

Eisen, Schmiede und Hammerschmieden

Hans Krähenbühl, Davos

1. Das erste Eisen in Europa

Die Einführung des Eisens in Europa muss als eine tiefgreifende Tatsache angesehen werden, denn die nachkommende allgemeine Verbreitung dieses Metalls beschleunigte den Prozess der Zivilisationsentwicklung wesentlich.

Die Meinungen über die Frage der Entstehung und Herkunft der Eisenmetallurgie gehen heute noch auseinander. Die einen vertreten die Ansicht der autochthonen Erfindung des Eisens in Mitteleuropa. Die andern sehen die Herkunft des Eisens aus dem nahen Osten, als ein Nebenprodukt des langdauernden Entwicklungsprozesses der Kupfer- und Bleimetallurgie, welches allmählich aus Kleinasien und nordsyrischen Bereichen nach Südsyrien, Palästina, Zypern und Griechenland sich verbreitete. In anderer Richtung geschah dies analog mit Assyrien und Uraxtu, Transkaukasien, Persien und Indien.

Der älteste Zustrom des Eisens nach Europa dürfte über Griechenland, die Balkanhalbinsel, Karpatenbecken, Böhmen und über Dänemark nach Mitteleuropa gelangt sein. Bereits in den kretischen und südgriechischen Gräbern der mykenischen Zivilisation im 17. bis 12. Jahrhundert v.Chr. wurden Eisengerstände gefunden. Zu jener Zeit war das Eisen in Europa aber nur in beschränkter Menge vorhanden.

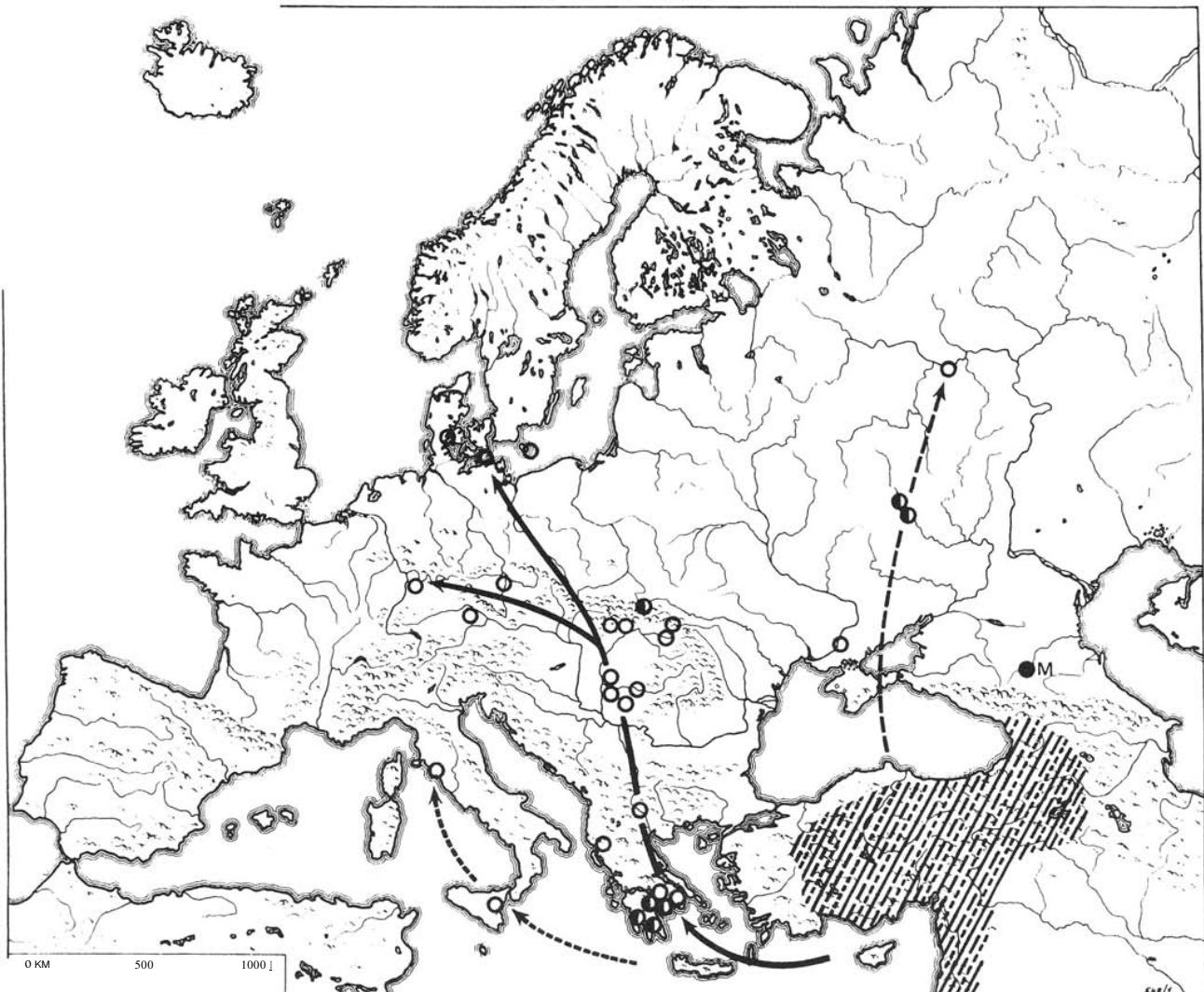
Die Situation ändert sich aber bereits in der Hallstatt- und Früh-La Tène-Zeit, vom 7. bis 5. vorchr. Jahrhundert. In dieser Zeit bilden nicht nur Waffen, sondern auch verschiedene Geräte wie Beile, Sicheln, Pferdeausrüstungszubehör sowie Wagenbeschläge einen ständigen Teil der Kultur. Gegen Ende der Periode treten erstmals Spuren mittel-europäischer Eisenverhüttung auf; erste Schmiedewerkzeugfunde u. Eisenbarren bilden den Beweis dafür. Eine wesentliche Ausbreitung der Eisenmetallurgie dürfte auch aus dem Raum des Ostbal- kans, über die Donauländer in das Gebiet der veneto-illyrischen Kulturen in den innereuropäischen Raum erfolgt sein. Das Eindringen des

neuen Metalls in die westliche Hälfte Europas dürfte über Sizilien und Italien erfolgt sein. Die griechischen Kolonien in Italien und Sizilien dürften schon im 9. und 8. vorchr. Jahrhundert die Eisenmetallurgie aus Griechenland eingeführt haben. Ausgrabungen auf Ischia ergaben in der, der Akropolis benachbarten Siedlung deutliche Eisenbearbeitungsspuren, eine Schmiedewerkstatt mit Schlacken- und Düsenfunden. Bereits schon im 10. und 9. vorchr. Jahrhundert sind Zeugen von Eisenverhüttung durch die Etrusker, Hämatiterze aus Elba, bekannt (siehe auch "Die Grossindustrie der Etrusker" BK Nr. 16). Die chronologische Stellung der Eisenfunde aus der Spätbronzezeit erlaubt die Annahme, dass für die erste merkbare Verbreitung des Eisens in Mitteleuropa der südöstliche, griechisch- balkanische Strom von tiefster Wirkung war. Der Ausgleichsprozess nahm dann an Intensität zu, und in der Späthallstatt- und Früh-La-Tène-Zeit sind in den mitteleuropäischen Funden die ersten Spuren einer lokalen Eisengewinnung und -bearbeitung nachweisbar. Dieser Zeitabschnitt kann als die beginnende Eisenzeit in Europa bezeichnet werden.

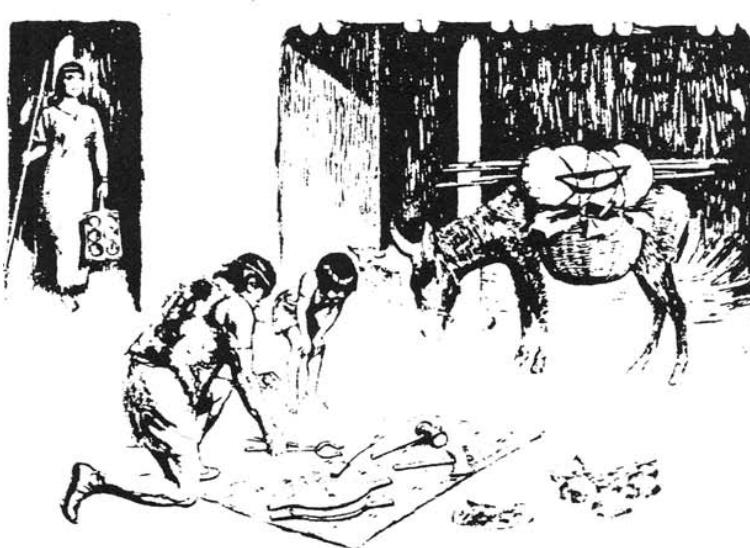
Der Beginn der keltischen Volleisenzeit, die durch massenhafte Herstellung von Eisenwaffen der mittellatènezeitlichen Kriegsgefolgschaften gekennzeichnet ist, ist auch für die Vermittlung der technischen Kenntnisse der Eisenherstellung in den Norden Europas verantwortlich.

2. Die Eisengewinnung und Verhüttung in der Schweiz

Wir haben gesehen, dass in Mitteleuropa im letzten vorchristlichen Jahrtausend, in der Hallstattzeit, bereits keltische Eisengewinnung nachgewiesen werden kann. In Schlatt (Amt Staufen) in Süddeutschland, wurden in einem Grabhügel Holzkohle und Eisenschlacken gefunden. Bereits im 6. Jahrhundert v.Chr. musste im keltischen Raurikerland eine Verhüttung von Eisenerz stattgefunden haben. Sonst kennen wir Eisenschmelzen nördlich der Alpen erst



Die ältesten Wege des Eisens nach Europa (ältere bis jüngere Bronzezeit). Erläuterung: a) Bereich der beginnenden Eisenzeit im Vorderen Orient im 15.-11.Jh.v.u.Ztr.; b) Gegenstand aus meteorischem Eisen; c) Funde des 15.-13.Jh.; d) Funde der Jungbronzezeit (Anfang des 1.vorchr.Jh.); e) vermutete Richtungen der Ausbreitung erster Eisengegenstände nach Europa. Entwurf: R. Pleiner 1979.



Der Schmied war ein geschätzter Handwerker



Das Geheimnis der Eisenherstellung: Israelischer Schmied, bewacht von Philistersoldaten

zur La-Tene-Zeit. Vorher waren lediglich Rohfabrikate, also Eisenmasseln, vor allem aber Fertigwaren aus dem Süden, bei uns in beschränktem Masse auch östlicher Provenienz, eingeführt worden.

Doch erst bei den Römern wurden alle Arten von Werkzeugen, die man im Handwerk und Haushalt verwendete, aus Eisen hergestellt. Dies bedeutete eine bahnbrechende technische Revolution. Ein industrialisiertes Hüttenwesen ist bereits für die römische Zeit nachweisbar.

Eisenerzlager sind in der Schweiz relativ weit verbreitet. Bis heute kennt aber die keltische Frühgeschichte der Schweiz noch keinen einzigen nachweisbaren Eisenschmelzofen. Da jedoch die Kelten der letzten vorchristlichen Jahrhunderte im nördlichen Alpenvorland über grosse Mengen von Eisen verfügten, Waffen wie Werkzeuge, denken wir vor allem an eine Verhüttung jurassischer Bohnerze, dürfen wir annehmen, dass damit die Tradition einer römischen Eisengewinnung begründet worden ist.

In der Gemeinde Juriens am Fusse des Waadtländer Juras fand man Reste eines Schmelzofens. Eisenverhüttung wurde auch im römischen Schleitheim (Kanton Schaffhausen) festgestellt.

Aber auch im Bündnerland konnte in Mon, Riom, Castiel und vor allem im Welschdörfli in Chur, Eisenverhüttung durch Ausgrabungen festgestellt werden.

Eisenerz finden wir mehr oder weniger in der ganzen Schweiz. Beträchtliche Vorkommen finden sich als Bohnerz im Jura. Eine der grössten Lagerstätte wurde am Gonzen bei Sargans ausgebeutet. Weitere Vorkommen treffen wir im Wallis und in Graubünden an. In Graubünden sind es vor allem die Eisenlagerstätten,

- am Ofenpass-Buffalora, wo auch verschiedene Schmelzöfen vorhanden sind,
- im Ferreratal im Schams, mit den Schmelzen von Inner- und Ausserferrera und Andeer,
- im Albulatal bei Bergün, wo Hämatiterze abgebaut und in Bergün, Bellaluna und Filisur geschmolzen wurden;

weitere Vorkommen befinden sich im Oberhalbstein, in der Gegend von Arosa, Trun im Oberland, um nur einige zu nennen.

Alle diese Lagerstätten und Vorkommen werden aber urkundlich erst im Mittelalter abgebaut und verhüttet. Erst anfangs des 19. Jahrhunderts wurde im industriellen Stil Erz gewonnen und verarbeitet.

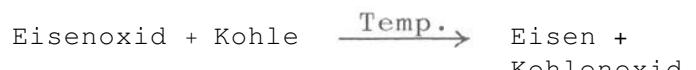
3. Die Technik der Eisenherstellung

Die Eisenvorkommen in der Schweiz bestehen vor allem aus,

Roteisenstein (Hämatit) und Brauneisenstein (Limonit), Fe_2O_3

- Magneteisenstein (Magnetit), Fe_3O_4
- Spateisenstein (Siderit), $\text{FeO} \cdot \text{CO}_2$

Gewonnen wurde das Eisenmetall in Renn- oder Luppenfeuer (Rennöfen). In ihrer primitiven Form waren es mit feuerfestem Lehm ausgekleidete Erdlöcher. In diesen Mulden wurde Holzkohlenfeuer angefacht, und Holzkohle und Erz schichtenweise aufgegeben, bis sich mit Hilfe des Windes Temperaturen ergaben, die eine teigige, mit Schlacke durchsetzte Luppe bildete. Es brauchte also Eisenerz, Holzkohle und Sauerstoff. Durch Erhitzen entsteht Eisen, Gas und Schlacke. Chemisch ausgedrückt nennt man diese Reduktion, also



oder als chemische Formel:



Diese Vorgänge laufen schon bei wenigen hundert Grad Celcius ab, die wirtschaftlich genügende Reduktionsgeschwindigkeit setzt aber erst bei etwa 1000°C ein. Je nach Erzsorte erzeugte man mit einem Rennfeuer aus 100 kg Eisenerz 10 - 15 kg Eisen.

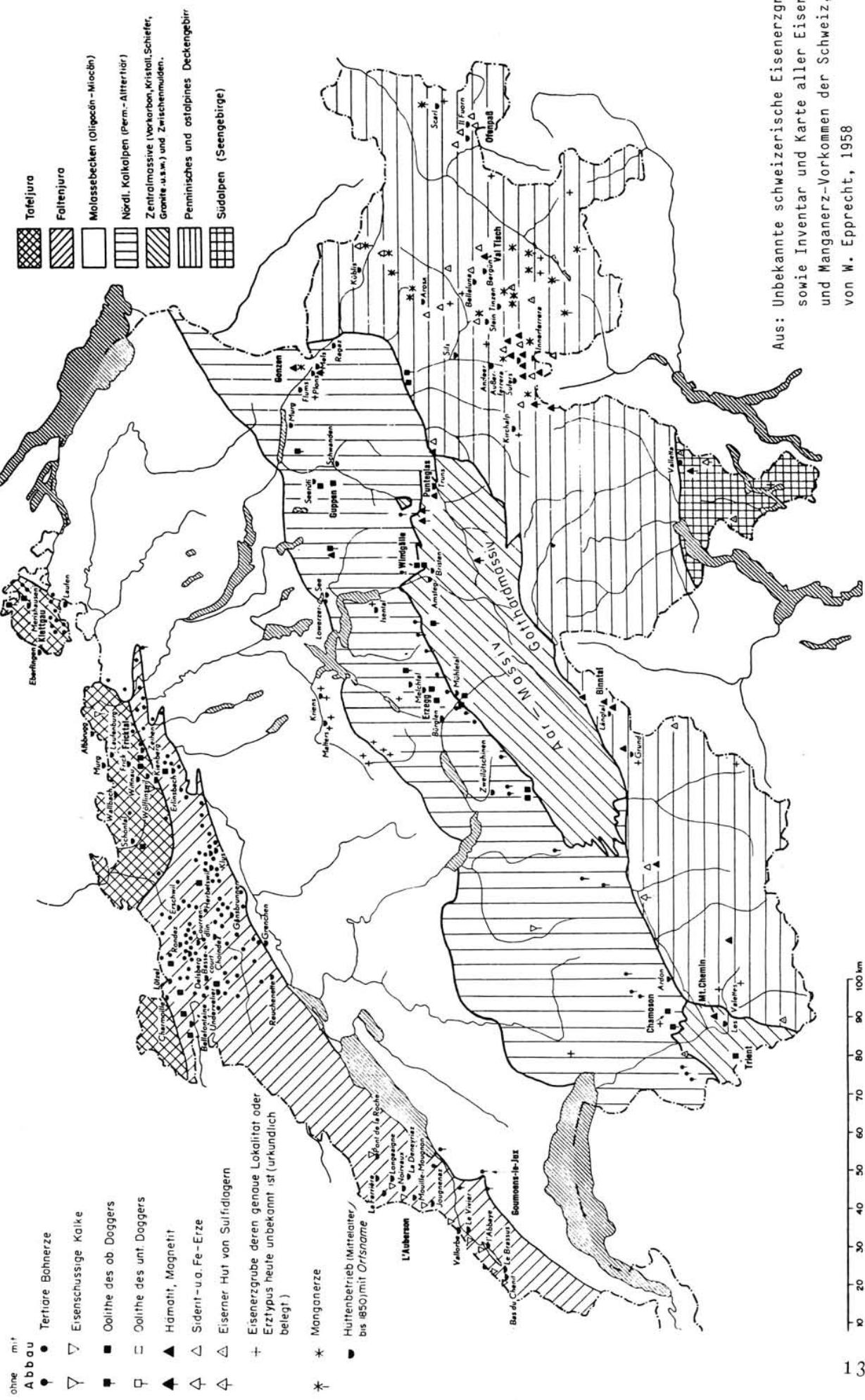
a) Der Stand der Eisentechnik in römischer Zeit

Zur Zeit der Römer in der Schweiz waren die Kenntnisse der Eisenerz-Verhüttung und der Eisenweiterverarbeitung bekannt. Die schweizerischen Eisenerze, insbesondere die im Jura häufig vorkommenden Bohnerze waren mit dem damals üblichen Rennfeuer gut

DIE SCHWEIZERISCHEN EISEN-UND MANGANERZVORKOMMEN UND IHRE VERHÜTTUNGSSORTE

zusammengestellt von W. Epprecht, 1959

LEGENDE



Aus: Unbekannte schweizerische Eisenerzgruben sowie Inventar und Karte aller Eisenerz- und Manganerz-Vorkommen der Schweiz, von W. Epprecht, 1958

verhüttbar und lieferten ein relativ reines Eisen. Die im Rennfeuer sich bildenden Eisenklumpen, die sogen. "Luppen", bestanden aus fast reinem, gut schmiedbarem Eisen. Dabei ist es besonders wichtig, dass das Rennfeuer-Metall nur wenig (unter 0,1 % bis etwa 0,3 %) Kohlenstoff enthält, denn der Kohlenstoffgehalt ist dafür verantwortlich, ob schmiedbares Eisen oder härterer, z.T. spröder Stahl vorliegt. Die Luppen enthielten außer dem Metall auch noch zahlreiche Verunreinigungen, insbesondere Schlackeneinschlüsse. Da Schlacke in der Regel bei niedriger Temperatur schmilzt als Metall und oft auch dünnflüssiger ist, tritt sie in der Luppe als tröpfchenförmige Einschlüsse auf. Der Gebrauch des Rennfeuer-Eisens war von einem Reinigungsprozess abhängig, die Schlackeneinschlüsse mussten weitmöglichst entfernt werden. Dies geschah indem die unten im Ofen liegende Luppe in heissem Zustand herausgenommen und sogleich mit grossen Hämtern von Hand durchgeschmiedet wurde. Auf diese Weise konnten die noch flüssigen Schlackeneinschlüsse weitgehend herausbefördert werden. Die Luppe musste hierauf noch mindestens einmal in einem Schmiedefeuer mit Holzkohle wieder erhitzt und erneut durchgehämmert werden. Als Rohprodukt dieses Aushämmerprozesses entstanden mehr oder weniger grosse, meist 5-10 kg schwere Schmiedeeisenstücke. Die beschriebene Herstellungstechnik war zur Zeit, als die Römer die Schweiz besetzten, Allgemeingut (Epprecht). Aber auch die Herstellung von Stahl, d.h., die Erzeugung von hartem, zähem, indessen schwer schmiedbarem Eisen war damals bekannt. Dieses Verfahren war ein streng gehütetes Geheimnis - das damals bekannte Stahl-Härtungsverfahren beruht auf der Annahme von Kohlenstoff (C) - das vielfach von Generation zu Generation weitergegeben wurde. Anhand von Ausgrabungsfunden in Vindonissa sind durch Epprecht und Schaller folgende Untersuchungsergebnisse festgestellt worden. An Eisenobjekten aus Vindonissa sind alle an anderen römischen Fundstellen nachgewiesenen Härtungsmethoden vertreten. Alle Objekte sind grossenteils aus Schmiedeeisen hergestellt, d.h., aus

fast reinem Eisen mit einem Kohlenstoffgehalt unter 0,1 %, jedoch mit C-reicherem Stahl verhärtet worden. Sämtliche Objekte wurden aus zahlreichen Eisen- und/oder Stahlstücken zusammengeschweisst. Auch konnten verschiedene Härtungsverfahren nachgewiesen werden.

b) Die Verhüttungsverfahren im Mittelalter

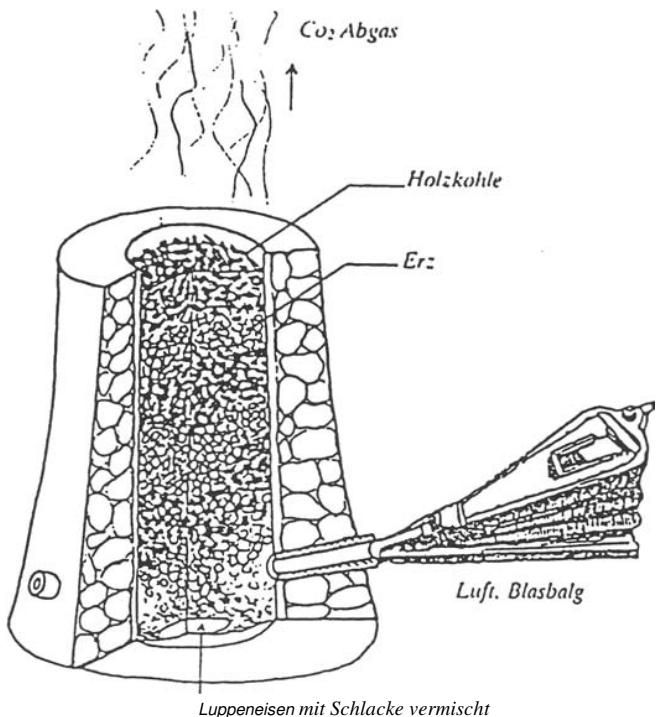
Die mittelalterliche Wertschätzung des Eisens erhebt unter anderem schon aus Urkunden aus St. Gallen des 9. Jahrhunderts, wo das Eisen als Zahlungsmittel genannt wird. Die Eisenverhüttung der Schweiz basierte auf den 200 Erzvorkommen, die im Verlaufe des Mittelalters und der Neuzeit bekannt waren. Gemessen am Weltmassstab sind die Eisenvorkommen der Schweiz jedoch völlig unbedeutend. Dies war in geschichtlicher Zeit nicht der Fall. Damals liess sich der bescheidene Eisenbedarf noch weitgehend durch die eigene Produktion decken. Das Charakteristikum der mittelalterlichen Eisenverhüttung ist die fast ausschliessliche Verwendung von Rennöfen zur Herstellung des Eisens.

Das Rennfeuerverfahren hat sich im Frühmittelalter kaum von demjenigen der Römerzeit unterschieden. Eine Weiterentwicklung stellte der Stückofen mit erhöhten Wänden dar, ist jedoch ebenfalls als Rennherd zu bezeichnen. Noch heute erzeugen einige afrikanische Stämme auf diese Weise ihr Eisen.

Erst im ausgehenden Mittelalter, im 15. Jahrhundert, gelang es mittels Flossöfen die Ofentemperatur so zu erhöhen, dass das Eisen flüssig gewonnen werden konnte. Dadurch war auch der erste Eisenguss möglich. Nun erhielt man statt der mit Schlacke durchsetzten Luppe ein eigenes Roheisen. Das 15. Jahrhundert brachte den ersten handgeschriebenen Leitfaden über das Wesen des Eisens sowie zur Eisengewinnung und Verarbeitung. Im folgenden Jahrhundert wurde bereits das Buchwerk von Georgius Agricola mit vielen Illustrationen gedruckt. In dieser Zeit hatte sich das bisher handwerklich betriebene Eisengewerbe bereits zur Industrie entwickelt.

Nun wurde das Eisen nicht mehr von Hand mit schweren Hämtern ausgeschmiedet, sondern mittels wasserbetriebener schwerster Eisenhämmere in den sogenannten Hammerschmieden. Ueberhaupt wurde nun im Zeitalter des erwachten menschlichen Geistes durch die naturforschenden Beschäftigungen mit dem Metall, die Technik im Bergbau voll angewendet, die Wasserkraft genutzt und damit die Voraussetzung zur industriellen Verarbeitung des Eisens geschaffen.

c) Die Schmiedekunst bei den Wikingern
Eine eigene, meist am Rande der Siedlung gelegene Schmiede gehörte zu jeder Hofanlage. Die auf tausendjährige Tradition gründende Schmiedekunst ist auf gotländischen Bildsteinen dargestellt worden. Archäologische Funde, besonders in norwegischen Gräbern, haben dazu ein reichhaltiges Anschauungsmaterial geliefert. Schwere und leichte Hämmer, Zangen mit geraden und krummen Schnäbeln, Feilen, Meissel und eine grosse Zahl kleiner Ambosse, die sich neben den mächtigen



SCHNITT DURCH EINEN RENNOFEN

Zur Herstellung von metallischem Eisen braucht es:
EISENERZ KOHLE
SAUERSTOFF

Und es entsteht unter Temperatureinfluss:
EISEN
GAS
SCHLACKE

Chemisch ausgedrückt nennt man das REDUKTION

Eisenoxyd + Kohle ~ Eisen + Kohlenoxyd oder als

chemische Formel:
 $\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}$
 $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$

Von der schmidkunst ic nutz lob vnd vngemach

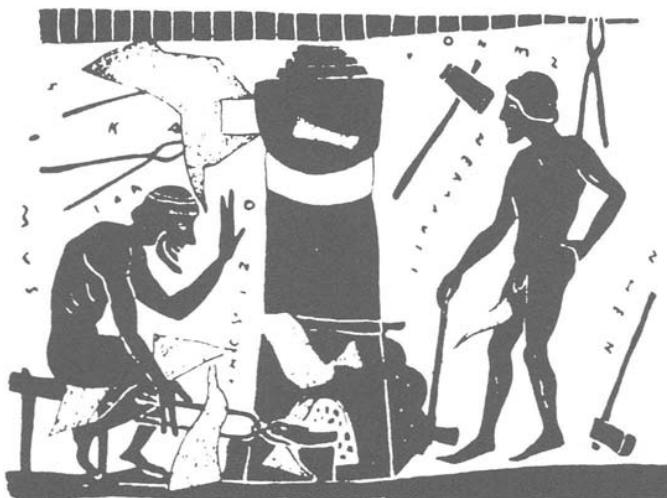


Chmid werck ist das ander hant-werck/ vnder dem waffen schmid goldschmid-kantengießer-rotschmid-vn wölche mit einchetloō metall vmb gan-münt-nieystet-stein metz-maüter-zimerleüt-schreyner vnd ir gleydchen begriffen werden.

Holzschnitte aus: Rodericus Zamorensis. Spiegel des menschlichen Lebens. Augsburg um 1475.
Taf. 24/25.

Steinambossen bereits einen festen Platz in den Werkstätten erobert hatten. In versteckten Horten haben auch zahlreiche Eisenbarren die Wikingerzeit überdauert. Ihre Analyse ergibt, dass Eisen, zumindest in Dänemark, vor allem aus Raseneisenerz gewonnen wurde, meist an der Fundstelle selbst. Der Verhüttungsvorgang ging folgendermassen vor sich. Die Schmiede kannten die Kunst, einen starken, schornsteinähnlichen Ofen auf einem Holzskelett mit Lehmverkleidung aufzuführen. In ihm wurden Holzkohle und Sumpferz gemischt und durch genau berechnete Wärmeeinwirkung erreichte man, dass das Erz genau soviel Holzkohle aufnahm, wie es brauchte, und dass es als eine schwammige Masse ausgeschieden wurde, die man mit dem Hammer bearbeitete. Die folgende Arbeit wurde in der Schmiede ausgeführt:

Hier gab es Zangen und Hämmer, Ambosse und Wasserträger, die Esse mit den beiden Blasebälgen, die die Luft durch eine Tontülle auf die Holzkohle bliesen, die dann eine starke Hitze ergab. Hinter vielen anscheinend einfachen Geräten und Waffen verbirgt sich eine blendende Technik, die in der damaligen Welt einzigartig war. Neben dem Hofsenschmied – der häufig der Bauer selbst war – gab es natürlich auch Berufsschmiede. Zumindest in allen

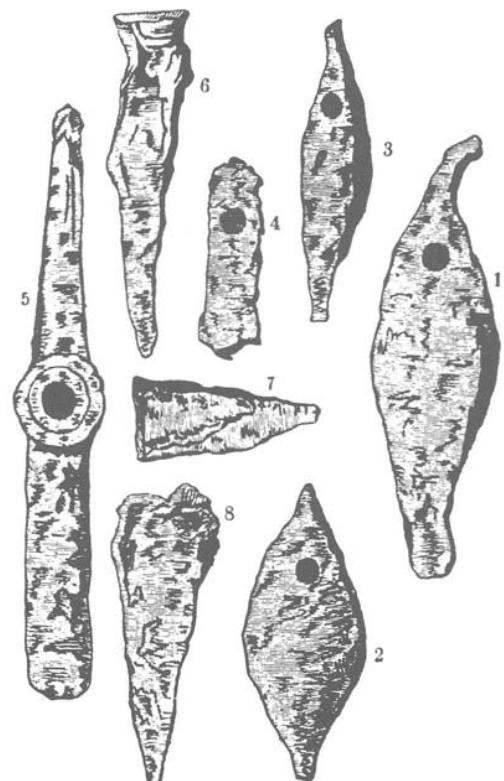


Rennfeuer auf einer Hellenischen Vase um 500 v.Chr. Der Schmied zieht die Luppe aus dem Ofen.

grösseren Siedlungen und Residenzen arbeiteten selbständige Gewerbetreibende für den Markt. Auch Wanderschmiede zogen über Land. In einem See bei Mästermyr auf Gotland wurden von Archäologen in einer Kiste fast 150 verschiedene Werkzeuge entdeckt: Aexte, Zangen und Feilen, Meissel und Bohrer, ein Sortiment, das selbst einem heutigen Schmiedemeister alle Ehre machen würde. Als "geradezu sensationell" verzeichnen die schwedischen Archäologen die Tatsache, dass auf der Insel "Helgo", ca. 30 km westlich von Stockholm, ausser einem Dugnall und Gräberfeld Häuser verschiedenen Alters, Metallwerkstätten beherbergen. Unter den gefundenen Abfallprodukten befanden sich viele Tausend Bruchstücke von Gussformen, eine noch grössere Anzahl von Schmelztiegeln, Bruchstücke von Gebläse, Reinigungs- und Gussplatten, Goldspiralen und Goldklumpen, Stücksilber, Zinn- und Bleistücke, Bronzebarren und was sonst noch zum Inventar von Metallverarbeitungsstätten gehört. Die meisten Fundgegenstände wurden in das 5. und 6. Jahrhundert datiert.

Beschreibung:

1,2,3 = Spitzbarren mit Loch zum Transport; 4 = kleine Barre zur Fertigstellung einer Hacke (?); 5 = zweiarmige Hacke für den Wegebau im Gebirge; 6 = einarmige Hacke; 7,8 = Pflugspitzen



Spitzbarren und Vormaterial aus der Schatzkammer von Sargon II (721-705 v.Chr.) in Chorsabad bei Ninive.

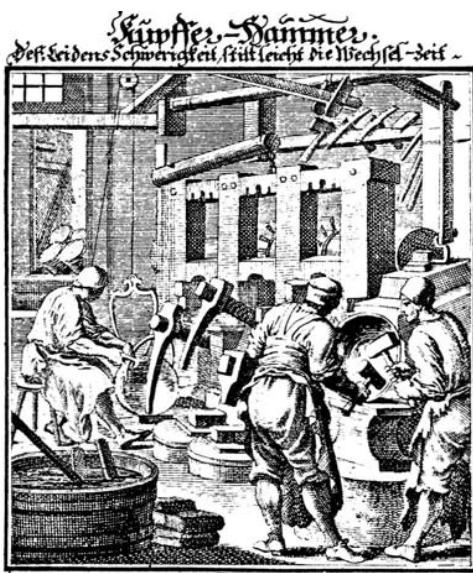
Auch Importwaren vom Himalaja bis zum Atlantik holten die Archäologen ans Tageslicht.

Eine Bronzekelle mit "Koptischen" Stilelementen - einen Buddha, der im 5. Jahrhundert in Nordindien entstand - Goldringe aus der späten Römerzeit sowie Silberlinge vornehmlich in arabischen Dirhems.

Also eine Handelsmetropole aus der frühen Wikingerzeit mit Handelsbeziehungen zur gesamten damaligen Welt.

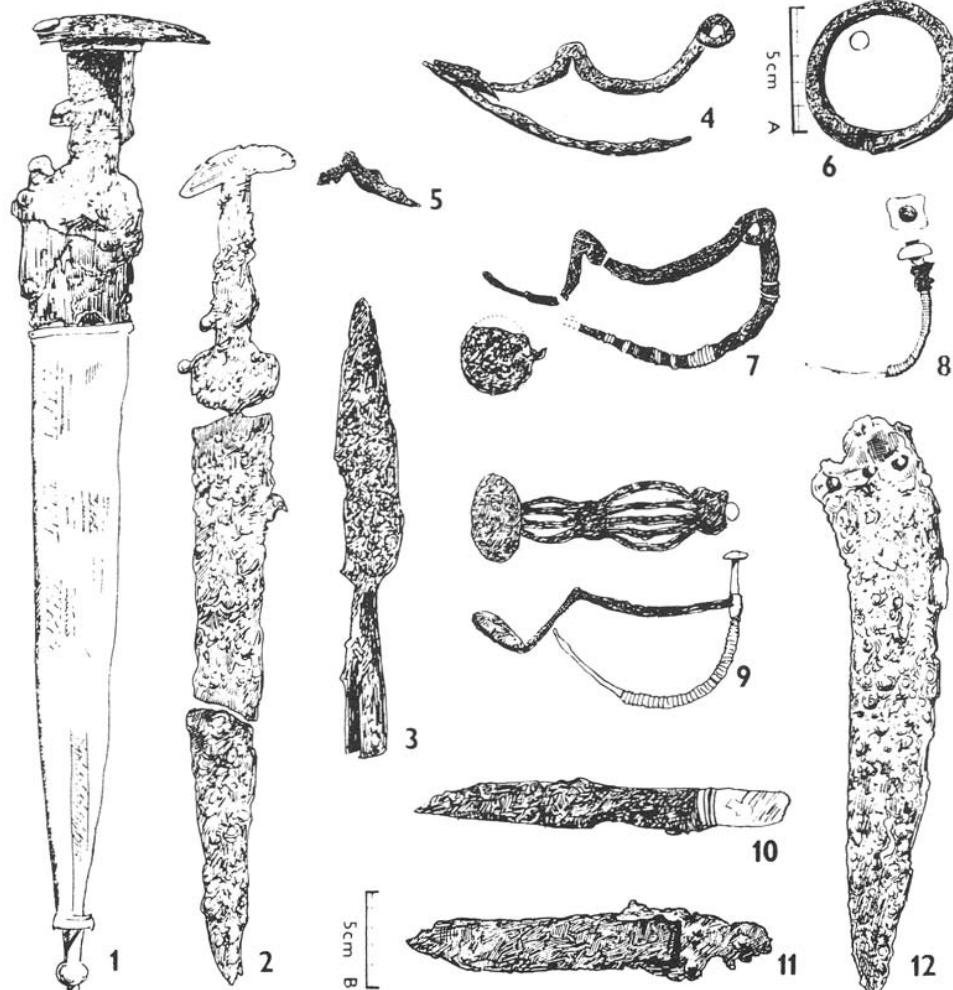
Literaturnachweis:

- Die Wege des Eisens nach Europa, von R. Pleiner, Prag, im Anschnitt
 - Eisen und Stahl aus Vindonissa, von W. Epprecht und Ed. Schaller, Aus Jahresbericht 1981 der Gesellschaft "pro Vindonissa"
 - Rennfeuer, frühe Eisenherstellung, der Schmiedezunft Eligius Paradies TG, 1985
 - "Wikinger Saga"; von Pörtner, Econ-Verlag
- (Fortsetzung folgt)



Das Erz, soman auch Venus nennet,
Zuckt nicht bei schwerem Hämmer-Schlag;
So schlägt keine harten Tag,
das Werk, wo Wölfe Liebe bremsen;
Dann wer in dieser nichts will leiden,
kennt noch nicht ihre feusche Freuden.

Der Kupferhammerschmied oder Kessler
Radierung von G.C. Eimhart aus Weigel: Ständebuch



Das älteste Eisen Etruriens: die Gegenstände der Nekropolen von Tarquinia. 1) Monterozzi. Pozzo mit Kammhelm, Kurzschwert in bronzener Scheide; 2) Impiccato, Grab 54, eisernes Kurzschwert; 3) Selciatello Sopra, Grab 165, eiserne Speerspitze; 4) Selciatello Sopra, Grab 99, eiserne Schlangenfibel; 5, 6) Selciatello Sopra, Grab 72, Fibelfragment und Ring; 7) Selciatello Sopra; Grab 99, eiserne Fibel mit Bronzedrahtwindung auf der Nadel; 8) Selciatello Sopra, Grab 90, Nadel oder Fibelnadel mit Eisenresten; 9) Impiccato, Grab 74, eiserne Fibel; 10) Monterozzi, Dolio mit Gürtel und Schildkröte; 11) Monterozzi, Casa mit eisernem Messer; 12) Impiccato, Grab 74, eiserne Dolchklinge, Zeitstellung: 4)Villanovan 1 A (10.Jh.); 5,6)Villanovan 1 B (10.-9.Jh.); 7,8)Villanovan 1 C (8.Jh.); 9,12)Villanovan II B(8.Jh.); 1-3 Villanovan 1-II (ca. 1000- 700 v.u.Ztr.) Massstab A: 4-9; Massstab B: 1-3, 10-12. Zusammengestellt nach H. Hencken 1968.