



Heißes Eisen beim kalten Herz

Keltische Eisenproduktion bei Neuenbürg im Nordschwarzwald

Reist man durch den Nordschwarzwald, fällt einem gerne das schaurig-schöne Märchen „Das kalte Herz“ des Dichters Wilhelm Hauff ein. Vor der Kulisse der auch heute noch weitgehend geschlossenen Waldgebiete kann man versuchen, sich in das harte Alltagsleben der neuzeitlichen Köhler, Flößer und Glasmacher zurückzusetzen, von dem das Märchen handelt. Ebenfalls in dieser Zeit wurde in den Waldgebieten um Neuenbürg (Enzkreis) nach Eisenerzen geschürft – eine nicht minder schwere Beschäftigung. Der Neuenbürger Bergbau erlebte vor allem im 18. und 19. Jahrhundert seine letzte Blüte. Dass schon der vorgeschichtliche Mensch in das landwirtschaftlich unergiebiges Buntsandsteingebiet des Nordschwarzwaldes vorgedrungen ist, galt lange als undenkbar. Doch wurde schon um 1930 eine keltische Siedlung des 5. Jahrhunderts v. Chr. auf dem Neuenbürger Schlossberg entdeckt und ein Zusammenhang mit den Eisenerzvorkommen vermutet, der archäologische Nachweis gelang aber erst 1995/1996. Neuere Grabungen und Forschungen seit 2004 haben zur Entdeckung von über 50 keltischen Verhüttungsplätzen im Umfeld des Schlossberges geführt. Hier bestand im 6. bis 4. Jahrhundert v. Chr. ein sehr umfangreiches Produktionszentrum für das begehrte Eisen, das als bislang ältestes nördlich der Alpen gelten kann.

Guntram Gassmann / Günther Wieland

Grabungen der archäologischen Denkmalpflege

Neuentdeckungen und Untersuchungen zahlreicher keltischer Verhüttungsplätze durch die archäologische Denkmalpflege im Regierungspräsidium Karlsruhe haben seit 2004 eine Fülle neuer Erkenntnisse erbracht, die auch über die Region hinaus von Bedeutung sind. Die Arbeiten wurden durch die Stadt Neuenbürg, die Sparkasse Pforzheim Calw und die ARGE Besucherbergwerk Frischglück ganz wesentlich unterstützt. Seit Sep-

tember 2006 fördert die Deutsche Forschungsgemeinschaft in Bonn die archäologischen Untersuchungen im Neuenbürger Erzrevier. Mittlerweile wurden schon über 20 Rennöfen analysiert, in denen man während frühkeltischer Zeit aus den im Nahbereich vorkommenden Erzen Metall erzeugt hatte. Heute liegen die Verhüttungsplätze meist oberflächlich kaum erkennbar im dichten Wald. Bemerkbar werden sie oft nur durch Funde der charakteristischen Rennfeuerschlacken, die zum Beispiel in den Wurzelstöcken vom Sturm gefällter Bäume hängen oder zufällig von Wildschweinen aus dem Boden gewühlt werden. Ein Verhüttungsplatz besteht aus mehreren Rennöfen und der teilweise sehr umfangreichen Schlackenhalde. Die Schlacken, das Abfallprodukt der Eisenproduktion, belaufen sich meist auf Mengen um 20 t. Ein großer Ambossstein mit Esse und ein Holzkohlelager bei jedem Ofen gehören zum regelhaften Bestand eines solchen Platzes.

Im Rennofen werden bei Temperaturen um 1150 °C Eisenerze und Kohlenstoff zur Reaktion gebracht. Die Luftzufuhr hat man entweder durch Blasebalgbetrieb oder unter Ausnutzung



1 Rennfeuerschlacken in Fundlage im Nordschwarzwald.



2 Zwei Rennöfen am Verhüttungsplatz „Hirschgarten“ bei Neuenbürg-Waldrennach während der Ausgrabung 2006.

natürlich vorbeistreifender Hangwinde geregelt – in Neuenbürg sind beide Techniken archäologisch nachgewiesen, zum Beispiel durch Funde von Düsenziegeln. Der Name „Rennofen“ leitet sich von der verflüssigten Schlacke ab, die beim Ofenbetrieb zu Boden rinnt. Hierbei entsteht sehr viel eisenreiche Schlacke, die sich in flüssiger Form vom Metall trennt, wobei das Metall als fester Klumpen (so genannte Luppe) über der nach unten sickern den Schlacke zurückbleibt. Wie die bei den Grabungen gefundenen Luppen zeigen, handelt es sich durchweg um aufgekohlten Stahl mit schwankenden, aber stets deutlichen Kohlenstoffgehalten. Am Ende des Verhüttungsprozesses muss die entstandene Luppe durch gezieltes Aufbrechen der Ofenbrust entnommen werden. Nach erfolgter Reparatur kann der Ofen erneut betrieben werden.

In den Bedienungsräumen und den Schlackenhalde fanden sich zahlreiche faustgroße „Pochsteine“. Sie dienten insbesondere zum Zerkleinern des Erzes, bevor dieses zusammen mit der Holzkohle in die Rennöfen gefüllt wurde, zum Teil auch zum Ausschmieden der bei der Verhüttung entstandenen Luppe. Im Mittelmeerraum kennt man diese Pochsteine von noch älteren Bergbaustätten der Phönizier und Griechen. Dies gibt einen Hinweis darauf, von wo die Kenntnis des Eisenerzbergbaus und der Verhüttung in unsere Region vermittelt wurde. Zu optimalen Ergebnissen führte das noch feinere Zerkleinern des Erzes mittels einer zweiteiligen Schiebemühle, wie sie 2006 an einem Verhüttungsplatz geborgen wurde.

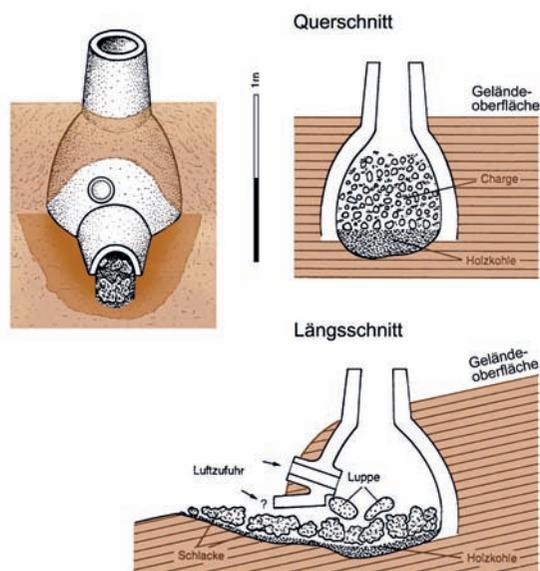
Eisenproduktion für die „Keltenfürsten“

Die archäologische Datierung der Verhüttungsplätze ist durch Funde charakteristischer Keramikscherben gesichert. Demnach datiert die keltische Eisenproduktion im Neuenbürgener Erzrevier etwa in die Zeit vom 6. bis 4. Jahrhundert v. Chr. – ein Zeitabschnitt, der in der Archäologie mit der Fachbezeichnung späte Hallstatt- und frühe Latène-

zeit umschrieben wird. Die Anfänge der Eisenverhüttung gehören also in die Zeit des „Keltenfürsten“ von Hochdorf, dessen Grablage auch gerade einmal 25 km vom Erzrevier entfernt liegt.

Große Ambosssteine mit anhaftenden Schmiedeschlacken belegen, dass nicht nur die Verhüttung, sondern auch die erste Weiterverarbeitung der noch mit Verunreinigungen wie Schlacke und Holzkohle durchsetzten Rennfeuerluppen am gleichen Platz erfolgte. Feinschmiedearbeiten hingegen lassen sich nicht nachweisen, diese müssen an einem anderen Ort – vielleicht in den Siedlungen – ausgeführt worden sein.

Umfang und Anlage der über 50 bislang entdeckten Verhüttungsplätze um Neuenbürg lassen auf große Fachkenntnis sowie einen hohen Organisationsgrad der keltischen Schmelzmeister schließen. Zweifellos haben hier hochspezialisierte Handwerker für einen überregionalen Bedarf produziert. Die bislang untersuchten Rennöfen sind die am besten erhaltenen ihrer Zeitstellung in Mitteleuropa. Funde hallstattzeitlicher Keramik datieren den Beginn der Eisenproduktion in Neuenbürg in das 7./6. Jahrhundert v. Chr., noch vor den Beginn der keltischen Siedlung auf dem Schlossberg.



3 Zeichnerische Rekonstruktion eines keltischen Rennofens nach den Grabungsbefunden von Neuenbürg.



4 Pochstein und Eisenluppe vom Verhüttungsplatz „Hirschgarten“.

Dies ist der bislang älteste Nachweis in der Zone nördlich der Alpen.

Schmelzversuche mit rekonstruierten Rennfeueröfen

Die einmaligen Erhaltungsbedingungen der keltischen Rennöfen bei Neuenbürg erlaubten es sogar, originalgetreue Nachbauten herzustellen, mit denen sich detaillierte Erkenntnisse über die Funktion der Öfen im Schmelzversuch gewinnen lassen. Nach den Befunden der Grabung 2006 wurde ein Ensemble aus Rennofen, Ambossstein, Abschreckbecken und Holzkohlegrube im September 2007 beim Besucherbergwerk Frischglück rekonstruiert und anlässlich des Tags des offenen Denkmals betrieben. Es kann als Teil des vom Schloss zum Bergwerk führenden „Spectaculum-Ferrum-Pfades“ besichtigt werden.

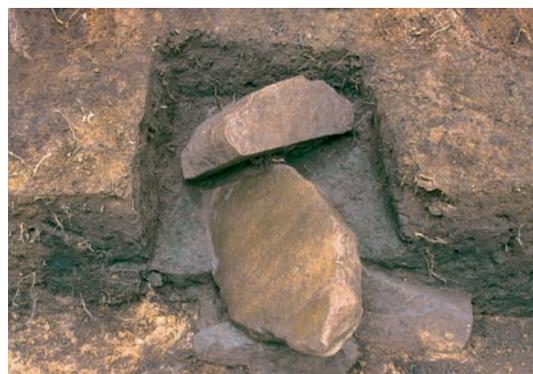
Zur Vorbereitung eines Schmelzdurchgangs hat man zunächst nach den Vorbildern an den Grabungsplätzen im leicht geneigten Hang eine Grube mit nach außen ansteigender Vorgrube angelegt, in die der noch zu errichtende kuppelförmige Rennofen in übereinstimmender Form mit den Grabungsbefunden eingepasst werden konnte. Zur Stabilisierung des späteren Ofenmantels kam ein Gerüst aus Weidenflechtwerk zum Einsatz, das so in die Grube gestellt wurde, dass seitlich genügend Spielraum für den Aufbau der Ofenwand aus Lehm verblieb. Der Aufbau erfolgte schrittweise aus mit Stroh vermengtem Lehm. Gegen die Vorgrube besitzt der Ofen an der Basis eine langgezogene „Schnauze“ mit einer faustbreiten Öffnung. Diese setzt sich im Verlauf der Verhüttung vollständig mit Schlacken zu. Wahrscheinlich konnte durch diese Öffnung der Prozessverlauf in der Anfangsphase beobachtet und kontrolliert werden. Eine Aussparung im unteren Drittel der Ofenfront diente der Aufnahme einer zuvor gebrannten Tondüse, die später mit dem Blasebalg verbunden wurde und schräg nach unten in den Brennraum führte. Nach Trocknung, Reparatur der Schrumpfungsrissen und Vorbrennen zur Verziegelung des Innenraums stand der Ofen zur Verhüttung bereit.

Erzaufbereitung und Ofenbetrieb – eine harte Arbeit

Zunächst hat man das vom Neuenbürger Bergwerk frisch angelieferte Erz auf Unterlagsteinen zertrümmert, wobei Erhitzen und Abschrecken im Wasserbecken die Arbeit wesentlich erleichterte. Verwittertes Erz ließ sich noch besser verarbeiten als „bergfrisches“ Material. Danach kamen die den Originalen nachempfundenen Pochsteine aus Enzschotter zum Einsatz, mit denen das grob zerklopfte Erz weiter auf den am Boden liegenden großen Steinplatten zerkleinert wurde. Beim Gebrauch der Schotter entstanden nach einiger Zeit Abnutzungsspuren in Form von schälchenartigen Eintiefungen, die auch an den Originalfunden zu beobachten sind. Eine noch feinere Pulverisierung des Erzes gelang mit einer Handmühle, wie sie ebenfalls im Original am Verhüttungsplatz „Hirschgarten“ gefunden wurde. Auch das funktionierte gut unter Hinterlassung tiefer Riefen an den Mühlsteinen. Das Zerkleinern erwies sich als sehr zeitintensive und anstrengende Tätigkeit, für 10 kg Erz benötigt eine Person etwa einen ganzen Tag.

Nach Abschluss der Vorarbeiten wurde ein erster Schmelzversuch unternommen. Die Erzschnmelze fand im Rahmen einer Vorführung statt (wissenschaftliche Experimente mit dem Einsatz physikalischer Messgeräte sind für die Zukunft geplant). Um 5.50 Uhr morgens wurde der Ofen angefeuert. Während der vierzigminütigen Aufwärmphase hat man den Ofen zunächst nur mit vorgeglühter Holzkohle betrieben, bis auch die Innenwand des Ofens glühte. Dann folgte die abwechselnde Beschickung mit Erzpulver und Buchenholzkohle im Verhältnis von 1:1 (Gewichtsprozent) durch die obere so genannte Gichtöffnung. Das Füllgut nahm stets den gesamten Ofenraum ein. Die Luftversorgung wurde mit einem Zweikammerblasebalg über die ins Ofeninnere führende Tondüse sichergestellt. Geblasen wurde mit 400 l Luft in der Minute. Aufgrund der Füllmasse entwich die Luft an der Gichtöffnung nur sehr langsam, sodass der Erzstaub nicht herausgeblasen wurde. Der Abbrand ging zunächst sehr zügig voran,

5 Zweiteilige Schiebemühle zur Erzzerkleinerung in Fundlage am Verhüttungsplatz „Hirschgarten“.



6 Ambossstein mit anhaftenden Schlackenresten und vorgelagerter Esse am Verhüttungsplatz „Hirschgarten“.





7 Experimentelles Zerkleinern von Neuenbürger Erz mit einem „Pochstein“.

8 Nachgebauter Rennofen während des Betriebs: Aus der Öffnung schlägt die „Gichtflamme“.

9 Ausräumen des Rennofens nach der Verhüttung.

man musste im Fünfminutentakt Erz und Holzkohle nachfüllen. Nach drei Stunden schlug eine kohlenmonoxidreiche Gasflamme aus der Gichtöffnung, die erst nach weiteren vier Stunden wieder erlosch. Dann verlangsamte sich das Tempo des Abbrands als Folge von Schlackenbildung und dadurch eingeschränkter Wegbarkeiten für die Luftzufuhr. Der Beschickungstakt wechselte auf zehn, später auf fünfzehn Minuten. Nach zehn Stunden waren ca. 20 kg Erzpulver im Reaktor. Bis zum letzten Niederbrand vergingen weitere zwei Stunden. Danach konnte mit der Öffnung des Ofens begonnen werden. An der Ofenbasis und in der Vorgrube hatte sich eine gut geflossene „fayalitische“ Schlacke als Reaktionsprodukt von Quarzsand und Erz gebildet. Gegenüber der Düsenöffnung hatte sich ein über 4 kg schwerer Klumpen aus Schlacke und Metall angereichert, die sogenannte Luppe. Auf ein Ausschmieden wurde verzichtet, weil das Stück noch für Materialanalysen benötigt wird.

Der Erfolg des Versuches besteht besonders in der Veranschaulichung der Prinzipien von Erzaufbereitung und Verhüttung, wie sie die Kelten wohl ganz ähnlich betrieben haben. Das Ergebnis ist jedenfalls eindrucksvoll: Zwar wurde der hohe Aufkohlungsgrad der Luppen, wie er sich beim archäologischen Fundgut beobachtet ließ, noch nicht erreicht, aber der hier eingeschlagene methodische Weg über die Pulvermetallurgie bietet einen neuen Ansatz, um die Anfänge der Rennfeuer-technologie zu verstehen. Dementsprechend wird die Versuchsreihe systematisch fortgesetzt und materialanalytisch begleitet.

Informationen zur Geschichte des Bergbaus in Neuenbürg gibt es im Besucherbergwerk „Frischglück“ (www.frischglueck.de oder Tel. 07082/791030). Der „Spectaculum-Ferrum-Pfad“ verläuft vom Bahnhof Neuenbürg über das Schloss zum Besucherbergwerk (Länge ca. 4 km). Eine Beschilderung vermittelt Informationen zu Geologie, Archäologie und Bergbaugeschichte.

Literatur

Guntram Gassmann / Manfred Rösch / Günther Wieland: Das Neuenbürger Erzrevier im Nordschwarzwald als Wirtschaftsraum während der Späthallstatt- und Frühlatènezeit, in: *Germania* 84, 2006, S. 273–306.

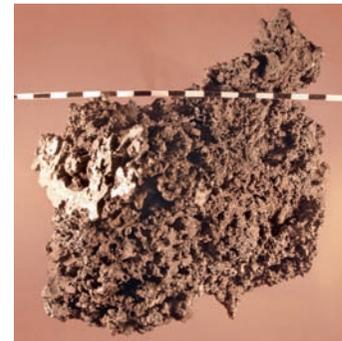
Guntram Gassmann / Günther Wieland: Archäologische Untersuchung eines Schlackenbügels der späten Hallstatt- und Frühlatènezeit im „Hirschgarten“ bei Neuenbürg-Waldrennach, Enzkreis, in: *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 2006, S. 82–85.

Guntram Gassmann / Günther Wieland: Frühkeltische Eisenproduktion im Nordschwarzwald – Rennöfen des 5. Jahrhunderts v. Chr. bei Neuenbürg-Waldrennach, Enzkreis, in: *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 2004, S. 102–107.

Glossar

Ofenbrust: Vorderseite des Ofens, von wo aus der Ofen beschickt und die Schlacke abgestochen wird.

Gichtöffnung: Öffnung am oberen Ende des Ofens, aus der die Verbrennungsgase entweichen.



10 Der beim Schmelzversuch produzierte Eisenklumpen.

Dr. Guntram Gassmann
Regierungspräsidium
Stuttgart
Landesamt für Denkmalpflege

Dr. Günther Wieland
Regierungspräsidium
Karlsruhe
Ref. 25 – Denkmalpflege