

# Die Eisenöfen im Hoftal bei Barga (Kanton Schaffhausen) : neuere Untersuchungen zur Geschichte der Eisenverhüttung in der Schweiz

Autor(en): **Guyan, Walter U.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Zeitschrift für schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte = Revue suisse d'art et d'archéologie = Rivista svizzera d'arte e d'archeologia = Journal of Swiss archeology and art history**

Band (Jahr): **17 (1957)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-164276>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Die Eisenöfen im Hoftal bei Barga

(Kanton Schaffhausen)

*Neuere Untersuchungen zur Geschichte der Eisenverhüttung in der Schweiz*

Von WALTER U. GUYAN

(TAFELN 51-56)

## I. EINLEITUNG

Schon seit langem beachtete man im Kanton Schaffhausen die Zeugnisse früher Eisengewinnung. Die ältesten bisher nachgewiesenen Schlacken fanden sich im römischen Ruinenfeld von Schleithelm (Juliomagus)<sup>1</sup>, etwas oberhalb des heutigen Salzbrunnenhofes. Ob die Römer nicht nur – wie man ganz unbelegt bisher annimmt – im Berner Jura, sondern auch im Schaffhauser Gebiet das einheimische Erz verhüttet haben, wissen wir nicht. Im Falle von Schleithelm könnte man auch an eine Schmiede denken, in der Luppen im Schlackenbad bis zum teigigen Zustand erhitzt und dann zusammengeschweisst wurden. Jedenfalls mangelt uns eine Untersuchung über Schlacken aus Rennfeuern und solche aus Schmiedewerkstätten, so dass vorläufig die beiden Schlackenarten nicht auseinandergehalten werden können, sofern wir nicht den direkten Beleg einer Schmiedesse oder eines Rennfeuers haben.

Durch Ausgrabungen sind die mittelalterlichen Bauernrennfeuer von Merishausen<sup>2</sup> bekannt geworden. Sie dürften aus Gründen der Konstruktion nicht über das Jahr 1500 hinausgehen; andererseits ist aus der Lage der Schlackenhalde zum völkerwanderungszeitlichen Friedhof von Merishausen ersichtlich, dass die Rennfeuer nachalamannisch sein müssen. Es handelt sich demnach um mittelalterliche Anlagen. Das Alter der anscheinend recht ausgedehnten Schlackenschichten in Hemmenthal<sup>3</sup> ist uns nicht bekannt. Von den verschiedenen Grubenfeldern lässt sich vorerst nur das grosse Schürfgelände im Lauferberg<sup>4</sup> mit der Zeit des Hochofens in Laufen in Beziehung bringen. Die übrigen Bohnerzgruben werden in den wenigsten Fällen zu datieren sein. Es mangelt uns offensichtlich eine Überlieferung vom mittelalterlichen Bergbau und seinen Rennfeuern.

<sup>1</sup> Jahresbericht 1944 des Museumsvereins (Schaffhausen), Thayngen 1945, S. 53.

Im römerzeitlichen Gebäude von Cond (Kreis Mayen) wurde eine gewerbliche Ofenanlage, wohl eine Schmiedesse ausgegraben. Es fanden sich Schlacken. Petrikovits denkt nicht an örtliche Eisenverhüttung, sondern an eine Schmiede, in der Luppen im Schlackenbad bis zum teigigen Zustand erhitzt und zusammengeschweisst wurden (Bonner Jahrbücher, 143/44. 1939, pag. 421 ff.)

<sup>2</sup> W. U. Guyan, Bild und Wesen einer mittelalterlichen Eisenindustriellandschaft im Kanton Schaffhausen, Basel 1946. Vgl. auch W. U. Guyan, Vor- und frühgeschichtliche Eisenschlackenvorkommnisse bei Merishausen, Bodenseebuch 1939. Ferner W. U. Guyan, Das alemannische Gräberfeld von Merishausen, Badische Fundber. 14, 1938.

<sup>3</sup> Siehe Anmerkung 2.

<sup>4</sup> R. Lang, Bergbau im Kanton Schaffhausen in den Jahren 1678-1770. Zeitschrift f. d. Gesch. d. Oberrheins, NF. Bd. 17, Heft 4, Heidelberg 1902, und Der Bergbau im Kanton Schaffhausen, Zeitschr. f. schweizerische Statistik, 1903.

## II. GEOGRAPHISCHE LAGE

Hoftal heisst ein auch in Schaffhausen wenig bekanntes Tal, das 12 km nördlich von Schaffhausen liegt (Tafel 1). Es führt von Bargaen nach den beiden auf einer leichten Anhöhe gelegenen Bauerngütern von Oberbargaen. Das Hoftal ist begrenzt vom Hengst im Süden, dem Mittelbuck im Westen und dem Tannbühl im Norden. Der Bach, die Durach, fliesst nur zeitweise; im Sommer liegt sein Bett trocken. Wir befinden uns nahe dem nördlichsten Punkt der Schweiz (Nr. 593), also im Grenzland gegen die deutsche Baar. Im benachbarten Mühletal fliesst die starke Jblenquelle, eine Schichtquelle, die als Ursprung der Durach betrachtet wird.

## III. HISTORISCHES VON BARGAEN

Das Gebiet, aus dem wir einige neue Ergebnisse der Bodenforschung zur Eisenhüttenkunde vorlegen können, liegt in der Nähe des Hofes Oberbargaen<sup>5</sup>. Leider kennen wir aus der Gemarkung Bargaen keine ur- und frühgeschichtlichen Funde. Bargaen und Oberbargaen bieten, wenigstens bis heute, das Bild einer völligen Siedlungsleere bis zum frühen Mittelalter; doch mag das nur eine Forschungslücke sein. Das Bauerndorf Bargaen hiess ursprünglich Paragan<sup>6</sup>; es ist urkundlich erstmals im Jahre 884 erwähnt. Oberbargaen scheint ein Filialort der Stammsiedlung Bargaen zu sein, ähnlich wie Oberhallau von Unterhallau<sup>7</sup>. Im Bereich seines bezeichnenden Flurnamens Hebsack könnte das alamannische Grabfeld liegen (wie etwa aus Schleithem-Hebsack<sup>8</sup> geschlossen werden kann); wir haben jedoch dazu keine Belege. Auch der 1378 aufgegebene mittelalterliche Friedhof ist noch nicht erforscht, aber wenigstens seiner Lage nach bekannt<sup>9</sup>.

## IV. DAS VERFAHREN

Die alten Schmiede konnten in ihren Holzkohlenfeuern nicht die Schmelztemperatur des schmiedbaren Eisens (1500°) erreichen. Trotzdem erzeugten sie aus dem Erz unmittelbar schmiedbares Eisen, weil dieses im teigigen Zustand bereits bei 1000° entsteht, sich in einem Schlacken-

<sup>5</sup> In der vorliegenden Arbeit werden die bescheidenen Ergebnisse einer archäologischen Untersuchung eines Eisenhüttenplatzes im Kanton Schaffhausen vorgelegt. Für sein Interesse an der Grabung haben wir im besonderen Direktor H. Naegeli von der Georg-Fischer-AG zu danken. In Dipl.-Ing. J. W. Gilles in Niederschelden an der Sieg fand ich einen gewichtigen und bereitwilligen Mitarbeiter für die einwandfreie Beurteilung der Schlacken. J. W. Gilles hat als versierter Hüttenfachmann auch das vorliegende Manuskript vor der Drucklegung freundlicherweise durchgesehen; auch dafür bin ich ihm zu grossem Dank verpflichtet. Dank gebührt auch Forstmeister F. Schädelin und Revierförster J. Meier von der Städtischen Forstverwaltung, in deren Revier unsere Schmelzstätten liegen. In Herrn J. Meier hatten wir einen stets und gerne hilfsbereiten und zudem ortskundigen Berater. Die Vermessungen lagen in den Händen von Vermessungstechniker E. Schöffeler vom Kantonalen Vermessungsamt in Schaffhausen. Die zeichnerischen Arbeiten übernahm in gewohnt sorgfältiger Art E. Bernath in Thayngen. Endlich besuchten auch meine Freunde, Prof. Dr. H. Boesch, Direktor des Geographischen Institutes der Universität Zürich, und Prof. Dr. E. Vogt, Vizedirektor des Schweizerischen Landesmuseums Zürich, die Fundstelle und liessen mir wertvollen Rat zuteil werden. Abschliessend darf ich noch ganz besonders die bedeutende Mitarbeit von Prof. Hl. de Vries von der Rijksuniversität in Groningen erwähnen, der mit seiner Radiokarbonbestimmung die typologisch bereits erarbeitete Datierung der Eisenschmelze erhärtete.

<sup>6</sup> G. Wanner, Frühgeschichtliche Altertümer des Kantons Schaffhausen, Beiträge zur Vaterländischen Geschichte, Heft 7, Schaffhausen 1900, S. 32: «Bargaen. Alte Eisengewinnung? Beim Bau eines Waldweges in der Nähe von Oberbargaen glaubt man auf eine primitive Schmelzstätte gestossen zu sein.»

<sup>7</sup> W. U. Guyan, Aus der Ur- und Frühgeschichte von Hallau, Klettgauer Zeitg., Hallau, 20. Februar 1954.

<sup>8</sup> Funde im Museum zu Allerheiligen. – M. Wanner, Das alamannische Totenfeld bei Schleithem und die dortige römische Niederlassung, Schaffhausen 1867.

<sup>9</sup> A. Steingger, Merishausen, Bargaen und der Spital, Schaffhauser Beitr. 14, Thayngen 1937.

bade sammelt und bei 1200° durch Hämmern verdichten und zusammenschweissen lässt. Dabei bildet ein Teil des Erzes mit der Gangart und der Holzkohlenasche eine an Eisen und Sauerstoff reiche Schlacke (FeO), die den Eisenkuchen an der Aufnahme des Kohlenstoffs hindert. Er bleibt dadurch weich und schmiedbar. Dazu sind die Eisenschädlinge der modernen Verfahren, Schwefel und Phosphor, ausgeschaltet. Schwefel ist in der Holzkohle nur in geringen Mengen vorhanden; Phosphor wird bei der niedrigen Schmelztemperatur und dem grossen Eisengehalt kaum nennenswert reduziert und geht zum grössten Teil in die Schlacke, die beim Ausschmieden der Luppe weitgehend entfernt wird. Bei guter Temperatur und hohen Phosphorgehalten geht doch ein Teil des Phosphors in das Eisen, härtet bei niedrigen Gehalten, macht es aber bei höheren grobkristallin und kaltbrüchig. Flusseisen soll weniger als 0,1% Phosphor enthalten, bei Schweisseisen – wozu auch das Rennfeueisen gehört – sind 0,3–0,5% zulässig. In einem La Tène-Eisen mit 0,07% C und 0,5% P fand Gilles grobes Korn und Kaltrisse. Der andere Begleiter der Eisenerze, das Mangan, geht vollständig in die Rennfeuerschlacke.

## V. DAS ERZ

Der geringe Mangan- und der hohe Phosphorgehalt der Schlacken verraten, dass die beiden Erze des Schaffhauser Randens, das phosphorärmere Bohnerz und das phosphorreichere Doggererz, verhüttet wurden. Da aber der Phosphor nicht nur aus dem Erz, sondern auch aus der Holzkohle und dem Baustoff der Herde – der ja auch abschmilzt – stammt, ist ein exakter Erznachweis aus der Schlackenanalyse nicht möglich. Dazu muss man darnach trachten, Erzlagerplätze oder Erzspuren bei und in den Halden zu finden.

Das Ausgangsmaterial für die Schaffhauser Hüttenbetriebe war in erster Linie das tertiäre Bohnerz, das auf dem Randen und Südranden über dem jurassischen Malm liegt. Es besteht aus rotgefärbten Tonen, die von braunen Kügelchen verschiedener Grösse durchsetzt sind, welche einen abbauwürdigen Eisengehalt aufweisen. Geologisch ist das Gebiet des Randens ein Ausschnitt aus dem Tafeljura.

An der obersten Durach und im Hofthal herrscht der Weisse Jura. Die benachbarten Höhen tragen teilweise eozaenes Bohnerz in Tonen, und das Grundwasser führende Tal enthält Kalktrümmerwerk und anscheinend auch etwas Auelehm, der eher weiss als gelblich erscheint.

Befassen wir uns vorerst kurz mit den Rohstoffen zur Eisenverhüttung, mit dem sogenannten Standortsproblem. Auf dem unserem Hüttenplatz benachbarten «Hengst» stehen Eisenerze an. Wenn wir den steilen Talhang zum Hengst aufsteigen, durchwandern wir einen herrlichen Buchenwald. Auf der Höhe liegt dann das ausgedehnte Schürffeld für das fast oberflächlich liegende Bohnerz<sup>10</sup>. Die dortigen Gruben lassen sich mit Trichtern vergleichen. Kleinere Gruben weisen einige Meter im Durchmesser auf, die grösseren bis zu 15 m. Ihre Tiefe beträgt nur wenige Meter, da die unregelmässig zwischen den Rändern aufgeworfenen Aushubmassen grössere Tiefen vortäuschen. Wo wurde das Bohnerz ausgelesen? Wurde es an Ort und Stelle sortiert? Wir glauben dies annehmen zu dürfen. Nachdem es zu Tal getragen worden war, konnte das Erz am Bach nochmals sauber gewaschen werden. Spuren einer Röststätte fanden sich nicht, und das Rösten war wohl bei der Verwendung von Bohnerzen, die sich sauber waschen liessen, nicht nötig. Das in Merishausen nachgewiesene Rösten diente der Entfernung von Wasser oder Kohlendioxyd aus kohlen säurehaltigen Erzen oder dann lediglich dem Auflockern des Erzgefüges bei den dichten oolithischen Erzen.

<sup>10</sup> Auf der «Geologischen Spezialkarte des Grossherzogtums Baden, Blatt Wiechs-Schaffhausen», von F. Schalch, sind die Bohnerzbildungen auf «Niederhengst» (über dem Massenkalk liegend) verzeichnet.

## VI. DIE HOLZKOHLE

Das Gebiet des Randens ist altes Waldland. Die Waldfläche im Kanton Schaffhausen umfasst rund 12000 ha, das sind 40 Prozent der Oberfläche, womit Schaffhausen der walddreichste Schweizerkanton ist. Die Wälder liegen ganz in der Laubwaldstufe. Vorherrschend ist auch in Barga der Buchenmischwald. Sicher war früher die Eiche verbreiteter als heute. Ausgedehnte Föhrenaufforstungen liegen nördlich des Hofales auf dem «Tannbühl». Hauptholzarten sind heute neben Buche, Föhre, Fichte und Tanne auch Ahorn, Esche, Ulme, Linde und ein wenig Eiche.

Während der Zeit des Bohnerzbaues war mindestens dieser Teil des Waldes auf dem Hengst gerodet. Darüber hinaus dürfen wir aber auch auf weitere Lücken im Waldbestand schliessen, weil die Erzverhüttung grosse Mengen an Holzkohle, vor allem aus Eichenholz, benötigte, die in zahlreichen Meilern in den benachbarten Wäldern des Schmelzofens – oder der Schmelzöfen – gewonnen wurden. Was wir in unseren Wäldern an Kohlenmeilerplätzen finden, darf wohl teilweise als mittelalterlich oder dann als neuzeitlich angesprochen werden. Einer natürlichen und künstlichen Wiederbewaldung haben wir es zu verdanken, dass solche Bergbau- und Verhüttungszeugnisse sich in Bodendenkmalen erhielten. Damit wollen wir aber nicht aussprechen, dass die Kohlenmeiler zu solchen Betrieben gehörten. Unsere Kenntnisse sind in solchen Dingen zu dürftig<sup>11</sup>.

## VII. KALK ALS ZUSCHLAG (?)

Kalkstein als Flussmittel, wie es beim späteren Hochofenprozess üblich wird, ist beim Rennfeuer nicht bekannt. Beim Stahlmachen gebraucht man zum Herstellen eines Schlackenbades gepochten Marmor oder Kalkstein, Rennfeuerschlacke und andere erdige Bestandteile. L. Beck<sup>12</sup> erwähnt, dass beim Schmelzen dem Erz nach Bedürfnis noch gebrannter Kalk als Flussmittel beigemischt wurde. Ob es sich tatsächlich um gebrannten Kalk handelt, wissen wir nicht. Nicolo Monardo<sup>13</sup> berichtet: «An etlichen Orten werfen sie Kalksteine unter dem Schmelzen ein, die scheiden die Schlacken ab.» Jedenfalls findet sich neben dem Hüttenplatz in der Hertiwiese ein Kalkofen. Ob dieser dazu in Beziehung gesetzt werden kann, ist aus dem Kalkgehalt der Schlacke nicht eindeutig zu beweisen. Der Kalk stammt bis zu 3% aus der Holzkohle, darüber wahrscheinlich aus dem Baustoff des Ofens und aus dem Erz.

## VIII. DIE EISENSCHMELZE: HERTIWIESE I

Auf die Eisenschlacken im «Hoftal» bei Oberbarga wies schon Georg Wanner<sup>14</sup> hin, allerdings ohne nähere topographische Angaben zu machen. Wir haben später eine schlackenführende Stelle in der Hertiwiese 100 m westlich von Punkt 658 lokalisiert und am 14. und 15. September 1954 und im Mai 1955 in einer bescheidenen Kampagne uns etwas Materialien für eine spätere planmässige Grabung geholt (Abb. 1).

Eine kleine, anscheinend dauernd fliessende Quelle liegt am Ausgang des kleinen Tälchens bei der Hertiwiese. Mit der Zufuhr von Erz und Kohle könnte ein noch sichtbares kleines Strässchen in Beziehung stehen, das am Hang gegen die Hertiwiese zu verläuft.

<sup>11</sup> Herr Revierförster J. Meier in Barga hatte die Freundlichkeit, auf einem Kärtchen die Lage dieser Meiler aufzuzeichnen, wofür wir ihm danken möchten. Die Skizze erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

<sup>12</sup> L. Beck, Die Geschichte des Eisens in technischer und kulturgeschichtlicher Beziehung, 2. Aufl., Braunschweig 1891, II, S. 146.

<sup>13</sup> N. Monardo, Lustige Gespräche von Stahl und Eisen, herausgegeben von J. Gesner, Leipzig 1615.

<sup>14</sup> Siehe Anmerkung 6.

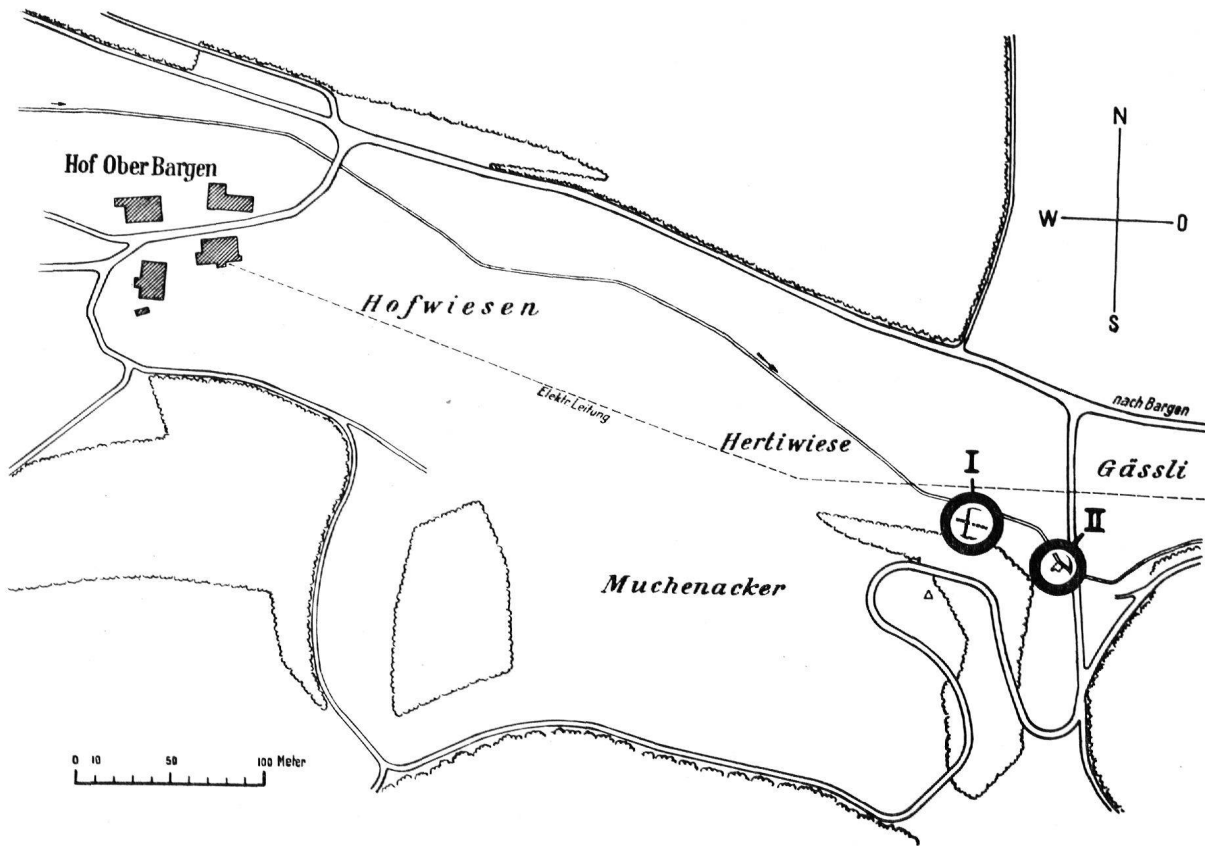


Abb. 1. Die beiden Eisenschmelzen Hertiwiese I und II

### a) Die Schlackenhalde

Die Schlackenhalde<sup>15</sup> liegt auf einer Denudationsterrasse, die von Oberbargaen talwärts der rechten Flanke vorgelagert ist. Ihre talseitige Neigung beträgt im Bereich des Ofens I etwa 8%. Das durchschnittliche Gefälle des Baches von Oberbargaen bis zum Beginn der Schlackenhalde haben wir mit 1,5% errechnet. An der Stelle der Schlackenhalde ist dieses Gefälle deutlich gestört und beträgt etwa 2,5%.

Die beiden untersuchten Schmelzstätten Hertiwiese I und II liegen (vgl. Abb. 1) am Ausgang eines Tälchens, das hier in das Hofthal mündet (auf etwa 650 m ü. M.). Die Bauern transportierten hier die Holzkohle und das Erz. Bemerkenswert ist vor allem, dass an dieser Stelle der Bach sein Gefälle deutlich verstärkt und damit eine günstige Gelegenheit zum Betrieb eines Wasserrades bot.

Die Schlacken in der Hertiwiese I (Tafel 54) sind das Zeugnis einer anscheinend aus geschicht-

<sup>15</sup> Um die Möglichkeiten der Verwendung des Minensuchgerätes zur Auffindung von Schlackenhalde und Öfen methodisch abzuklären, ersuchten wir vor der Grabung die Festungswachtp. 6, uns ein Minensuchgerät leihweise zu überlassen. An einem Nachmittag erstellte die Bedienungsmannschaft einen Plan der positiven und negativen Punkte im Bereich der Hertiwiese I. In der Folge zeigte es sich, dass das Minensuchgerät die Halde ganz ausgezeichnet umrissen hatte. Allerdings war es notwendig, in jedem Falle positiver Reaktion des Gerätes, durch ein Probeloch zu klären, ob es sich nicht nur um eine einzelne oder einige zerstreute Schlacken handelte. Nach Ausschaltung dieser, bei solchen Untersuchungen möglichen Fehlerquellen, war das Ergebnis für die weitere archäologische Erforschung der Fundstelle durchaus brauchbar. Es ist demnach bei einiger Erfahrung mit dem Minensuchgerät der Schweizerischen Armee möglich, gewisse, nicht zu tief liegende Eisenschlackenhalde festzustellen (Abb. 2).

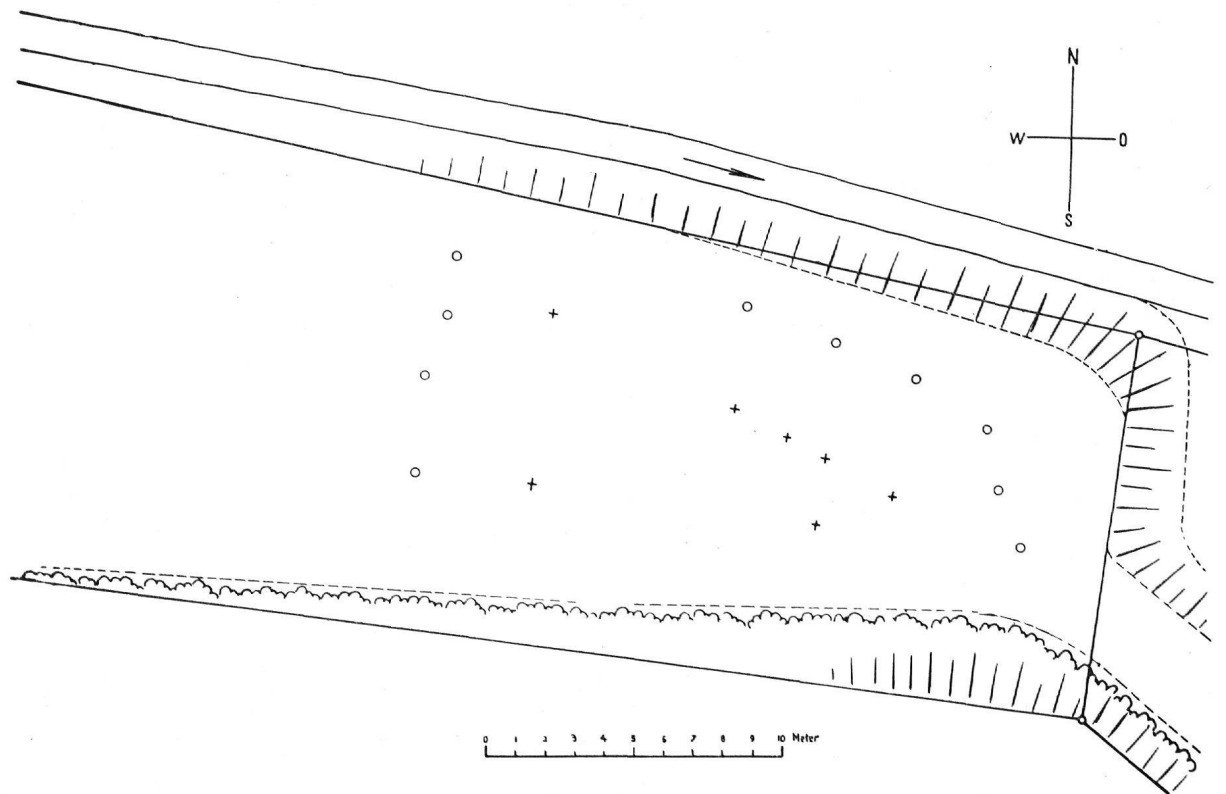


Abb. 2. Die Schmelzstätte Hertiwiese I. Reaktion des Minensuchgerätes: + = positiv, 0 = negativ

lichen Quellen nicht zu ersehenden, jedoch ansehnlichen Eisengewinnung. Allerdings müssen wir bedenken, dass diese Abfälle ein Mehrfaches des Volumens des gewonnenen Eisens ausmachen. Vielleicht wäre eine sehr grobe Schätzung der hier gewonnenen Eisenmengen durch eine Kubikinhaltsberechnung der Halde denkbar.

Die Schlacken geben uns durch ihre Formen und ihre Zusammensetzung wertvolle Hinweise auf die Bedingungen zu ihrer Entstehung. Wir haben daher J. W. Gilles gebeten, einige Schlacken zu analysieren. Er hatte die Freundlichkeit, uns die nachstehenden Ergebnisse zu übermitteln:

Analysenbefund:					
	N 1	N 2	N 3	N 4	N 7
Gesamt-Fe . . . . .	33,40	30,40	20,40	31,20	43,60
FeO . . . . .	12,90	35,09	24,03	31,09	49,54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	33,46	4,50	1,43	10,30	7,44
Mn . . . . .	0,30	0,30	0,30	0,30	0,45
R . . . . .	35,36	28,30	38,24	33,50	—
<i>darin:</i>					
SiO <sub>2</sub> . . . . .	22,14	25,40	36,90	27,10	18,56
CaO . . . . .	8,80	17,20	16,00	12,00	8,60
MgO . . . . .	2,60	2,40	2,80	2,50	2,00
P . . . . .	0,68	0,88	0,66	0,66	0,97
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	1,51	2,00	1,56	1,56	—
Rest: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	12,44	10,47	11,78	11,51	—
Alkalien . . . . .	5,00	3,00	5,00	5,00	—

Die Schlacken sind Rennfeuerschlacken, die aus einem Erz mit kalkiger Gangart in einem Herd oder Schachtofen geschmolzen wurden. Sie weisen auf niedrige Schmelzpunkte, etwa 1100°, hin. Durch ihren höheren Tonerdegehalt ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) sind sie zähflüssig und blähten sich teilweise durch die Gasentwicklung und durch den kräftigen Blasbalgwind basaltlavaartig auf. Die kalkige Gangart erhöhte die Schlackenmenge und verringerte den Eisengehalt. Andererseits dürfte der Brennstoffverbrauch hoch gewesen und daher mehr Eisen reduziert worden sein. Der geringe Eisengehalt der Schlacken lässt überdies vermuten, dass das Eisen hart war.

Das Schlackenfeld bestand aus grösseren kompakten Massen und hangwärts geneigten Schichten aus Schlacken, Wandteilen und dergleichen. Wir können jetzt schon aus dem Abraum gewisse Schlüsse ziehen. Die Füllmasse der Halde enthielt mehr oder weniger schwere Eisenschlacken, die nach dem Verhüttungsprozess eventuell von der Luppe abgeschlagen werden mussten. Gelegentlich kommen auch kleinere Tropfen vor, dazu vielfach grössere Brocken. Häufig sind die wurmartigen Fliesserscheinungen mit oberflächlichem bläulichem Schimmer. Das Aussehen dieser Schlacken ist jedenfalls verschieden von demjenigen aller bisherigen Funde aus dem Kanton Schaffhausen, die stets schwere Schlacken aus schlechter Ausbeute umfassten.

Weiterhin scheint mir bedeutungsvoll zu sein, dass die eigentliche Schlackenhalde keine Holzkohlen aufweist. Sie besteht ausschliesslich aus dem Abraum der Öfen. Die Holzkohlen fanden sich bisher nur am Ostrand der Halde. Hier müssen – mindestens zeitweise – Holzkohlen gelagert worden sein. Ein Erzlager haben wir noch nicht feststellen können, doch fand sich vereinzelt Bohnenerz. Häufig treten Mantelstücke auf, bei denen von der angeschlackten Seite aus die kräftige Brandfarbe und Härte abnehmen.

Wir haben zum Problem dieser Halde die folgenden Überlegungen angestellt: Der tiefste Ofengang liegt auf der Höhe des heutigen Bachbettes, der oberste rund 2 m höher. Deshalb dürfen wir wohl annehmen, dass der Ofen mehrfach verlegt wurde. Im Schnitt folgen sich von unten nach oben mehrere Ofengänge. In allen finden sich lockeres lehmiges Material vom Mantel und eigentliche Mantelstücke. Wir dürfen daraus wohl ableiten, dass mindestens teilweise, der Ofen nach einer Charge ausgebessert wurde.

## b) *Bemerkungen zum Schmelzofen*

### I. DIE OFENRESTE

Im Zentrum der Schlackenhalde bzw. auf ihrem höchsten Punkt lag ein grosser Klotz (Abb. 3, Tafeln 52 und 53), den wir vor der Grabung, als nur Teile davon in der Wiese sichtbar waren, als «Ofensau» angesprochen haben. Diese Deutung kann heute, nachdem eine Sondierung vorliegt, nicht mehr aufrechterhalten werden. Der Klotz misst etwa  $300 \times 200 \times 30$  cm. Darunter befand sich noch ein zweites, ähnliches Stück. J. W. Gilles (Niederschelden) dachte an schlecht geflossene Endschlacke. W. Hofmann (Schaffhausen) stellte fest, dass der Klotz zum grossen Teil aus Basalt besteht. Offensichtlich stand er unter Hitzewirkung und war mit zähflüssig gelaufenen Schlacken, die von der Luppe abfielen, zusammengesintert. Wesentlich ist die Feststellung, dass die Platten zuoberst auf der Halde liegen und zeitlich dem Abschluss des Verhüttungsbetriebes an diesem Ort gleichkommen. Daraus folgert die Frage, ob diese eventuell einen oder zwei zusammengestürzte Schmelzöfen darstellen, die im wesentlichen aus Basalten aufgebaut waren.

Im Bereich der Schlackenhalde fanden wir auch einige wenige Gesteinsbrocken aus Basalt, die aus dem benachbarten Hegau ins Hofthal gebracht worden sein müssen, wie wir vermuten, um die Bodenplatten zu bilden und die Mäntel der Herde aufzubauen. W. Wimmenauer (Freiburg im Breisgau)<sup>16</sup>, der ein ihm zugesandtes Handstück untersuchte, stellte fest, dass es im Dünnschliff

<sup>16</sup> Für alle seine Bemühungen bin ich Herrn Dr. W. Wimmenauer von der Badischen Geologischen Landesanstalt zu bestem Dank verpflichtet, ebenso Herrn Dr. L. K. Sauer, der diese Untersuchungen anregte.



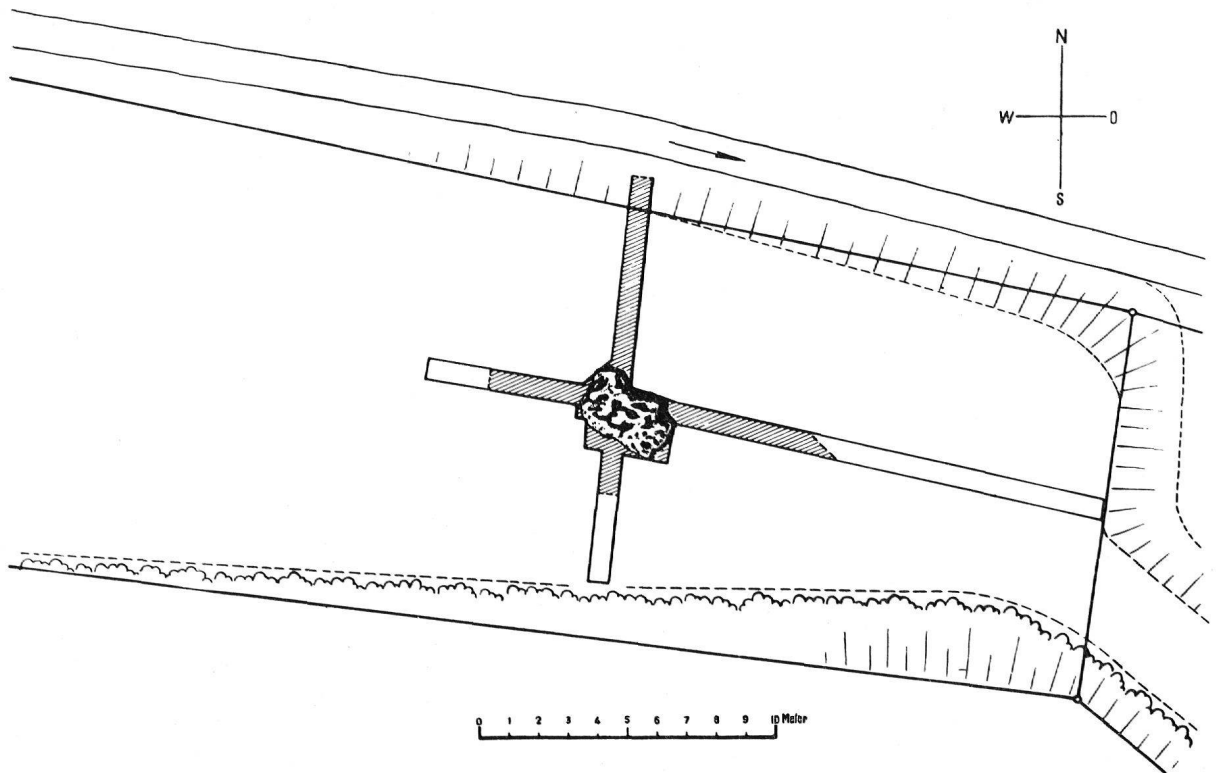


Abb. 3. Lageplan der Eisenschmelze Hertiwiese I mit Ofenrest

die folgende Zusammensetzung zeige: Olivin, überwiegend frisch; Grundmasse: Augit, Magnetit, Nephelin und dessen Zersetzungsprodukte, Melilith, Perowskit. Damit handelt es sich um einen typischen Nephelin-Melilith-Ankartrit, wie die von Leopold<sup>17</sup> aus dem Hegau beschriebenen Gesteine. Nach W. Wimmenauer kommen solche Ankartrite im Badischen Kaiserstuhl nicht vor.

Die Oberfläche der obersten Platte war nach einer freundlichen Untersuchung von F. de Quervain (Zürich)<sup>18</sup> «zweifellos nicht in der vorliegenden Form als Gestein erstarrt. Sie stellt ebenfalls ein künstliches glasiges Schmelzprodukt dar, das mit seinem Mineralbestand an Basalt erinnert, aber nicht einem primären Basalt entspricht, eher aus einer geschmolzenen oder fast zum Schmelzen gelangten Basaltmasse durch Neukristallisation mit teilweise verändertem Mineralbestand entstanden ist. Eingelagert enthält diese dunkle Masse Eisenkörner». Offensichtlich haben wir in diesen, aus Teilen der Platte entnommenen Wandstücken angeschmolzene Basalte vor uns, die im Ofenmantel eingemauert waren.

R. Jakob (Zürich) hat die Basaltmasse von Oberbargen ebenfalls einer gründlichen mikroskopischen Untersuchung unterzogen und die (von F. de Quervain überprüften) Ergebnisse zusammengefasst:

- a) Die Masse enthält, soweit nicht allzu stark verändert, Mineralien, die in Basalten normalerweise auftreten, ebenso Strukturen, die für basaltische Gesteine typisch sein können.
- b) Normales, nicht sekundär verändertes Basaltmaterial von grösserem Umfange liegt im uns vorliegenden Material aber nicht vor; das geht vor allem daraus hervor, dass in einem Dünnschliff

<sup>17</sup> Jahresber. u. Mitt. d. Oberrh. Geolog. Vereins, 1940.

<sup>18</sup> Briefl. Mitteilung von Herrn Prof. Dr. F. de Quervain, Zürich, vom 30. Mai 1956.

von wenigen Quadratcentimetern sowohl Mineralbestand, Korngrösse und Strukturen rasch wechseln, während üblicherweise Basalte sehr homogene Gesteine sind.

- c) Die am wenigsten veränderten Partien enthalten Augit und ganz frischen Plagioklas mit ziemlich typischer basaltischer Struktur. Das deutet auf einen Plagioklasbasalt als ursprüngliches Gestein. Dieses wenig veränderte Basaltgestein ist durchaus nicht reich an Magnetit.
- d) Im vorliegenden Material konnte Leucit nicht nachgewiesen werden. Die zahlreichen feststellbaren Mineralveränderungen und fremden Einschmelzungen können hier nicht erörtert werden.
- e) Bezüglich Herkunft kann folgendes festgestellt werden: Die normalen unveränderten Hegaubasalte sind zu 95% Melilithbasalte ohne Plagioklas. Hier ist eine Abweichung unverkennbar.
- f) Basalte mit einem normalen Eisengehalt von 30% sind ganz aussergewöhnlich; das vorliegende Probematerial hat sicher nicht diesen Eisengehalt primär besessen; es kann sich nicht um ein als Eisenerz sinnvoll verhüttetes Material gehandelt haben.

Die Basaltprobe, die obenauf lag, ist ein unveränderter Hegaubasalt. Im Kaiserstuhl gibt es einerseits Leucittephrite, andererseits olivinreiche Limburgite. Plagioklasbasalte finden sich im Kaiserstuhl nicht, sonst aber in Deutschland ziemlich verbreitet.

A. Voigt (Düren/Rhld.) stellte fest, dass die ihm übersandten (grossflächigen) Stücke der Basaltmasse auf Grund der mineralogischen An- und Dünnschliffuntersuchungen als Basalte mit beachtlichem, jedoch örtlich angereichertem Magnetitgehalt zu bezeichnen seien. Der Magnetit zeige grossenteils beim primären Habitus nicht übliche Formen, die demnach auf sekundäre Umwandlung (durch künstliche Hitzeeinwirkung) hinweisen. Der Basalt ist – nach der Ansicht dieses kompetenten Fachmannes – offenbar als Ofenmaterial verwendet worden, wobei er dann partiell umgewandelt wurde. Der Eisengehalt des Magnetits und auch der anderen basaltischen Begleitmaterialien genügt, nach A. Voigt, nicht, um den Basalt als Erz anzusprechen; die chemische Untersuchung liess, bei an sich sehr hohem Eisengehalt (bis 63%), einen grossen Teil desselben als metallisches Eisen erkennen. So dürfte auch aus diesem Grunde der Basalt nicht als Erz, sondern als Ofenbaumaterial zur Verwendung gekommen sein.

Es ist damit nachgewiesen, dass bei solchen Öfen in unserer Gegend Basalte als «feuerfestes Material» zum Aufbau der Öfen verwendet wurden. In der Literatur habe ich dazu keine Angaben gefunden. Pflips<sup>19</sup> machte mich darauf aufmerksam, dass der alte Schmelzofen von Mels im Sarganserland mit Verrucano ausgekleidet war.

Unter dem Typ der sogenannten Lausitzer Burgen in Norddeutschland finden sich gelegentlich Schlackenwälle, was die Engländer als vitrified forts bezeichnen<sup>20</sup>. Die Wälle sind im Stil eines murus gallicus in Holz und Steinen errichtet worden und bei kriegerischen Handlungen abgebrannt. Schuchhardt schreibt dazu: «Verschlackt sind die Wälle nur da, wo das Material des Berges ein leicht schmelzendes ist, wie vorzugsweise Basalt.» Leider vermögen wir nicht nachzuprüfen, wieweit solche Basalte durch den Brand tatsächlich angeschmolzen sind.

## 2. FUND EINER DÜSE FÜR DEN BLASEBALG

Aufschlussreich war der Fund einer Düse (Tafel 55). Sie besteht aus dem verbrannten, stark sandigen Ton eines Mantelstückes mit einer ofenseitig und aussen verschlackten Öffnung von 3,5 cm Durchmesser zur Einführung des Rüssels des Blasebalges. Beim vorliegenden Querschnitt der Öffnung war es nur möglich, die notwendigen Windmengen mit Blasebälgen in den Ofen zu bringen und so genügende Temperaturen zu erzielen. Das Handstück weist dazu zwei Löcher

<sup>19</sup> Freundliche Mitteilung von Herrn Bergwerksinspektor Pflips vom Eisenbergwerk Gonzen in Sargans.

<sup>20</sup> Schuchhardt, Vorgeschichte von Deutschland, Berlin 1928, S. 157.

von Schlackenabstichen auf. Damit brachte man vielleicht bei verstopfter Düse die Schlacke zum Abfluss.

Solche Düsen sind in der Regel sorgfältig geformt und gebrannt und besitzen eine lichte Weite von etwa 3–6 cm<sup>21</sup>. In Österreich fanden sich bis ins 19. Jahrhundert an Stelle der gebrannten Tondüsen bei den Wasserradschmelzen die «Fernen», Tonklumpen, die man nass in den Ofen schob und mit einem runden Stab durchbohrte und die dann durch die Ofenhitze gebrannt wurden. Eine derartige Düse ist auch an einem mittelalterlichen Schachtofen im latènezeitlichen Oppidum auf dem Michelsberg bei Kehlheim/Donau von H. Behaghel<sup>22</sup> beobachtet worden. Aus den dortigen Fundumständen ergibt sich ebenfalls, dass die Düsenrohre in ungebranntem Zustand in die Ofenwand eingepasst und erst durch den Verhüttungsprozess gebrannt wurden.

Der Zeitpunkt, in welchem man die Handblasebälge durch Bälge, die von Wasserrädern betrieben wurden, ersetzte, ist nicht präzise bekannt. An beiden Fundstellen in Barga ist aber ganz offensichtlich die Nähe des Wassers gesucht worden und mussten ja beide Rohstoffe, Erz und Kohle, vielleicht von Packpferden oder Eseln zu Tal getragen werden. Dürfen wir aber hier bereits an die Verwendung eines Wasserrades denken? Nach L. Beck<sup>23</sup> vollzog sich ein Wechsel vom Rennherd zu einem entwickelteren Ofentyp in der Steiermark bereits im Spätmittelalter. Nach J. W. Gilles erfolgte der Übergang zum Wasserradgebläse und Stückofen im Siegerland um 1300. Die neue Ofenart war der Stückofen, ein niedriger Schachtofen oder Blasofen, auch «Plaaofen» genannt. Dieser ist hier durch mit Wasserkraft betriebene Blasebälge mit Wind versehen worden. Dadurch liess sich im Ofen eine grössere Hitze erzielen. Nun ist aber flurnamenkundlich der Name «Bläje» bei Merishausen erwähnt, und damit steht die Kenntnis dieses Ofens für das Durachtal fest – oder dann handelt es sich wenigstens um einen mit Blasebälgen betriebenen Ofen. Das Eisen blieb bei diesem Verfahren wohl länger im Ofen und lief als flüssiges Roheisen aus. Das Ergebnis wäre dann vorerst hartes, nicht schmiedbares Eisen gewesen, das aber nochmals im Ofen geschmolzen, als Endprodukt dann ein besseres und gleichmässigeres Schmiedeeisen ergab als das direkt geschmolzene. Man nannte es daher «zweigeschmolzenes Eisen» und das Verfahren das «Frischen».

### 3. OBERBAU DES OFENS

Bisher fanden sich ausser grossen Mengen an Schlacken und den grossen Basaltplatten in der Halde keine grösseren Gesteinstücke vom Aufbau eines Ofens. Wir schliessen daraus, dass der Ofen vielleicht nur eine Bodenplatte aus Basalt besass und der ganze Oberbau mit den Winddüsen in Lehm aufgebaut war, oder dann – was wohl eher zutrifft –, dass wir es bei den Platten mit dem zusammengestürzten Ofen zu tun haben. Von Interesse mag noch der Hinweis sein, dass ein Ofen am Hüttenberger Erzberg ebenfalls auf Schlacke lag. Mit Sicherheit konnten wir nachweisen, dass die Innenwände des Ofenschachtes mit Lehm gefüttert waren. Die Stärke des Lehms schwankte bei den einzelnen grösseren Handstücken zwischen 5 und 10 cm. Wie die Ofenmantelstücke aus der Halde zeigen, waren die Ofenwände stark verschlackt und wurden, da wir diese in den Schichtungen aller Chargen finden, vor jedem Brand erneuert oder mindestens teilweise ausgebessert. Zweifellos liess sich auf diese Weise die Dauer der Benützung eines solchen Herdes ver-

<sup>21</sup> W. Schuler, Die Entwicklung der Eisenschmelztechnik in der Ostmark, in: Technikgeschichte, Bd. 28, Berlin 1939. Vom Siegerland ist bekannt, dass es zwei Sorten von Halden gibt, die sich im Aussehen der Schlacken unterscheiden; streng- und gutflüssig gelaufene. Die ersteren stammen aus einem mit Hangwind und Essenzug betriebenen Ofen, letztere aus einem Gebläseofen. Analog verhalten sich die Düsen, die bei den Windöfen 6 cm und bei den Gebläseöfen 2,5–3,5 cm Durchmesser aufweisen (J.W. Gilles, Versuchschmelze in einem vorgeschichtlichen Rennofen, Unser Werk, Werkzeitschrift der Hüttenwerke Siegerland, Heft 12, 1957). Die Düsenöffnung von Hertiwiese I liegt somit in den Dimensionen der Düsen von Gebläseöfen.

<sup>22</sup> Germania, 24, 1940, S. 117.

<sup>23</sup> L. Beck, a.a.O., I, S. 830ff.

längern, da die erkaltende Schlacke beim Zusammenziehen den eigentlichen Ofenaufbau durch Reissen oder Aufbrechen von Gesteinsstücken nicht beschädigte. Die von uns für die beiden Hüttenplätze in Oberbargen nachgewiesene Auskleidung der Schmelzöfen darf bereits als wirtschaftlich-technischer Fortschritt im Ofenbau angesehen werden.

Über die Gesteinsarten, die an anderen Orten zum Aufbau mittelalterlicher Rennfeuer verwendet wurden, fanden sich in der Literatur nur einige wenige Angaben. So heisst es, dass die Öfen am Hüttenberg und am steirischen Erzberg aus «Feldsteinen» in Lehmverbindung aufgemauert waren.

#### 4. ZEITSTELLUNG VON OFEN UND HALDE

Leider vermissen wir für diesen Ofen noch die sehr erwünschten datierenden Kleinfunde, wie Eisengegenstände oder Gefässreste, also Scherben. Die letzteren benötigen wir unbedingt, um das Alter der Anlage zu klären, wenn wir auch heute bereits der Schlackenanalyse entnehmen dürfen, dass es sich um einen spätmittelalterlich-frühneuzeitlichen – also jedenfalls nicht prähistorischen oder frühgeschichtlichen – Eisenverhüttungsplatz an der oberen Durach handelt, welcher das Bohnerz höchstwahrscheinlich vom Hengst bezog und mit der wohl teilweise in den in der Nähe befindlichen Meilern gewonnenen Holzkohle zusammen verhüttete. Wahrscheinlich haben wir noch mit einer grösseren oder kleineren zugehörigen Baute als Unterkunft für die Schmelzer und Köhler zu rechnen, die auch als Magazin oder dergleichen diente.

### IX. DIE EISENSCHMELZE HERTIWIESE II

(14. Jahrhundert)

Für eine Besichtigungsfahrt anlässlich der 77. Tagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins<sup>24</sup> lokalisierten wir anfangs April 1956 in einer Wiese am Bachrand der Durach, in unmittelbarer Nähe der früheren Fundstelle Hertiwiese I, eine zweite Verhüttungsstelle (Tafel 56). Diese gab sich durch vereinzelt Schlackenbrocken am Bachrand, hart bei der kleinen Steinbrücke, zu erkennen. Schon nach einstündiger Spatenarbeit stiessen wir auf grössere Basaltbrocken und fanden unmittelbar am rechten Uferbord des wasserführenden Baches eine Eisenschmelze, die in einer Halde mit einer schwärzlichen Kulturschicht aus Schlacken, Holzkohle, Lehm und anderen Ofenmaterialien lag. Die Fundstelle war oberflächlich nicht zu erkennen. Ihre Lage am kleinen Wasserlauf ist aber charakteristisch und liess an einen kleinen mittelalterlichen Eisenverhüttungsplatz denken.

#### a) *Der Rennofen*

Als zentrales Objekt unserer Grabung war der untere, ovale Kranz eines Rennofens (Tafel 56) mit einem inneren maximalen Durchmesser von 72 cm und einem äusseren maximalen Durchmesser von 135 cm erhalten. Der vorhandene Rest genügte, um seine Masse und den Aufbau in wesentlichen Teilen erkennen zu können. Grosse Basaltstücke waren eindeutig gestellt, in den Boden eingetieft und nur an einer Stelle – gegen Norden – durchbrochen. Wir dürfen wohl hier die zum Herausnehmen der Luppe dienende Ofenbrust annehmen. Jedenfalls hinderte beim Ausbrechen der Brust ein starkes Fundament den Ofen vor Beschädigung. Der natürliche Luftzug scheint beim Schmelzen keine Rolle gespielt zu haben, da die Ofenbrust im Windschatten des Talgrundes liegt und somit die Hangwinde nicht genutzt wurden. Die Bodensole bestand aus 5–10 cm starkem, verbranntem und daher rot gefärbtem Lehm und lag unmittelbar auf dem an-

<sup>24</sup> W. U. Gyan, Die schaffhauserischen «Eisentäler», Zur Exkursion des Oberrheinischen Geologischen Vereins, Schaffhauser Nachrichten, 7. April 1956.

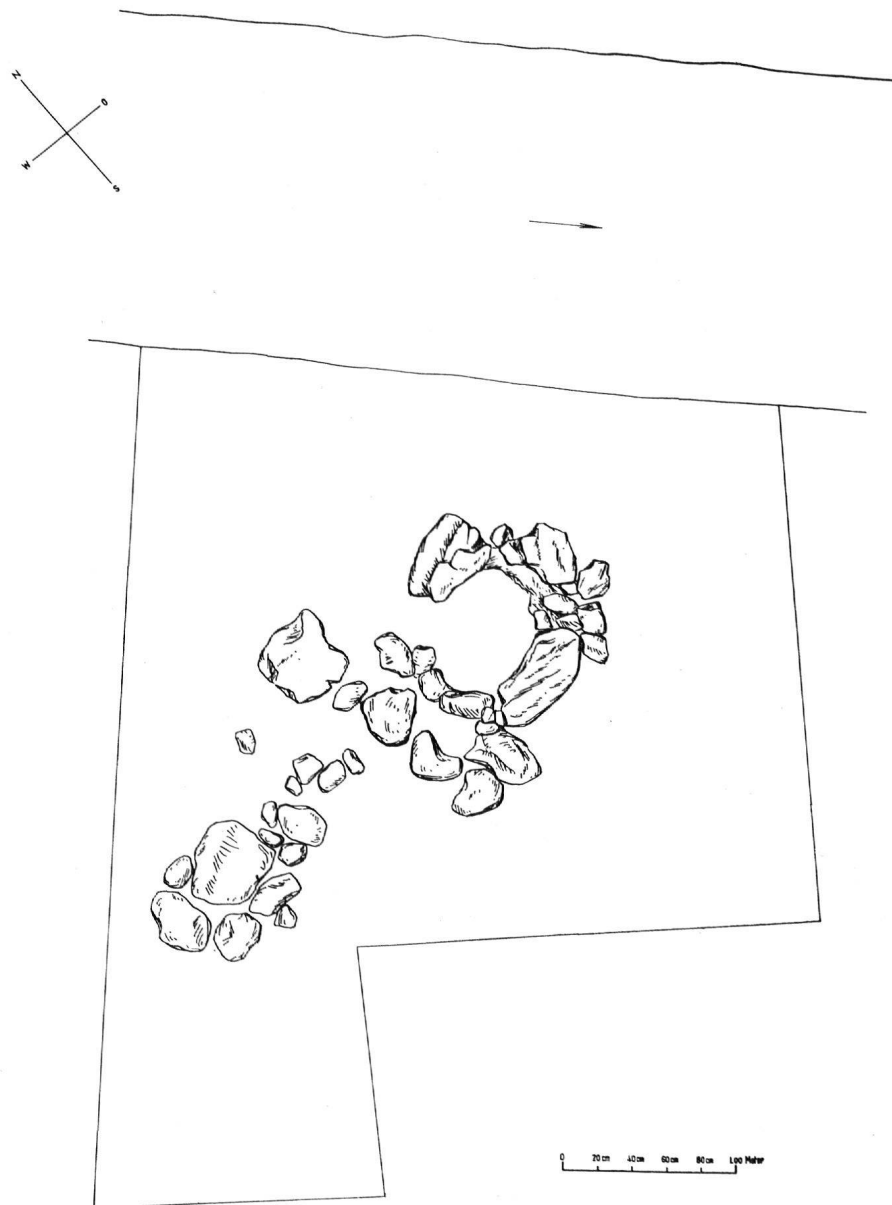


Abb. 4. Hertiwiese II: Plan der Eisenschmelze

stehenden Bachschutt und Auelehm. Die Steine waren auf der inneren Ofenseite ebenfalls teilweise rötlich angebrannt. Wir haben zudem verschiedene Basaltbrocken gefunden, an denen Schlacke anhaftete. War die innere Ofenwand nicht durchweg mit Lehm gefüttert?

Seitlich vom Ofenrest lagen auf der Kulturschicht – also nicht in den Boden eingetieft – zahlreiche weitere kleinere und grössere Basaltstücke. Dass sie ebenfalls zum Ofen gehören, machen die teilweise verbrannten Oberflächen wahrscheinlich. Wir hatten den Eindruck einer nach dem Verlassen des Hüttenplatzes gegen Westen eingestürzten Ofenanlage. Verstreute und verschleifte Teile lagen neben dem Ofen. Dazu gehört auch ein Komplex von teilweise verbranntem, teilweise nicht verbranntem Lehm von der Ofenwand, der sich unmittelbar an den Steinkranz des Ofens anschloss und etwa 10–30 cm mächtig war (Abb. 4).

Als Baumaterial hatten – wie bereits bemerkt – meist Basalte Verwendung gefunden, daneben

einzelne Gesteine, die aus der Moräne stammen, wie etwa ein Flyschsandstein. Zum andern Teil sind es Gesteine, die in der Nähe vorkommen: Muschelkalk und Juranagelfluh. Diese Gesteine sind oft durch die Ofenhitze gerötet und sicher teilweise in ihrer Struktur etwas verändert worden. Endlich ist die stellenweise rötliche Färbung der Basalte darauf zurückzuführen, dass sich Rost bildete.

### b) Die Schlacken

Die Schlacken des Haldenschuttes der Hertiwiese II (Tafel 56) sind anders beschaffen als diejenigen in der Fundstelle Hertiwiese I. Vermutlich handelt es sich um zwei verschiedene Perioden der Verhüttung, die aber nicht unbedingt weit auseinanderliegen müssen. Nach A. Quiquerez<sup>25</sup> finden sich im Schweizer Jura Eisenschmelzöfen in der Form von Schachtöfen, die an steilen, dem Wind ausgesetzten Abhängen in den Boden eingetieft waren. Darin soll mit natürlichem Luftzug geschmolzen worden sein. Solche Schachtöfen ohne Gebläse sind aber kaum anzunehmen; auch die primitivsten Öfen Neger-Afrikas verwenden Blasebälge zum Anfachen des Holzkohlefeuers.

Wir haben J. W. Gilles gebeten, auch diese Schlacken zu analysieren, und er hatte die Freundlichkeit, uns die nachstehenden Ergebnisse zu übermitteln:

Analysenbefund:					
Probe	S 1	S 2	S 6	S 7	S 9
Fe . . . . .	10,30	11,60	40,06	20,40	39,60
Mn . . . . .	0,10	0,20	0,10	0,10	0,20
Fe + Mn . . . . .	10,90	11,80	40,10	20,50	39,80
FeO . . . . .	8,00	4,90	46,96	17,80	44,63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	6,58	11,15	5,14	9,44	7,15
R . . . . .	82,82	57,93	20,60	67,20	29,39
darin:					
SiO <sub>2</sub> . . . . .	55,71	22,98	19,86	43,52	22,17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7,39	13,29	5,76	10,18	8,67
CaO . . . . .	5,20	13,20	12,00	3,60	9,40
MgO . . . . .	2,95	13,09	2,56	1,93	2,81
P . . . . .	0,37	0,44	1,10	0,33	0,91
Cu . . . . .	—	—	—	—	—

### c) Die Kulturschicht und die Ausdehnung des Hüttenplatzes.

Im Osten der Schmelze bestand die 40 cm mächtige Kulturschicht im wesentlichen aus Holzkohle. Im Westen lagen die Reste des Oberbaues des Rennfeuers, die bereits erwähnten Basalte, und zudem war hier die Kulturschicht stellenweise stark von Schlacken durchsetzt. Es schien uns wertvoll, die Grösse des Fundplatzes klar zu erfassen. Der Hüttenplatz liess sich durch Bohrungen und Schnitte auf einer Fläche von rund 50 m<sup>2</sup> feststellen. In diesem Bereich liegt die Kulturschicht; randlich schliessen sich weisse, zähe Auelehme und Kalktrümmerwerk des benachbarten Hanges an.

### d) Der Blasebalg

Für die Verwendung eines Blasebalges mit Wasserradantrieb spricht die Lage des Rennfeuers unmittelbar am Bach. Ohne grössere Mechanik war es möglich, die Kraft eines Unterschlagrades direkt auf den oder die Blasebälge zu übertragen und diese zu betätigen<sup>26</sup>.

<sup>25</sup> A. Quiquerez, Notice sur les forges primitives dans le Jura bernois, MAGZ, 17, Heft 4, Zürich 1871 (S. 71-88).

<sup>26</sup> Nach J.W. Gilles fand der Übergang zum Wasserradgebläse und Stückofen im Siegerland bereits um 1300 statt (Briefl. Mitt.).

Im Dürrental, einem abgelegenen Gebirgstal in der Nähe von Neuberg an der Mürz (in Österreich), fand sich eine Wasserradschmelze, wobei der Ofen ebenfalls hart am Rande des Baches stand, kreisrund und ganz in der Art der Windöfen errichtet war. Im 15. Jahrhundert dürfen wir also bereits mit «Radwerken» rechnen. In Österreich gab es überdies kleinere Dachbauten, welche die Blasebälge schützten, und vom 16. Jahrhundert an auch eigentliche Hüttengebäude, die alles zum Schmelzbetrieb Notwendige enthielten.

#### e) *Datierung des Rennofens*

An datierbaren Beifunden liegen einige wenige Scherben vor. Bedauerlicherweise fehlen Randprofile. Ein Gefäßbruchstück gehört jedoch zu einem mittelalterlichen Dreifusstopf, der nach E. Vogt ins 14. Jahrhundert datiert werden kann, jedenfalls mittelalterlich ist. Vergleichsstücke dazu finden sich etwa im Museum zu Allerheiligen in Schaffhausen unter den Inventarnummern 6321, 6333, 6352, 6353. Solche Gefässe – es handelt sich um die Reste eines Kochtopfes – sind zur Verpflegung auf den Arbeitsplatz mitgenommen worden. Ähnliche Formen wurden in der Stadt Schaffhausen fabriziert und wohl auch in der Umgebung verhandelt. Dazu kommen noch einige Knochenstücke von verspeistem Wild, was ebenfalls darauf hinweist, dass hier Mahlzeiten eingenommen wurden.

Mit Bezug auf die Beschaffung von Proben für die C-14-Radiokarbon-Methode steht die Fundstelle ganz besonders günstig da. Holzkohle liess sich in grösseren Mengen dem Laboratorium in Groningen zur Verfügung stellen. Zu einer Untersuchung werden nur rund 20 g benötigt. Das Material schien mir rein zu sein, jedenfalls konnten wir keine Bakterien oder Schimmelpilze an den Holzkohlen beobachten, und dies ist für die Auslieferung einwandfreier Proben an ein Radiokarboninstitut von wesentlicher Bedeutung. Da lebende Mikroorganismen ständig ihren Kohlenstoffgehalt erneuern und, wenn sie in einer Probe mitenthalten sind, dem Material «jungen» Kohlenstoff zuführen, kann sich so das Ergebnis der Untersuchungen verfälschen. Diese Fehlerquelle scheint für Bagen aber nicht in Frage zu stehen. Hl. de Vries (Groningen) bestimmte die Holzkohle als  $1320 \pm 50$  nach Christi Geburt, ein Ergebnis, das ausgezeichnet zu den Resultaten der typologischen Untersuchung der Scherben passt. Von Interesse mag noch der Hinweis sein, dass A. Quiquerez auf Grund vorhandener Akten die Eisenverhüttung im Berner Jura ins 12. bis 14. Jahrhundert stellt.

#### f) *Rekonstruktion des Ofens und Vorgang des Schmelzens*

In den entscheidenden Fragen gelang es uns, den Aufbau des Ofens zu klären. Er lag unmittelbar auf dem gewachsenen Lehmgrund und wurde vorwiegend aus Basalten aufgebaut. Kalksteine sind nicht verwendet worden. Als Bindemittel zum Aufschichten der Steine knetete man Lehm und füllte damit die Fugen aus. Im unteren Teil des Steinkranzes befand sich die Ofenbrust und wohl auch ein Düsenloch für das Blasen; die Kuppel schloss mit der Gicht ab. Leider ist uns die Höhe des Ofens nicht bekannt. Wenn wir diese mit 1,5 m veranschlagen, so betrug sein Inhalt etwa 0,4–0,5 m<sup>3</sup>. A. Quiquerez<sup>27</sup> rechnete vergleichsweise meist mit Ofeninhalten von 400 l. Durch die oben angebrachte Gicht zogen der Rauch und die giftigen Kohlenmonoxydgase ab.

Die Konstruktion eines solchen Schmelzofens nahm eine beträchtliche Zeit in Anspruch. Wir denken vor allem an die Beschaffung der schmelzofenfesten Gesteine aus dem Glazial und von Basalten aus dem benachbarten Hegau. Dazu wurden mindestens einige Kubikmeter Gestein für einen Ofen benötigt. Die Materialien sind entweder mit Packpferden oder Packeseln oder dann mit Karren oder Schlitten zugeführt worden.

<sup>27</sup> A. Quiquerez, a.a.O., S. 81.

Wahrscheinlich wurde der Ofen in einem Zuge schichtenweise mit Holzkohle und Erz gefüllt. Dann wurde die Holzkohle-Erz-Mischung angezündet und zur Erhöhung der Temperatur und Verbesserung des Wirkungsgrades geblasen. Wir nehmen an, ohne dies belegen zu können, dass es sich um einen wasserradgetriebenen Blasebalg handelt. In dem Masse, in welchem die Beschickung sich im Ofen senkte, gichtete man Erz und Kohle nach.

Leider wissen wir nicht, ob die Gicht, das Beschickungsloch, oben oder an der Seite des Ofens angebracht war. Auch wissen wir nicht, wie lange der Schmelzprozess dauerte. Durch die Ofenbrust liessen die Bauernschmelzer die flüssigen Schlacken ab. Das Ergebnis war ein mit Schlacken vermengter Klumpen (*massa ferri*), eine sogenannte Luppe oder Rohluppe aus schmiedbarem Eisen. Zum Herausnehmen der Luppe musste die Ofenbrust eingeschlagen werden.

Das Ausbringen des Eisens war in den Rennfeuern schlecht, da der grösste Teil des in den Erzen enthaltenen Eisens in die Schlacke ging, die 10–40% Eisen enthielt. Die Luppe war auf keinen Fall geflossen, sondern nur teigig, da die Temperatur von rund 1500° nie erreicht wurde, die notwendig ist, um flüssiges Eisen entstehen zu lassen, das gegossen werden kann. Ihr Gewicht ist schwer zu schätzen, dürfte aber um 20–30 kg liegen. Selbstverständlich schweissen beim Schmelzprozess nicht alle reduzierten Eisenkristalle am Ofen an die Luppe an. Vor allem wurden beim Abstich auch kleinere Eisenstückchen in die Schlacken eingebettet. Aus diesem Grunde, um das letzte Eisenteilchen zu gewinnen, sind wohl auch die Schlacken zerschlagen worden.

Die Luppe wurde dann vom Schmied durch nochmalige Behandlung (Hämmern, Zerkleinern) gereinigt und entweder direkt weiterverarbeitet oder dann, als Massel geformt, weiterverkauft. Die Formen der Masseln kennen wir nicht. Im Hüttenwerk von Immendingen, das im 19. Jahrhundert betrieben wurde, sind beispielsweise doppelpyramidenförmige Masseln (nach den Enden auslaufend) gebräuchlich gewesen. Die Eisenbrocken der Luppe waren jedenfalls gut schmiedbar. Sie enthalten wenig Kohlenstoff und waren daher nicht hart und spröde.

Wenn die Verschlackung des Ofens das Fassungsvermögen zu sehr beeinträchtigte, entfernte der Schmelzer die Schlacken und fütterte die Öfen mit neuem Lehm aus.

## X. ERGEBNIS: MITTELALTERLICHE BAUERN-SCHMELZHÜTTEN IM OBEREN DURACHTAL

Die bisherigen Forschungen in Oberbargen lassen auf eine in bescheidenem Umfang betriebene Eisenverhüttung schliessen. Es ist, wie ich schon bemerkte, wohl eher an einen saisonmässigen Betrieb zu denken, da ja nicht das ganze Jahr hindurch gearbeitet werden konnte. Im Winter war die Schneedecke hinderlich, in den anderen Jahreszeiten erforderte die Feldbestellung und Ernte die ländlichen Arbeitskräfte. So denken wir uns diese Eisenverhüttung nicht mit dem Charakter eines ständigen Gewerbebetriebes, eher als eine Art fester Hofarbeit oder Nebenbeschäftigung der im oberen Durachtal wohnenden Bauern. Diese Annahme schliesst nicht aus, dass sich ein gewisser Eisenvertrieb entwickeln konnte. Die Leute hatten vor allem mit der Beschaffung der Erze in den Schürffeldern auf dem Randen, der Zubereitung von Holzkohle in Meilern, dem Kalk als Zuschlag zur Schmelzerei und dem Lehm für die Fütterung des Ofens zu tun und die Basalte für die Ofenkonstruktionen herbeizuschaffen. Dabei wurde ein Teil des Waldes der Umgebung verwüstet. Es ist anzunehmen, dass die Eisenbereitung aus Erzen in diesen Waldschmieden wohl lange die einfache Form des Rennfeuers beibehielt, dagegen mag bei den Schmieden, die das Eisen weiterverarbeiteten, schon in einem früheren Zeitpunkt eine gewisse Arbeitsteilung – zum Beispiel in ausgesprochene Waffenschmiede – eingetreten sein. Da weiches Schmiedeeisen für Waffen nicht verwendbar ist, musste dieses in Stahl umgewandelt werden. Alle diese Arbeiten setzen in der Nähe des Hüttenplatzes eine bescheidene Unterkunft voraus. Wir haben jedoch keinen Hinweis auf eine Überdachung gefunden.



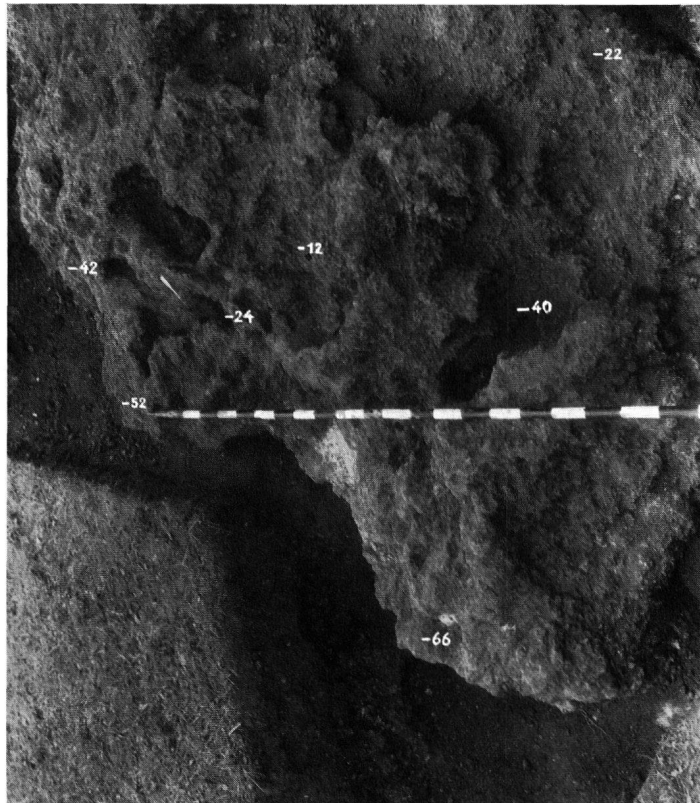
Selbstverständlich hätte uns auch die Frage nach dem Auflösen der Erzlager und dem Einstellen der Verhüttung noch zu beschäftigen. Wir vermögen jedoch dazu nichts auszusagen. Ob die als Folge des Meilerbetriebes eingetretenen Waldverwüstungen oder ein unrentabler Bohnerzabbau oder die Erschöpfung der oberflächlichen Erzlager oder endlich wirtschaftliche Gründe zur Betriebsaufgabe führten, ist nicht auszumachen.

Wir möchten noch abschliessend auf die Rarität des Eisens im Mittelalter hinweisen. Das Eisen wurde erst billiger, als man nach dem 15. Jahrhundert bessere Öfen, die Stücköfen, baute. Überall sehen wir während des Mittelalters einen sparsamen Umgang mit dem Eisen als Werkstoff. Man benötigte das Eisen damals vor allem für die Waffen und zudem für die Beschläge von Rädern, für Hufeisen und Pflugscharen.

So gehört Barga in den Rahmen der mittelalterlichen Hüttenplätze des Schweizer Juras. Hier schmolzen einst die Meiler und glühten vor Jahrhunderten die kleinen Schmelzöfen. Kundige Bauern betrieben die Eisenverhüttung. Der Stand des Eisenarbeiters war noch nicht bekannt. Die Eisenschmelzer waren Bauern, deren Wirtschaft damals noch die eigene Herstellung von Eisen umfasste. Immerhin lassen die ausgedehnten Schlackenhalde von Merischausen über die Deckung des Eigenbedarfes hinaus an den Verkauf von Eisen als zusätzliche Verdienstquelle denken<sup>28</sup>.

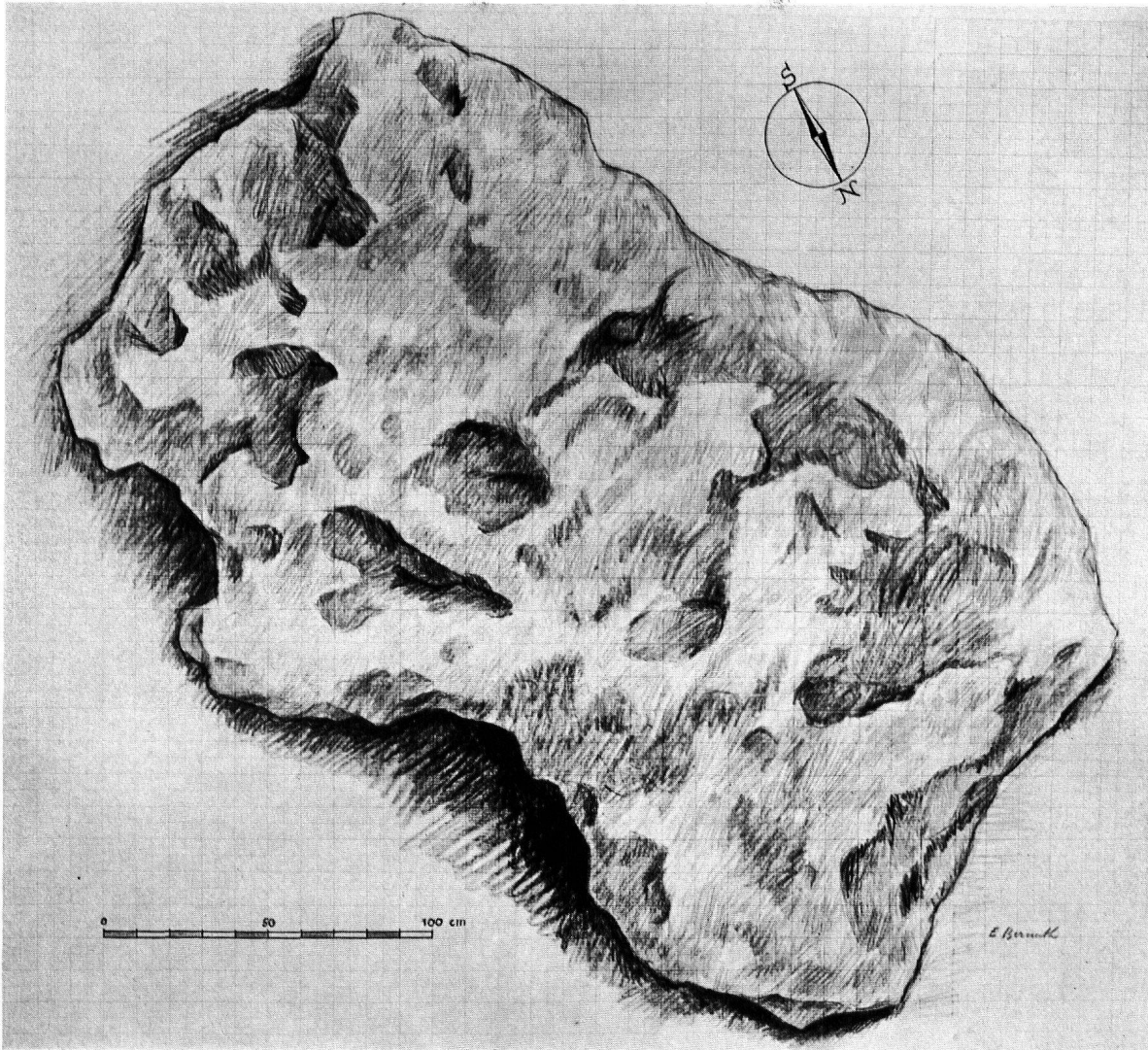
<sup>28</sup> Interessante Parallelen zu Barga finden sich im Quellgebiet des Iserbaches, in: Nassauische Heimatblätter, 1955, pag. 17 (K. Heymann, Mittelalterliche Waldschmieden im Quellgebiet des Iserbaches), ferner im Solms Land, in: Arch. Eisenhüttenwesen, 22, 1951, pag. 343-354 (Robert Herwig, Waldschmieden und Rennfeuerhütten im Solms Land [Lahngebiet]).





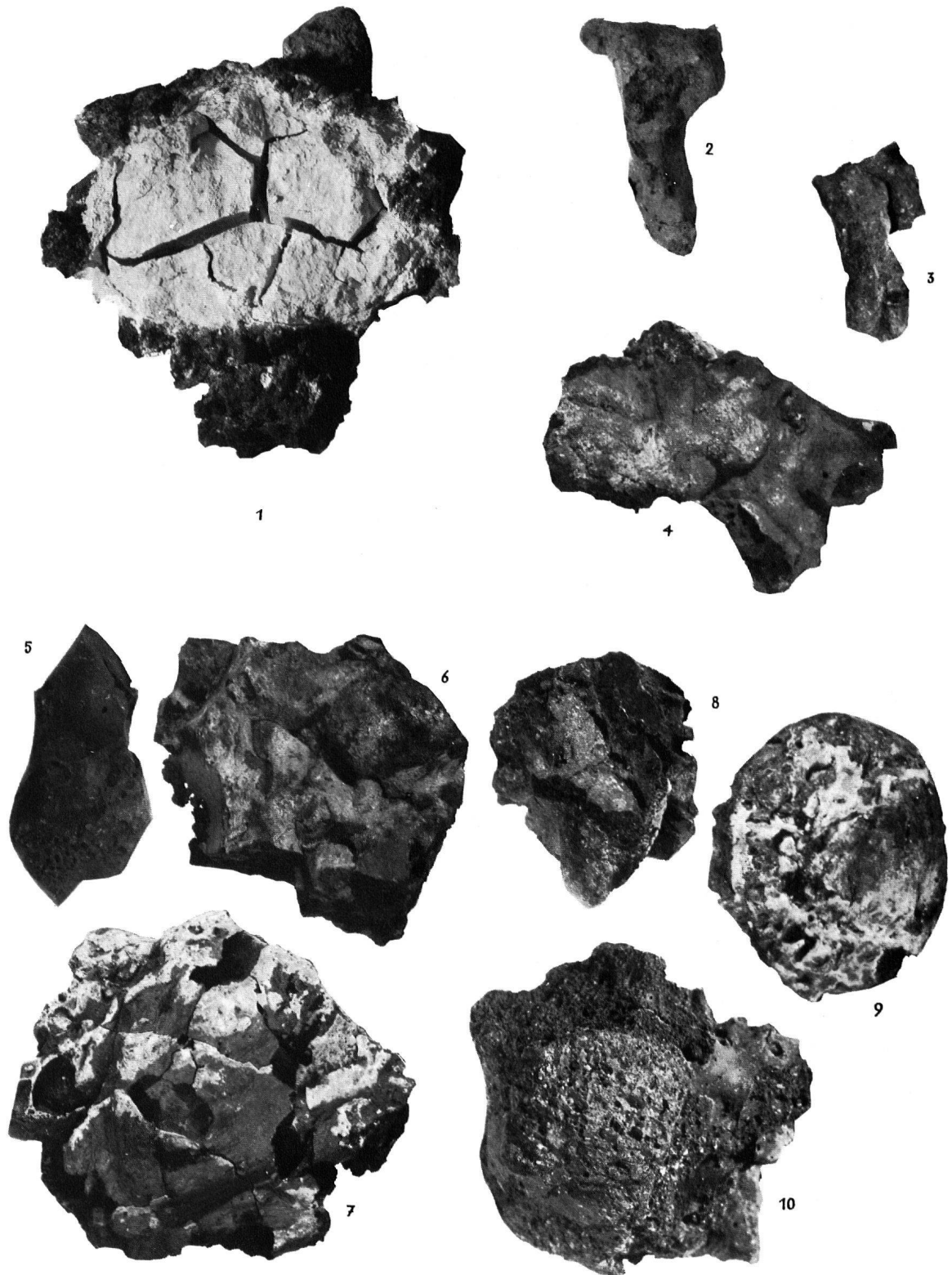
DIE EISENÖFEN IM HOFTAL BEI BARGEN

Die Eisenschmelze Hertiwiese I. Der Pfeil gibt die Nordrichtung an



DIE EISENÖFEN IM HOFTAL BEI BARGEN

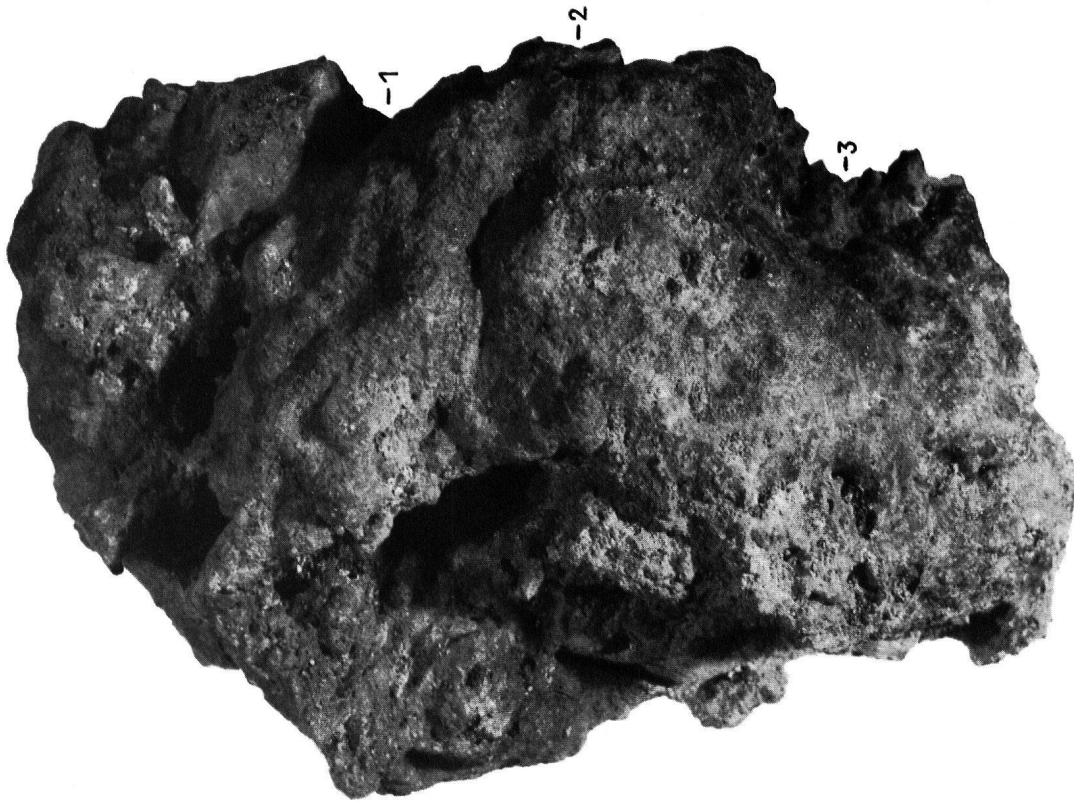
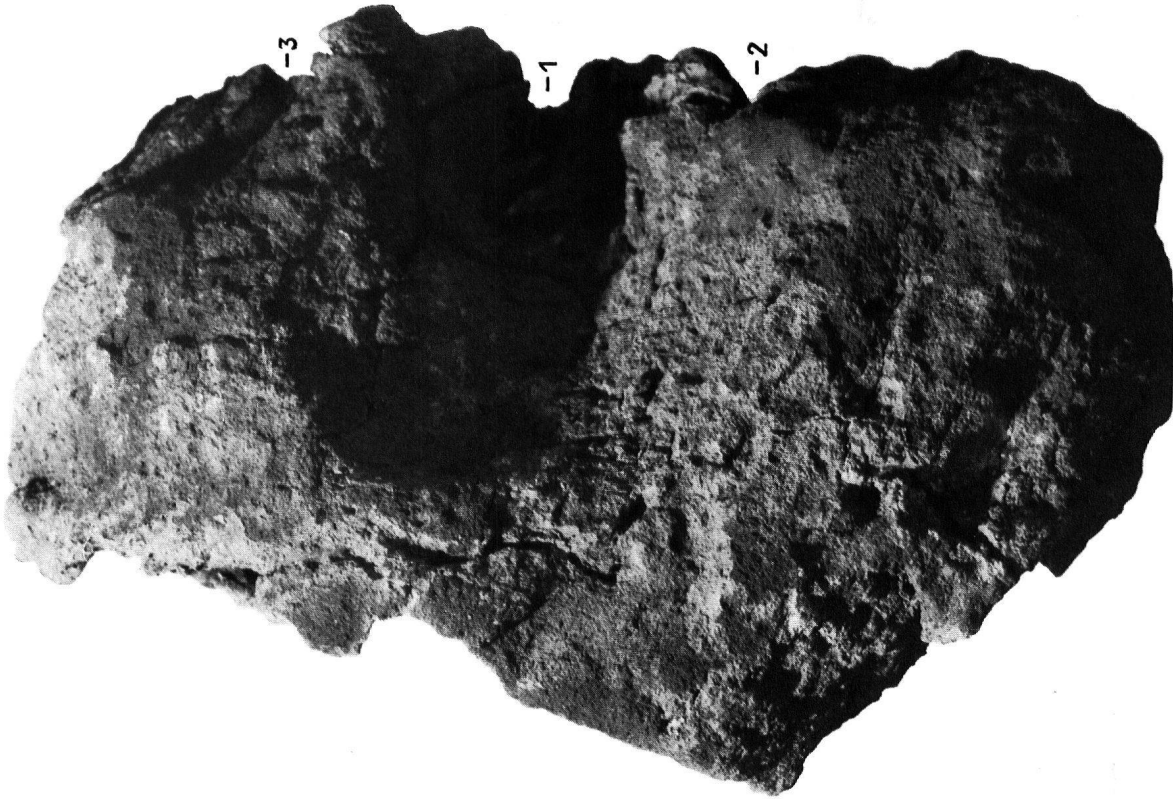
Hertiwiese I: Zusammengeschmolzener Basaltblock (Bleistiftskizze)



DIE EISENÖFEN IM HOFTAL BEI BARGEN

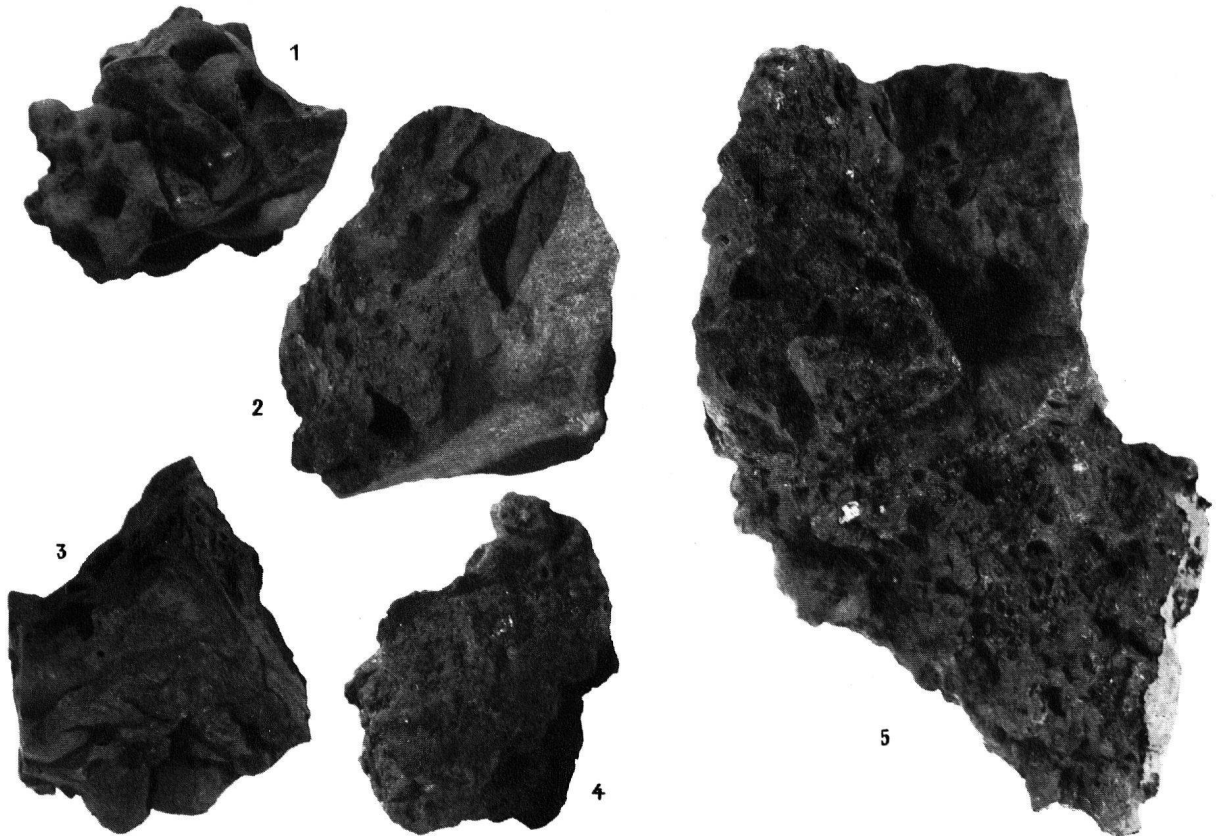
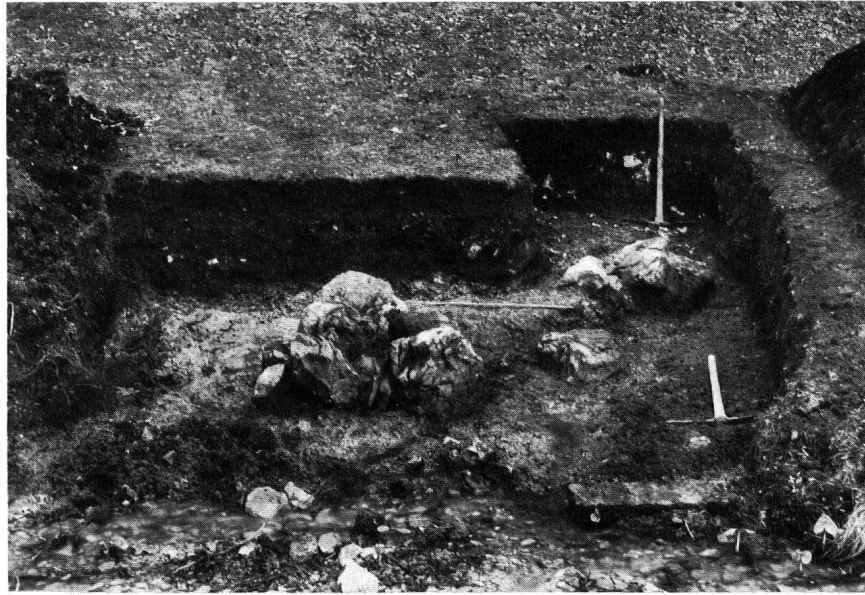
Hertiwiese I: 1 Schlacke mit Kalkzuschlag, der beim Erkalten zersprang. – 2 Schlackenzapfen aus zäher Schlacke mit gefälteter Oberfläche, Spitze links und unten aus zwei Schlackenläufen ausgelaufen (Unterseite). – 3 Doppelspitze eines zähflüssigen Schlackenlaufes (eine Spitze abgebrochen) mit gefälteter Oberfläche. Bruch rotbraun bis blaugrau, mit weisslichem Anflug von Kalk. – 4 Wurmformig, breitbänderig gelaufene Schlacke mit wenig Blasen und einigen Anbackungen von Mergelkalk. – 5 Schwere (basaltartige) Schlacke mit wenig Gasblasen und amorphem, steinigem Bruch. – 6 In dicken Strängen wurmförmig gelaufene Schlacke, die oben dichten, unten kleinblasigen Bruch aufweist. 7 Leichte, blaugraue, stark poröse Laufschlacke mit grossen dünnhäutigen Oberflächenblasen, deren Oberseite zum Teil eingedrückt ist und mit Mergelkalkanbackungen (vom Baumaterial der Schmelze). – 8 Blaugraue, poröse, leichte, zähflüssige Laufschlacke mit Mergelkalkanbackungen und teils blauem, teils braunrotem Bruch. Die Oberfläche ist zum Teil braunrot oxydiert und zeigt eisenhaltigen Niederschlag von dem zum Abkühlen verwendeten Wasser. – 9 Vorderes Ende des Schlackenflusses von leichter, poröser, zähflüssiger Anfangsschlacke mit viel Mantelbaustoff. – 10 Poröse, leichte Laufschlacke mit Mantelbaustoff.

(Alle Abbildungen  $\frac{1}{2}$  natürliche Grösse)



DIE EISENÖFEN IM HOFTAL BEI BARGEN

Links Hertiweise I; Düsenloch (Ferne), Innenseite  
Rechts: Hertiweise I; Verschlackte äussere Seite des Düsenloches und von zwei Schlackenlöchern des Rennfeuerofens.  
Das mittlere Loch (Nr. 1) von ca. 3,5 cm Durchmesser ist ein Düsenloch (zur Einführung des Blasebalg-Rüssels), das  
stark mit der zähflüssigen Schlacke zugelaufen ist. Die Nrn. 2 und 3 sind Schlackenabstiche  
(Beide Abbildungen  $\frac{1}{2}$  natürliche Grösse)



DIE EISENÖFEN IM HOFTAL BEI BARGEN

Oben: Hertiwiese II: Rennofen von Nordosten gesehen. Unten: Hertiwiese II  
1 Grossblasige, derbe, wurmförmig gelaufene Schlacke. – 2 Angeschlackter Stein vom Ofenmantel. – 3 Derbe, etwas blasige Laufschlacke. – 4 Poröse, leichte Laufschlacke. – 5 Poröse, grob- und kleinporige Laufschlacke, angeschmolzen an einen Stein und mit angebranntem Mergel vom Ofenmantel (Abb. 1–5, Grösse 1:1)