ تا ۱۵۰۰ پیش از میلاد

Pounder to crush ore; Tin mining; Karnab, Uzbekistan;
Andronovo culture, ca. 2,000 – 1,500 BC;
080201400000; diameter: 80 mm

کوبنده برای خرد کردن سنگ معدن، معدن کاری قلع؛ کرنب، ازبکستان، فرهنگ آندرونوو، حدود ۲۰۰۰ تا ۱۵۰۰ پیش از میلاد

Pounder to crush ore; Tin mining; Karnab, Uzbekistan;
Andronovo culture, ca. 2,000 – 1,500 BC;
080001575167; L.: 79 mm

سنگِ نشان؟؛ کوارتزیت؛ معدن کاری قلع؛ کرنب، ازبکستان، فرهنگ آندرونوو، حدود ۲۰۰۰ تا ۱۵۰۰ پیش از میلاد

Token?; Quartzite; Tin mining; Karnab, Uzbekistan;
Andronovo culture, ca. 2,000 – 1,500 BC;
080122026001, 080122027001;
diameter: 55 mm, 55 mm

قاپ (استخوان مچ پای گوسفند)، معدن کاری قلع؛ عسکرعلی، قزاقستان، فرهنگ آندرونوو، ۲۰۰۰ تا ۱۵۰۰ پیش از میلاد

Astragali; Bone; Tin mining, Askaraly/Mastau Baj,
Kazakhstan; Andronovo culture, ca. 2,000-1,500 BC;
080803233000

Massproduktion Copper: Mitterberg

Great depths – great problems

With a depth of 200 m, the Bronze Age mineworkings on the Mitterberg are the deepest in the world. This is where miners extracted copper from the Early Bronze Age to the Early Iron Age (ca. 1,800–700 BC). They followed the ore using shafts and galleries. For mining tools they used hammer stones, axes, and copper or bronze picks. The depth of mining here was problematic. The oldest-dated buckets and dams bear witness to very early attempts at drainage, the purpose of this to prevent water from penetrating into the mine. Wooden stemples and platforms provided safety, better mining and also the extraction of ore at greater heights within the vein. Climbing trunks facilitated the Fahrung (German mining term for man ways to the work). The work was difficult in the depths of the mine due to insufficient airflow.

تولید انبوه؛ میتربرگ

افزایش عمق- افزایش مشکلات

معدن کاران عصر مفرغ میتربرگ (Mitterberg) با حفر چاه هایی تا عمق ۲۰۰ متر عمیق ترین رکورد را در جهانِ هم عصر خود دارند. این جایی است که معدنکاران، مس را از آغاز عصر مفرغ تا آغاز عصر آهن (حدود ۱۸۰۰ تا ۷۰۰ پیش از میلاد) استخراج کرده اند. آنها ماده معدنی را با حفر چاه و تالار معدنی دنبال کرده و از چکش سنگی، تیشه و کلنگ های مسی و مفرغی به عنوان ابزار معدن کاری استفاده می کردند. در این مورد، عمق استخراج مشکل ساز بود. کهن ترین سطل ها و سدها شاهدی هستند بر نخستین تلاش ها در جهت زهکشی معادن تا بدین ترتیب از نفوذ آب به درون معدن جلوگیری شود. تیرک های چوبی و سکوها باعث معدنکاری بهتر، و نیز استخراج کانسنگ در عمق بیشتری در درون رگه می شد. بکارگیری کُنده های نردبانی، دسترسی به سینه کارها را تسهیل می کرد (که این راه دسترسی به سینه کار در اصطلاح معدن کاری آلمانی «فاهرونگ» نامیده می شود). به دلیل غیرکافی بودن جریان هوا، کار در عمق مشکل بود.

Underground part at nearly 200 m depth: Bronze Age mine «Arthurstollen», Mitterberg mining region; photo: Klaus Stange, AVttention, DBM.

بخش زیرزمینی با عمقی نزدیک به ۲۰۰ متر: معدن عصر مفرغ «آرتوراشتولن»، منطقه معدنی میتربِرگ. عکس: کلاوس اِشتانگه، ماری- پِن هایدِه ,DBM AVttention

کاوش های زیرزمینی درعصر مفرغ در معدن «آرتوراشتولن»، عکس: کلاوس اِشتانگه، مَاری- بِن هایدِه, DBM.

Underground excavations in the Bronze Age of mine of the "Arthurstollen"; photo: Klaus Stange, AVttention, DBM.

بهترین شرایط برای نگهداری الوار مرتبط با معدنکاری در زیر زمین: دپوی«آرتوراشتولن»، عکس از: کلاوس اِشتانگه، ماری- بِن هایدِه, DBM.

Optimal conditions for depositing mining timber underground: "Arthurstollen" depot; photo: Klaus Stange, AVttention, DBM.

ابزار چوبی (نمونه ی بازآفرینی شده)، ته یک سطل، بیشوفس هوفن، رگه اصلی معدن میتربرگ، اتریش، عصر مفرغ

Bottom of a bucket (replica); Wood; Bischofshofen, Mitterberger Hauptgang, Austria; Bronze Age; 080412042001; diameter: 245 mm

ابزار چوبی (نمونه ی بازآفرینی شده)، ته یک سطل، بیشوفس هوفن، رگه اصلی معدن میتربرگ، اتریش، عصر مفرغ

Bottom of a bucket (replica); Wood; Bischofshofen, Mitterberger Hauptgang, Austria; Bronze Age; 080412043001; diameter: 250 mm

ابزار چوبی (نمونه ی بازآفرینی شده)، آنچه که در آلمانی فُردِرتروگ نامیده می شود. تغاری برای جمع کردن سنگ معدن استخراج شده از درون معدن؛ فیهوفِن، هرمااِشتولِن، اتریش، عصر مفرغ

Wooden tool (replica), so-called „Fördertrog"; A trough to extract the mined ore from the mine; Wood; Viehofen, Hermastollen, Austria; Bronze Age; 080412039001; L.: 830 mm

ابزار چوبی (نمونه ی بازآفرینی شده)، آنچه که در آلمانی «فول تروگ» نامیده می شود، کانسنگ استخراج شده در این نوع از تغار، جمع آوری می شد؛ بیشوفس هوفن، رگه اصلی معدن میتربرگ، اتریش، عصر مفرغ

So-called "Fülltrog" (replica); In this kind of troughs the mined ore was collected; Wood; Bischofshofen, Mitterberger Hauptgang, Austria; Bronze Age; 080412030001 L.: 470 mm

ابزار چوبی (نمونه ی بازآفرینی شده)، بیلچه، با چنین بیلچه هایی سنگ معدن به درون تغار ریخته می شد، بیشوفس هوفِن، رگه اصلی معدن میتِربِرگ، اتریش، عصر مفرغ

Shovel (replica); Wood; With such shovels the ore was filled into the troughs; Bischofshofen, Mitterberger Hauptgang, Austria; Bronze Age; 080412032001; L.: 420 mm

ابزار چوبی (نمونه ی بازآفرینی شده)، چکش، چکش های چوبی به احتمال زیاد برای استخراج سنگ معدن بکار نمی رفته اند بلکه به عنوان ابزاری برای کار با چوب و الوار بکار می رفته اند، بیشوفس هوفن، رگه اصلی معدن میتربرگ، اتریش، عصر مفرغ

Hammer (replica); Wood; Wooden hammers were probably not used to mine ore, but as a tool for timbering; Bischofshofen, Mitterberger Hauptgang, Austria; Bronze Age; 080412041001; L.: 510 mm

ابزار چوبی (نمونه ی بازآفرینی شده)، چکش، بیشوفس هوفن، رگه اصلی معدن میتربرگ، اتریش، عصر مفرغ

Hammer (replica); Wood; Bischofshofen, Mitterberger Hauptgang, Austria; Bronze Age;080412040001; L.: 365 mm

The treatment

Several working steps were required to smelt the ore. The smelters first crushed it on so-called anvil stones using mallets, and following this removed impurities by selection or by washing. When washing was undertaken in a kind of sluice box, gravity separation of the ore was achieved by weight. The lighter dead material was simply washed away, leaving behind the heavy ore concentrate.

فرآوری

پیش از ذوب کانسنگ به انجام چندین مرحله ی کاری نیاز بود. فلزکاران، ابتدا ماده معدنی را با استفاده از پتک بر روی آنچه که سندان سنگی نامیده می شود خرد می کردند و سپس ناخالصی ها را به شکل دستی یا با شستن می زدودند. اگر شستن بر روی جعبه سنگ شویی صورت می گرفت، جدایش وزنی کانسنگ از باطله توسط اختلاف وزن مخصوص آنها انجام می شد. بدین ترتیب ماده ی باطله ی سبک تر براحتی شسته و دور ریخته می شد و کنسانتره ی کانسنگ سنگین باقی می ماند.

The large scale underground copper ore mining at the Mitterberg requires labour-intensive ore-dressing up the ground: At the Troiboden a Bronze Age ore-dressing site was excavated between 2008 and 2020; photo: Klaus Stange, AVttention, DBM.

تداوم استخراج زیرزمینی بزرگ مقیاس کانسنگ مس در میتربرگ، مستلزم انجام سنگ جوری (کانه آرایی)پر زحمتی بروی زمین بوده است:بین سالهای۲۰۰۸ تا۲۰۲۰یک محوطه کانه آرایی عصر مفرغ در ترویبودن کاوش شد.عکس از کلاوس اشتانگه، AVttention ,DBM.

میله کوچک چوبی که در بخش هایی دارای کنده کاری است، از چوب سرخدار؛ میتربرگ، ترویبودن، اتریش، عصر مفرغ.

Sticks, partly decorated with marks; Wood (yew); Mitterberg, Troiboden, Austria; Bronze Age; 080803422000; L.: 160 mm

کوبنده، بیشوفس هوفن، اتریش، عصر مفرغ

Pounder; Stone; Bischofshofen, Austria; Bronze Age; 080360077001; L.: 87 mm

کوبنده، بیشوفس هوفن، اتریش، عصر مفرغ

Pounder; Stone; Bischofshofen, Austria; Bronze Age; 080360079001; L.: 95 mm

کوره ی بلند

افزایش تقاضا برای فلزات، بهبود فرایندهای فلزکاری را الزامی می نمود. یک پیشرفت در مورد کوره های دمشی قدیمی تر، ظهور کوره هایی بود که براساس شکل چاه مانند (بلند) قسمت بالای آتشدانشان اصطلاحاً کوره ی بلند نامگذاری شده بودند. برخلاف کوره های دَمِشی، کوره های بلند رو بسته بودند. تامین اکسیژن در این کوره ها از طریق ایجاد سوراخ هایی در دیواره ی کوره صورت می گرفت که درون انها چندین ناوک هوا قرار داده می شد. در واقع این نوع از کوره ها می توانستند در هر جایی نصب شوند و بطور دائمی فعال باشند. بنابراین دیگر نیازی به یافتن مکان های خاصی که باد مناسبی در آنها بوزد نبود. علاوه بر این، فلزکاران می توانستند بخش های خاصی از کوره را به طور هدفمند اکسیژن دهی کنند و بدین ترتیب نوسانات دما را بهتر مهار کنند. با این حال اشکال این روش آن بود که فلزکاران مجبور بودند که دمش ها را برای چندین ساعت انجام دهند تا از تامین اکسیژن کافی مطمئن شوند!

The shaft furnace

The increased demand in metal necessitated improved processes. One development of the older wind blast furnaces was the so-called shaft furnace, named after the shaft-shaped upper part of the hearth. In contrast to wind blast furnaces, shaft furnaces were closed. The supply of oxygen took place via holes made in the wall of the furnace, into which several nozzles were inserted. This type of furnace could be set up virtually anywhere and operated permanently – therefore not only at certain places associated with favourable wind conditions. Furthermore, the metallurgists could supply oxygen to specific parts of the furnace in a targeted way, thus better reacting to fluctuations in temperature. The disadvantage, however, was that the smelters had to operate the bellows for hours at a time in order to ensure the necessary supply of oxygen!

سرباره ی مس، میتربرگ، بیشوفس هوفن، اتریش، عصر مفرغ

Copper slags; Mitterberg, Bischofshofen, Austria; Bronze Age; 080803417000, 080803418000

حوضچه انحلال نمک مربوط به اوایل عصر جدید(حدود سده ۱۷ میلادی)در معدن نمک هالشتات، جایی که نمک(نه به حالت جامد آن بلکه) به شکل شورابه ای غلیظ به بیرون از معدن انتقال می یافت، عکس از م.دهلینگ، DBM.

Early Modern Times salt desolving chamber in the Salt mine of Hallstatt, where water was saturated with salt in order to transport it outside the mine; photo: M. Dehling, DBM

Iron Age | عصرآهن

Salt is life!

Salt is essential for life! This distinguishes salt from almost all other mineral resources. Humans should ingest about 5 to 10 g a day. A permanent insufficient salt intake can result in severe diseases and even death. In his days as a hunter-gatherer, man mainly satisfied his need for salt from the salty flesh and blood of the animals hunted. The transition to diet of cereals and less meat resulting from the introduction of agriculture led to an increased need for salt. An additional salt intake was necessary. The first salt springs and the mining of rock salt emerged during the 6th or 5th millennium BC.

Salt was used in many ways: for preserving food, for tanning skins, in healing, in metallurgy, in producing ceramics (salt glaze) and even as a means of payment.

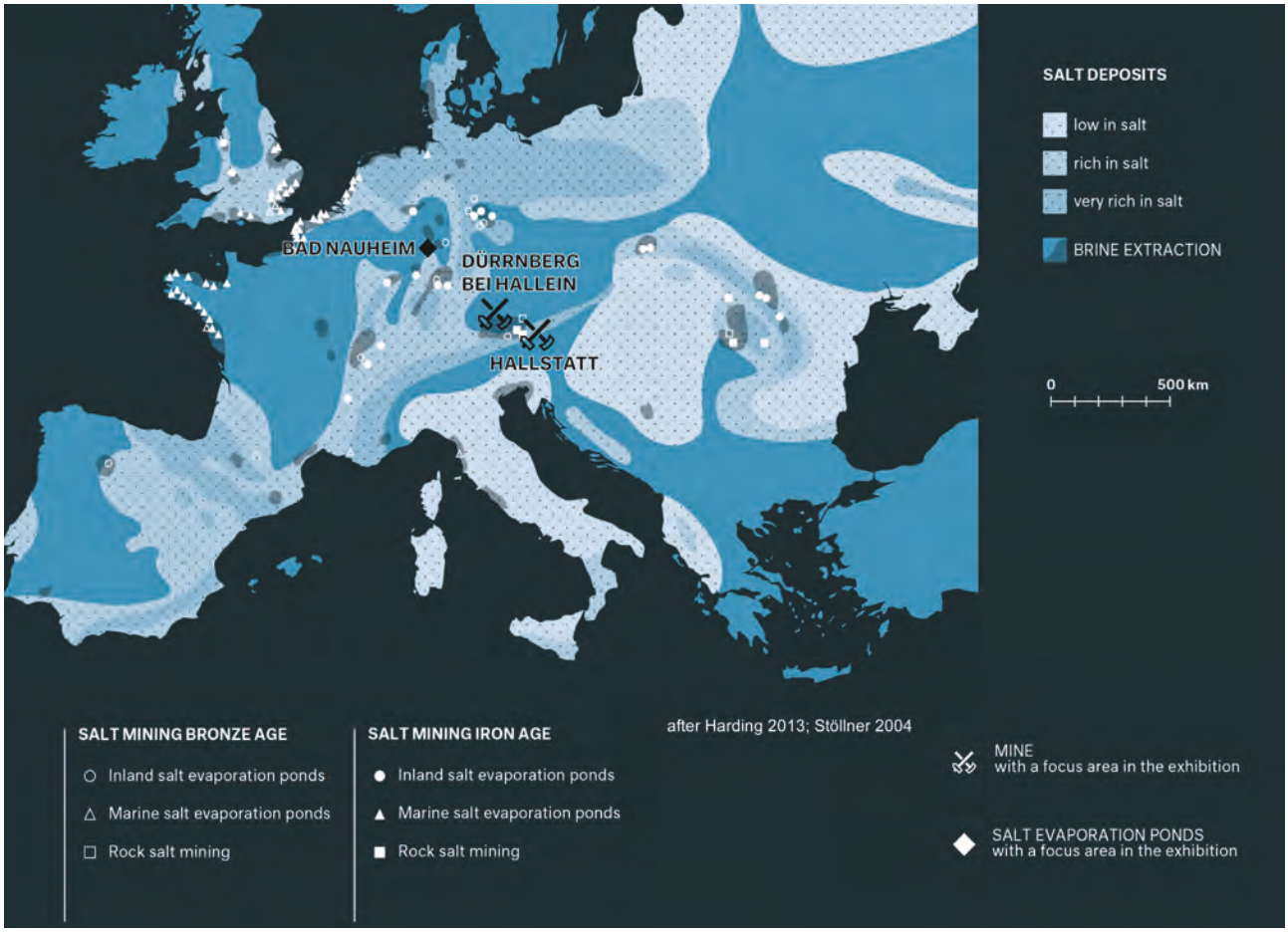
Salt preserved not only food but all organic materials – including human excrement. Study of the latter provides us with important indications of nutrition or diseases.

نمک زندگی است!

نمک برای زندگی ضروری است! و این، نمک را تقریباً از تمامی منابع معدنی دیگر متمایز می سازد. انسان ها باید روزانه ۵ تا ۱۰ گرم نمک خوراکی دریافت کنند. مصرف ناکافی نمک برای مدت طولانی می تواند موجب بیماری های جدی و حتی مرگ شود. در عصرِ انسانِ شکارگر-گردآور، او نیازهای خود به نمک را عمدتاً از نمک موجود در گوشت و خون جانوران شکار شده تامین می کرد. گذار به رژیم غذایی غله محور و مصرف گوشت کمتر که از مرسوم شدن کشاورزی رایج شده بود موجب افزایش نیاز به نمک شد و بنابراین مصرف نمک اضافی لازم شد. استفاده از نخستین چشمه های نمک و استخراج نمک سنگی در طی هزاره های ششم و پنجم پیش از میلاد ظهور یافتند.

نمک به شکل های مختلفی استفاده می شد: برای نگهداری مواد غذایی، برای دباغی پوست، در درمان، در فلزکاری، در تولید سفال (لعاب نمکی) و حتی به عنوان وسیله ای برای پرداخت و مبادله.

نمک نه تنها باعث نگهداری مواد غذایی می شد بلکه تمامی مواد زیستی (ارگانیک) از جمله فضولات انسانی را حفظ می کرد. مطالعه این مورد اخیر نشانه های مهمی درباره نوع خوراک و بیماری ها در اختیار ما قرار می دهد.



Salt deposits and Iron Age salt production in Europe, Map: A. Hornschuch/F. Schapals, DBM.

نقشه ی ذخایر و مناطق تولید نمک در عصر آهن اروپا، عکس از آ. هورنشوخ؛ ف. شاپالز، DBM.

Dürrnberg – an economic centre

The Dürrnberg, located near Salzburg (Austria), was the second largest salt producer in the Alpine region. It enjoyed its heyday from the 6th to the 1st century BC, with its beginning coinciding with the demise of Hallstatt. During this period, four mines at the Dürrnberg were simultaneously in operation. A large-scale, multi-level exploitation led to an increase in production volumes. The miners used iron-tipped picks for the mining.

As salt is a good preserver, the organic remains of daily life have been found. Different sizes of leather shoe reveal that both men, women and children were working underground. Excrements indicate the presence of large number of miners. Due to the poor hygienic conditions in the mine, many of these miners suffered from worm infestation and other diseases.

دورنبِرگ- یک مرکز اقتصادی!

دورنبرگ که در نزدیکی زالتسبورگ (اتریش) قرار دارد، دومین تولید کننده ی بزرگ نمک در منطقه آلپ بوده است. دوران اوج و شکوفایی این منطقه که همزمان با افول هالشتات (Hallstatt) (شمال اتریش) بوده از سده ی ششم پیش از میلاد آغاز شده و تا سده ی یکم پیش از میلاد ادامه داشته است. در طی این دوره، چهار معدن به طور همزمان در دورنبرگ فعال بودند. در اینجا استخراج نمک در مقیاس های بزرگ و کوچک و در چندین سطح موجب افزایش حجم تولید می شد. معدنکاران این دوره از کلنگ های سر آهنی برای استخراج استفاده می کردند.

از آنجایی که نمک نگهدارنده ی خوبی است، بقایای زیستی زندگیِ روزمره در این مکان پیدا شده اند. اندازه های مختلف کفش چرمی (پیدا شده) نشان می دهد که هم مردان، هم زنان و هم کودکان در زیرِ زمین کار می کردند. حجم فضولات انسانی نشان می دهد که تعداد زیادی از معدنکاران در این مکان حضور داشتند. به دلیل شرایط بهداشتی ضعیف در معدن، بسیاری از معدنکاران دچار بیماری های کرم انگلی و سایر بیماری ها بودند.

The salt-mining centre of the Dürrnberg, view to the settlement-centre which at the same time is also the Iron Age mining centre; photo: DBM, K. Stange, AVttention, Marienheide

مرکز معدنکاری نمک دورنبرگ، نمایی از محل سکونت این معدن که همزمان مرکز معدنکاری نمک در عصر آهن نیز بوده است.عکس از ک. اِشتانگه، ماری- پِن هایده، DBM, AVttention.

۱) کاوش باستان شناسی زیرزمینی در معدن نمک دورنبرگ، در حال پاکسازی دیواره ها با چکش بادی (پیکور) ۲) بازتجربه ی معدنکاریِ زیرزمینی با ابزار معمول در عصر آهن که میتواند تصوری از اینکه چگونه معدنکاری نمک میتوانسته در ۲۵۰۰سال پیش انجام شود در اختیار بگذارد. عکس از گ. اشتفنس، DBM.

1) Archaeological excavation underground in Dürrnberg salt mine, cleaning the walls with jack-hammers; 2) Underground experiments with Iron Age tools gives an impression of how salt-mining around 500 BCE might have looked like. Photos: DBM, G. Steffens.

۱) نردبانی قرون وسطایی که درمیان آوارحاصل از معدنکاری نمک عصرآهن یافت شده، شاهدی است بر دوره های مختلف تولید نمک در این مَعدن. ۲) نمک سنگیِ قرمز-خاکستری اولیه از درون کانسار نمک دورنبرگ. ۳) نهشته نمک اولیه (مشهورَ به "بلترزالتس گبیرگه" که نوعی نمک سنگی ورقه ورقه است) از درون کانسار نمک دورنبَرگ. ۴) آنچه که در این معدن "هَایدن گِبیرگه" نامیده می شود، مخلوطی است از مواد باقیمانده از کارهای قدیمی که در تالارهای زیرزمینی کهن به هم فشرده شده اند. ۵) تکه هایی از کلاه پوستی عصر آهن که درمیان آوارحاصل ازکارهای قدیمی("هایدن گِبیرگه") گیر کرده است. عکسها: ت. اشتولنر DBM(۱، ۵)، پ. فلایشر(۴)، DBM، ک اِشتانگه، ماری- پِن هایدِه(۲، ۳) DBM, Avttention.

1) A medieval ladder in Iron Age Salt-mining debris evidences different phases of salt-production; 2) Primary red-grey rock salt within the Dürrnberg salt-deposit; 3) Primary salt deposit (so-called “Blättersalzgebirge”) within the Dürrnberg salt-deposit; 4) The so-called “Heidengebirge” is a micture of working debris compressed in the old galleries underground; 5) Fragments of an Iron Age fur cap embedded in the working debris (“Heidengebrige”). Photos: DBM, Th. Stöllner (1, 5), DBM, P. Fleischer (4), DBM, K. Stange, AVttention, Marienheide (2, 3).

کفش یک معدنکار نمک عصر آهن (نمونه بازتولید شده)؛ چرم، معدن نمک، دورنبِرگ نزدیک هالاین، اتریش، عصر آهن، سده ی ششم تا یکم پیش از میلاد

Shoe of an Iron-Age salt miner (reproduction); Leather; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC; 080122304001; L.: 240 mm

پارچه، معدن نمک، دورنبِرگ، اتریش، عصر آهن، سده ی ششم تا یکم پیش از میلا

Textile; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC;
080122304201

پارچه، معدن نمک، دورنبِرگ، اتریش، عصر آهن، سده ی ششم۶ تا یکم پیش از میلاد

Textile; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC;
080122304204

پارچه، معدن نمک، دورنبِرگ، اتریش، عصر آهن، سده ی ششم۶ تا یکم پیش از میلاد

Textile; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC;
080122304203; L.: 130 mm

پارچه به دست آمده ازبخشی از معدن نمک به نام «فِرو شاختریشت»، اتریش، عصر آهن، سده های ششم تا چهارم پیش ازمیلاد.

Textile; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Ferro-Schachtricht, Austria; Iron Age, 6th–4th century BC; 080803424000; L.: 110 mm

پارچه به دست آمده ازبخشی از معدن نمک به نام «فِرو شاختریشت»، دورنبِرگ نزدیک هالاین، اتریش، عصر آهن، سده های ششم تا چهارم پیشِ از میلاد.

Textile; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Ferro-Schachtricht, Austria; Iron Age, 6th–4th century BC; 080803425000

حصیر (توری بافی)، معدن نمک، دورنبِرگ، اتریش، عصر آهن، سده ی ششم تا یکم پیش از میلاد

Meshwork; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC; 080122304205; L.: 120 mm

وسیله ی شخصی: بقچه پارچه ای; معدن نمک، دورنبِرگ، اتریش، عصر آهن، سده ی ۶ تا یک پیش از میلاد

Personell equipment: Textile bundle; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC; 080122304206; L.: 80 mm

وسیله ی شخصی، خلال دندان; چوب؛، معدن نمک، دورنبِرگ نزدیک هالاین، اتریش، عصر آهن، سده ی ۶ تا یک پیش از میلاد

Personell equipment: Tooth stick; Wood; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC; 080122304207; L.: 73 mm

مجموعه ابزار: دسته; چوب؛، معدن نمک، دورنبِرگ نزدیک هالاین، اتریش، عصر آهن، سده ی ۶ تا یک پیش از میلاد

Tool-set: handle; Wood; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC; 080122304208; L.: 540 mm

مجموعه ابزار: سرِ دسته ی یک کلنگ آهنی; چوب؛، معدن نمک، دورنبِرگ نزدیک هالاین، اتریش، عصر آهن، سده ی ۶ تا یک پیش از میلاد

Tool-set: Head of a handle for an iron pick; Wood; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC; 080122304209; L. 185 mm

مجموعه ابزار: سنگ تیزکنِ نوک کلنگ های آهنی، معدن نمک، دورنبِرگ نزدیک هالاین، اتریش، عصر آهن، سده ی ۶ تا یک پیش از میلاد

Tool-set: Wetstone for iron picks; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC; 080122304210; L.: 180 mm

مجموعه ابزار: سنگ تیزکنِ نوک کلنگ های آهنی، معدن نمک، دورنبِرگ نزدیک هالاین، اتریش، عصر آهن، سده ی ۶ تا یک پیش از میلاد

Tool-set: Wetstone for iron picks; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC; 080122304211; L.: 175 mm

مجموعه ابزار: نوار چرمی برای بستن و جاانداختن سرکلنگ آهنی، معدن نمک، دورنبِرگ نزدیک هالاین، اتریش، عصر آهن، سده ی ۶ تا یک پیش از میلاد

Tool-set: Strap to fix the iron pick; Leather; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC; 080122304212; L.: 120 mm

مجموعه ابزار: بیلچه، چوب؛ معدن نمک، دورنبِرگ نزدیک هالاین، اتریش، عصر آهن سده ی ۶ تا یک پیش از میلاد

Tool-set: Shovel; Wood; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC; 080122304213; L.: 360 mm

مجموعه ابزار: فتیله روشنایی: چوب، معدن نمک، دورنبِرگ نزدیک هالاین، اتریش، عصر آهن، سده ی ۶ تا یک پیش از میلاد

Tool-set: Lighting tapers; Wood; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC; 080122304214

مجموعه ابزار: نوار چرمی گره دار، معدن نمک، دورنبِرگ نزدیک هالاین، اتریش، عصر آهن، سده ی ۶ تا یک پیش از میلاد

Tool-set: Strap with knot; Leather; Salt mine, Dürrnberg near Hallein, Austria; Iron Age, 6th–1st century BC; 080122304215; L.: 130 mm

Iron Age: Iron is the new bronze

Although the manufacture of iron involves considerable effort, the benefits provided by this new metal were quickly recognised. Unlike copper, and particularly tin, iron ore can be found almost anywhere. For the first time, many people benefited from the new material. Appreciation of the metal manifested itself in the objects initially produced: jewellery (beads, bracelets, needles with gold plating, pendants), agricultural devices and weapons as well as prestige objects (e.g. a dagger with gold handle). People settled in the vicinity of high-grade ore deposits. They produced iron in ever increasing quantities. The technical development underwent an acceleration while people's quality of life rose.
Iron is harder yet more flexible than bronze. Even after the benefits were discovered it took hundreds of years before iron supplanted bronze as the most commonly used metal. Nevertheless, bronze never completely lost its importance. For example, it is still in use today for jewellery.

عصر آهن: آهن مفرغی جدید است

اگرچه تولید آهن به تلاش فراوانی نیاز دارد، مزایای بدست آمده از این فلز جدید به سرعت مورد توجه قرار گرفت. برخلاف مس، و بویژه قلع، کانسنگ آهن تقریباً در همه جا قابل یافت شدنی است. برای نخستین بار، افراد بسیاری از (مزایای) این ماده ی جدید بهره مند شدند. اهمیت و ارزش این فلز، در نوع اشیایی که در آغاز از آن ساخته می شد آشکار شد: جواهرات (مهره، النگو، سوزن هایی با روکش طلا و آویزها)، وسایل کشاورزی و سلاح و همچنین اشیاء اعتبارآور (به عنوان مثال خنجر با دسته طلایی). این موضوع عاملی شد برای سکونت مردم در نزدیکی کانسارهای پرعیار آهن و تولید بیشتر آهن با روندی مداوماً افزایشی. بدین ترتیب توسعه ی فنی سرعت گرفت، درعین اینکه کیفیت زندگی نیز بهبود می یافت.
آهن سخت تر ولی با این وجود انعطاف پذیر تر از مفرغ است. حتی بعد از کشف مزایای آهن، صدها سال طول کشید تا این فلز جای مفرغ را به عنوان پرکاربردترین فلز تصاحب کند. با این حال، مفرغ هرگز اهمیت خود را کاملاً از دست نداد. به عنوان مثال امروزه هم هنوز در جواهر سازی استفاده می شود.

Iron ores:

کانسنگ های آهن:

لیمونیت ($FeO(OH)\cdot nH_2O$).: لیمونیت مخلوطی به رنگ قهوه ای، قهوه ای روشن یا قهوه ای مایل به زرد از هیدروکسیدهای آهن است، آلمان

Limonite ($FeO(OH)\cdot nH_2O$); Limonite is a brown, light brown or yellowish-brown mixture of iron hydroxides; Germany; 080803416000; L.: 81 mm

هماتیت، فلزِن مِر (سنگزار)، هِمِر، آلمان

Haematite; Felsenmeer, Hemer, Germany; 080502160000; L.: 117 mm (bigger piece)

کانسنگ آهن قلوه ای شکل (گِلاس کُپف)، ناخرودت-ویبلینگوِرده؛ آلمان

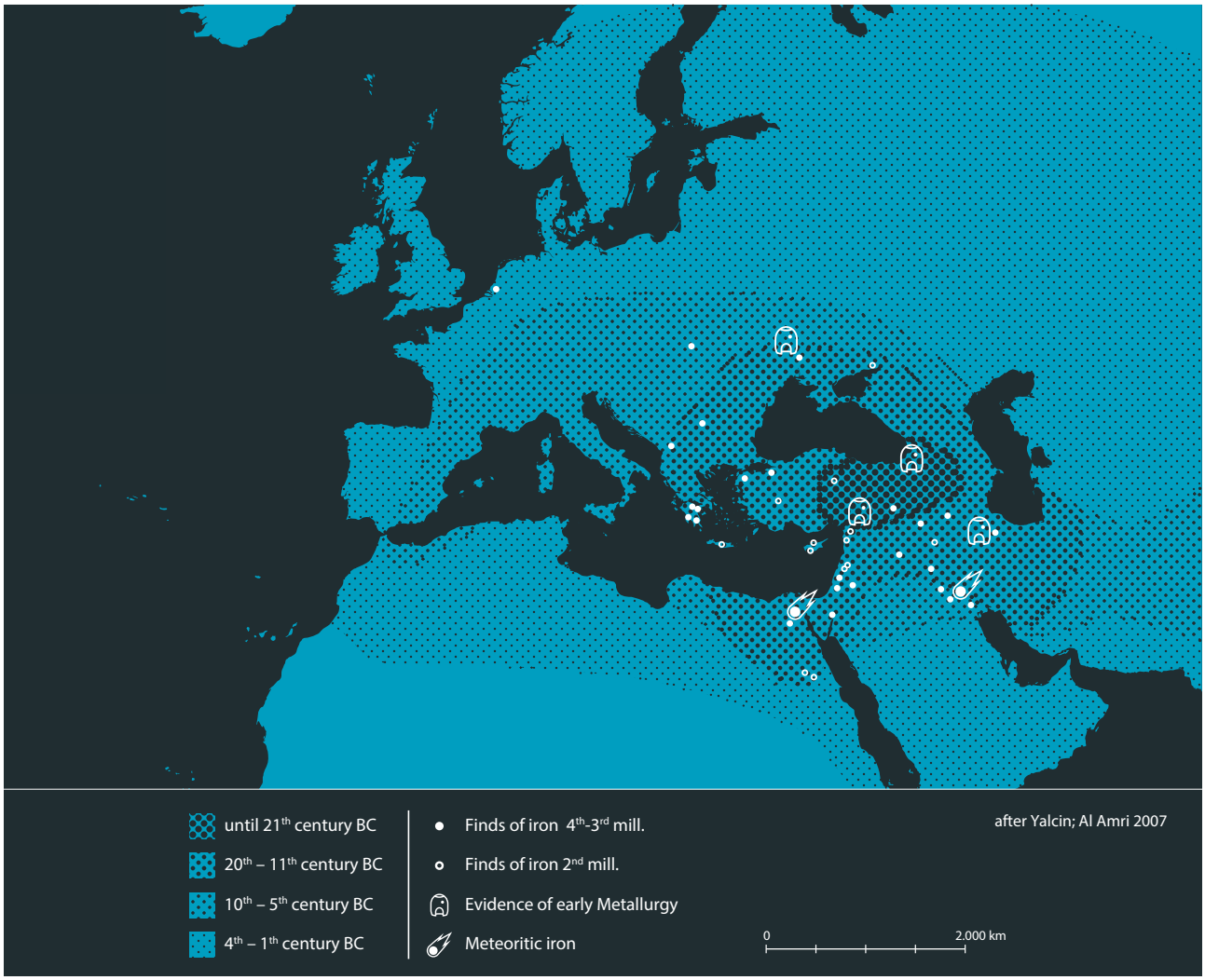
Kidney iron ore (Glaskopf); Nachrodt-Wiblingwerde, Märkischer Kreis, Grube Thielsflötze, Germany; 080000248000; L.: 118 mm (bigger piece)

A technological edge

In the smelting process, the smelters obtained an impurified sponge iron – the iron bloom. This they repeatedly heated and forged until only a lump of soft steel remained. Varying amounts of „good“ end products were created depending on the quality of the material and the processing techniques used. The decisive factors were the forgeability and – first and foremost – the hardness. Such a technological advantage was not only important from an economic but also from a military perspective. That is how the historian Polybios described the Battle of Telamon (Tuscany) in 225 BC, at which – above all – better equipment proved to be a great advantage for the victorious Romans against their Celtic (Gallic) enemies. Noric iron (ferrum noricum) was justly famous thanks to its high quality.

یک فناوری پیشرفته

در طی فرآیند ذوب، فلزکاران یک آهن اسفنجی ناخالص را بدست می آوردند که شمشه ی آهن نامیده می شود. این آهن اسفنجی را چندین بار حرارت داده و می کوبیدند تا در نهایت تنها توده ای از فولاد نرم باقی بماند. بسته به کیفیت ماده ی اولیه و تکنیک های عمل آوری بکاررفته، مقادیر متنوعی از محصولات نهایی «با کیفیت» تولید شدند. عوامل تعیین کننده ی این کیفیت خاصیت چکش خواری و البته -در درجه اول- سختی بودند. چنین مزیت فناورانه ای نه تنها از نظر اقتصادی مهم بود بلکه از لحاظ نظامی نیز اهمیت داشت. اینگونه بود که مورخ پولیبیوس (Polybios) در شرح نبرد تلامون (Telamon) (توسکانی) در ۲۲۵ پیش از میلاد، عنوان می کند که، فراتر از هرچیز، ثابت شد که تجهیزات بهتر مزیت مهمی برای پیروزی رومی ها بر دشمنان سلتی (گُل ها) آنها بوده است. آهن مناطق نوریک (ferrum noricum) به دلیل کیفیت واقعاً بالای خود مشهور بود.



Chronological development of the use of iron | گسترش استفاده از آهن در طی زمان

نخستین مناطق معدنکاری

کانسارهای آهن فراوانی در اروپای مرکزی وجود دارد که همگی ترکیب شیمیایی متفاوتی دارند که این خود مربوط به نحوه ی تشکیل و زمین شناسی آنهاست. در شمال آلمان کانسنگ آهن مردابی غالب است که کانسارهای آن همگی در نزدیکی سطح زمین قرار دارند. در سایر مناطق، کانسنگ رگه ای غالب است که بیشتر آن در اعماق ادامه یافته است. متناسب با اندازه و کیفیت این کانسارها، مناطق معدنی مجزایی در طی عصر آهن توسعه یافتند، مانند زیگرلَند(Siegerland)، اِرتس گِبیرگه (Erzgebirge) و هایلیگ-کرویتس-گِبیرگه (Heilig-Kreuz-Gebirge). با وجود تفاوت هایی در ذوب از منطقه ای به منطقه دیگر، دو نوع اصلی از کوره مورد استفاده بود: «کوره های یک بار مصرف» و «کوره های قابل استفاده ی مجدد». بسته به شرایط وزش باد، ممکن بود که کوره های با بدنه ی بلند (بلندتر از یک متر) از هوادهی مصنوعی بی نیاز می بودند. با این حال، کوره های کوچکتر (به بلندی ۵۰ تا ۶۰ سانتی متر) همچنان به دمش نیاز داشتند.

The first iron ore mining areas

There are many iron ore deposits in Central Europe, all with different chemical compositions relating to their geological formation. In Northern Germany bog iron ores predominate, all of which lie close to the surface. In other regions lode ores dominate, most of these extending down to greater depths. Depending on the size and quality of these deposits, discrete mining areas developed during the course of the Iron Age, such as Siegerland, the Erzgebirge and the Heilig-Kreuz-Gebirge. In spite of regional smelting differences there were two principal types of furnaces in use: the „single-use furnace“ and the “re-usable furnace”. Subject to wind conditions, furnaces with high shafts (greater than 1 m) might dispense with an artificial supply of air. However, smaller furnaces (50–60 cm in height) still required a bellows.

بازسازی آزمایشی ذوب در کوره آهن ورزیده. عکس از م. تسایلر، مرکز بایگانی ایالت نوردراین وستفالن.

Smelting experiment, bloomery furnace; photo: M. Zeiler, LWL

کوره آهن ورزیده ازعصر آهن، در محوطه ذوب فلز زیگن -نیدِرشلدن، وارته اشتراسه. عکس: مرکز بایگانی ایالت نوردراین-وستفالن، بخش باستان شناسی برای وستفالن.

Iron Age bloomery furnace at the smelting site of Siegen-Niederschelden, Wartestraße; photo: LWL-Archäologie für Westfalen.

کوره های آهن ورزیده ازعصر آهن، در محوطه ذوب فلز زیگن -نیدِرشِلدِن، گرهارد زایفن. عکس از د. باخمان.

Iron Age bloomery furnaces at the smelting site of Siegen-Niederschelden, Gerhardseifen during the excavation; photo: D. Bachmann, DBM

هزار کوره

از نیمه اول هزاره نخست پس از میلاد، تولیدکنندگان آهن منطقه شلِسویگ (Schleswig)، در کوهستان صلیب مقدس (Holy-Cross Mountains) یا در زاکسِن (Saxony) کوره های یک بار مصرف را ترجیح می دادند. این کوره ها شامل استوانه های قابل جداشدنی بودند که بر روی چاله ی کوره ساخته می شدند. سرباره در درون چاله ی کوره سرد می شد و توده های سرباره ای با وزن حدود ۱۰۰ کیلوگرم را شکل می داد. شمشه ی آهن چسبیده به سرباره با ضربه از توده ی سرباره جدا می شد. نتیجه این بود که مناطق وسیعی با بقایای تفاله ی کوره ها پوشیده شدند.

A thousand furnaces

Since the first half of the 1st millennium AD, the iron producers of the Schleswig region, in the Holy-Cross Mountains, or Saxony preferred „single-use furnaces“. These furnaces consisted of removable shafts built on top of furnace pits. The slag solidified inside the pits forming lumps of slag weighing approx. 100 kg. The adhering iron bloom was broken off the lumps of slag. The result: partly enormous areas covered with the remains of furnace residues.

توده ی سرباره، یولدِه لوند، آلمان، نیمه ی دوم سده ی چهارم و نیمه نخست سده ی پنجم پس از میلاد

Slag lump; Joldelund, Germany; 2nd half 4th /1st half 5th century AD; 080803423001

تویِر (لوله دَمِش): لوله ی دمش سرباره ای شده جهت دمیدن هوا: سفال کاربردی، آلمان: رس: عصر آهن/عصر لاتینی

Tuyère; Slagged blast pipe for bellows; Technical ceramic; Manching, Kr. Kelheim, Germany; Iron Age/Latène period; 080121449000; L.: 102 mm (bigger piece)

قطعاتی از دیواره ی کوره: سفال کاربردی: آلمان: رس: عصر آهن/ عصر لاتینی: باستان شناسی معدنی

Fragments of furnace walls; Technical ceramic; Manching, Kr. Kelheim, Germany; Iron Age/Latène period; 080500485018, 080500485026

چراغهای رومی در مقایسه با چراغهای امروزی نورچندانی نداشتند.عکس از ک. اِشتانگه، DBM.

Compared to today‘s lamps the roman ones were not so bright; photo: K. Stange, DBM.

Roman imperial period | دوره امپراتوری روم

„Ancient times“ or „classical antiquity“

This term characterises the antique epoch within the Mediterranean region – in particular the history of Greece from ca. 800 BC and the history of the Roman Empire up to the dethronement of the last Western Roman emperor, Romulus Augustulus, in 476 AD.
By this time, all the „important“ metals and their means of manufacture were already known. Characteristic of this period was the big increase in demand, inflation, and improvements in the purity of product provided by refinement in these metals.
The emergence of the great „empires“ and the intensified contacts between them (including warfare) favoured the development of a new technology. This in turn was associated with a rise in demand for raw materials, including the metal used to make coinage and equip the respective armies. These innovations (and the various production steps carried out on a large scale for the first time) included the refining of gold, the extraction of silver from lead, and the manufacture of zinc to produce brass.

«دوران کهن» یا «عهد عتیق کلاسیک»

این اصطلاح مشخص کننده ی عصر باستان در منطقه ی مدیترانه است-بویژه تاریخ یونان از حدود ۸۰۰ پیش از میلاد و تاریخ امپراتوری روم تا زمان خلع آخرین امپراتور روم غربی رومولوس آگوستوس در سال ۴۷۶ پس از میلاد.
تا این زمان تمامی فلزات «مهم» و نحوه تولید آنها بخوبی شناخته شده بودند. افزایش زیاد تقاضا، تورم و بهبود خلوص محصول حاصل از پالایش این فلزات از مشخصات این دوره بودند.
ظهور «امپراتوری» های بزرگ و روابط قوت گرفته بین آنها (از جمله جنگ) توسعه فناوری جدیدی را می طلبید. این در عوض، خود با افزایش تقاضا برای مواد خام مرتبط بود شامل فلزاتی برای ضرب سکه و تجهیز ارتش های مربوطه. این ابداعات (و مراحلِ متنوعِ تولید که برای نخستین بار در مقیاسی بزرگ صورت می گرفت) شامل خالص سازی طلا، استحصال نقره از سرب و فرآوری روی برای تولید آلیاژ برنج بودند.

The Roman Empire and its important mineral resources in its territory; Map: A. Hornschuch, F. Schapals, DBM.

نقشه منابع معدنی مهم در قلمرو امپراتوری روم: آ. هورنشوخ؛ ف. شاپالز, DBM.

Roman coinage

The state mint was a major customer for metals. Large quantities of gold, silver, copper and brass flowed into the monetary system. The coins had precisely defined relationships to each other. As a result of re-organisations (under Augustus, Aurelian, Diocletian) these relationships were repeatedly changed and adapted to the political and economic circumstances existing at the time. The material value initially corresponded to the nominal value. However, from the second half of the 2nd century AD, and particularly the 3rd century AD, this coinage was increasingly devalued. The material value fell against the nominal value. The old Romans used to say: „pecunia non olet – money has no smell“. This saying is attributed to the Emperor Vespasian (69–79 AD). He raised a tax on public toilets, which helped to fill the state coffers.

مسکوکاتِ رومی

ضرابخانه ی حکومتی مشتریِ عمده ی فلزات بود. مقادیر فراوان طلا، نقره، مس و آلیاژ برنج به درون سیستم پولی جریان یافتند. سکه ها روابط بین یکدیگر را به طور دقیق تعریف می کردند. در نتیجه ی تجدید سازماندهی (تحت فرمان آگوستوس، اورلیان و دیوکلتیان) این روابط بطور مکرر تغییر یافتند و با مقتضیات سیاسی و اقتصادی موجود زمانه همخوان شدند. ارزش مادی در ابتدا متناسب با ارزش اسمی بود. با این وجود، از نیمه ی دوم سده ی دوم پس از میلاد و بویژه در سده ی سوم پس از میلاد، این مسکوکات بطور فزاینده ای ارزش خود را از دست دادند. ارزش مادی سکه در برابر ارزش اسمی سقوط کرد. به قول اصطلاح رایجی در میان رومیان باستان «پول بو ندارد» (pecunia non olet). این گفته را به امپراتور وسپاسیان (۶۹ تا ۷۹ پس از میلاد) مُنتسب می کنند، که به روایتی به توالت های عمومی مالیات بست تا کمکی باشد برای پر کردن خزانه ی حکومتی.

سکه: روی سکه: تصویر یولیا دومنا، نوشته شده IOVLIA DOMNA CEB. پشت سکه: استریمون الهه ی رودخانه. در بالای سر او، بوتریس (BOTRYS) موجودی افسانه ای که انگور می چیند، موجود افسانه ای دیگری به نام استاخیس (STACHYS) محصول را درو می کند. موجود افسانه ای سومی به نام خِریسوس (CHRYSOS) در جریان آب طلاشویی می کند. موجود افسانه ای چهارمی به نام آرژیروس (ARGYROS) کیسه ای پر از نقره بر دوش دارد. جنس سکه از مس: محل کشف ناشناخته: عصر امپراتوری رم، سده های دوم و سوم پس از میلاد

Coin; Obverse: portrait of Julia Domna, transcription IOVLIA DOMNA CEB. Reverse: the river deity Strymon. Above her a genius plucks grapes BOTRYS, another harvests grain STACHYS. A third genius washes gold CHRYSOS in a water stream. A fourth genius shoulders a bag of silver ARGYROS. Copper; Site unknown; Roman Imperial Period, 2nd–3rd century AD; 030007589001; diameter: 24 mm

سکه معدن: روی سکه: نیم تنه ی روما (الهه رُم، نوشته: RO = MA، پشت سکه: زنی ایستاده با سرخوشه های گندم، نوشته: DARDA = NICI (در عهد باستان، داردانی ها قبیله ای از منطقه بالکان بودند): جنس سکه از مس: محل کشف ناشناخته: عصر امپراتوری رم، ۱۱۷–۱۳۸ پس از میلاد

Mine coin; Obverse: bust of Roma, transcription RO = MA, reverse: standing woman with heads of wheat. Transcription: DARDA = NICI (in antiquity, the DARDANI were a Balkan tribe); Copper; Site unknown; Roman Imperial Period, 117–138 AD; 030005416001; diameter: 18,3 mm

بقایای استخراج عظیم کانسنگ طلا توسط رومیان درمحلی موسوم به "روینا مونتیوم" (به معنی کوههای فروریخته) در لاس مِدولاس اسپانیا. عکس: ک. اِشتانگه، ماری- بِنَ هایدِه, AVttention, DBM.

Las Médulas (Spain): so-called “Ruina montium”, collapsed montains, remains of the huge roman gold exploitation. Photo: K. Stange, AVttention.

مجرای عبورآبِ پرفشاربرای استخراج طلا و سنگ، لاس مِدولاس، اسپانیا. عکس: ک. اِشتانگه، ماری- بِن هایدِه, AVttention, DBM.

Las Médulas (Spain): high-pressure water passage, intended to extract gold and rock. Photo: K. Stange, AVttention.

تالار معدنی رومی در والرفانگن (آلمان). بخشی از محوطه استخراجی آزوریت در سمت راست تصویر دیده می شود. عکس: گ.اشتفنز, DBM.

Wallerfangen (Germany): a roman gallery. On the right side a part of an exploitation area where azurite was exploited. Photo: G. Steffens, DBM.

یک سینه کار استخراجی بسیار باریک رومی در والرفانگن (آلمان). عکس: ک. اِشتانگه، ماری- بِن هایدِه, DBM, AVttention.

Wallerfangen (Germany): a very narrow roman exploitation area. Photo: K. Stange, AVttention, DBM.

A new alloy

Unlike lead, brass which is a copper-zinc alloy, was not available on a large scale. This was due to the difficult manufacturing process, given that it was not a simple matter to smelt zinc from the ore. To obtain brass, the smelters heated up a combination of calamine (zinc carbonate), copper and charcoal. Zinc boils at 905°C, the zinc vapour reacts with copper to form brass (the retort process). Special furnaces or hermetically sealed containers were required for this.

Antique brass objects are extremely rare, being primarily known in the form of coins. In the Roman Empire, a greater demand arose following the monetary reform of Emperor Augustus (ca. 20 BC). Thus the sesterce and dupondius small-denomination coins were temporarily minted from brass.

آلیاژی جدید

بر خلاف سرب، برنج که آلیاژی از مس و روی است، در مقیاس وسیع در دسترس نبود. این موضوع به دلیل فرآیند دشوار تولید برنج بود چراکه ذوب روی از کانسنگ آن ساده نبود. برای بدست آوردن برنج، فلزکاران ترکیبی از کالامین (کربنات روی)، مس و ذغال چوب را حرارت می دادند. روی در دمای ۹۰۵ درجه سانتی گراد به جوش می آید، بخار روی با مس واکنش می دهد تا برنج شکل گیرد (فرایند محفظه ی تقطیر یا قَرع). کوره هایی خاص یا ظروف کاملا تَنگ بسته ای برای این کار مورد نیاز بودند.

اشیاء برنجی باستانی بی نهایت کمیابند و ابتدائاً به شکل سکه شناخته شده اند. در امپراتوری روم، در پی اصلاحات پولی امپراتور آگوستوس (حدود ۲۰ پیش از میلاد) تقاضای بیشتری برای این ماده بوجود آمد. بدین ترتیب که سکه های پول خرد سِسترِس (یک چهارم دیناری) و دوپوندیوس (یک هشتم دیناری) موقتاً از برنج ضرب می شدند.

چندین شمش: از جنس آلیاژ برنج: بدست آمده از لاشه کشتی شکسته، آلِریا، ساحل شرقی کورسیکا، فرانسه، عصر امپراتوری روم، سده اول و اوایل سده ی دوم پس از میلاد

Ingots; Brass; Shipwreck, Aleria, eastern coast of Corsica, France; Roman Imperial Period, 1st–early 2nd century AD; 080503189001, 080000107001, 080000108001, 080000109001, 080000110001, 080000111001; L.: 240 mm (biggest ingot)

Roman mining

The increased demand for metals within the Roman Empire led to mass operations and important innovations, particularly with regard to drainage. Often the miners first „developed“ the ore deposit using shafts and only then installed galleries. Mining was usually carried out using the pillar-and-stall method. In this the miners left conveniently placed natural pillars of rock to help safeguard against collapse.

The tool typically used for coarse work was the pickaxe (similar to the pick). Gads, wedges and scrapers were also used. For “Fahrung” (German mining term for man ways) the miners continued to use wooden climbing trunks, although steps are also known. Amongst other things, bag-shaped vessels made of organic material or buckets served to help haul the mined material up to the surface in the shafts.

معدنکاری رومی

تقاضای فزاینده برای فلزات در درون امپراتوری روم موجب بهره برداری انبوه از کانسارها و نوآوری های مهمی بویژه در ارتباط با زهکشی معادن بود. معدنکاران، اغلب ابتدا کانسار را با حفر چاه هایی «توسعه» می دادند و فقط بعد از آن بود که تالارهای معدنی را ایجاد می کردند. استخراج معمولاً به روش اتاق و پایه انجام می شد. در این روش، معدنکاران ستون هایی از سنگ طبیعی را که راحت تر جا می افتاد باقی می گذاشتند تا به پایداری معدن در برابر ریزش کمک کنند.

تیشه کلنگی (مشابه کلنگ) ابزاری بود که به طور معمول برای سِفت کاری بکار گرفته می شد. از دیلم، گُوِه و خراشنده ها نیز استفاده می شد. معدنکاران به استفاده از کُنده های نردبانی برای ایجاد راه دسترسی به سینه کار معدنی (که در اصطلاح معدنکاری آلمانی فاهرونگ نامیده می شود) ادامه می دادند، اگرچه پلکان نیز شناخته شده بود. از جمله سایر موارد می توان به سبدهای کیفی شکلِ ساخته شده از مواد آلی یا سطل هایی اشاره کرد که برای کمک به حمل مواد استخراج شده از درون چاه ها به سطح به کار گرفته می شدند.

نقش برجسته (سنگ نگاره)، موسوم به سنگ لینارِس: ماسه سنگ سرخ: لینارِس، اسپانیا، رُمی، سده دوم پیش از میلاد تا سده دوم پس از میلاد

Relief, so-called “Stein von Linares”; Red sandstone; Linares, Spain; Roman, 2nd century BC–2nd century AD; 030302396000; L.: 470 mm

ابزار رُمی، آهن، سِرو کلرادو، ریو تینتو، اسپانیا، رُمی

Roman tools; Iron; Cerro Colorado, Rio Tinto, Spain; Roman; 080360185001, 080360182001, 080360214001, 080360212001, 080360215001, 080360216001, 080360218001, 080360223000, 080360244000, 080360248000, 080360252001, 080360273001; L.: 325 mm (biggest tool), L.: 118 (smallest tool)

چراغ روغن سوز: سفالی؛ قبرس؛ هزاره سوم تا دوم پیش از میلاد

Oil lamp; Ceramic; Cyprus; 3rd–2nd century BC;
080504029001; L.: 91 mm

قطعاتی از چراغ روغن سوز: سفالی؛ تونل معدنی آگریلِزا، لائوریون؛ یونان، عصر هِلِنیستی

Fragments of oil lamps; Ceramic; Agrileza Stollen,
Laurion, Greece; Hellenistic period;
080500705001, 080500706001; L.: 66 mm, 76 mm

چراغ روغن سوز: سفالی، ۱ لینارس؟ اسپانیا، ۲، عصر امپراتوری روم، سده های یکم تا دوم پس از میلاد

Oil lamp; Ceramic; Linares?, Spain; Ro-
man Imperial Period, 1st–2nd century AD;
030140135001; L.: 70 mm

چراغ روغن سوز: سفالی، محوطه ناشناخته، رومی

Oil lamp; Ceramic; Site unknown; Roman;
030140144200; L.: 140 mm

بخش هایی از چراغ روغن سوز: سفالی: کنوسوس، کِریت، یونان، اواخر عهد باستان؟

Fragments of oil lamps; Ceramic; Knossos,
Crete, Greece; Late antiquity?;
080500735001; L.: 106 mm

Blue in the empire

An example of „beautiful living“: according to their budget, the Romans endeavoured to embellish their homes with wall paintings. The favourable colours of red and white were by far the most popular ones to be used, whereas blue, in contrast, was rare.
At Wallerfangen in Saarland, the Romans mined azurite, a blue copper mineral occurring in small nodules within sandstone, from the 1st to the 4th century AD.
Vitruvius describes the production of „Egyptian blue“: in this the ground azurite is mixed with sand, natron, lime and water and moulded into balls. Following repeated firing, the balls assume the colour of azurite. Such coloured balls and remains of wall paintings have been found by archaeologists in Roman villas, baths and forts, while small colour pots have also come to light in graves (the so-called painter graves).

رنگ آبی در امپراتوری

مثالی از «زندگی زیبا»: رومیان بسته به میزان درآمدشان تلاش می کردند که خانه هایشان را با رنگ کردن دیوارها تزیین کنند. مدتها رنگ های متداول سرخ و سفید رایج ترین رنگ های مورد استفاده بودند، درحالی که رنگ آبی درعوض بسیار کمیاب بود.
از سده یکم تا چهارم پس از میلاد رومیان در والرفانگن (Wallerfangen) در زارلند (Saarland) آزوریت استخراج می کردند. آزوریت کانی آبی رنگِ مس است که در این منطقه بصورت گرهک های کوچکی در ماسه سنگ رخ می دهد.
ویتروویوس تولید «آبی مصری» را چنین شرح داده است که در آن گَرد آزوریت با ماسه، نمک قلیایی (ناترون)، آهک و آب مخلوط و به شکل گلوله هایی قالب گیری می شد. پس از چندین بار حرارت دهی گلوله ها رنگ آزوریت را به خود می گرفتند. باستان شناسان چنین گلوله های رنگی و بقایایی از دیوارهای رنگ آمیزی شده را در ویلاهای رومی، گرمابه ها و قلعه ها یافته اند. ظروف کوچک رنگ هم از گورهایی (که اصطلاحاً گورهای نقاشان نامیده می شوند) بدست آمده اند.

بلوک سنگی با آثار ایجاد شده توسط کلنگ بر روی آن: ماسه سنگ: والرفانگن، سنت باربارا، آلمان: عصر امپراتوری رم، سده های سوم تا چهارم پس از میلاد

Stone block with marks from a pickaxe; Sandstone; Wallerfangen-St. Barbara, Germany; Roman Imperial Period, 3rd–4th century AD; 080122002002; L.: 515 mm

بلوک سنگی با آثار ایجاد شده توسط کلنگ بر روی آن; ماسه سنگ با گرهک های کوچک آزوریت; والرفانگن، سنت باربارا، آلمان; عصر امپراتوری روم، سده های سوم تا چهارم پس از میلاد

Stone block with marks from a pickaxe; Sandstone with small azurite nodules; Wallerfangen-St. Barbara, Germany; Roman Imperial Period, 3rd–4th century AD; 080803322001; L.: 280 mm

آزوریت آبی: که بخشی از آن حاوی سنگ درونگیر است: آزوریت: گالری بروس، والرفانگن، سنت باربارا، آلمان عصرامپراتوری روم، سده های سوم تا چهارم پس از میلاد

Blue azurite, partly in host rock; Azurite; Bruss gallery, Wallerfangen-St. Barbara, Germany; Roman Imperial Period, 3rd–4th century AD; 080124087001 1000

The Medieval shafts of the Altenberg mine (Siegerland, Germany) have been excavated down to depth of 22,5 meters by the help of miners and their experience in 1971–1980; photo: G. Weisgerber

چاه های استخراجی معدن آلتنبرگ (واقع درزیگرلند آلمان) که در فاصله سالهای ۱۹۷۱- ۱۹۸۰میلادی با کمک و بکارگیری تجربه ی متخصصان معدنِ امروزی تا عمق ۲۲.۵ متری کاوش (باستان شناسی) شدند. عکس: گ. وایس گِربر.

The Middle Ages | قرون‌وسطی

The Middle Ages–
Upheavals and the onset of a new age

The end of the 5th century saw the collapse of the West Roman Empire. Its political and economic decline had dragged on for over 200 years. The formerly flourishing mining industry lay in a state of utter neglect, being only sporadically operated at a regional level. Mining knowledge was lost. The demand for metal was covered by imports, theft and recycling.

New mining activities blossomed as a result of the economic upsurge in Franconia. Technical knowledge, however, had first to be regained. A key role in this regard was played by the exchange of miners and smelters from amongst the various mining regions.

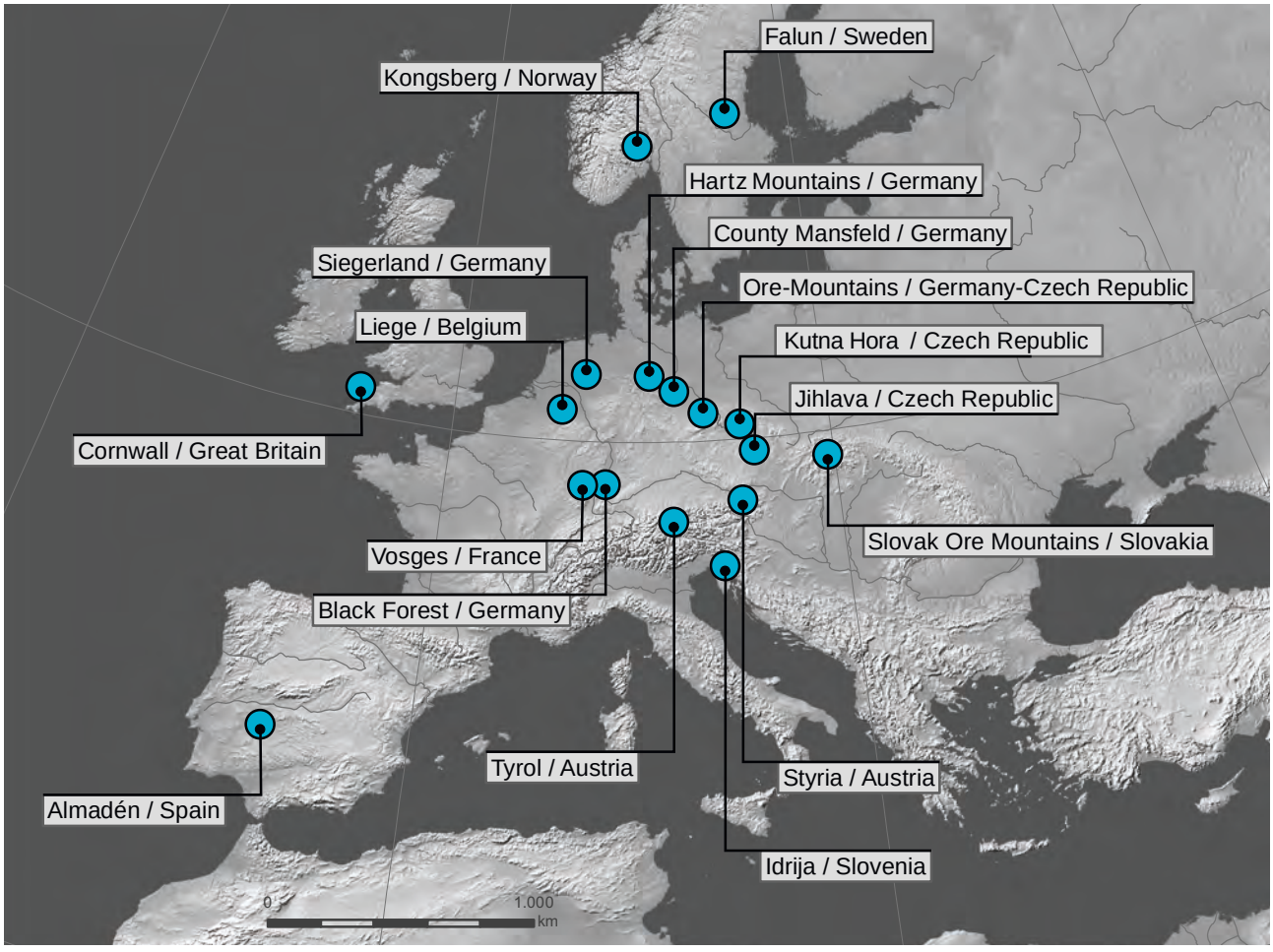
Until well into the 12th century, the property right to the metals rested with the respective landowner. It was only then that the king asserted a general claim over all mineral resources (the principle of Bergregal - sovereign right of mining).

قرون وسطی
از آشوب ها تا آغاز عصری جدید

پایان سده ی پنجم میلادی شاهد فروپاشی امپراتوری روم غربی بود. زوال سیاسی و اقتصادی این امپراتوری بیش از ۲۰۰ سال به طول انجامید. صنعت معدن که پیش از این در حال شکوفایی بود به وضعیتی افتاد که کاملا مورد غفلت قرار گرفت و معدنکاری فقط گاهگاهی در سطح منطقه ای انجام می شد. دانش معدنکاری به فراموشی سپرده شد و تقاضا برای فلزات از طریق واردات، سرقت و بازیافت تامین می شد.

فعالیت های معدنکاری جدیدی در نتیجه ی رونق اقتصادیِ ناگهانی منطقه ی فرانکن (Franconia) شکوفا گردید. ولی ابتدا باید دانش فنی مجدداً بازیابی می شد. در این زمینه تبادل معدنکاران و فلزکاران بین مناطق معدنی متفاوت نقشی کلیدی داشت.

تا سده ی دوازدهم میلادی حق مالکیت معادن فلزی به کسانی تعلق داشت که صاحب زمین مربوطه بودند. از آن پس بود که پادشاه بر روی تمامی منابع معدنی ادعای مالکیت نمود (قانون بِرگ رِگال Bergregal – حق معدنکاری پادشاهی).



Important medieval mining districts in Europe, Map: A. Hornschuch/ L. Asrih, DBM

نقشه مناطق معدنی مهم دراروپای قرون وسطی، عکس: آ. هورنشوخ/ . ل. اصریح، DBM.

Technology and knowledge

Up to the end of the Middle Ages, mining knowledge was predominantly orally passed on by experts. From the 15th century, modern scientific methods prevailed in Europe, which also led to a stronger technical-rational approach in mining. Outstanding examples in this regard are provided by the writings of Georg Agricola, who is considered the founder of mining sciences. Mining knowledge was now systematically collected, set down in writing and published, thus being made accessible to a wider public. The penetration to great depths required extensive technical systems. From the end of the 16th century, this mechanisation resulted in the age of „large-scale wood engineering“. The smelting industry (the further processing of the extracted ores) also required ever more complex and larger plants. From the middle of the 18th century, mining academies established by the regional rulers assumed the task of knowledge dissemination to train miners and smelters.

فناوری و دانش

تا پایان قرون وسطی، دانش معدنکاری عموماً به شکل شفاهی توسط متخصصان مربوطه انتقال داده می شد. از سده ی پانزدهم میلادی، روش های علمی مدرن در اروپا برتری یافتند که به نوبه خود باعث رهیافتی فنی-عقلانی در معدنکاری شدند. مثال های برجسته در این مورد توسط نوشته های گئورگ اگریکولا (Georg Agricola) -که بنیان گذار معدنکاری علمی شناخته می شود- در دسترس قرار گرفته اند. در این زمان دیگر دانش معدنکاری بطور نظام مند جمع آوری می شد، به نوشته در می آمد و منتشر می شد تا بدین ترتیب برای افراد بیشتری در دسترس باشد. نفوذ به اعماق بیشتر زمین به سامانه های فنی وسیعی نیاز داشت. از پایان سده ی شانزدهم میلادی، این مکانیزه شدن موجب ایجاد عصر «مهندسیِ چوب محور در مقیاسِ بزرگ» شد. صنعت ذوب فلز (در ادامه ی فرآوری کانسنگ استخراج شده) نیز به کارخانه های بسیار پیچیده تر و بزرگتری نیاز داشت. از میانه سده ی هجدهم میلادی، حاکمان محلی دانشگاه های معدنکاری را با هدف انتشار دانش برای آموزش معدنکاران و فلزکاران تاسیس کردند.

Müsen shaft and Altenberg mining settlement

In the 13th century, there existed a mining settlement at the Altenberg near Müsen in Siegerland. The miners and their families had settled in the vicinity of the lead, silver and iron mines. The remains of houses can still be seen there today. Shafts in the form of mine-sinking holes, created by collapsed shafts, are recognisable. Both the stone construction of the buildings and the items found, such as glass and tiles, point to once affluent residents. A small stockade probably protected the settlement and its valuable raw materials against potential attackers. The miners brought the lead ore extracted to smelting sites in the vicinity. The processing of the silver-rich ores probably took place at more distant locations.

چاه استخراجی موزِن و سکونتگاه معدنی آلتِنبِرگ

در سده ی سیزدهم میلادی، سکونتگاهی معدنی در آلتنبرگ (Altenberg) نزدیک موزن (Müsen) در زیگرلند (Siegerland) آلمان وجود داشت. معدنکاران و خانواده هایشان در نزدیکی معادن سرب، نقره و آهن سکونت گزیده بودند. بقایای خانه های آنها امروز نیز در آن محل قابل مشاهده است. چاه های استخراجی به شکل حفره های فرورونده ی معدنی که توسط چاه های ریزشی ایجاد شده بودند در این مکان قابل مشاهده هستند. هم ساختار سنگی ساختمان ها و هم بخش های یافت شده ای همچون شیشه و کاشی، نشاندهنده ی آنند که این مکان روزگاری پر جمعیت بوده است. به احتمال زیاد حصار کوچکی این سکونتگاه و مواد خام ارزشمند آن را در برابر مهاجمان احتمالی محافظت می نمود. معدنکاران، سنگ معدن سرب استخراج شده را به محوطه های ذوب فلزی می بردند که در نزدیکی قرار داشتند. به احتمال زیاد فرآوری کانسنگ غنی از نقره در مکانهایی دورتر انجام می گرفت.

گوی های بازی بولینگ چمنی، چوب؛ سکونتگاه معدن‌کاری آلتِنبِرگ، موزِن- هیلشِن باخ، آلمان، سده سیزدهم میلادی

Skittle-balls; Wood; Mining settlement of Altenberg, Müsen-Hilchenbach, Germany; 13th century AD; 030006455001-2; diameter: 102 mm, 93 mm

خراشنده (نمونه بازآفرینی شده)، سکونتگاه معدن‌کاری آلتِنبِرگ، موزِن-هیلشِن باخ، آلمان، سده سیزدهم میلادی

Scraper (replika); Mining settlement of Altenberg, Müsen-Hilchenbach, Germany; 13th century AD; 080001573001, 080001574001; L. 180 mm, 135 mm

تیشه ی نجاری، سکونتگاه معدن‌کاری آلتِنبِرگ، موزِن-هیلشِن باخ، آلمان، سده سیزدهم میلادی

Carpenter's hatchet; Iron; Mining settlement of Altenberg, Müsen-Hilchenbach, Germany; 13th century AD; 080803101001; L.: 260 mm

چکش کلنگی با نوک کُند؛ آهن؛ سکونتگاه معدن‌کاری آلتِنبِرگ، موزِن-هیلشِن باخ، آلمان، سده سیزدهم میلادی

Blunt-point pick hammer; Iron; Mining settlement of Altenberg, Müsen-Hilchenbach, Germany; 13th century AD; 080803103001; L.: 120 mm

چکش کلنگی؛ آهن؛ سکونتگاه معدن‌کاری آلتِنبِرگ، موزِن-هیلشِن باخ، آلمان، سده سیزدهم میلادی

Pick hammer; Iron; Mining settlement of Altenberg, Müsen-Hilchenbach, Germany; 13th century AD; 080803104001; L.: 193 mm

شیپور، شاخ، سکونتگاه معدنکاری آلتِنبِرگ، موزِن- هیلشِن باخ، آلمان، سده سیزدهم میلادی

Bugle; Horn; Mining settlement of Altenberg, Müsen-Hilchenbach, Germany; 13th century AD; 080803107001; L.: 120 mm

Underground mining at the Altenberg

Miners needed large quantities of wood in order to safely develop the mines. Various techniques were used, according to the nature of the ground. Thick planks were used to absorb the rock pressure, while thinner facing prevented smaller stones and rocks from falling into the shaft. A variety of tools, such as axes, scrapers, hammers and wedges were necessary to process wood and rock. A fire in tallow lamps served as a source of light. A signal horn warned the miners of possible dangers.

Open-cast mining at the Altenberg

The treating and smelting of part of the extracted ores took place in the vicinity of the mines. Spoil tips consisting of melted rock and metal found at the Altenberg provide pointers to the smelted metals lead and copper. Alongside the extensive spoil tips of the smelting works, smaller slags that had accrued in the course of smelting experiments or forging work have also been discovered.

Hoard of coins

In the 13th century, one resident of the Altenberg settlement hid a hoard of coins in a small clay pot. For reasons unknown, the owner was unable to retrieve his treasure. In addition to silver coins from the nearby mints in Siegen and Attendorn, there were also silver coins from Soest, Hamm, Schwäbisch-Hall (Germany) and France. These different places of manufacture indicate trading activities. In the 13th century, the Siegen and Attendorn mints produced significantly more coins than in the prior period. This increase in coin minting is presumably associated with the upsurge in mining in the region of Siegerland.

معدنکاری زیرزمینی در آلتنبرگ

معدنکاران به مقادیر فراوانی چوب نیاز داشتند تا بتوانند معدن را به شکلی ایمن توسعه دهند. بسته به ماهیت زمین، فنونِ گوناگونی مورد استفاده قرار می گرفت. الوارهای ضخیمی بکار گرفته می شدند تا فشار سنگ ها را بگیرند در حالیکه روسازیِ نازکتر از افتادنِ خرده و تخته سنگ های کوچکتر به درون چاه جلوگیری می کرد. انواع مختلفی از ابزار مانند تیشه، خراشنده، چکش و گوِه برای عمل آوری چوب و سنگ مورد نیاز بودند. از آتش چراغ های پیه سوز برای روشنایی استفاده می شد. به وسیله ی یک شیپور شاخی در مورد خطرات احتمالی به معدنکاران هشدار داده می شد.

معدنکاری روباز (سطحی) در آلتنبرگ

عمل آوری و ذوبِ بخشی از سنگ معدنِ استخراج شده در نزدیکی معادن انجام می گرفت. انباشته های باطله ای از سنگ ذوب شده و فلز که در اطراف آلتنبرگ (Altenberg) یافت شده اند شواهدی مبنی بر ذوب فلزات سرب و مس در این مکان در اختیار می گذارند. در کنار انباشته های باطله ی وسیعِ حاصل از عملیات فلزکاری، تعدادی سرباره های کوچک نیز کشف شده اند که در طی آزمایش های تجربی ذوب یا عملیات فلزکاری ایجاد شده بودند.

گنجینه ای از سکه

در سده ی سیزدهم میلادی، یکی از ساکنان سکونتگاه آلتنبرگ گنجینه ای از سکه ها را در یک ظرف سفالی کوچک پنهان کرد. به دلایل نامعلومی، مالک این ظرف دیگر قادر نبوده که به سراغ گنج خود بیاید. علاوه بر سکه های نقره ای از ضرابخانه های نزدیک در زیگِن (Siegen) و آتِندورن (Attendorn)، سکه های نقره ای دیگری هم از زوئِست (Soest)، هام(Hamm)، شِوِبیش هال (Schwäbisch-Hall) (آلمان) و فرانسه در این ظرف بودند. این مکانهای متفاوتِ ساخت سکه ها نشاندهنده ی روابط و فعالیت های تجاری آن زمان است. در سده ی سیزدهم میلادی، ضرابخانه های زیگن و آتندورن به مراتب بیشتر از دوره های قبلی سکه تولید می کردند. این افزایش در ضرب سکه احتمالاً با صعود ناگهانی فعالیت های معدنکاری در منطقه زیگِرلند مرتبط بوده است.

قالب کفش، بخشی از قالب کفش، سگک کفش; چوب؛ سکونتگاه معدن‌کاری آلتِنبِرگ، موزِن- هیلشِن باخ، آلمان، سده سیزدهم میلادی

Part of a shoe last, shoe buckle; Wood; Mining settlement of Altenberg, Müsen-Hilchenbach, Germany; 13th century AD; 080504053002; L.: 240 mm

Altenberg settlement

The medieval settlement at the Altenberg only existed 100 years. Miners and craftsmen lived here with their families. They lived in stone houses and possessed not only the customary wooden, metal or clay household articles but also special items, such as toys and jewellery. The clothes of the residents were made of wool. A shoemaker manufactured leather shoes. Buckles made of non-ferrous metals decorated garments and shoes. The residents kept livestock. Small mills were used to process grain (and also ore). The diverse finds bear witness to prosperity. It is possible that the settlement was destroyed by a fire at the end of the 13th century, as depicted in the legend of Altenberg.

سکونتگاه آلتنبرگ

سکونتگاه قرون وسطایی آلتنبرگ فقط صد سال دوام داشته است. معدنکارن و صنعتگران همراه با خانواده هایشان در اینجا زندگی می کردند. آنها در خانه های سنگی زندگی می کردند و نه فقط دارای اسباب و اثاثیه ی معمول خانگی از جنس چوب، فلز یا سفال بودند، بلکه اقلام خاصی مانند اسباب بازی و جواهرات نیز داشتند. لباس های ساکنان از پشم تهیه شده بود. یک کفاش کفش های چرمی تولید می کرد. سگک هایی که از فلزات غیرآهنی ساخته شده بودند پوشاک و کفش ها را تزیین می کردند. ساکنان این بخش چارپایان اهلی نگه می داشتند. آسیاب های کوچکی برای فرآوری غلات و نیز کانسنگ استفاده می شدند. یافته های گوناگون، شاهدی بر رونق این محل هستند. احتمال دارد که این سکونتگاه در اواخر قرن سیزدهم در اثر آتش سوزی از بین رفته باشد، آنگونه که «افسانه ی آلتنبرگ» از آن حکایت می کند.

کفش بچگانه، نمونه بازآفرینی شده از چرم، سکونتگاه معدنکاری آلتِنبِرگ، موزِن- هیلشِن باخ، آلمان، سده سیزدهم میلادی

Children's shoe; Leather replica; mining settlement of Altenberg, Müsen-Hilchenbach, Germany, 13th century, 080803116001; L.: 165 mm

نعل، آهن، سکونتگاه معدنکاری آلتِنبِرگ، موزِن- هیلشِن باخ، آلمان، سده سیزدهم میلادی

Horseshoe; Iron; Mining settlement of Altenberg, Müsen-Hilchenbach, Germany; 13th century AD; 080803115003; L.: 123 mm

کارد آشپزخانه، آهن، سکونتگاه معدنکاری آلتِنبِرگ، موزِن- هیلشِن باخ، آلمان، سده سیزدهم میلادی

Kitchen knife, Iron; Mining settlement of Altenberg, Müsen-Hilchenbach, Germany; 13th century AD; 080803124001; L.: 142 mm

سنجاق سینه ی با لعاب شیشه ای (مینایی)، قَزَن دیسکی شکل مینایی، سکونتگاه معدنکاری آلتِنبِرگ، موزِن-هیلشِن باخ، آلمان، سده سیزدهم میلادی

Brooch; Glass enamel; Enamel disc-shaped fibula; Mining settlement of Altenberg, Müsen-Hilchenbach, Germany; 13th century AD; 080803113001; diameter: 20 mm

کاسه چوبی، که بخشی از آن مرمت شده است، سکونتگاه معدنکاری آلتِنبِرگ، موزِن- هیلشِن باخ، آلمان، سده سیزدهم میلادی

Bowl; partly reconstructed; Wood; Mining settlement of Altenberg, Müsen-Hilchenbach, Germany; 13th century AD; 080803123001; diameter: 235 mm

سنگ رویی (روتاه) یک آسیاب دستی; ماسه‌سنگ; سکونتگاه معدنکاری آلتِنبِرگ، موزِن- هیلشِن باخ، آلمان، سده سیزدهم میلادی

Runner stone of a hand mill; Sandstone; Mining settlement of Altenberg, Müsen-Hilchenbach, Germany; 13th century AD; 080803125001; diameter: 215 mm

یافته های بلیزِن باخ

یافته های گودال بلیزن باخ (Bliesenbach) در اِنگلز کِرشِن (Engelskirchen) در راین لند (Rhineland)، وسایل و ابزار رایج معدنکاران در سده ی سیزدهم میلادی را به نمایش می گذارد. چنین مجموعه ای تا مدتها بی همتا محسوب می شد. اگرچه امروز تعداد زیادی از یافته های مشابه از ابزار شخصی چوبی و آهنی (اصطلاح معدنکاری آلمانی برای ابزار شخصی= گِتسِهِه)، چراغ های سفالی و پوشاک چرمی از سایر مناطق معدن‌کاری قرون وسطی یافت شده اند. اشیائی که در اینجا به نمایش گذاشته شده اند در سده ی نوزدهم میلادی در یک معدن سرب یافت شده بودند. این اقلام احتمالاً بخشی از اشیایی بودند که توسط صنعت معدن پروس در نمایشگاه جهانی پاریس در سال ۱۸۶۷ به نمایش درآمدند. این اشیاء در سال ۱۹۳۵ به موزه معدن آلمان در شهر بوخوم اهدا شدند.

Bliesenbach finds

The finds from the Bliesenbach pit in Engelskirchen in the Rhineland depict miners‘ tools and equipment typical of the 13th century. The ensemble was long considered unique. Now, though, a large number of comparable finds of wooden and iron gezähe (German mining term for personal tools), clay lamps and leather clothes are known from other medieval mining regions. The objects presented here were found in the 19th century in a lead ore mine. The items were presumably part of a presentation made by the Prussian mining industry at the World Exhibition in Paris in 1867. In 1935, they were donated to the German Mining Museum in Bochum.

چارپایه معدنکاران، از جنس چوب، بخشی از این شی با استفاده از گچ بازسازی شده است، معدن بلیزِن باخ در انگلزکِرشن، اُبِر برگیشه کِرایس، آلمان، حدود ۱۲۲۰ میلادی

Miner’s stool; Wood, partially reconstructed using plaster; Bliesenbach mine in Engelskirchen, Oberbergischer Kreis, Germany; ca. 1220 AD; 030120261001; L.: 440 mm

Early Modern times copper mining in Brixlegg, Northern Tyrol; photo: P. Thomas, DBM

اوایل عصر جدید، معدنکاری مس در بریکسلگ، شمال تیرول، عکس: پ. توماس، DBM.

Modern Times | عصرجدید

معدنکاری:
موضوعی مهم برای شاهزادگان در آغاز عصر جدید

تا پایان قرون وسطی، معدنکاری به سطح بالایی از استاندارد فنی و اقتصادی رسیده بود. فلزات قیمتی بویژه طلا، نقره و نمک رفاه را برای کشورهای نوپا تضمین کرده و بنابراین تبدیل به موضوعی با اولویت بالا برای کشورهای نوپای اروپایی شده بودند. معدنکاری در طی سده های ۱۶ تا ۱۸ میلادیِ اروپا، شاخه ی اقتصادی اعتبار آوری برای نخبگان حاکم، شاهزادگان و شاهان بود، چراکه یک کشور مدرن می بایستی بخش معدنکاریِ به خوبی توسعه یافته ای را در اختیار می داشت. بسیاری از مناطق معدنکاری در هارتس، (Harz)، زاکسن (Saxony)، بوهم(Bohemia)، اسلواکی و آلپ با کمک سرمایه ی مالی کارآفرینان و مهارت های فنی متخصصان معدنشان به شکوفایی خود رسیدند. به طور همزمان، مهندسی و علم معدنکاری به عنوان شاخه ی مهمی از مراحل اولیه ی پا گرفتنِ آموزش دانشگاهی توسعه یافتند. اگرچه کشف دنیای جدید و منابع عظیم آن باعث ایجاد بحرانی در معدنکاری اروپا شد، کشورهای اروپایی این بحران را با ابتکارات فنی و سازماندهی و با اعمال نفوذ دولتی پاسخ دادند. این درک از معدنکاری در آثار علمی و هنری برجسته ای نمود یافته است. بسیاری از چنین اشیایی به عنوان جزئی ثابت برای آراستن میزهای گرانقیمت استفاده می شدند. به عنوان مثال پارچ های پرشکوه، گروه مهمی از اشیاء را به نمایش می گذارند که بین سده های ۱۵ تا ۱۸ میلادی استفاده می شدند. این اشیاء بخشی از گنجینه ی موزه معدن بوخوم هستند.

Mining:
A Task for Princes in Early Modern Times

By the end of the medieval mining reached a technically and economically high standard. Precious metals particularly gold, silver and salt secured the welfare of early states and therefore became a primary task of early states in Europe. Mining was a prestigious economic branch for the ruling elites, princes and kings during the 16th till the 18th century AD in Europe. A modern state should have available a well developed mining branch. Many mining districts in the Harz, in Saxony, Bohemia, Slovakia and the Alps came to their bloom by help of financial input of entrepreneurs and by the technical skills of their mining specialists. At the same time engineering and mining science developed as an important branch of the early academic education. Although the discovery of the New Worlds and its immense resources brought the European Mining to a crisis the states in Europe answered with technical and organisational innovation and by governmental dirigisme. This self-conception of mining is mirrored by outstanding artistic and scientific oeuvres. Many of those artifacts were used as fictures for precious tables. Pompous jugs display for instance an important artefact category used between the 15th and 18th century AD. They are part of the treasury of the German Mining Museum Bochum.

نشان اِشپانیا دُلینا (اسلواکی)، ابزارهای افتخاری مجمع معدنکاران (کپی)، از جنس نقره، طلاکاری، تزیین و حکاکی شده، ساخته شده در کِرمنیسا/کِرمنیتس، توسط پتروس نویمَن، ۱۷۰۲ میلادی

Spania Dolina (Slovakia), miner's association honour's tools (copy); Silver, gilded, embossed, engraved; made in Kremnica/Kremnitz, by Petrus Neumann; 1702 AD; 030004901001-2; L.: 124 mm, 144 mm

شی رومیزی، جام شاخی (کپی)، هدیه ی بازرگان سِورین بونِر به معدن نمک ویلیتشکا نزدیک کراکو (لهستان)، از جنس قلع، نقره کاری و تزیین و ریخته گری شده، شاخ، نورنبرگ، آلمان، ۱۵۳۴ میلادی

Centrepiece, drinking horn (copy); Gift of the merchant Severin Boner to the salt mine of Wieliczka near Krakow (Poland); Tin, silvered, embossed, casted, horn; Nürnberg, Germany; 1534 AD; 030001242001; L.: 430 mm

تندیس عقاب گُسلار (تنها کپی دست اول)
عقاب به عنوان جانورِ نمادِ امپراتور، بر روی نشان های گسلار قابل مشاهده است. نقش عقابِ همچنین بر روی فواره ی مقابل تالار شهرداری و نیز بر روی ظرف پرنقش و نگار «بِرگ کانه» که در اتاق شورای شهر نگهداری می گردد یافت می شود. سکه های ماریان گروشن که از سال ۱۵۰۳ میلادی در گسلار ضرب شده و تا مناطقی بسیار دورتر از گسلار توزیع شده اند نیز نقش عقاب را به نمایش می گذارند، از جنس مفرغ، گسلار، آلمان، سده ی ۱۳ تا ۱۴ میلادی

Eagle figure from Goslar market (exclusive and first hand copy); As the heraldic animal of the Emperor, the eagle appears on the coat of arms of Goslar. It is also to be found on the fountain in front of the Town Hall as well as in the Council Chamber on the elaborate Goslar Mining Jug. The Marian groschen coins, minted in Goslar since 1503, also depict the eagle and achieved supraregional distribution; Bronze; Goslar, Germany; 13th-14th century AD; 030006193001; L.: 620 mm, H.: 580 mm

به اصطلاح ابریق معدنکاری هارتسِ سُفلی (کپی)، از جنس نقره، تزیین و حکاکی شده، بخش هایی از آن طلاکاری شده و کانی هایی روی آن کار شده است، ساخته شده توسط ه. ه. شوماخِر، وُلفِن بوتِل، آلمان، ۱۷۳۲ میلادی

So-called Lower Harz Mining Jug (copy); Silver, embossed, engraved, partly gilded, with minerals; made by H.H. Schuhmacher, Wolfenbüttel, Germany; 1732 AD; 030006160001; H.: 390 mm

جام معدنکار، از جنس نقره، ساخته ی استاد ه. ل.، دِرسدِن، آلمان، حدود ۱۷۵۰ میلادی

Miner's goblet; Silver, master HL; Dresden, Germany; around 1750 AD; 0300048310001

پارچ سکه پوش اشتولبِرگ-رُسلِر (پارچ دردار قیمتی)، ساخته شده برای مراسم ازدواج کریستیان لودویگ فریدریش بوتو کُنت اشتولبرگ-رسلر، وِرنیگرود و هوهِن اشتاین با کنتس سوفی رویس از گِرا، از جنس نقره، طلاکاری، تزیین و ریخته گری شده، آئوگسبورگ، ساخته شده توسط یوهانِس نیکولائوس اشپیکِرمَن، حدود ۱۷۴۶ میلادی

Stolberg-Rosslaer coin-jug (precious lid-jug); made for the marriage of Christian Ludwig Friedrich Botho Graf zu Stolberg-Rossla, Wernigerode und Hohenstein and countess Sophie Reuss of Gera; Silver, gilded, embossed and casted; Augsburg, made by Johannes Nikolaus Spickermann; around 1746 AD; 030005683001; H.: 450 mm

ابریق معدنکاری، از جنس نقره، طلاکاری شده، نمونه ی کپی برداری شده (در حدود سال ۱۹۰۰) از ظرف اصلی گسلار واقع در تالار شهر، آلمان، ۱۴۷۷ میلادی

Mining Jug; Silver, gilded (copy, around 1900) from the original of the Goslar town hall, Germany;1477 AD; 033304226001; H.: 725 mm

پوشش تابوت مانسفِلد (نمونه ی بازسازی شده)، از جنس نقره، آیسلِبِن (؟)، آلمان، حدود ۱۷۶۰ میلادی

Mansfelder Coffin shield (replica); Silver; Eisleben (?), Germany; ca. 1760 AD;
030005413001, H.: 322 mm
030005414001, H.: 307 mm,
030005415001, H.: 360 mm

A. Aali, Th. Stöllner (eds.), The Archaeology of the Salt Miners. Interdisciplinary Research 2010-2014. Metalla (Bochum) 21.1-2, 2014 (2015) 1-141 (Persian: 143-216).

I. Gambashidze, Th. Stöllner, The Gold of Sakdrisi. Man's first gold mining enterprise. Veröffentlichungen aus dem DBM Bochum 211 (Bochum/Rahden: Leidorf 2016).

J. Garner, Das Zinn der Bronzezeit in Mittelasien II. Die montanarchäologischen Forschungen der Zinnlagerstätten. Archäologie in Iran und Turan 12 = Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum 194 (Bochum/Berlin: Reimer 2013)

A. Hauptmann, The Archaeometallurgy of Copper. Evidence from Faynan, Jordan. Natural Science in Archaeology (New York/Heidelberg: Springer 2007).

Ch. Koukouli-Chrysantaki, G. Weisgerber, Prehistoric Ochre Mines on Thasos. In: Ch. Koukouli-Chrysanthaki/A. Muller/S. Papadopoulos (Hrsg.), Thasos. Matières premières et technologie de la préhistoire à nos jours. Actes du Colloque Internat. Limenaria Thasos 1995 (Athènes 1999) 129-144

G. Körlin, Luxusgut Blau – Römischer Azuritbergbau in Wallerfangen/Saar. Der Anschnitt 64/4, 2012, 174-189.

G. Körlin, G. Weisgerber (eds.), Stone Age – Mining Age. Der Anschnitt, Beiheft 19 (Bochum 2006).

Th. Stöllner – R. Slotta – A. Vatandoust (eds.), Persiens Antike Pracht. Bergbau-Handwerk-Archäologie. Katalog der Ausstellung des Deutschen-Bergbau-Museums Bochum 2004-2005 (Bochum: Deutsches Bergbau-Museum 2004).

Th. Stöllner, Montanarchäologie am Deutschen Bergbau-Museum Bochum – Mehr als fünfzig Jahre Forschung zur frühen Rohstoffwirtschaft des Menschen, in: R. Slotta (ed.), 75 Jahre Deutsches Bergbau-Museum Bochum (1930-2005). Vom Wachsen und Werden eines Museums (Bochum: Deutsches Bergbau-Museum 2005) 92-126.

Th. Stöllner, Methods of Mining Archaeology (Montanarchäologie). In: B. Roberts, C. Thornton (eds.), Archaeometallurgy in Global Perspective. Methods and Syntheses (New York: Springer) 133-159

Th. Stöllner, Humans approach to resources: Old World mining between technological innovations, social change and economical structures. A key note lecture. In: A. Hauptmann, D. Modarressi-Tehrani (eds.), Archaeometallurgy in Europe III. Proceedings of the 3rd International Conference Deutsches Bergbau-Museum Bochum 2011. Der Anschnitt, Beiheft 29 (Bochum: Deutsches Bergbau-Museum) 63-82.

Th. Stöllner, K. Oeggl (Hrsg.), Bergauf Bergab. 10000 Jahre Bergbau in den Ostalpen. Wissenschaftlicher Beiband zur Ausstellung Bochum und Bregenz. Veröffentlichungen DBM 207 (Bochum: Deutsches Bergbau-Museum/Leidorf).

P. Thomas, Studien zu den bronzezeitlichen Bergbauhölzern im Mitterberger Gebiet. Mitterberg-Forschung 1. Der Anschnitt Beiheft, Bochum (Bochum/Rahden: Leidorf 2018).

R. Turk, Th. Stöllner, G. Goldenberg (eds.), Alpine Copper II – Alpenkupfer II – Rame delle Alpi II – Cuivre des Alpes II. New Results and Perspectives on Prehistoric Copper Production. Der Anschnitt, Beiheft 42 (Rahden/Bochum: Leidorf 2019)

G. Weisgerber, Vier Jahrzehnte Montanarchäologie am Deutschen-Bergbau-Museum, Der Anschnitt 39, 5-6, 1987, 192-208.

G. Weisgerber, Montanarchäologie, in: J. Hoops, Reallexikon Germanischen Altertumskunde 20 (Berlin, New York 2002) 180-199.

G. Weisgerber, R Slotta, J. Weiner (eds.), 5000 Jahre Feuersteinbergbau – Die Suche nach dem Stahl der Steinzeit, 3. verbesserte, erweiterte und aktualisierte Auflage (Bochum: Deutsches Bergbau-Museum 1999).

کاوش در محوطه فرآوری مس، منطقه ترویبودن، میتربِرگ، اتریش. عکس: پ. توماس

Excavation at the copper beneficiation site at the Troiboden, Mitterberg, Austria; photo: P. Thomas.