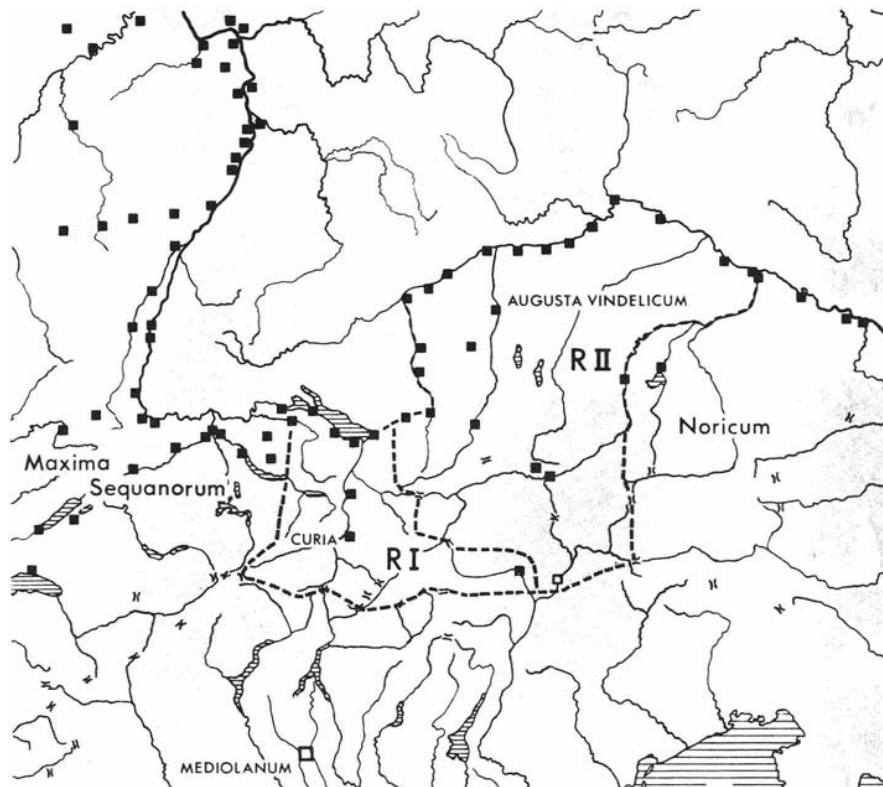


# Norisches Eisen - der Stahl der Römer

Eduard Brun, Dübendorf

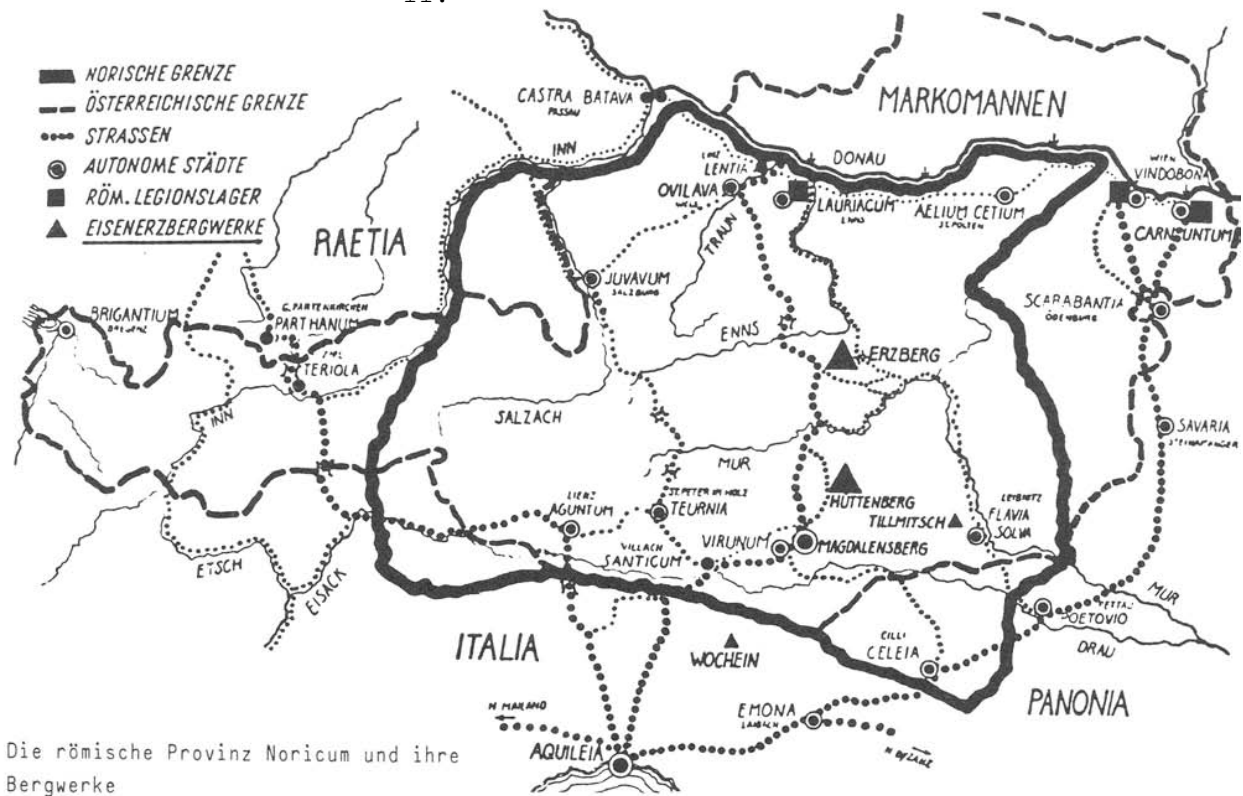


Spätantike Befestigungsanlagen im nordalpinen Raum zwischen Rhein und Donau (Rhein-Iller-Donau-Limes). 3.-5. Jahrhundert n. Chr. (Aus Beiträge zur Raetia Romana)

Nach herkömmlichem klassischem Modell ist das im Rennofen erzeugte Produkt eine weiche nicht härtbare Eisenluppe. Fand man anlässlich archäologischer Grabungen Werkzeuge und Waffen aus gehärtetem Stahl, so musste dieses frühe Eisen durch Zementieren umgewandelt, aufgekohlt worden sein. Beim Zementieren, dem stunden- bis tagelangen Glühen in kohlenstoffhaltigen Stoffen (pflanzlicher oder tierischer Kohle), nimmt das weiche Lupeneisen bis 0,8 % Kohlenstoff C auf und wird damit härtbar. Allerdings liegt dabei die Eindringtiefe des Kohlenstoffs bei max. ca. 3 m/m. Auf dem Magdalensberg in Kärnten, einer norischen Siedlung aus dem 2. Jahrhundert v. Chr., fand man aber offenbar direkt aus dem Rennofen stammende Stahlluppen mit C-Gehalten bis 1,8 %, d.h. man musste schon zu jener Zeit die Technik der direkten Stahlerzeugung beherrscht haben. In den letzten 2 - 3 Jahrzehnten sind diesem Problem eine grosse Zahl theoretischer

und praktischer Arbeiten (Modellversuche) gewidmet worden, die zu neuen, z.T. aber auch kontroversen Einsichten und Vorstellungen führten. Es ist gar nicht leicht daraus ein klares Bild dieser frühen Eisenmetallurgie zu gewinnen, obwohl man inzwischen zu weitgehend akzeptierten Vorstellungen zum Verlauf dieser Schmelzprozesse gelangt ist, aber nach wie vor über Teilaspekte diskutiert.

Von Stefan Meier, Zug, erhielten wir kürzlich die Kopie einer Arbeit, die er 1983 an der Universität Zürich verfasste, anlässlich eines Seminars über "Handel und Handwerk im römischen Kaiserreich" (Prof. Dr. F. G. Maier), worin er sich mit dem Eisenbergbau und der Erzverhüttung in der Provinz Noricum zur Römerzeit befasste. Vor allem interessierte ihn die Frage warum gerade dieses "Norische Eisen" solche Berühmtheit erlangte und worauf diese zurückzuführen sei.



Die römische Provinz Noricum und ihre Bergwerke

Dazu studierte er eine grosse Zahl von Veröffentlichungen, vorwiegend aus den Jahren 1950 - 1970 und verarbeitete sie zu einem übersichtlichen Konzentrat. Für die Teilnehmer unserer Vereinsreise 1986 mag diese Fragestellung zudem noch besonderes Interesse wecken, lagen doch unsere damaligen Besuche des Kärntner Hüttenberges und des Steirischen Erzberges mitten in der ehemaligen Provinz Noricum. Doch folgen wir nun den interessanten Ausführungen von Stefan Meier.

Die Rohstoffbasis der Hüttenleute Noricums bildeten eindeutig die Erze der beiden erwähnten Vorkommen - des Hüttenbergs in Kärnten und des Erzberges in der heutigen Steiermark. Beide liegen innerhalb der paläozoischen Grauwackenzone, die sich in ost-westlicher Richtung zwischen den nördlichen Kalkalpen und den Zentralalpen im Süden von Niederösterreich bis ins Tirol hinein erstreckt und aus verschiedenen Schiefen, Kalken und Ergussgesteinen zusammengesetzt ist. Durch das Eindringen heisser eisen-, magnesium- und manganhaltiger Wässer in diese Kalke wurden sie z.T. zu Spateisenstein umgewandelt. Damit stand den frühen Hüttenleuten ein hochwertiges Erz mit ca. 40 % Eisen-

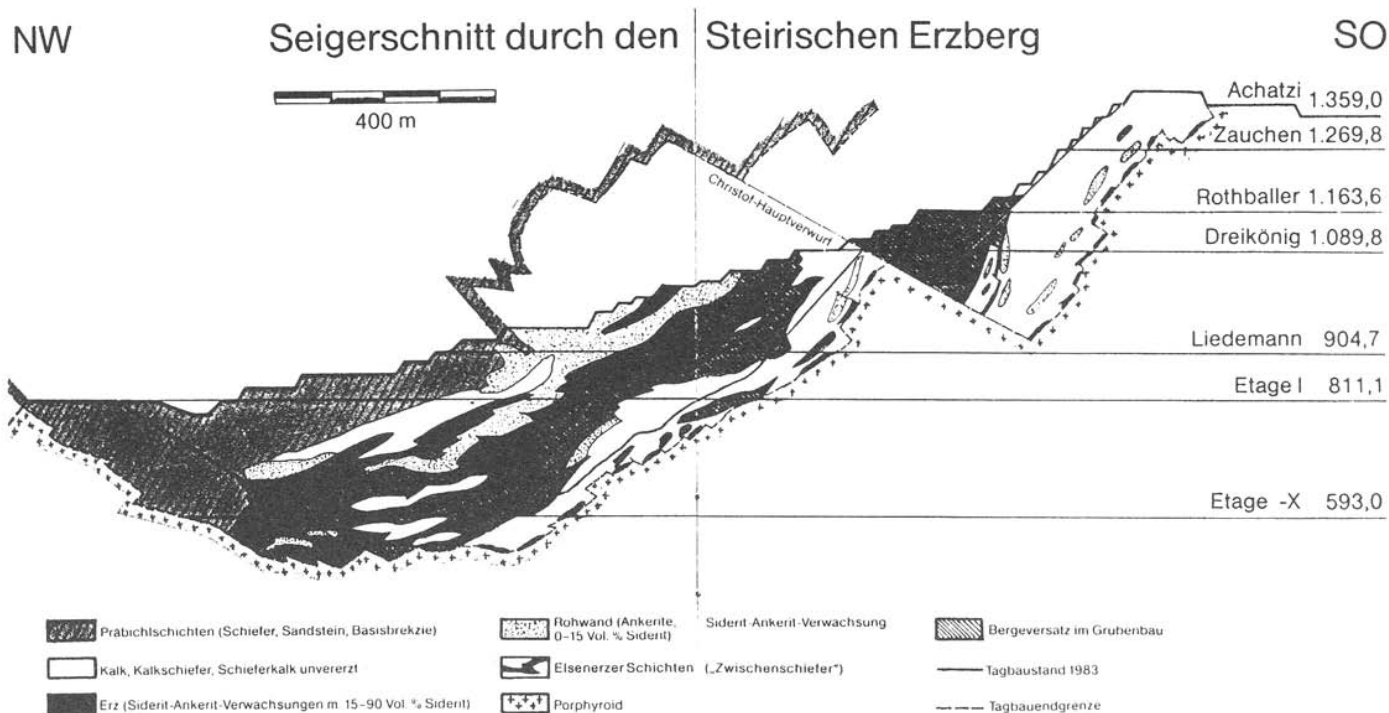
gehalt zur Verfügung, das nahezu phosphor- und schwefelfrei und leicht verhüttbar war. Kein Wunder, dass schon der römische Historiker Plinius diese besonders Erzlager rühmend erwähnte.

Stefan Meier geht dann auf die Technik des eigentlichen römischen Bergbaues ein, musste aber feststellen, dass mit Ausnahme einer einzigen Arbeit (W. Schmid, 1932) keine Berichte über norischen Eisenbergbau existieren. Im Gegensatz dazu sind die ungefähr zeitgleichen Abbaubetriebe von Laurion (Griechenland) und Spanien recht gut dokumentiert. Diese wurden daher von ihm als brauchbare archäologische Quellen zur Beschreibung römischer Bergbautechnik verwendet. Zwar existieren im Hüttenberger Revier zahlreiche tonnlägige (45 - 75° geneigte) bis saigere (senkrechte) Schächte und horizontale Strecken, doch lassen sich diese nur schwer bestimmten Perioden zuordnen. Dass aber auch die Römer hier Bergbau betrieben geht aus Skelettfunden hervor, herrührend aus einem Grubeneinsturz, in deren Nähe verschiedene römische Silbermünzen aus der Zeit zwischen 251 - 268 n. Chr. gefunden wurden. Neben dem schachtmässigen Bergbaubetrieb, der heute nur noch an seinen

Pingen erkenntlich ist, wurden auch Stollen von 50 - 85 cm Breite und Höhen von meist knapp über einem Meter vorgefunden. Die damalige Abbautechnik dürfte indes kaum von der bei uns im Mittelalter praktizierten abgewichen sein mit Feuersetzen, Handabbau mit Schlägel und Eisen, einfachen Grubenlampen sowie den Problemen beim Transport (Fahrung), der Wasserhaltung und Belüftung. Interessant ist aber, dass nach einer in Süd-Portugal gefundenen Erztafel aus dem frühen 2. Jahrhundert n.Chr. hervorgeht, welche Bedeutung die Römer schon damals der Sicherheit im Berg zumassen, be-fassen sich doch 3 Paragraphen dieses Textes mit der Kunst des Stollen-ausbaus. Am Steirischen Erzberg liessen sich ausser einer Münze Konstantin des Grossen (316 n.Chr.) keine römischen Bergbauspuren nachweisen, was aber nicht weiter verwunderlich ist, erfolgte doch hier der Abbau bis in unsere Zeit weitgehend im Tagbau, wodurch frühere Spuren stets wieder verwischt wurden.

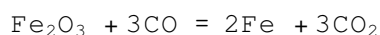
Im Hinblick auf das berühmte Norische Eisen interessiert aber vor allem die Verhüttungstechnik und weniger das Erz und sein Abbau. Die Verwendung des Eisens setzte in Mitteleuropa zu Beginn des 1. Jahrtausends vor Christus (Hallstatt-Kultur) ein und seine hüttentechnische Herstellung dürfte wenige hundert Jahre später auch in

Noricum beherrscht worden sein. Darauf weisen auch die bei Tillmitsch nahe Leibnitz aufgefundenen Ueberreste einer Schmelzgrube, die sich durch Keramikfunde in diese Periode datieren liess. Die Kunst der Eisenherstellung wurde in Noricum daher schon lange vor dem Einmarsch der Römer beherrscht, der erst kurz vor der Zeitwende erfolgte. Bei den von diesen frühen Hüttenleuten benutzten Schmelzöfen dürfte es sich anfänglich um einfache Schmelzgruben gehandelt haben, später um kleine Schacht- oder Rennöfen mit Schacht-durchmessern von 30 - 60 cm und Bauhöhen von 1 - 1,5 m, Das Alter solcher Oefen lässt sich meist nur aufgrund von Beifunden (Keramik, Münzen etc.) einstufen, wobei es aber allzu leicht zu Fehl-datierungen kommen kann. So erwähnt Meier in seiner Arbeit die bereits mit Blasebälgen betriebenen Schmelzöfen von Lölling (Kärnten) und der Feistawiese nahe des Steirischen Erzberges, die aufgrund früherer Arbeiten (Schmid, Schuster) als römerzeitlich eingestuft wurden. Nach neuern Veröffentlichungen (Köstler, 1984 und 1986) lässt sich diese Datierung aber nicht mehr aufrecht erhalten. Vielmehr werden diese grössern und verbesserten Schachtöfen mit Innendurchmessern um 1 m heute als früh- bis hochmit-telalterlich angesehen.



Von entscheidender Wichtigkeit für die Führung eines effizienten Schmelzprozesses ist die Windführung (Luftzufuhr), die eine vollständige Durchdringung des zu reduzierenden Erzgutes und eine genügend hohe Ofentemperatur garantieren muss. Da von Schmelzplätzen häufig nur spärliche Ueberreste vorhanden sind, ist auch die Beurteilung dieser Frage oft mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Meier erwähnt die Entdeckung einer norischen Schmelzgrube am Hüttenberg mit einem Durchmesser von 1,6 m bei einer Tiefe von 1 m, die mit Ton ausgekleidet war. Tondüsen von 2,5 cm lichter Weite und 11 cm Länge beweisen die gezielte Windzufuhr, doch fehlen Hinweise auf eigentliche Windkanäle. Ob trotzdem schon Blasebälge verwendet wurden oder ein mundbetriebenes Blasrohr, liess sich nicht feststellen. Man nimmt aber auch an, dass oft der natürliche Geländewind zum Betrieb der Oefen (sogen. Windöfen) genutzt wurde, eventuell in Verbindung mit künstlicher Windzufuhr. Auf jeden Fall liess sich in solch primitiven Schmelzgruben kein hochwertiges Eisen gewinnen sondern nur eine stark verschlackte Luppe, die durch weiteres ausheizen und ausschmieden gereinigt und zu brauchbarem Schmiedeeisen weiterverarbeitet werden musste.

Da nun aber die Noriker nicht nur die Herstellung weichen Eisens sondern auch von härtbarem Stahl beherrschten, und dies nicht durch Zementieren, mussten sie ein direktes Herstellungsverfahren gekannt haben. Im Schmelzofen muss dem in oxidischer Form vorliegenden Eisenerz der Sauerstoff entzogen werden um daraus Eisen zu gewinnen, wobei das Spateisen  $\text{FeCO}_3$  wahrscheinlich durch vorgängiges rösten bereits in Hämatit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  umgewandelt worden war. Die zur Hitzeerzeugung verwendete Holzkohle C reagiert mit dem Luftsauerstoff zu CO und  $\text{CO}_2$  wobei folgende vereinfachte dargestellte Reaktion abläuft:



Dabei entweicht das Kohlendioxid  $\text{CO}_2$  und zurück bleibt reines Eisen. Innerhalb des Ofens sind diese Abläufe

allerdings wesentlich komplexer, da verschiedene Reduktions- und Oxidationsphasen auftreten, je nach vorhandener Ofenatmosphäre. Der so dargestellte vereinfachte Ofenprozess würde tatsächlich zur Produktion von weichem Schmiedeeisen führen. Modellversuche zeigten aber, dass bei geeigneter Windführung ( $\text{CO}$ -Ueberschuss) das im teigigen Zustand vorhandene Eisen Kohlenstoff C aufzunehmen vermag, d.h. aufgekohlt wird. Mit steigendem C-Gehalt erfolgt zudem eine markante Absenkung des Schmelzpunktes, so dass nun bei entsprechender Temperatur auch im Rennofen hochgekohltes Roheisen auftreten kann. Beim weitem Absinken dieses Eisens innerhalb des Ofenschachtes gerät es zunehmend in heisse Zonen mit Sauerstoffüberschuss, vor allem im Bereich der Winddüsen, was zu einer erneuten Entkohlung führt, also eine Art internen Frischprozess darstellt. Liess man diesem Prozess seinen Lauf, wie dies wohl in den meisten Fällen geschah, so lag zuletzt eine Kohlenstoffarme weiche Eisenluppe im Schacht - die typische Rennofenluppe. Verstand es aber der Hüttenmann die Windzufuhr zu seinem Ofen sorgfältig zu dosieren und vor allem den richtigen Moment zu erfassen zu dem er die wieder teigig gewordene Luppe zu ziehen hatte, so erhielt er einen Stahl mit 0,8 - 1,5 % C-Gehalt, der nach der Weiterverarbeitung durch Abschrecken gehärtet werden konnte. Verfehlte er den richtigen Zeitpunkt des Ziehens, so erhielt er entweder entkohltes, weiches Eisen oder Roh- resp. Gusseisen, mit dem er nichts anzufangen wusste (ausser es wieder einzuschmelzen). Bestimmt dürften solche Pannen auch öfters vorgekommen sein; trotzdem erfasst uns grosse Hochachtung vor der Erfahrung und dem Können dieser Leute, die ohne Mess- und Analysengeräte, nur auf ihr eigenes Gespür angewiesen, solche Leistungen erbrachten. Die Modellversuche zeigten aber auch, dass innerhalb solch kleiner Schachtofen beträchtliche Unterschiede der Temperatur und Gasatmosphäre auftreten, wodurch sich auch beträchtliche Schwankungen im C-Gehalt in der Luppe selbst ergeben. Durch wiederholtes Ausschmieden und Verschweissen (Zusammenschmieden ge-

streckter Flachstücke) liess sich zwar ein gewisser Ausgleich erreichen, doch kann auch an Funden früher Stahl-objekte der unterschiedliche C-Gehalt deutlich nachgewiesen werden.

Die Berühmtheit des Norischen Eisens beweist, dass zu jener Zeit die Stahlherstellung keineswegs allgemein beherrscht wurde. Welches aber waren die Gründe die es gerade den Norikern erlaubten, diesen grossen, technischen Fortschritt zu erzielen? Zweifellos spielte dabei das leicht verhüttbare manganhaltige Spateisen des Hüttenbergs und des Steirischen Erzberges eine wichtige Rolle. Versuche haben bewiesen, dass ein gewisser Mangangehalt des Erzes der Aufkohlung förderlich ist. Dank Kontakten zu andern Völkern im Osten oder Südosten, dürfte in dieser Gegend auch bereits eine lange Erfahrung im Eisenschmelzen vorhanden gewesen sein. Das möglicherweise zufällig entdeckte Geheimnis der Stahlherstellung wird aber von den Norikern sorgfältig gehütet worden sein, verhalf es ihnen doch zweifellos zu Ansehen und wohl auch zu einem gewissen Wohlstand. Auf jeden Fall galten die Siedlungen am Magdalensberg als wichtiges und bedeutendes Zentrum des frühen Eisenhandels. Sicher ist auch, dass die Noriker diese Technik und den Bau geeigneter Schmelzöfen schon vor der Einverleibung ins römische Reich (um 10 v. Chr.) beherrschten, wie rund

100 Jahre ältere Funde belegen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die im Rennofen erzeugte Luppe normalerweise aus weichem, nicht härtbarem Eisen bestand. Einigen Hüttenleuten gelang es jedoch den Ofenprozess so zu steuern, dass ein aufgekohlter härterer Stahl erzeugt werden konnte, der in der Herstellung von Geräten und Waffen dem weichen Schmiedeeisen deutlich überlegen war. Geeignete, leicht verhüttbare und eventuell manganhaltige Eisenerze dürften dazu wesentlich beigetragen haben, doch zweifellos war es in erster Linie das auf Ueberlieferung und Erfahrung aufgebaute Können der norischen Hüttenleute, das zum Erfolg und zur Berühmtheit des Norischen Eisens führte.

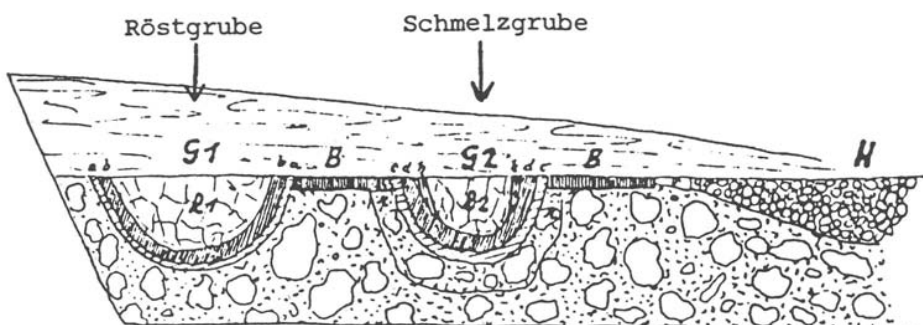
Wir danken Stefan Meier für die Zurverfügungstellung seiner hochinteressanten Arbeit, die hier in gekürzter Form wiedergegeben wurde (Manuskript von Dr. H. Sommerlatte erhalten).

Seine Adresse:

Stefan Meier  
St. Johannesstr. 6  
6300 Zug



Bei Hüttenberg (Kärnten) aufgefundene norische Räst- und Schmelzgruben



Früh- bis Hochmittelalterlicher Gebläseschachtofen mit Tretbälgen (Feistawiese, Stmk.)