

Die früh- und hochmittelalterlichen Gipsbrennöfen von Gamsen (VS)

Autor(en): **Paccolat, Olivier / Taillard, Pascal / Antonini, Alessandra**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mittelalter : Zeitschrift des Schweizerischen Burgenvereins =
Moyen Age : revue de l'Association Suisse Châteaux Forts =
Medioevo : rivista dell'Associazione Svizzera dei Castelli = Temp
medieval : rivista da l'Associazion Svizra da Chastels**

Band (Jahr): **5 (2000)**

Heft 4

PDF erstellt am: **11.09.2018**

Persistenter Link: <http://doi.org/10.5169/seals-165014>

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.

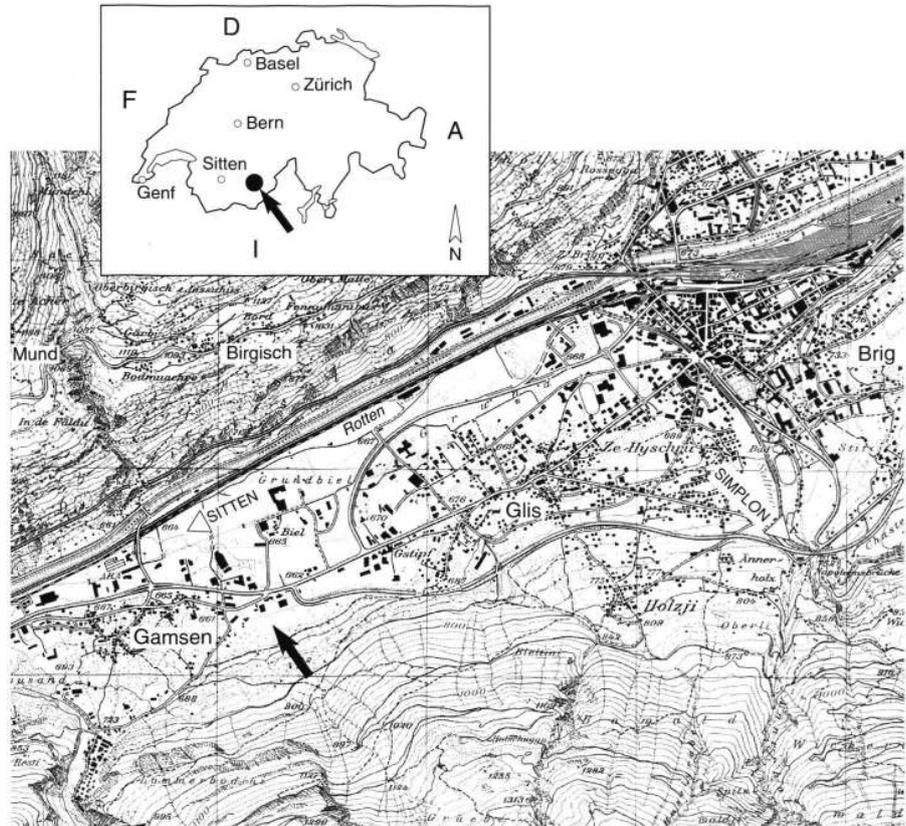
Die früh- und hochmittelalterlichen Gipsbrennöfen von Gamsen (VS)

von Olivier Paccolat und Pascal Taillard unter Mitwirkung von Alessandra Antonini

Einführung

Das Brennen von Kalk- oder Gipsstein zur Gewinnung eines flüssig zu verarbeitenden Baumaterials hat eine lange Tradition. Während die Herstellung von Kalk aber von der römischen Epoche bis in die Neuzeit anhand zahlreicher archäologischer Fundstellen belegt werden kann, ist diejenige von Gips weniger gut dokumentiert¹. Die wissenschaftliche Literatur ist entsprechend gering. In unserer Gegend sind nur wenige Öfen gefunden worden, in denen man Gipsstein gebrannt hat. Gross ist deshalb die Bedeutung der ausgesprochen gut erhaltenen Öfen aus dem Frühmittelalter, die im Oberwallis, in der Nähe des Dorfes Gamsen, freigelegt worden sind. Zwei Ofentypen können hier nachgewiesen und in ihrer Funktionsweise studiert werden. Materialanalysen des Inhaltes (Dünnschliff-Mikroskopie und Röntgendiffraktion) zeigen, dass in diesen Anlagen unterschiedliche Gipsqualitäten (Stuckgips und Estrichgips) sowie – zumindest in einzelnen Öfen – auch Kalk hergestellt worden sind.

Die Brennöfen von Gamsen befinden sich auf der linken Talflanke, rund drei Kilometer westlich der Stadt Brig-Glis (Abb. 1 und 2). Sie sind 1987 zusammen mit umfangreichen Siedlungsspuren entdeckt worden, anlässlich von Sondiergrabungen auf dem Trasse der zukünftigen Autobahn A9². In der Folge ist der gefährdete Hangabschnitt während 12 Jahren archäologisch untersucht worden³. Die dabei offen gelegten Befunde erstrecken sich über eine Zeitspanne von mehr als 2500 Jahren. Die ältesten Spuren datieren aus der Bronzezeit (ca. 1500 v. Chr.). Seit der frühen Eisenzeit (um 650 v. Chr.) ist eine Siedlung nachweisbar. Diese scheint ohne Unterbruch bis



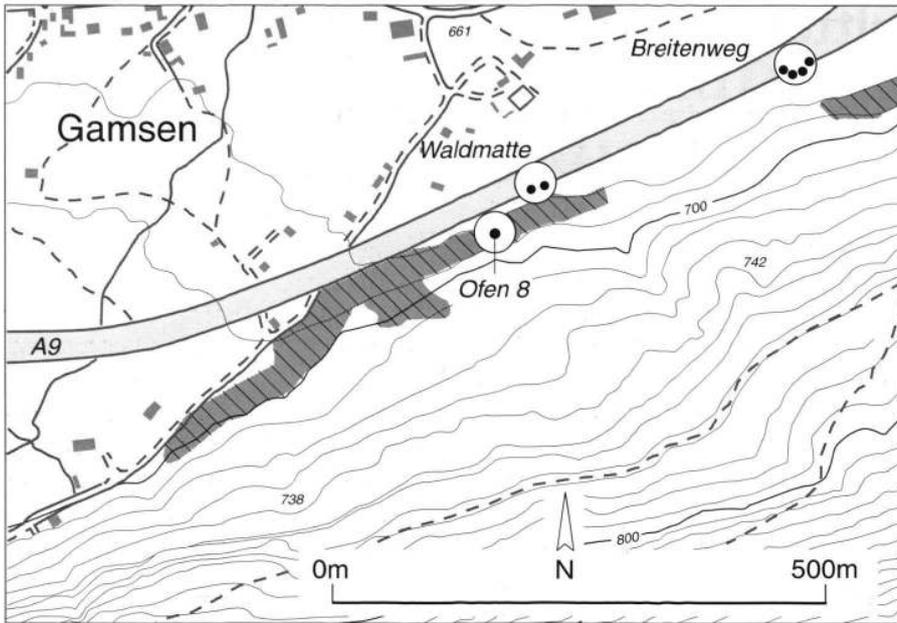
1: Lage der Fundstellen östlich des Dorfes Gamsen (Landeskarte 1289, reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie (BA 002943)). Situation générale du site à l'est de Gamsen.

gegen Ende der römischen Epoche bestanden zu haben⁴. Um 250/300 n. Chr. wird der grössere Teil des Dorfes verlassen. Einzelne Hof-

einheiten dürften aber noch bis ins Frühmittelalter (7./8. Jh. n. Chr.) bewohnt worden sein. Während dieser jüngsten Phase, welche von



2: Sicht auf das Grabungsgelände vom Dorf Mund aus. Vue générale du site depuis le village de Mund. A gauche, la zone de fours de «Breitenweg», à droite celle de «Waldmatte».



3: Lage der Öfen am «Breitenweg» und bei der «Waldmatte» auf dem Trasse der zukünftigen Autobahn A9. Dunkel gerastert die Gipsader. Situation des gisements de «Breitenweg» et de «Waldmatte» sur le tracé de la future autoroute A9. En trame foncée et hachurée: bancs de gypse affleurant.

einer allmählichen Abwanderung der Bevölkerung (nach Glis und/oder Gamsen?) geprägt zu sein scheint, beginnt die Nutzung der Gipsadern und Kalksteinvorkommen. Die Produktionsstätte ist über eine Zeitspanne von mehr als 500 Jahren, vom 5. bis ins 11. Jahrhundert, nachweisbar. Später wird das Gebiet als Acker- und Weideland genutzt, bis im Jahre 1999 die ersten Arbeiten für den Autobahnbau beginnen.

Die Öfen verteilen sich auf zwei Fundstellen, die 300 m voneinander entfernt liegen: fünf stehen auf der Flur «Breitenweg», drei auf der «Waldmatte» (Abb. 3). Ihre Lage ist kein Zufall, denn unmittelbar oberhalb der Öfen treten Gipsadern an die Oberfläche und auch Kalkstein ist am Glishorn vorhanden. In nächster Umgebung ist nicht nur das Rohmaterial, sondern auch der Brennstoff leicht zugänglich. Wie heute dürfte bereits früher der Hang mit Wald- oder Bergföhren bewaldet gewesen sein.

Wie gross die Gipsproduktion gewesen und ob sie nach dem 11. Jahrhundert weitergeführt worden ist, lässt sich heute noch nicht abschätzen. Die nachgewiesenen acht Öfen könnten aber zu einem grösseren Ensemble gehören. Angesichts der Ofenvolumina – die grös-

seren Öfen fassen ca. 35 m³ – sind wir versucht von einer «vorindustriellen» Werkstatt zu sprechen. Die Brennöfen von Gamsen widerspiegeln eine bislang ungeahnte wirtschaftliche Entwicklung der Taltschaft. Sie werfen ein neues Licht auf die Region Brig–Visp und auf die Bedeutung, welche diese nach dem Ende der römischen Epoche hatte.

Das Brenngut: Gips- und Kalkstein

Definition und Chemie

Gipsstein

Gipsstein ist ein natürlich vorkommendes, kristallwasserhaltiges Kalziumsulfat mit der chemischen Formel $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$. Durch so genanntes «Brennen» des Steines wird das Kristallwasser ausgetrieben, wobei Temperatur und Ofentyp die Qualität des Produktes beeinflussen (Abb. 4)⁵.

Bei einer Brandtemperatur von 65 bis 130 °C entsteht *Gips-halhydrat* ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$). Diese Substanz, der so genannte Stuckgips, enthält noch 6% Kristallwasser. Je nach Bedingung beim Brand (Wasseraustrieb in einem offenen oder geschlossenen Kessel) kann die

Qualität des Stuckgipses wesentlich beeinflusst werden. In einem geschlossenen «Kocher» entsteht ein feinkristallines, seidig glänzendes Produkt (α -Halbhydrat); in einem offenen Kessel hingegen ein amorphes, poröses Produkt mit mattem Aussehen (β -Halbhydrat). Stuckgips wird fein gemahlen. Gibt man dem Pulver anschliessend Wasser zu, muss die Mischung rasch verarbeitet werden, da sie schnell abbindet. Bei der Anwendung bedarf das kristalline α -Halbhydrat für die gleiche Pulvermenge einen kleineren Wasseranteil als das amorphe β -Halbhydrat. Nach dem Abbinden ist Ersteres in Bezug auf seine Zug- und Druckfestigkeit deutlich widerstandsfähiger.

Bei einer Brandtemperatur von 180 bis 240 °C entsteht *Gips-Halbanhydrit*; diese Substanz enthält noch 1% Kristallwasser.

Bei einer Brandtemperatur von 240 bis 600 °C erfährt Gipsstein eine vollständige Dehydratation, und es entsteht Anhydrit (CaSO_4). Diese Substanz ist dem in der Natur vorkommenden Anhydrit ähnlich und stabil. In diesem Zustand ist Gips totgebrannt. Vermischt man ihn mit Wasser, erhärtet er nur unter Beigabe von Zusatzstoffen (zum Beispiel von gebranntem Kalk [CaO]).

Bei einer Brandtemperatur zwischen 900 und 1100 °C zersetzt sich ein Teil des Anhydrits. Aus Kalziumsulfat (CaSO_4) entsteht gebrannter Kalk ($\text{CaO} + \text{SO}_3$). Letzterer dient dem hochgebrannten Gips, dem sogenannten *Estrichgips*, als Anreger, so dass er unter Beigabe von Wasser wiederum selbständig abbindet. Estrichgips erhärtet langsam und kann über mehrere Stunden verarbeitet werden.

Gipsstein erfährt bereits bei einer niedrigen Temperatur eine chemische Umwandlung. Je nach Brandtemperatur wird das mit Wasser angerührte Pulver mehr oder weniger schnell hart. Da Gips beim Abhärten nicht schrumpft (es kommt gesamthaft zu einer geringen Volumenvergrößerung), kann es im Gegensatz zu Kalk auch ohne Zuschlagstoffe verarbeitet werden,

ohne dass Schwundrisse entstehen. Ein Nachteil ist die Porosität von Gips, welche die Wasseraufnahme und damit eine relativ rasche Zersetzung begünstigt. Als Baumaterial ist die Anwendung von Gips deshalb auf trockene Gebiete und insbesondere auf Innenräume beschränkt.

Kalkstein

Der zum Brennen geeignete, möglichst reine Kalkstein besteht fast ausschliesslich aus Kalzit (CaCO_3). Bei einer Brandtemperatur von über $900\text{ }^\circ\text{C}$ entweicht Kohlendioxid (CO_2), und es entsteht Kalziumoxid (CaO), der so genannte gebrannte Kalk. Gibt man Wasser zu, «löscht» man den Branntkalk und es entsteht Kalziumhydroxid (Ca(OH)_2). Mit Sand vermischt wird dieser Kalkbrei als Verputz- und Mauermörtel verwendet; an der Luft härtet er unter Aufnahme von Kohlendioxid (CO_2) langsam ab. Wasserdampfdurchlässigkeit einerseits und geringe Löslichkeit andererseits machen Kalk zu einem idealen Baumaterial für Innen- und Aussenarbeiten. Lagert man gelöschten Kalk im Wasser, kann er über Jahre aufbewahrt werden. Im Gegensatz zu Gips härtet er nicht aus; eine lange Lagerung verbessert sogar Geschmeidigkeit und Qualität. Der so genannte Sumpfkalk, ein homogener, fetter Kalkbrei, eignet sich besonders für Feinputzarbeiten.

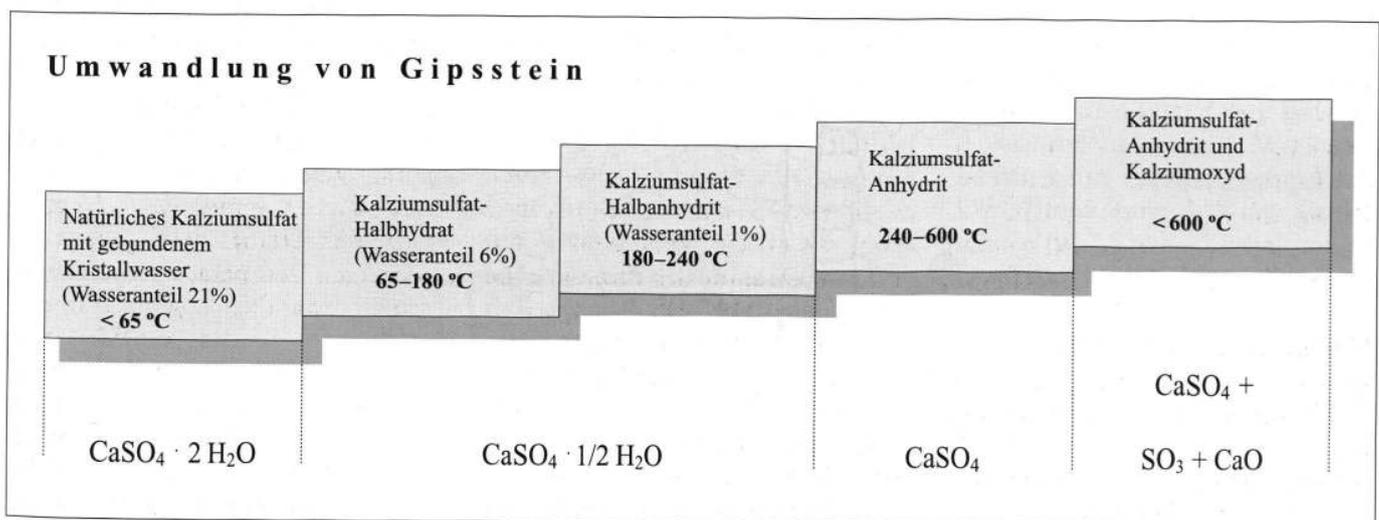
Mineralogische Analysen

Die in Gamsen anstehende Gipssteinader und die in den Öfen aufgefundenen Reste gebrannten Steingutes sind anhand von Röntgendiffraktions- und Dünnschliffanalysen auf ihre mineralogische Zusammensetzung untersucht worden⁶. Wir erhofften uns dabei auch eine Antwort auf die Frage, welche Temperaturen in den Öfen mit Feuerungsöffnung erreicht werden können.

Der mineralogische Vergleich des Muttergesteins (anstehende Gipsbank) und der jeweils nach dem letzten Brand im Ofen verbliebenen Steinmasse erlaubt keinen eindeutigen Nachweis, dass in den Öfen von Gamsen Gipsstein gebrannt worden ist; obwohl Gipssteine sowohl in den Einfüll- wie auch in den Ausräumsschichten vorhanden waren⁷. In den aus den Öfen stammenden Proben ist hingegen Kalzit und Portlandit nachweisbar: Elemente, die beim Brennen von Kalkstein entstehen⁸. Bei der Interpretation der Analysen ist Vorsicht geboten. Einerseits könnte der aus Kalkstein bestehende Ofenmantel das Brenngut verunreinigt haben. Andererseits ist zu bedenken, dass sich das Muttergestein beim Brennen über $1000\text{ }^\circ\text{C}$ und das gebrannte Steinkonglomerat bei der langen Lagerung im feuchten Boden in ihrer Zusammensetzung verändert haben könnten.

Die Dünnschliffanalyse zweier Proben aus Ofen 5 zeigt, dass das Brenngut hier einer Temperatur von 1100 bis $1200\text{ }^\circ\text{C}$ ausgesetzt worden ist. Beide Proben stammen von der Steinmasse, die nach dem letzten Brand zurückgeblieben ist. Die eine Probe haben wir unmittelbar über der Herdstelle, die andere im oberen Teil der Brennkammer (Kontaktzone zum Ofenmantel) entnommen. Der unterschiedliche Entnahmeort zeichnet sich am Ergebnis der Analyse nicht ab. In Analogie zu Ofen 5 können wir davon ausgehen, dass in den Öfen mit Feuerungsöffnung eine mittlere Temperatur von mindestens $1000\text{ }^\circ\text{C}$ erreicht worden ist. Bei dieser Temperatur kann sowohl Gips wie auch Kalk gebrannt werden.

Die Produktionsstätte von Gamsen scheint komplexer gewesen zu sein, als man auf den ersten Blick annehmen würde. Die Analysen haben gezeigt, dass in den Öfen mit Feuerungsloch sowohl Gips- wie auch Kalksteine gebrannt werden können. Es wäre denkbar, dass man beide Materialien gleichzeitig⁹ oder aber nacheinander in den gleichen Ofen gefüllt hat¹⁰. Beim Brennen von Gipsstein in Öfen mit Feuerungsöffnung entsteht angesichts der erreichbaren Temperaturen von über $1000\text{ }^\circ\text{C}$ hochgebrannter Anhydrit. Hingegen dürfte in den Öfen ohne Feuerungsöffnung lediglich eine Temperatur von 200



4: Schematische Darstellung der chemischen Umwandlung von Gipsstein.
Processus de transformation de la pierre à plâtre.

bis 300 °C geherrscht haben¹¹. Dieser zweite Ofentyp ist demnach für das Brennen von Kalkstein nicht geeignet¹², wohl aber für die Herstellung von Gips-Halbhydrat oder Gips-Halbanhydrit. Die in diesen Öfen nachgewiesenen Spuren von Kalzit stammen wohl von einer Verunreinigung des Brenngutes.

Der Brennstoff

In den Öfen hat sich nebst den Rückständen gebrannten Steingutes auch Holzkohle in unterschiedlicher Menge erhalten. In den Öfen mit Feuerungsöffnung erfolgt das Brennen der Steine über lodrender Flamme. Das Holz verbrennt hier bis auf wenige Kohlereste und hinterlässt eine Ascheschicht. Bei den Öfen ohne Schnauze hingegen ersticken die Flammen, wenn das Brenngut in den Ofen gefüllt wird. Auf der Ofensohle verbleibt hier deshalb eine grössere Menge Holzkohle. In den Öfen 6 und 7, die zu diesem zweiten Typ gehören – zu dem auch unser Experimentalofen zählt –, ist entsprechend viel Holzkohle erhalten geblieben.

Alle 167 Proben, die wir zur

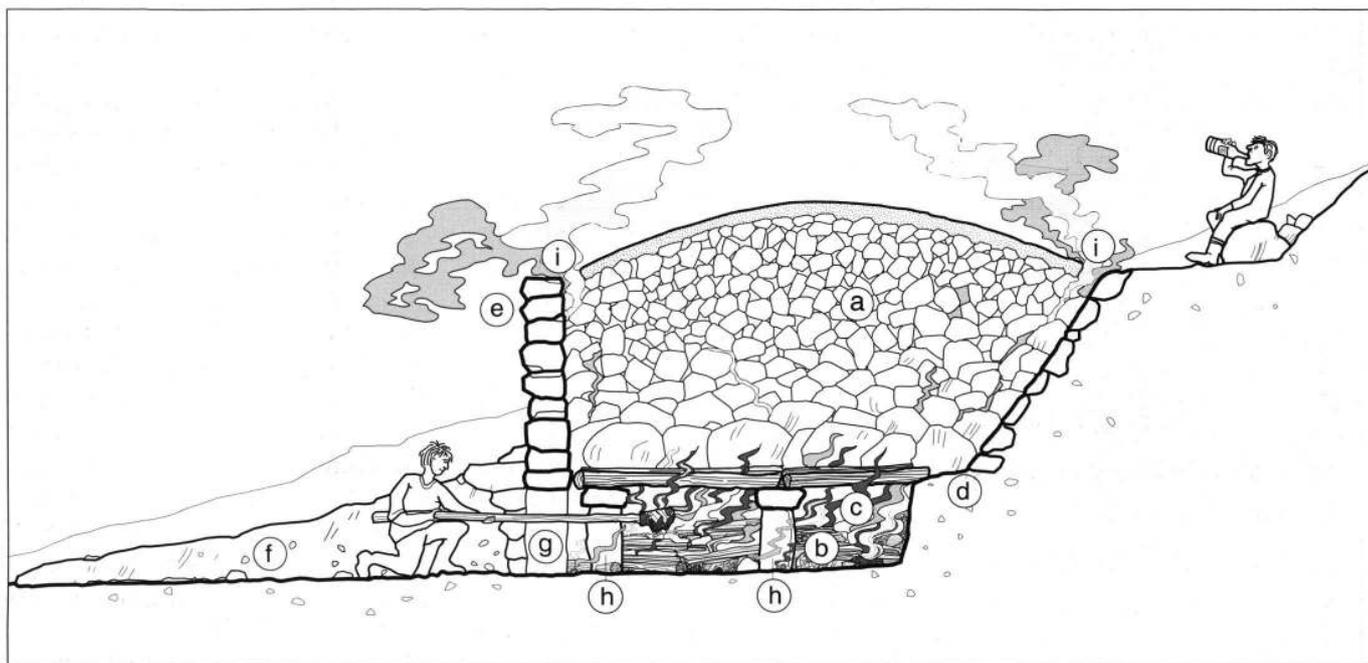
Holzartbestimmung entnommen haben, stammen von Wald- oder Bergföhren¹³. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Beobachtungen zur eisenzeitlichen und römischen Siedlung, für deren Bau zum grösseren Teil ebenfalls Föhrenholz verwendet worden ist. Der Abhang des Glishorns scheint in jener Zeit (wie auch heute noch) mit Föhren bewaldet gewesen zu sein.

Als Brennstoff ist nicht nur Holz mit grösserem Durchmesser, sondern auch viel Astholz verwendet worden. Das Verbrennen von dünnen Hölzern erzeugt rasch eine grosse Wärme und reichlich Flammen, eine Eigenschaft, die wichtig ist für das Betreiben der Öfen mit Feuerungsöffnung. Diese müssen langsam angeheizt werden, um ein Springen von Innenschale und Rost zu verhindern. In einer zweiten Phase wird mehr Holz und insbesondere auch dörres Astmaterial aufgelegt, so dass die Temperatur rasch ansteigt. Im Feuerraum senkt sich dadurch der Sauerstoffgehalt, und die Flammen können gegen die Feuerungsöffnung zurückschlagen¹⁴. Wohl um dieser Gefahr zu entgehen, ist diese Öffnung systematisch mit Steinen verschlossen worden. Da sich die Brenndauer

über mehrere Tage erstreckt, ist zu vermuten, dass mehrmals Brennstoff nachgeschoben worden ist.

Die Ofenanlagen: Typologie und Nutzung

Die Literatur, welche sich mit Kalk- und Gipsbrennöfen beschäftigt, ist wenig umfangreich. Zudem werden diese Anlagen häufig mangelhaft beschrieben; Detailbeobachtungen fehlen oder bleiben unerklärt. Ihre relativ einfache Konstruktionsweise und ihre grosse Anzahl haben wohl zu einem gewissen Desinteresse der Forschung geführt. Unseres Wissens existiert noch keine Arbeit, welche Ofenanlagen umfassend beschreibt und typologisch erfasst¹⁵. Unseren Überlegungen liegt die Publikation von Jean-Pierre Adam¹⁶ zugrunde, der in seiner Darstellung der römischen Bautechnik auf drei Methoden eingeht, welche für das Brennen von Steinen in Frage kommen: das Brennen der Steine in einem Ofen über einer Feuerstelle, das Brennen der Steine in einem Ofen, wobei Brenngut und Brennstoff in alternierenden Lagen eingefüllt werden und das Brennen der



5: Schematische Rekonstruktion eines Ofens mit Schnauze (Längsschnitt): a) Brennraum, b) Feuerstelle, c) Feuerraum, d) Ofenbank, e) Stirnwand, f) Küche, g) Feuerungsöffnung oder Schnauze, h) Auflager des Rostes (Pfeilerpaar mit Sturzplatte, i) Kamine.
Restitution schématique en coupe du type de four avec entrée. a) laboratoire; b) foyer; c) chambre de chauffe; d) banquette; e) paroi frontale; f) aire de chauffe; g) entrée; h) soutènement de la sole; i) évent.

Steine über einer offenen Feuerstelle.

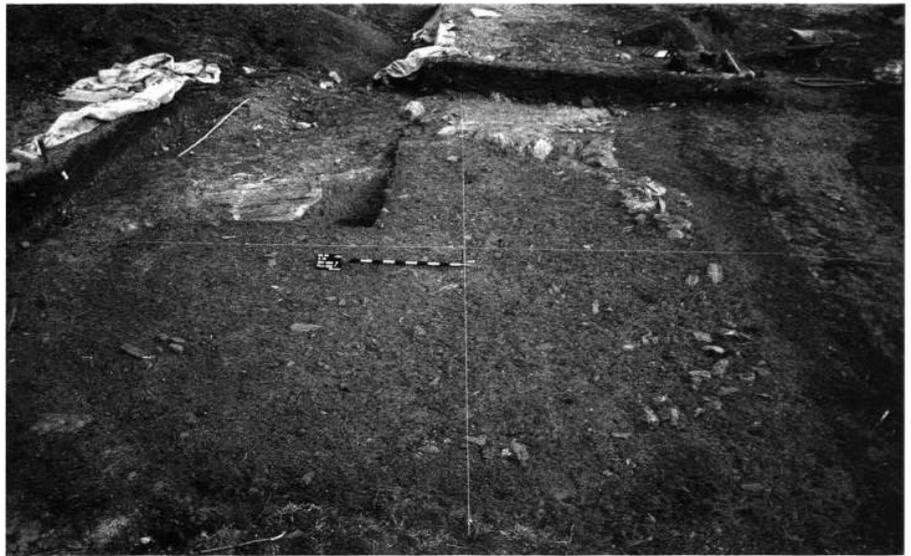
In Gamsen ist nur das erste Vorgehen nachweisbar¹⁷. Typologisch lassen sich die Öfen aber in zwei Gruppen scheiden. Beim ersten Ofentyp erlaubt ein Feuerungsloch, die so genannte Schnauze, das Feuer während dem Brand zu regulieren. Beim anderen Typ ist die Ofenbasis rundum geschlossen; eine Öffnung fehlt. Allgemeine Form, Dimension und geringfügige Unterschiede in der Bauweise des Feuerraumes beeinflussen den Brandverlauf nur unwesentlich; sie sind deshalb kein Kriterium für eine zusätzliche Klassifizierung der Öfen.

Brennofen mit Schnauze (Abb. 5)

Von den acht in Gamsen freigelegten Öfen gehören fünf zu den so genannten «fours à cuisson intermittente à longue flamme»¹⁸; vier stehen am «Breitenweg» (Ofen 1, 3, 4 und 5, Abb. 16), ein Ofen ist bei der «Waldmatte» (Ofen 8) entdeckt worden. Diese Öfen setzten sich aus folgenden Teilen zusammen: Der obere Bereich des Ofens entspricht dem Ofen- oder Brennraum (frz. le laboratoire)¹⁹; hier wird das Brenn-



6: Küche von Ofen 5 mit den seitlichen Stützmauern. Sicht von der Bergseite.
Vue générale de l'aire de chauffe du four 5, délimitée par des murets. Vue depuis l'amont.



7: Ofen 5 zeichnet sich an der Oberfläche als brandgerötetes Band ab. Sicht von der Bergseite.
Vue du four 5 à son apparition. Le four est délimité par un ruban de rubéfaction. Vue depuis l'amont.

gut angehäuft, wobei die unterste Lage, der so genannte Himmel, den Rest der zu brennenden Steine trägt. Die untere Ofenpartie entspricht dem Feuerraum, der so genannten Hölle (frz. la chambre de chauffe avec foyer ou alandier): hier wird das Feuer entfacht. Auf der Stirnseite des Ofens befindet sich eine Feuerungsöffnung, die so genannte Schnauze. Ihre Schwelle liegt in gleicher Höhe wie die Sohle des Feuerraumes. Vor der Stirnseite des Ofens befindet sich der Arbeitsplatz des Heizers, die so genannte Küche (frz. l'aire de chauffe). Sie ist seitlich zumeist mit Flügelmauern begrenzt.

Charakteristika

In Gamsen stehen alle Öfen dieses Typs in relativ starker Hanglage. Die vier Öfen am «Breitenweg» liegen nebeneinander, auf gleicher Höhe, in einer kleinen Talmulde. Zwei Öfen sind vollständig in die Erde eingegraben (Ofen 3 und 5), die drei anderen ragen über das Gelniveau hoch (Ofen 1, 4 und 8). Die Feuerungsöffnung ist jeweils vom Wind geschützt²⁰. Der vorgelegte, in die anstehende Erde eingetiefte Arbeitsplatz wird seitlich von trocken verlegten Mäuerchen begrenzt (Abb. 6).

Die oberirdisch hochragenden Öfen sind weniger gut erhalten. Erosion und jüngere Eingriffe haben hier

den Bestand derart gestört, dass das ursprüngliche Dispositiv nicht mit Sicherheit ergänzt werden kann. Angesichts der Feuerungsöffnung an der Ofenbasis kann man aber davon ausgehen, dass diese Anlagen den vollständig eingetieften Öfen entsprochen haben.

Der Brennraum hat ein konisches (Ofen 5) oder birnförmiges (Ofen 3) Volumen. Sein Grundriss ist im oberen Bereich annähernd rechteckig (Ofen 1), birn- (Ofen 3 und 4) oder kreisförmig (Ofen 5; Abb. 7) und verengt sich jeweils nach unten. Diese Form dürfte die beim Laden des Ofens auf die Feuerungsöffnung, die Schwachstelle des Ofens, erzeugte Last ideal verteilt haben. Während birn- und kreisförmige Öfen in Westeuropa seit römischer Zeit bekannt sind²¹, scheint es sich beim rechteckigen Ofen um eine Ausnahme zu handeln. Wir haben hierfür keine Parallele gefunden. Der Brennraum ist im Durchschnitt ca. 2,5 m hoch erhalten; sein Durchmesser misst jeweils rund fünf Meter. Das minimale Fassungsvermögen liegt zwischen 25 und 35 m³, sofern der Erhaltungszustand eine Berechnung erlaubt (Ofen 1, 3 und 5).

Das Innere des Brennraumes ist bei allen fünf Öfen mit einer Mauer- schale ausgekleidet. Diese ist bei den nur teilweise eingetieften Öfen



8: Brennraum von Ofen 3. Oben rechts die Feuerungsöffnung, in der Mitte die auf Pfeilern verlegte Steinplatte (Auflager des Rostes). Sicht von der Bergseite.
 Vue de la paroi du laboratoire du four 3. En haut à droite, entrée; au centre, élément de soutènement de la sole. Vue depuis l'amont.

mit Lehm gebunden (Ofen 1). Bei den vollständig eingetieften Öfen sind die Steine in den Grubenrand gepresst (Abb. 8). Über Ofen 5 scheint ein mit Lehm vermischter Mörtelstrich das Brenngut gedeckt zu haben (Abb. 5). Vermutlich sicherten hier seitlich angelegte Kamine den für den Brand nötigen Zug²².

Der Feuerraum besteht jeweils aus einem kleinen Kanal²³, über den sich zwei Sturzsteine spannen (Abb. 9 und 10). Wir vermuten, dass diese Steine dazu dienten, ein Holzgerüst zu tragen, welches das Verlegen des

Himmels erleichterte. Diese gewölbartig angeordnete unterste Steinlage hatte den Rest des Brenngutes zu tragen.

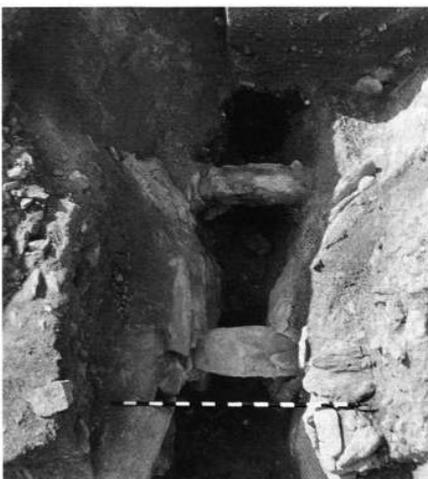
Die *Feuerungsöffnung* ist rechteckig: die Gewände sind gemauert oder bestehen aus senkrecht gestellten Steinplatten; eine grosse Steinplatte bildet den Sturz. Über der Öffnung erhebt sich das mit Lehmörtel gefügte Mauerwerk der Stirnwand. Bei Ofen 5 befindet sich unter dem östlichen Gewände eine zusätzliche Luftöffnung. Im angebrochenen Zustand war die Feuerungsöffnung bei allen Öfen mit Steinen vermacht.

Brennvorgang

Die Funktionsweise derartiger Öfen ist gut bekannt²⁴. Zunächst wurde das Rohmaterial in der Nähe des Ofens bereitgestellt. Ein Depot liess sich in Gamsen oberhalb von Ofen 1 auf einer Hangterrasse lokalisieren. Dann füllte der Heizer das Brenngut von oben in den Brennraum. Jetzt konnte das Feuer entfacht werden. Dank der Feuerungsöffnung war es noch während dem Brand möglich, das Feuer zu regulieren (Abb. 11 und 12). Anschließend wurde die Öffnung mit Steinen verschlossen. Hiermit konnte man durch Sauerstoffentzug den Brand drosseln und verhinderte gleichzeitig ein Zurückschlagen der Flammen. Nach Beendigung des Brandes, nach mehreren Tagen Abkühlung, wurde der Ofen von oben entleert.

Brennofen ohne Schnauze (Abb. 13)

Bei diesem zweiten Ofentyp fehlt eine Feuerungsöffnung an der Ofenbasis²⁵. Bevor das Brenngut eingefüllt wird, muss hier zunächst genügend Glut erzeugt werden. Auch diese Öfen können im Inneren mit einer Steinschale verkleidet sein, wohl um thermische Isolation und Wärmerückstrahlung zu



9: Sicht auf Ofen 3 (südwestlicher Viertel noch nicht ausgegraben). In der Mitte des kanalartigen Feuer-raumes das aus Pfeilern und Steinsturz bestehende Auflager des Rostes.

Vue générale du four 3. Le quart sud-ouest du four n'a pas été dégagé. Les éléments de soutènement de la sole (deux bases espacées) sont visibles au centre de la chambre de chauffe en forme de couloir. Vue verticale.



10: Ofen 5. Detail des einen Auflagers (Pfeilerpaar mit Steinsturz) des Rostes. Unter dem Sturz der zu einer kompakten Masse verhärtete Rest gebrannten Steines. Ansicht von Norden.

Détail d'un des deux soutènements de la sole du laboratoire du four 5. Sous le linteau, restes de matière première cuite. Vue du nord.

verbessern. Diese «archaisch» wirkende Ofenform erinnert in Bezug auf ihre Funktionsweise an prähistorische oder polynesische Feuerstellen. In unserer Region ist dieser Typ relativ selten und nirgends eingehend dokumentiert worden²⁶. In Gamsen sind nun drei Beispiele belegt: ein Ofen (Ofen 2) am «Breitenweg» (Abb. 16), die beiden anderen Öfen (Ofen 6 und 7) bei der «Waldmatte» (Abb. 25).

Charakteristika

Alle drei Öfen sind vollständig in das Erdreich eingelassen. Nur bei Ofen 6 ist die Grube aber in ihrer gesamten Tiefe ausgehoben worden. Bei Ofen 7 hat man eine natürliche Bodensenke, bei Ofen 2 die Grube eines älteren Ofens (Ofen 1) ausgenutzt. Das Volumen der drei Öfen ist konisch, wobei bei Ofen 7 der Grundriss ins quadratische zieht. Der Durchmesser misst am oberen Rand zwischen 1,50 m und 3,30 m (Erhaltungshöhe 1,60 m bis 3,0 m). Es handelt sich um kleine Öfen, deren Volumen auf 4 bis 15 m³ geschätzt werden kann. Das Ofeninnere ist bei Ofen 7 mit einer Lehmschicht ausgestrichen. Die beiden anderen Öfen haben eine gemauerte Innenschale, welche wiederholt ausgebessert worden ist. Diese Öfen sind offensichtlich mehrmals und vermutlich über einen längeren Zeitraum hinweg verwendet worden.

Bei Ofen 6 und 7 ist jeweils ein Mäuerchen nachweisbar, das senkrecht zum Ofenmantel steht und dessen Abbruchkronen in gleicher Höhe liegt wie diejenige des Ofens. Dieses Mäuerchen könnte mit dem Beschicken bzw. mit dem Leeren des Ofens im Zusammenhang gestanden haben.

Brennvorgang

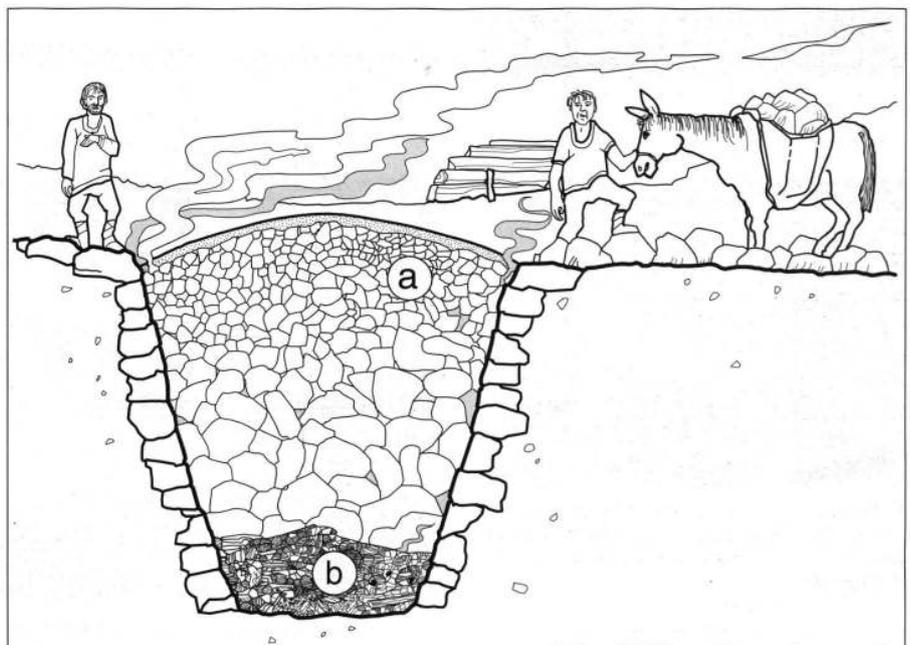
Mangels publizierter Vergleichsbeispiele haben wir versucht die Funktionsweise dieser Ofenart mit einem Experiment zu klären²⁷ (Abb. 14). Für den Bau des Versuchsofens ist uns Ofen 6 (erster Zustand) im Maßstab 1:2 Modell gestanden. Die Brennchamber unserer Anlage hatte somit ein koni-



11: Stirnmauer von Ofen 5 mit verschlossener Feuerungsöffnung. Sicht von der Talseite.
Vue de l'entrée du four 5 obstruée par un bouchon de pierres. Vue depuis l'aval.



12: Stirnmauer von Ofen 5 mit offener Feuerungsöffnung. Sicht von der Talseite.
Vue de l'entrée du four 5 sans bouchon. A l'arrière plan, base pour le soutènement du laboratoire.
Vue depuis l'aval.



13: Schematische Rekonstruktion eines Ofens ohne Schnauze. a) Brennraum, b) Feuerstelle.
Restitution schématique en coupe du type de four sans entrée. a) laboratoire; b) foyer.

sches Volumen (oberer Durchmesser 1,30 m, Höhe 1,50 m), war rundum geschlossen und mit Kalkschiefersteinen ausgekleidet. Die Steinfugen waren mit Lehm verstrichen.

Das auf der Ofensohle entfachte Feuer warf sehr schnell hohe Flammen. Nach vier Stunden war eine Glutschicht von 0,60 m Stärke vorhanden, auf die wir das Brenngut legten: zuerst die grösseren Gipssteine, dann die kleineren. An der Oberfläche dichteten wir das zu einem Hügel angehäufte Brenngut mit einer Schicht aus Kies und Sand ab, wobei einzelne Öffnungen als Kamine verblieben. Um später die Brandtemperatur evaluieren zu können, mischten wir Referenzmetalle unter das Brenngut²⁸. Nach zweieinhalb Tagen wurde der Ofeninhalt halbseitig geleert. Die Gipssteine waren noch sehr heiss! Das Volumen des Brenngutes und die Stärke der Holzkohleschicht ent-

sprachen dem Zustand vor dem Brand; Asche war nicht entstanden. Die Gipssteine – zumindest jene aus der unteren Ofenhälfte – waren ausreichend gebrannt. Zu Pulver gemahlen ergaben sie Gips von guter Qualität.

Von den Referenzmetallen ist bei unserem Experiment einzig die Zinn-Blei-Legierung geschmolzen. Im Zentrum des Ofens dürfte demnach eine Temperatur zwischen 200 und maximal 327,4 °C (Schmelzpunkt von reinem Blei) geherrscht haben.

Zusammenfassend ist Folgendes festzuhalten: In den Öfen ohne Schnauze bedingt das Anfeuern einen grossen Energieverlust. Im Gegensatz dazu wirkt bei den Öfen mit Feuerungsöffnung die erzeugte Wärme sofort auf das Brenngut ein. Die erreichte Maximaltemperatur von rund 327 °C zeigt, dass in den Öfen ohne Schnauze zwar Gips-Halhydrat oder Gips-Halbanhyd-

rit, aber nicht Anhydrit gewonnen werden kann. Bemerkenswert ist die Einfachheit des Vorgehens, das ohne aufwändige Einbauten auskommt. Nur acht Stunden haben wir gebraucht, um unseren Experimentofen herzustellen²⁹. Wegen seiner einfachen Bauweise und da er einzig für die Herstellung von Gips benötigt wurde, dürfte bei Gamsen dieser Ofentyp eine breite Verwendung gefunden haben.

Chronologie und Datierung der Brennöfen

Datierbare Kleinfunde fehlen. Zeitliche Abfolge und Datierung der Öfen von Gamsen stützen sich demnach fast ausschliesslich auf die C14-Analysen, der aus Feuerraum und Räumungsschichten entnommenen Holzkohleproben³⁰. Mit Ausnahme von Ofen 8 können alle Öfen datiert werden³¹. Aus dem



A



B



C



D

14: Die vier Hauptphasen des Experiments: A) Bau des Ofens, B) Anzünden des Feuers, C) Mit Brenngut gefüllter Ofen, D) Halbseitige Ausräumung nach 2,5 Tagen. Ansichten von Norden.

Four expérimental. Vues des principales étapes de l'expérimentation. A) construction du four. B) mise à feu. C) chargement de pierres à plâtre. D) défournement en cours après 2 jours et demi de cuisson. Vues depuis le nord.

15: Diagramm der C14-Datierungen. Grau hinterlegt die Wahrscheinlichkeitskurve, darunter die Datierung bei 1 bzw. 2 sigma Wahrscheinlichkeit.

Bei einer Wahrscheinlichkeit von 2 sigma misst die Zeitspanne, welche für die Datierung der Öfen in Frage kommt, bis zu 400 Jahre (Ofen 6). Ein Vergleich der C14-Werte unter Berücksichtigung der Entnahmestelle der Proben erlaubt dennoch die Benutzungsdauer der Anlagen einzugrenzen.

Ofen 1: Die einzige entnommene Probe stammt aus einer Ausräum- bzw. Abbruchschicht ausserhalb des Ofens (CRG1225). Ihre Datierung liegt zwischen 550 und 690.

Ofen 2: Die eine Probe ist im Innern (UtC2208), die zweite (UtC2213) unmittelbar ausserhalb des Ofens entnommen worden. Die vorgeschlagene Datierung liegt bei beiden zwischen 880 und 990.

Ofen 3: Die zwei Proben aus dem Feuerraum (UtC2215, UtC9102-1) datieren zwischen 320 und 420. Sie sind etwas älter als diejenige der übrigen Öfen. Die dritte Probe (UtC2005) stammt aus der Räumungsschicht und weist auf eine Benutzung des Ofens noch im 5. oder 6. Jh.

Ofen 4: Die beiden aus der Feuerkammer stammenden Proben (UtC2220 und UtC2221) haben eine einheitliche Datierung zwischen 430 und 550.

Ofen 5: Eine Probe datiert die Holzkohleschicht des Feuerraumes (und demnach den jüngsten Brand) zwischen 410 und 600 (UtC2230).

Ofen 6: Die zwei im Feuerraum entnommenen Proben datieren in die Zeit zwischen 780 und 970 (UtC453, UtC453C). Die ausserhalb des Ofens, aus der jüngsten Benutzungsschicht stammende Probe (ARC434) ist jünger (wie bei Ofen 3) und attestiert ein Betreiben des Ofens noch im 11./12. Jh.

Ofen 7: Die erste Probe stammt aus der Kohleschicht, welche die Innenschale des Ofens bedeckte (UtC1758B), die zweite aus der Einfüllung des Ofens (UtC570). Beide Datierungen liegen im Zeitraum zwischen 640 und 700. Die dritte Probe stammt ebenfalls aus der Einfüllung des Ofens (ARC571), ist aber etwas jünger (zwischen 760 und 900).

Tableau des datations C¹⁴. En trame grise, courbe de densité des probabilités; au-dessous, intervalles des datations à 1 et 2 sigma.

Les fourchettes chronologiques (2 sigma) proposées par les datations C14 sont relativement larges pour certains fours (jusqu'à 400 ans pour le four 6). L'interprétation de ces résultats par rapport à la position de chaque prélèvement permet néanmoins de mesurer plus précisément leur durée d'utilisation. Pour le four 1, le seul échantillon prélevé (CRG1225) n'a pas été effectué dans la structure elle-même, mais dans un niveau de vidange ou de démolition, rejeté dans la zone en aval. Sa datation est comprise entre 550 et 69. Dans le four 2, les deux analyses C14 effectuées, l'une dans la structure (UtC2208), l'autre juste à l'extérieur (UtC2213), sont relativement homogènes avec une fourchette chronologique commune entre 880 et 990. Dans le four 3, les deux échantillons proviennent du niveau charbonneux de la chambre de chauffe (UtC2215 et UtC9102-1). Ils ont donné des datations légèrement plus anciennes que les autres fours (fourchette commune entre 320 et 420). L'utilisation de ce four est néanmoins attestée jusque dans les V^e et VI^e s. ap. J.-C. si l'on se réfère au prélèvement effectué dans les défournements de l'aire de chauffe (UtC2005). Dans le four 4, les deux prélèvements (UtC2220 et UtC2221) provenant du niveau charbonneux de l'alandier, ont des datations concordantes avec un tronçon commun entre 430 et 550. Dans le four 5, un seul échantillon a été analysé (UtC2230) et daté entre 410 et 600. Il est issu du niveau charbonneux de la chambre de chauffe et correspond sans doute à la dernière utilisation. Le cas du four 6 est relativement semblable à celui du four 3.

Les résultats des deux échantillons prélevés dans les charbons de bois du foyer encore en place (UtC453 et UtC453C) coïncident relativement bien (fourchette commune entre 780 et 970), tandis qu'un prélèvement effectué dans le dernier niveau charbonneux de la zone de travail à l'extérieur du four (ARC434) permet d'attester le fonctionnement de la structure jusque dans les XI^e, voire XII^e s. ap. J.-C. Dans le four 7, deux datations se recoupent (fourchette commune entre 640 et 700). La première a été effectuée dans la couche charbonneuse recouvrant la paroi du four (UtC1758B), l'autre a été prise dans le remplissage du four (UtC570). Une troisième datation (ARC571) provient également du remplissage mais donne une fourchette chronologique plus tardive (760–900).

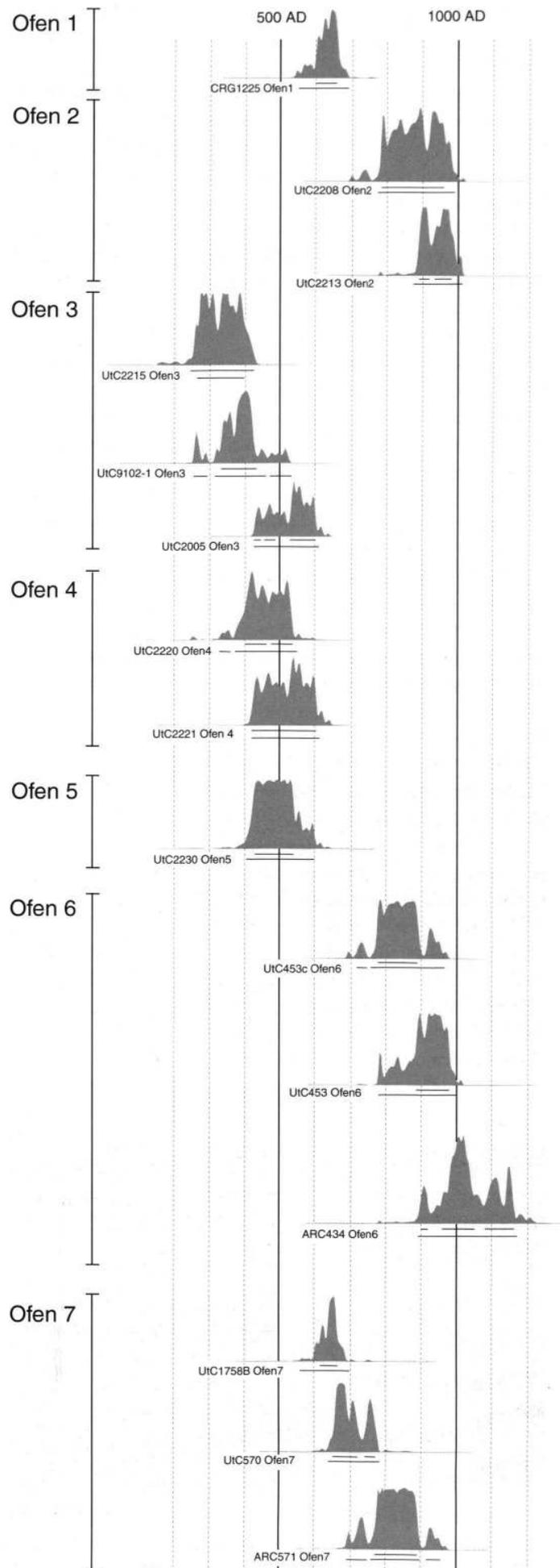


Diagramm der C14-Werte geht hervor, dass die Tätigkeit der Steinbrenner im 4. oder 5. Jahrhundert begonnen (Ofen 3, UtC2215) und im Verlaufe des 11. oder 12. Jahrhunderts (Ofen 6, ARC434) geendet haben dürfte (Abb. 15). Diese Zeitspanne von 600 bis 700 Jahren lässt sich in zwei Phasen unterteilen. Eine erste Gruppe von Öfen (Ofen 3, 4 und 5) scheint zwischen 400 und 600/700 benutzt worden zu sein; eine zweite (Ofen 2, 6 und 7) zwischen 700 und 1000/1200. Ofen 1 könnte sowohl während der ersten wie auch während der zweiten Phase in Funktion gewesen sein. Diesen beiden Benutzungsphasen entspricht jeweils ein bestimmter Ofentyp. Die Öfen mit Schnauze sind die älteren: ihre Benutzung fällt in die Zeit zwischen 400 und 600, allenfalls noch etwas später (siehe Ofen 1). Die Öfen ohne Schnauze sind erst ab 600/700 betrieben worden. Angesichts der kleinen Anzahl freigelegter Öfen ist diese Feststellung allerdings mit Vorsicht zu interpretieren. Die Wahl des Ofentyps dürfte wohl jeweils vom Produkt abhängig gewesen sein, das man herzustellen wünschte: im Frühmittelalter offenbar Kalk oder hochgebrannten Anhydrit und im Mittelalter Stuckgips.

Anhand der Überlagerung von Schichten und Bauteile lassen sich am «Breitenweg» drei Öfen in eine relativ chronologische Abfolge bringen. Ofen 1 und 3 dürften gleichzeitig bestanden haben; die jüngste Räumungsschicht von Ofen 1 überdeckt aber Ofen 3. Ofen 2 zerstört seinerseits Ofen 1 und ist demnach jünger als Ofen 1 und 3. Die C14-Werte stimmen mit dieser Sequenz überein.

Bei den auf der «Waldmatte» stehenden Öfen 6 und 7 basiert die chronologische Abfolge auf den Werten der C14-Datierung. Bei Ofen 6 liegt die Datierung zwischen 720 und 1170 (bzw. zwischen 780 und 970 wenn man einzig die Proben aus dem Feuerraum in Erwägung zieht), bei Ofen 7 zwischen 640 und 900 (zwischen 640 und 700 für die Feuerstelle). Diese bei-

den Öfen könnten demnach gleichzeitig bestanden haben. Nicht ganz auszuschliessen ist allerdings, dass die in der Einfüllung von Ofen 7 liegende Probe (ARC 571) von einer Räumung des Ofens 6 stammt. In diesem Falle wäre Ofen 7 der ältere der beiden Öfen.

Berücksichtigen wir die Lokalisierung der einzelnen Proben, so erlaubt die C14-Datierung der Öfen – zumindest als Hypothese – folgendes Szenario zu formulieren: Die Öfen am «Breitenweg» gehören zu einer Steinbrenner-Werkstatt, deren Ausbeutung vermutlich bereits im 4. Jahrhundert ansetzt. Zuerst scheint Ofen 3 in Betrieb genommen worden zu sein; im 5. oder 6. Jahrhundert kommen Ofen 4, 5 und 1 hinzu, wobei letzterer bis ins 7. oder 8. Jahrhundert betrieben worden sein dürfte. Um diese Zeit scheint zumindest ein Teil der Werkstätte in das Gebiet der «Waldmatte» verlagert worden zu sein. Hier ist zunächst Ofen 7, dann Ofen 6 entstanden. Gleichzeitig mit diesem jüngeren Ofen ist am «Breitenweg» Ofen 2 in Betrieb genommen worden. Im Verlaufe des 9. Jahrhunderts ist Ofen 7 verlassen worden. Die beiden Öfen 2 und 6 – es sind die beiden am weitesten voneinander entfernt liegenden Anlagen – dürften hingegen bis ins 10. bzw. 11./12. Jahrhundert in Funktion geblieben sein.

Schlussbetrachtungen

Die Entdeckung von Gips- und/oder Kalkbrennöfen aus dem Frühmittelalter in der Nähe von Gamsen ist einerseits von technikgeschichtlichem Interesse, andererseits von wirtschaftshistorischer Bedeutung. Der technikgeschichtliche Wert der Öfen liegt darin, dass sich in Europa für die römische Zeit und für das Frühmittelalter zwar Beispiele der Gipsanwendung belegen lassen, kaum aber Stätten der Gipsherstellung. In unserer Gegend, insbesondere im Wallis, sind die Öfen von Gamsen die ersten, die mit der Produktion dieses speziellen Materials im Zusammenhang

gebracht werden können. Die zwei hier beobachteten Ofentypen (mit bzw. ohne Schnauze) scheinen innerhalb eines klar begrenzten Zeitrahmens benutzt worden zu sein. Die Öfen mit Schnauze sind im Zeitraum zwischen 400 und 600/700 n. Chr. betrieben worden. In diesen Anlagen können Temperaturen von über 1000 °C erzeugt werden. Sie bieten somit die technische Voraussetzung für die Herstellung von Kalk und hochgebranntem Anhydrit. Die Öfen ohne Feuerungsöffnung sind hingegen erst ab 700 und bis gegen 1000/1100 betrieben worden. In diesen Öfen kann man eine Temperatur von rund 300 °C erreichen; sie sind deshalb lediglich für die Herstellung von Stuckgips (Gips-Halhydrat und Gips-Halbanhydrit) geeignet. Die Ofenform hat sich dem Produkt angepasst, das man herstellen wollte.

Die Steinbrennerwerkstätte von Gamsen scheint sich in einer ersten Phase (4.–5. Jh.) rasch entwickelt zu haben. Ihr schliesst sich eine Phase grösster Produktivität an (6.–8./9. Jh.). Dann folgt eine Phase des Abklingens (9.–12. Jh.). Zunächst sind mehrere Öfen von grosser Kapazität (30–35 m³) errichtet worden; sie konzentrieren sich alle auf der Flur am «Breitenweg» (Ofen 1, 3, 4 und 5). Diese Anlagen sind später zugunsten kleinerer Öfen (4–15 m³) aufgegeben worden. Letztere verteilen sich auf zwei Fluren: am «Breitenweg» (Ofen 2) und bei der «Waldmatte» (Ofen 6 und 7).

Die wirtschaftliche Bedeutung der Produktionsstätte ist schwierig abzuschätzen, insbesondere während der Zeitspanne grösster Produktivität (ca. zwischen 400 und 600/700). Es scheint uns aber offensichtlich, dass es sich nicht um vereinzelte Öfen gehandelt haben kann, deren Betreibung mit dem Eigengebrauch eines Grundbesitzers oder einer kleinen Gemeinschaft im Zusammenhang stand. Wenn man Anzahl, Kapazität und die über einen langen Zeitraum reichende Betreibung der Anlagen betrachtet, ist man versucht hier

einen vorindustriellen Betrieb zu sehen. Die Produktionsstätte von Gamsen zeugt von einer Entwicklung der Bautechnik, die zu einer breiteren Benutzung von Kalkmörtel und Gips führte. In der gegen Ende des 3. oder im beginnenden 4. Jahrhundert verlassenen römischen Siedlung «Waldmatte» ist mit Mörtel gebundenes Mauerwerk nur bei einem einzigen Bau nachgewiesen³². Im Frühmittelalter dürften Gips und Kalk für die Errichtung wichtiger Bauten vermehrt angewendet worden sein, wohl auch für den Bau der ersten Kirchen von Glis (5.–6. Jh. n. Chr.)³³.

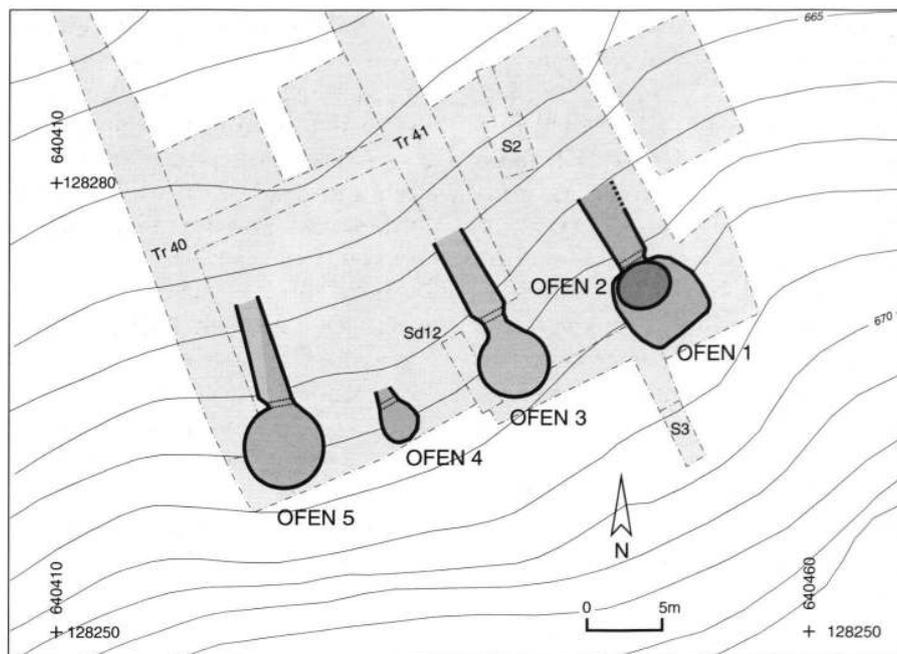
Das allgemeine Umfeld der Produktionsstätte bleibt im Dunkeln. Es ist aber wenig wahrscheinlich, dass es sich bei den Betreibern der Öfen um einfache Bauern handelte, die während des Winters, wenn auf dem Feld weniger Arbeit anfällt, als Brenner tätig wurden. Dieses Handwerk verlangt viel technisches Können. Das Bauen eines Ofens, das Bereitstellen des Brennstoffes, das Brechen und Zusammenlesen des Brenngutes sind nur ein Teil der anfallenden Arbeit. Das Produkt muss danach verkauft und geliefert werden. Existierte bereits in dieser Frühzeit eine Art Bruderschaft, die diesem Gewerbe nachging, wie es – allerdings viel später – für das 13. Jahrhundert in Basel belegt ist³⁴? Waren es Sippschaften, welche die Produktion sicherten? Oder war es Aufgabe des Territorialherren, des Bischofs, Kalk und Gips herstellen zu lassen? Eine Antwort auf diese Frage würde es erlauben, die wirtschaftliche Entwicklung der Region näher zu beleuchten.

Beschreibung der Brennöfen

(Abb. 16, 17 und 18)

Die Brennöfen am «Breitenweg» (Ofen 1 bis 5)

Die Öfen am «Breitenweg» wurden in den Jahren 1987³⁵, 1992³⁶ und 1998 anlässlich Sondiergrabungen entdeckt. 1999 folgte eine Flächengrabung, die ein Areal von ca.



16: Schematischer Plan der Öfen am «Breitenweg». Hell gerastert die ausgegrabenen Flächen. Plan schématique des fours du secteur de «Breitenweg». En trame claire: surfaces fouillées.

900 m² umfasste. Dank dieser Arbeiten konnten insgesamt fünf Öfen freigelegt und untersucht werden. Die Öfen waren auf gleicher Höhe, in einer Reihe angeordnet und lagen in einer natürlichen Mulde, rund 10 m oberhalb der aktuellen Rhoneebene. Von den fünf Öfen waren vier mit einer Feuerungsöffnung ausgestattet; einzig bei Ofen 2 fehlte sie. Die Ofenanlagen unterschieden sich in Bezug auf Dimension und Innenschale. Die Öfen schnitten tief in den Hang ein und störten Befunde aus der

Eisenzeit und der römischen Epoche. Ihre chronologische Abfolge war nur beschränkt nachvollziehbar: Die Ausräumschicht von Ofen 1 überdeckte Ofen 3; Ofen 1 wurde seinerseits bei der Anlage von Ofen 2 zerstört.

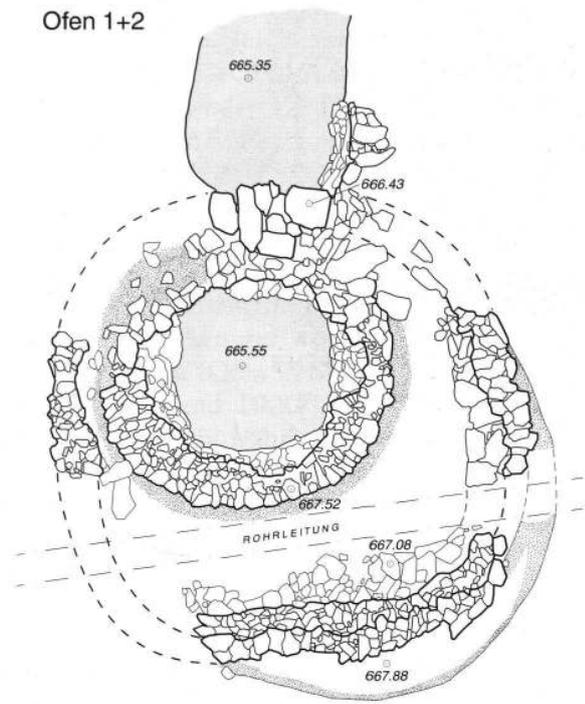
Ofen 1

Ofen mit Schnauze; 1992 entdeckt (erstes Abbruchmaterial), 1999 freigelegt. Erhalten waren Teile des Brennraumes mit seiner gemauerten Inneneinrichtung³⁷ sowie Schnauze und vorgelagerte Küche.

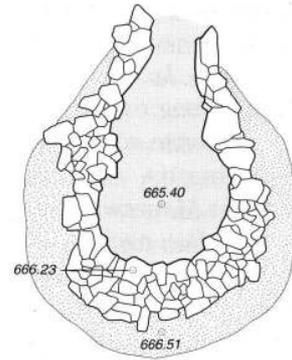


17: Sicht auf das Grabungsgelände am «Breitenweg» von Norden. Vue générale des fours de «Breitenweg» depuis l'aval.

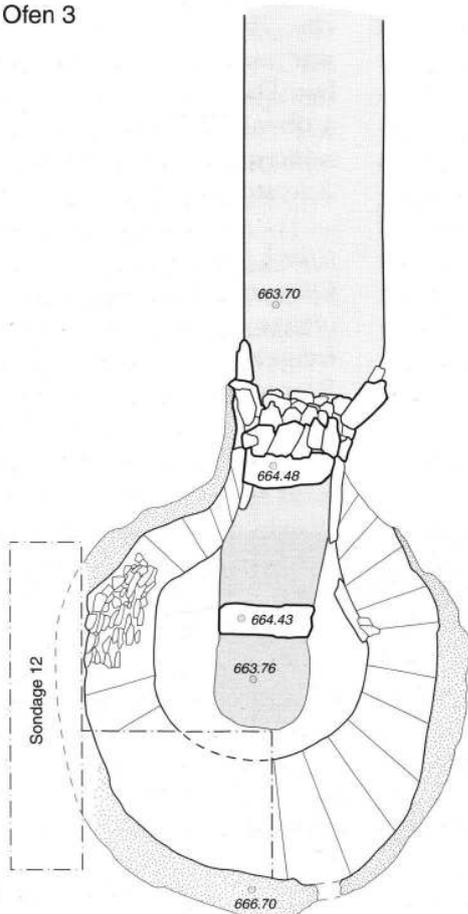
Ofen 1+2



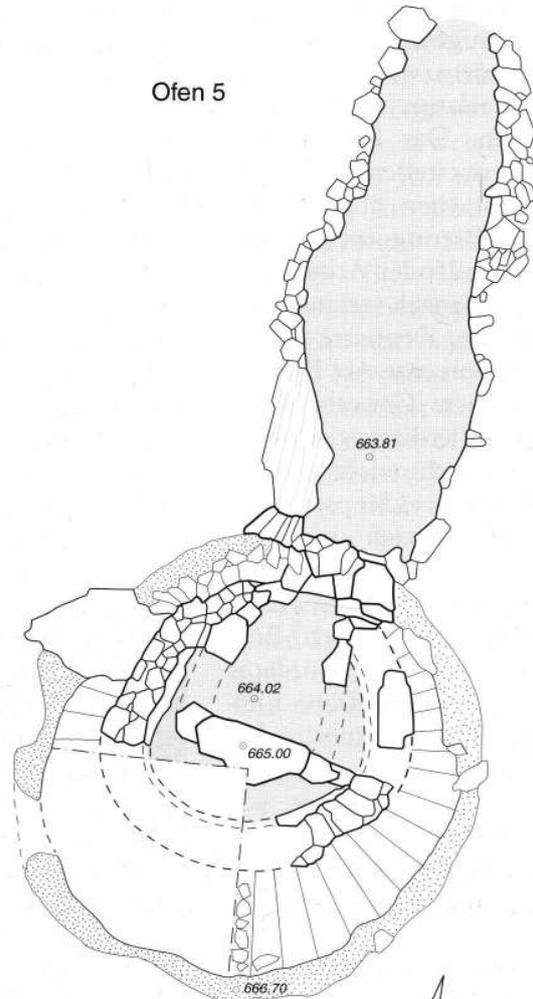
Ofen 4



Ofen 3



Ofen 5



0m

5m



18: Steingerechte Aufnahmen der Öfen am «Breitenweg». Relevés pierre à pierre des fours de «Breitenweg».

Der Abhang unterhalb des Ofens war auf einer Fläche von 80 m² mit einer bis zu einem Meter starken Schicht aus Asche und brandgeröteten Steinen bedeckt. In dieser Schicht waren zwei Ausräumphasen zu erkennen. Ofen 1 wurde sicher mehrfach verwendet. Spätestens für den Bau von Ofen 2 wurde er letztmals ausgeräumt und abschliessend abgebrochen (Abb. 19). Der *Brennraum* hatte einen quadratischen Grundriss (Seitenlänge rund 5,50 m). Seine Mauerschale (Stärke 0,50 m) war auf einer Höhe von maximal 0,80 m erhalten. Das Mauerwerk bestand aus vier unregelmässig verlaufenden Lagen; die Steine waren mit Lehm gebunden. Hinter der Mauerschale war der Grubenrand bis in eine Tiefe von 0,30–0,40 m brandgerötet; die Verfärbung war intensiv und reichte von rot bis orange. An der Basis des Brennraumes war eine gemauerte Bank von maximal 0,50 m Breite zu erkennen. Sie bestand aus grob zugehauenen Steinen und war wohl das Auflager des Himmels oder eines Rostes. Diese Bank erlaubte die Rekonstruktion eines Brennraumes mit einer Basis von 4 × 4 m. Die Kapazität des Ofens betrug demnach mindestens 25 m³. Die geringe Tiefe dieser Anlage und die grosse Menge des talseitig verworfenen Abbruchmaterials lassen uns aber vermuten, dass der Ofen mit einem oberirdischen Aufbau zu ergänzen ist.

Die *Feuerungsöffnung* war quadratisch (Seitenlänge 0,90 m) und nahezu 0,80 m tief. Sie war mit grossen Steinblöcken verschlossen.

Die *Küche* hatte einen langgezogenen Grundriss (2 × 5 m) und war seitlich von Mäuerchen begrenzt. Das Bodenniveau lag auf gleicher Höhe wie die Schwelle der Feuerungsöffnung und fiel talseitig leicht ab.

Oberhalb des Ofens zeichnete sich im Hang eine Terrasse ab, deren Ausdehnung über die ergrabene Fläche hinaus führte. Es konnten hier mehrere Benutzungsniveaus nachgewiesen werden.



19: Ofen 2. Links die von einer modernen Kanalisation durchschlagenen Reste des älteren Ofens 1. Aufsicht. Vue générale du four 2 imbriqué dans le four 1. Une canalisation moderne recoupe le four 1 de part en part. Vue de dessus.

Ofen 2

Ofen ohne Schnauze; 1999 entdeckt und ausgegraben.

Der *Brennraum* war im Grundriss kreisförmig, im Aufriss konisch; der Innendurchmesser oben grösser (2,50 m) als an der Basis (2,00 m). Bei einer Erhaltungshöhe von 1,50 m betrug das errechnete Mindestfassvermögen 6 m³. Im Gegensatz zu den übrigen am «Breitenweg» entdeckten Ofenanlagen fehlte bei diesem Ofen die Feuerungsöffnung. Die gemauerte Innenschale war rundum geschlossen und bestand aus grob zugehauenen, schiefrigen Kalksteinen, welche in unregelmässigen Lagen verlegt und mit einem graublauen Lehm ausgefugt waren. Im Norden zog diese Mauerschale an die Feuerungsöffnung von Ofen 1.

Der Ofen wurde mindestens zwei Mal benutzt. Im Innern verblieben Reste des letzten Brandes: Am Boden des Feuerraumes lag eine 0,20–0,40 m mächtige Asche- und Kohleschicht und darüber eine 0,20–0,30 m mächtige, weissliche, kompakte Masse (gebrannter Stein). Der Rest der Einfüllung bestand aus Versturzmateriale, Steinen und Lehm (Schichtstärke 1 Meter).

Ofen 3

Ofen mit Schnauze; 1987 entdeckt, 1999 ausgegraben. Der Erhaltungszustand von Brennraum, Feuer-

raum und Feuerungsöffnung war hervorragend. Eine mehrmalige Benutzung bzw. eine bauliche Erneuerung des Ofens war nicht zu erkennen.

Der *Brennraum* war im Grundriss birnförmig; seine Masse betrug am oberen Rand rund 4,50 × 5,0 m, an der Basis 3,40 × 2,70 m. Bei einer Erhaltungshöhe von 2,30 m (bergseitig) betrug das errechnete Mindestfassvermögen 27 m³. Der Innenmantel des Brennraumes (nur im Nordwesten erhalten) bestand aus maximal 10 unregelmässig verlaufenden Steinlagen. Hinter der Verkleidung war die Grubenwand stark verziegelt; die lehmige Erde bis in eine Tiefe von 0,40 m gerötet. An der Basis der Kammer zeichnete sich eine 0,70 m breite Erdbank ab, deren Oberfläche stellenweise mit Steinplatten abgedeckt war.

Der *Feuerraum* bestand aus einem Kanal (Breite 1,20 m, Länge 3,50 m), der die Feuerungsöffnung verlängerte. Das Niveau der Kanalsole lag 0,70 m tiefer als dasjenige der Ofenbank. Unmittelbar hinter der Feuerungsöffnung und in der Kanalmitte waren zwei Sturzsteine zu erkennen, die – in einem Abstand von 2 m – den Kanal überbrückten. Sie waren auf je zwei gegen die Kanalwand gemauerte Stützen verlegt. Zusammen mit der Ofenbank bildeten diese monoli-



20: Verschlossene Feuerungsöffnung von Ofen 3. Ansicht von der Talseite.
Vue de l'entrée obstruée du four 3. Vue de l'aval.

thischen Platten wohl das Auflager eines Rostes.

Von der *Feuerungsöffnung* (Breite 1,10 m, Tiefe 0,70 m) existierten nur noch die seitlichen Gewände (Abb. 20). Die westliche Leibung bestand aus einer gestellten Steinplatte; die östliche aus mehreren flach gelegten Steinen. Die Öffnung war mit grossen Steinblöcken verschlossen (Erhaltungshöhe der Vermauerung 0,80 m).

Die *Küche* dürfte eine Fläche von 6 auf 2,30 m umfasst haben; ihr Gehniveau war eben.



21: Ofen 4. Aufsicht.
Vue générale du four 4. Vue verticale.

Im Innern des Ofens verblieben Reste des letzten Brandes: der Boden der Feuerkammer war mit einer 0,10 m mächtigen Kohleschicht überdeckt. Darauf lag eine aus gebranntem Stein bestehende, kompakte Masse (Schichtstärke 0,30 m). Der Rest der Einfüllung gelangte nach Aufgabe des Ofens in den Hohlraum (Schichtstärke nahezu 1,0 m): zunächst lagerten sich Sedimente ab, dann planierte man die verbliebene Senke mit Steinen unterschiedlichster Grösse.

Ofen 4

Ofen mit Schnauze; 1999 entdeckt und freigelegt. Erhalten waren Feuerraum mit Feuerungsöffnung. Die geringe Tiefe, mit welcher diese Anlage in die Erde eingegraben war (erhaltene Höhe des Feuerraumes maximal 0,90 m), lässt uns vermuten, dass der Brennraum einen oberirdischen Aufbau besass. Eine mehrmalige Benutzung des Ofens zeichnete sich weder am Bau noch anhand der Ablagerungen ab (Abb. 21).

Der *Feuerraum* war im Grundriss birnförmig; am oberen Rand breiter (Durchm. rund 1,50 m) als an der Basis. Die seitlichen Mauern (Stärke 0,60 m) bestanden aus in Ansätzen lageweise verlegten, schiefen Kalksteinen. Hinter der Mauerschale war die Grubenwand bis in eine Tiefe von 0,20 bis 0,60 m intensiv rot verziegelt.

Die *Feuerungsöffnung* (Breite 0,60 m) führte in einen gemauerten, 1,50 m langen Kanal, der sich nach innen verbreiterte (1,10 m). Sie war mit Steinen verschlossen. Der Boden von Feuerraum und Feuerungsöffnung war mit einer Kohleschicht von 0,20 m Stärke bedeckt. Darüber lagen Reste von gebranntem Stein. Im Übrigen bestand die Einfüllung aus lehmiger Erde und Steinen. Diese oberste Schicht entsprach einer bewussten Verfüllung des Hohlraumes.

Ofen 5

Ofen mit Schnauze; 1998 entdeckt, 1999 freigelegt. Die Erhaltung war – abgesehen von der Störung im Westen (Sondiergraben) – hervorragend. Bei diesem Ofen waren drei Bauphasen und ebenso viele Benutzungsphasen zu erkennen.

Der *Brennraum* war im Grundriss annähernd kreisförmig; am oberen Rand breiter (Durchm. 5,30 m) als an der Basis (Durchm. 3,80 m). Bei einer Erhaltungshöhe von 2,10 m (bergseitig) betrug das errechnete Mindestfassvermögen 35 m³ (Abb. 22 und 23). An der Basis der Brennkammer zeichnete sich eine gemauerte Bank ab (Breite 0,30–0,50 m). Das Innere des Brennraumes war mit einer Mauerschale verkleidet (nur in Resten erhalten). Hinter der Mauerschale war die Grubenwand verziegelt; die lehmige Erde bis in eine Tiefe von 0,40 m orange bis rot verfärbt (Abb. 7).

Der *Feuerraum* besass ursprünglich einen ovalen Grundriss (2,30 × 2,80 m). Seine Mitte war in Bezug zum Brennraum nach Norden verschoben. Die Sohle lag rund 0,75 m tiefer als das Niveau der Ofenbank. In einer jüngeren Bauphase wurde der Boden in der Verlängerung der Schnauze konkav eingetieft; die ausgehobene Erde beidseits der Mulde zu einem 0,50 m breiten Auflager aufgeschüttet. Es entstand dadurch ein Kanal von 0,40 m Tiefe und 0,70 m Breite. Auf den Kanalwangen standen paarweise die Stützen zweier Sturzplatten: das eine Paar unmittelbar hinter der Feuerungsöffnung, das andere in der hinteren Hälfte des Feuerkanals.

Hier war auch die Sturzplatte erhalten: ein unten flach, oben konvex gewölbter Monolith (Masse: $1,45 \times 0,45 \times 0,30$ m, Abb. 10). Die Stützen waren aus drei bis vier flach gelegten Steinen gefügt. Zwei grosse, neben den Pfeilern liegende Kohlefragmente lassen uns vermuten, dass die Sturzplatten – ihr Abstand betrug $1,30$ m – zusammen mit der Ofenbank ein Holzgerüst stützten, das für die Konstruktion des Himmels diente.

Während die eben beschriebenen Stützen auf den Kanalwangen standen, war auf der Kanalsohle der Rest einer weiteren Stütze gleicher Konstruktion zu beobachten. Diese gehörte zu einem älteren Zustand des kanalförmigen Brennraumes.

Die *Feuerungöffnung* war hochrechteckig ($0,75$ m \times $0,65$ m) und $0,80$ m tief. Der monolithische Sturz war zugehauen ($1,30 \times 0,70 \times 0,20$ m). Die Gewände bestanden aus flach gelegten, mit Lehm ausgefugten Steinen. Unter dem östlichen Gewände war eine Kaminöffnung ($0,15$ m \times $0,10$) angeordnet, deren Wangen aus gestellten Steinplatten bestanden. Das westliche Gewände zog gegen einen grossen Felsbrocken, in den man ein Auflager gespitzt hatte. Die Schnauze war mit Steinen vermacht.

Die *Stirnwand* ruhte auf der Sturzplatte der Feuerungsöffnung und war auf einer Höhe von $0,70$ m erhalten. Die Steine waren wenig sorgfältig verlegt, ihre Fugen mit Lehm verstrichen. Auf dem Steinwurf der Schnauze waren zwei grosse, giebelartig versetzte Steinplatten angeordnet (nur die eine erhalten). Diese dienten entweder zur Entlastung des darunter liegenden Monoliths oder bildeten eine zusätzliche Kontrollöffnung.

Die *Küche* war langgezogen ($5,50 \times 2,0$ m) und rund $1,50$ m in die Erde eingegraben. An den Langseiten war sie von Trockenmüerchen begrenzt.

Die Ablagerungen im Ofen widerspiegelten seine mehrfache Nutzung. Zuunterst lagen wenig ausgeprägte Schichten: Überreste der jeweiligen Ausräumung und Reinigung (Abb. 24). Auf diesen Ablagerungen lagen die Rückstände des



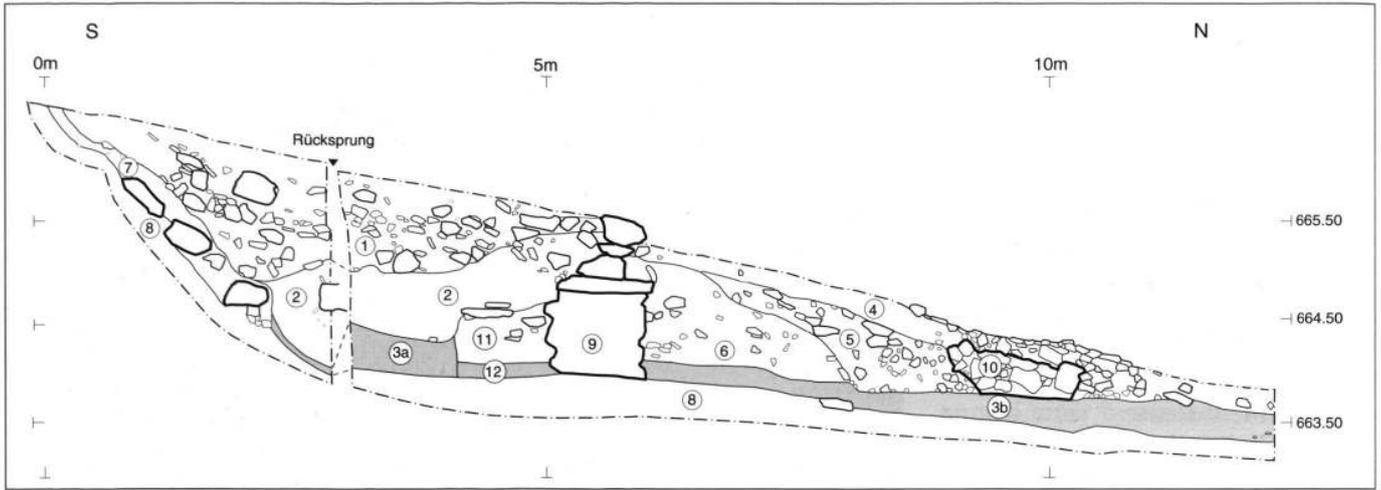
22: Ofen 5 während dem Ausgraben. Das südwestliche Viertel des Brennraumes ist noch nicht freigelegt. Rechts die Stirnmauer mit der Schnauze, in der Mitte das Stützelement des Rostes. Ansicht von Osten. Vue générale du four 5 en cours de fouille. Le quart sud-ouest du laboratoire n'a pas été dégagé. A droite, paroi frontale et entrée; au fond du four, éléments de soutènement de la sole. Vue de l'est.



23: Ofen 5: Schnitt durch die Einfüllung (Ansicht von Norden). Unten der Feuerraum mit einem Stützelement (Pfeiler mit Sturzplatte) des Rostes. Darüber die verhärtete Masse gebrannten Steines und die Einfüllung des Ofens nach seiner Aufgabe. Vue de la coupe est-ouest du four 5. Au fond, chambre de chauffe comportant un élément de soutènement du laboratoire (piédroits et linteau). Au-dessus, résidus de la matière cuite (gangue blanchâtre). Au sommet, comblement volontaire du four. Vue du nord.

gerungen lagen die Rückstände des jüngsten Brandes: eine aschehaltige Schicht, darüber ein Steinkonglomerat. Auf dem Vorplatz wurde eine rot verbrannte, kompakte Lehmschicht beobachtet, in die Gipssteine gebettet lagen (Schichtstärke bis 1 m). Es handelte sich hier wohl um Reste des Lehmüberzuges, der das Brenngut an der Erdoberfläche isolierte. Die jüngsten Schichten entstanden nach der Aufgabe des Ofens: die Senke wurde mit einer heterogenen Einfüllung (vorwiegend mit Steinen) willentlich verfüllt.

Im Feuerraum stellten wir drei Bauphasen fest. Der ursprüngliche, mit einem gemauerten Brennraum und einer Bank versehene Ofen besass einen ovalen Feuerraum. Später wurde der Feuerraum kanalförmig verändert, wobei die Auflager des Rostes auf der Kanalsohle standen. In einer weiteren Phase wurde der Kanal erneuert; die Auflager des Rostes standen nun auf den Seitenwangen. Stirnwand und Feuerungsöffnung dürften anlässlich dieser jüngsten Bauphase erneuert worden sein.



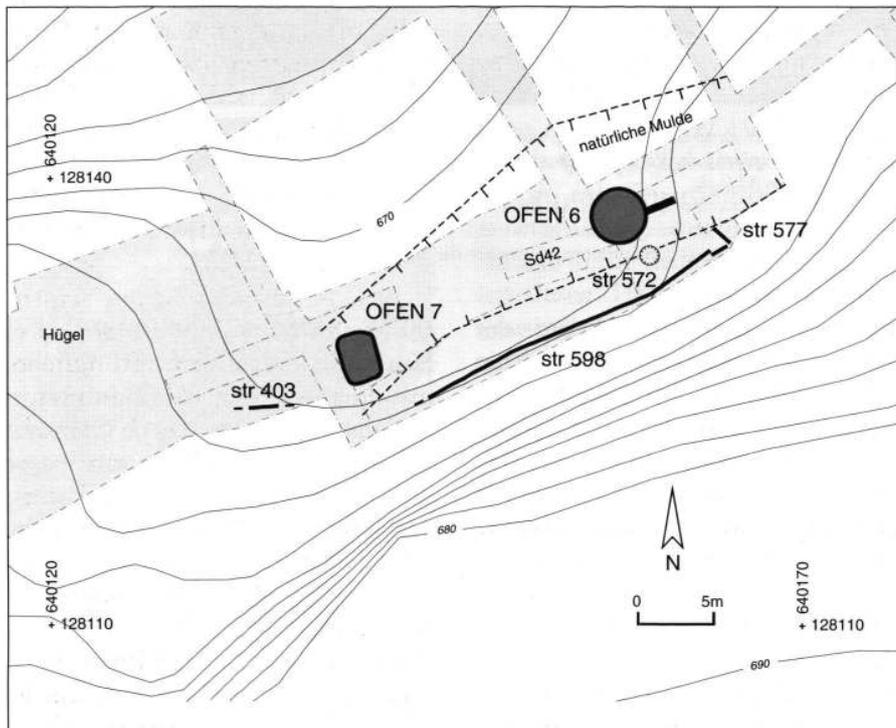
24: Schematischer Schnitt durch Ofen 5 (Ansicht von Osten): 1) Einfüllung nach Aufgabe des Ofens. 2) Rest gebrannter Steine. 3a) Brennstoffreste am Boden des kanal-förmigen Feuerraumes. 3b) Beim Leeren des Ofens entstandene koblehaltige bzw. rot verzierte Schichten. 4) Jüngste Abbruchschicht. 5) Rest der letzten Ausräumung des Ofens. 6) Umgelagerter Rest der Lehm-schicht, welche das Brenn-gut an der Oberfläche isolierte. 7) Mauerschale des Brennraumes. 8) Grubenrand. 9) Feuerungs-öffnung mit Sturz und Rest der Stirn-mauer. 10) Seitliche Stütz-mauer der Küche. 11) Wange des kanal-förmigen Feuerraumes. 12) Brennstoffreste am Boden des älteren, ovalen Feuerraumes.

Coupe stratigraphique interprétée à travers le four 5. Vue de l'est. 1) Comblement du four après son abandon. 2) Restes de la production non défournée. 3a) Combustible encore en place de la chambre de chauffe en forme de couloir. 3b) Niveaux charbonneux et rubéfiés de défournement. 4) Démolition finale. 5) Résidus de la dernière fournée. 6) Restes de la chape d'argile recouvrant le chargement. 7) Paroi avant la dernière fournée. 8) Terrain encaissant. 9) Entrée et paroi frontale. 10) Partie du muret délimitant l'aire de chauffe. 11) Remblai aménagé pour la chambre de chauffe en forme de couloir. 12) Combustible résiduel de la chambre de chauffe ovale.

Den drei Bauphasen entsprachen vier Benutzungsphasen (4 Feuerstellen und Ausräumniveaus). Auf dem Vorplatz waren die drei ersten Benutzungsphasen anhand von zwei sich jeweils wiederholenden Schichten zu erkennen: ein schwarzes Ascheniveau und eine

Schicht rot verbrannten Lehms. Ersteres entsprach der Reinigung der Feuerstelle (während dem Brand?), letztere der Reinigung des Ofens vor seiner Wiederverwendung. Die letzte Benutzung des Ofens war allein anhand der Aschenschicht belegt. Die unmittelbare

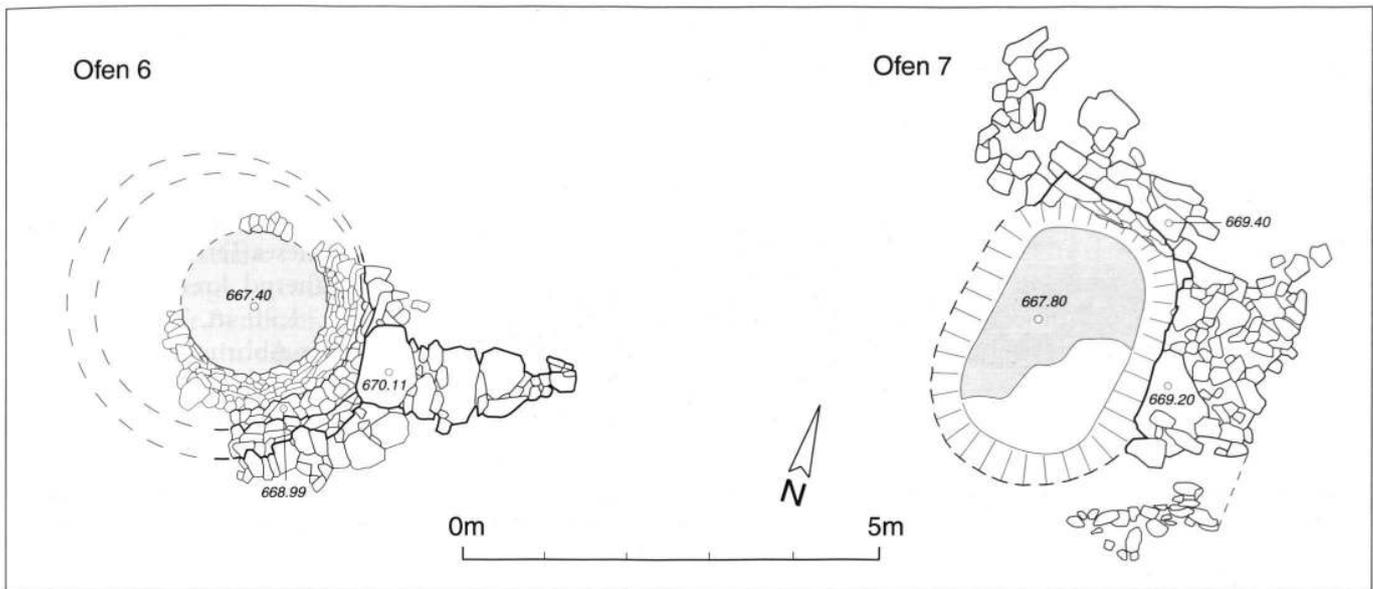
Abfolge der Schichten (ohne Zwischenablagerungen) deutet auf eine kontinuierliche Betreibung des Ofens. Zwischen dem 2. und 4. Brand wurden die seitlichen Trockenmauern erneuert.



25: Schematischer Plan der Öfen bei der «Waldmatte». Die Öfen sind in der Einfüllung einer Spalte karstischen Ursprungs eingetieft. Gestrichelte Linie: Verlauf der Mulde; hell gerastert: ausgegrabene Flächen. Plan schématique des fours du secteur de «Waldmatte». En trame claire: surfaces fouillées. Les «L» représentent la faille d'origine karstique comblée, dans laquelle les fours ont été implantés.



26: Sicht auf das Grabungsgelände der «Waldmatte» von Süden. Im Vordergrund Ofen 7; in der Mitte der Experimentalofen mit den bereitgelegten Gipssteinen, im Hintergrund Ofen 6. Vue générale des fours de «Waldmatte». Au premier plan, les restes du four 7; au centre, le four expérimental avec un amas de roche de gypse prête à cuire; à l'arrière plan, les vestiges du four 6. Vue de l'ouest.



27: Steingerechte Aufnahmen der Öfen bei der «Waldmatte». Relevés pierre à pierre des fours de «Waldmatte».

Die Brennöfen bei der «Waldmatte» (Ofen 6 bis 8)

Die Öfen bei der «Waldmatte» (Abb. 25, 26 und 27) wurden 1987 anlässlich Sondierungen entdeckt³⁸: Zwei waren direkt vom Autobahnbau bedroht und wurden deshalb in den Jahren 1992/1993 und 1997 ausgegraben (Ofen 6 und 7). Ofen

8 lag hingegen oberhalb der gefährdeten Zone; er wurde nur in Ansätzen freigelegt, da er erhalten blieb. Im Gegensatz zu den ersten beiden Öfen besass Ofen 8 eine Feuerungsöffnung. Die relativ chronologische Abfolge der Öfen war nicht zu erkennen.

Ofen 6

Ofen ohne Schnauze; 1987 entdeckt, 1992/1993 ausgegraben. Der Brennraum war im Grundriss kreisförmig; oben breiter (Durchm. 3,30 m) als an der Basis (Durchm. 1,60 m). Bei einer Erhaltungshöhe von 2,80 m betrug das errechnete Mindestfassvermögen rund 15 m³. Das Innere war mit einem trocken gefügten Steinmantel verschalt, an dem drei Bauphasen abzulesen waren (Abb. 28). Nur der untere Teil gehörte zum ursprünglichen Bau (bis in eine Höhe von 1,40 m). Das über 10 Steinlagen erhaltene Mauerwerk bestand aus kleinformatigen Steinen (0,15 × 0,10 m), die sorgfältig, mit schmalen Fugen, zum Teil schräg (Ährenmuster), zum Teil flach verlegt waren. In einer zweiten Phase wurde der obere Teil der Mauerschale ersetzt (auf einer Höhe von 1,20 m). Bezüglich der älteren Innenflucht war die jüngere etwas zurückgesetzt. Das neue Mauerwerk war weniger sorgfältig gefügt: die Steine waren grösser

(0,20 × 0,30 m), die Lagen wenig ausgeprägt, die Fugen derart breit, dass man stellenweise die stark verziegelte Grubenwand sehen konnte. In einer dritten Phase wurde die Mauerkrone des Ofens erneuert und senkrecht zur Innenflucht eine 0,90 m starke Mauer errichtet. Letztere war auf einer Länge von 2,60 m erhalten (Mauerstärke am äusseren Ende 0,40 m). Für diese Bauphase waren grosse (0,50 × 0,60 m), unregelmässig verlegte Kalksteinplatten charakteristisch. In der Ofeneinfüllung verblieben Reste der jüngsten Benutzungsphase. Die Ablagerungen am Boden – unten eine weissliche Steinmasse (Schichtstärke 0,05 m), darüber eine Mischung aus verbranntem Stein, Holz und Holzkohle (Schichtstärke 0,08 m) – häuften sich wohl beim Ausräumen des Ofens an. Darüber lagen Reste des letzten Brandes: viel Holzkohle (Schichtstärke 0,50 m) und gebranntes Steinmaterial (Schichtstärke bis zu 0,20 m). Später wurde der Ofen bis zur Mauerkrone mit Erde und grossen Steinen eingefüllt (Schichtstärke ca. 1,50 m). Das Benutzungsniveau im unmittelbaren Umkreis des Ofens wurde nur im Süden und Westen gefasst (Abb. 29). Es konnten drei Benutzungsphasen nachgewiesen werden, die jeweils von Ablagerungen



28: Ofen 6 im Schnitt. An der Mauerschale lassen sich drei Bauphasen unterscheiden. Ansicht von Norden.
Vue du four 6 et de sa zone de travail en cours de fouille. Vue du nord.



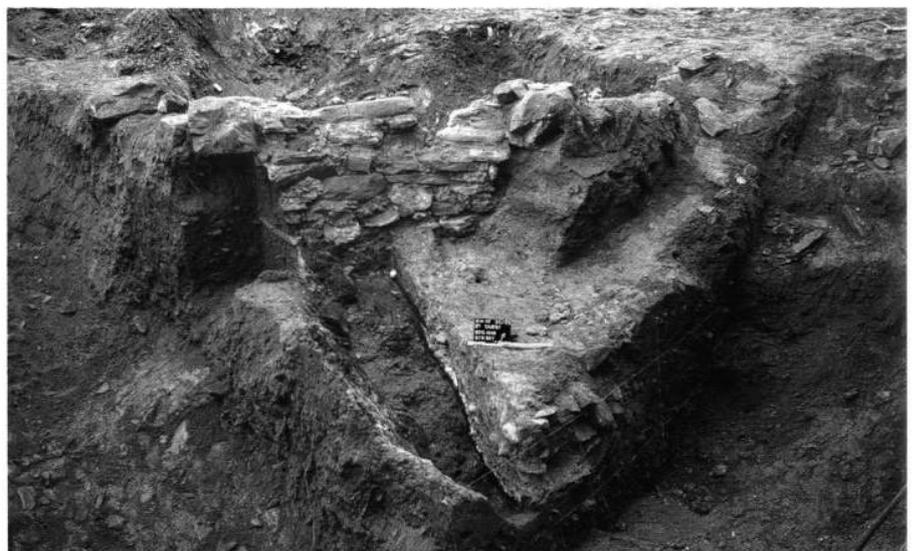
29: Ofen 6 mit angrenzendem Gebhorizont während der Ausgrabung. Ansicht von Norden.
 Vue du four 6 et de sa zone de travail en cours de fouille. Vue du nord.



30: Ofen 6 (ganz rechts) mit der bergseitigen Terrassenmauer (links). Ansicht von Osten.
 Vue d'un tronçon du mur de terrasse (STR 577) et de son retour, protégeant le four 6. Au centre, fosse (STR 572), à droite, parement du four 6. Vue de l'est.

eines Baches überdeckt waren. Das unterste Niveau war brandgerötet und enthielt Holzkohle sowie einzeln gelegte Steinplatten. Dieses Niveau entsprach der Benutzung des Ofens in seinem ersten Zustand. Das zweite Benutzungsniveau bestand aus Asche, Holzkohle und verbranntem Lehm. Das dritte Niveau war wiederum brandgerötet. Rückstände gebrannten Steines und Holzkohle zeugten von der intensiven Benutzung des umliegenden Platzes.

In einem Abstand von rund 3,50 m zum Ofen wurde auf der Bergseite eine einhäuptige, aus grossen Steinen gefügte Trockenmauer freigelegt (str 598). Sie war auf einer Länge von mehr als 22 Metern fassbar (Erhaltungshöhe 0,90 m). Im



31: Ofen 7 im Schnitt. In der Einfüllung erkennt man deutlich die Reste von Brennstoff (schwarze Holzkohleschicht) und Brenngut (weisse Masse). Ansicht von Süden.
 Vue des restes du four 7, après recoupement par des tranchées pour les observations stratigraphiques. Le remplissage est marqué par un niveau charbonneux (combustible) et par une gangue blanchâtre (résidus de la cuisson de la roche de gypse). Vue du sud.

Osten wies sie eine Verlängerung auf, die zum Ofen abgewinkelt und auf weitere 1,50 m nachweisbar war (str 577, Abb. 30). Diese Mauern begrenzten ein Areal von rund 30 m² (3,50 × ca. 9,0 m). Hier konnte Holz und Brenngut gelagert werden. Auf dieser Terrasse befand sich eine annähernd kreisrunde Grube (Durchm. 1,20 m, Tiefe 0,80 m), welche mit Abbruchmaterial (Steine und Lehm) verfüllt war (str 572). Ihre Funktion war nicht erkennbar (Abb. 25).

Der zeitliche Bezug zwischen dem Bau der Terrassenmauern und der Benutzung des Ofens war nicht eindeutig. Die ältere Terrassenmauer scheint gleichzeitig mit der Einrichtung der Gewerbezone entstanden zu sein, wohl um den an dieser Stelle abrupt abfallenden Hang zu stabilisieren. Die Erneuerung der Mauer dürfte hingegen mit den jüngeren Nutzungsphasen des Ofens im Zusammenhang stehen. Die Grube im Süden scheint zeitgleich mit der jüngsten Benutzung des Ofens entstanden zu sein.

Ofen 7

Ofen ohne Schnauze; 1990 entdeckt, 1993 an der Oberfläche freigelegt und 1997 ausgegraben.

Der Brennraum entsprach im Grundriss einem Rechteck mit gerundeten Ecken (Seitenlängen am oberen

Rand $3,40 \times 2,50$ m, an der Basis etwas weniger). Bei einer Erhaltungshöhe von 1,60 m betrug das errechnete Mindestfassvermögen rund 10 m^3 .

Der Ofen besass zunächst keine gemauerte Innenschale: die Grubenwand (vielleicht mit einer Lehmverkleidung) genügte den Ansprüchen der Benutzer. Ihre Rötung reichte bis in eine Tiefe von circa 0,10 m. Nachträglich wurde das Ofeninnere mit einer Mauer- schale verkleidet (im Norden und Osten bis in eine Höhe von 1,20 m, im Süden nur mehr einzelne Fluss- kiesel und Fragmente verziegelten Lehms erhalten). Das Mauerwerk (9 Steinlagen) bestand aus kleinfor- matigen Steinen (ca. $0,25 \times 0,15 \times 0,10$ m); die Fugen waren mit Lehm verstrichen. Am oberen Rand war das Steinmaterial etwas grösser.

Grubenwand und Boden des Brenn- raumes (1. Zustand) waren mit einer hart gebrannten, 5 cm star- ken Kruste bedeckt. Darüber lagen Reste von Brennstoff und Brenngut des jüngsten Brandes: eine aus Asche, grossen Holzkohlestücken und Gipssteinen bestehende Schicht von 0,20 m Stärke. Die Ein- füllung des Ofens erfolgte nachdem dieser sich im Süden verformt hatte (Setzung des Untergrundes). Sie be- stand aus grossen Kalk- und Gips- steinen sowie Erde (Schichtstärke ca. 1,50 m, Abb. 31).

Im Umkreis des Ofens war ledig- lich ein Benutzungsniveau fassbar. Die vereinzelt Flächen rot ver- brannter Erde liessen sich aller- dings weder dem ersten noch dem zweiten Zustand des Ofens zuwei- sen. Auf der Bergseite des Ofens wurde ein Trockenmüerchen be- obachtet (Länge 1 m), dessen Ab- bruchkrone in gleicher Höhe lag, wie diejenige der Terrassenmauer oberhalb von Ofen 6 (str 403). Es wäre denkbar, dass es sich um zwei Teilstücke einer rund 35 m langen Mauer handelte, die einen gröss- ren, zusammenhängenden Lager- platz begrenzte.

Ofen 8

Ofen mit Schnauze; war anlässlich unserer Begehung im Jahre 2000



32: Ofen 8. Im Hintergrund das kreisförmige, trocken gemauerte Ende des Feuerkanals. Vue générale du four 8. En arrière plan, muret de pierres sèches semi-circulaire.

unter der Vegetation sichtbar. Im Rahmen der Bearbeitung der übrigen Öfen wurde diese Anlage stellenweise besser freigelegt. Von einer vollständigen Ausgrabung wurde abgesehen, da der Bau der Autobahn A9 ihn nicht tangierte (Abb. 32).

Es zeichnete sich ein 3,40 m langer und 1,80 m breiter, gemauerter Kanal ab, der im Süden halbkreisförmig endete (Radius 0,75 m, Erhaltungshöhe 2,40 m). Eine kleine Sondierung im Zentrum des Ofens zeigte eine Schichtabfolge, wie sie in einem Feuerraum entsteht: zu- unterst eine Holzkohleschicht, da- rüber gebrannte Kalk- oder Gips- steine.

Südlich des gerundeten Kanalendes (Bergseite), in etwa zwei Meter Ab- stand, war die ebenfalls gerundete Innenflucht einer einhäuptigen, aus grossen Steinen bestehenden Mauer zu erahnen. Es dürfte sich hier um den Rest des Brennraumes handeln. Sofern dies zutrifft, besass diese An- lage eine Grösse, welche diejenige aller übrigen Öfen deutlich über- traf.

Résumé

L'exploitation de la pierre à chaux (roche calcaire) est plutôt bien do- cumentée par de nombreuses dé- couvertes archéologiques effectuées

depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours. Celle de la pierre à plâtre (gypse) est en revanche beaucoup moins connue, alors même que son utilisation est attestée depuis des millénaires en Orient ou en Egypte. Dans nos régions, peu de structures liées à cette dernière production ont été fouillées jusqu'à récemment et la littérature scientifique reste très pauvre sur ce sujet. La découverte de huit fours du Haut Moyen Age, ayant exploité la roche de gypse près du village de Gamsen dans le Haut-Valais, constitue dès lors un témoignage important pour com- prendre le type de structures utili- sées à l'époque et leur fonctionne- ment, et pour aborder le problème assez complexe des procédés de transformation de la matière pre- mière.

Les fours se concentrent en deux endroits du versant du Glishorn («Breitenweg» et «Waldmatte»), à proximité de bancs de gypse affleu- rant. Deux types de fours ont été mis en évidence: des fours avec en- trée et des fours sans entrée. Les pre- miers ont fonctionné entre 400 et 700 ap. J.-C., les seconds à partir de 700 jusque vers 1000/1100 ap. J.- C. Des analyses minérales (microscopiques et par diffraction aux rayons-x) ont été effectuées dans les gangues résiduelles de la matière première encore en place dans les fours. Parallèlement, un four ex- périmental sans entrée a été cons- truit pour en comprendre le fonc- tionnement. A partir de ces résul- tats, il semble que les fours du versant de Gamsen ont produit plusieurs sortes de plâtre (semi hydraté, semi anhydre et anhydre). Ils ont cependant également eu la possibilité matérielle et technique, pour certains d'entre eux (fours avec entrée), de cuire des roches calcaires pour la production de chaux.

Ces huit fours ne forment peut-être qu'une petite partie d'un ensemble couvrant tout le coteau. Dans ces conditions, il n'est pas possible de mesurer l'importance de la produc- tion au cours du temps et surtout de savoir si, après le XI^e s., l'exploita- tion s'est poursuivie. Néanmoins, sur la base des capacités de charge-

ment des plus grands fours (jusqu'à 35 m³), on peut déjà parler d'une activité préindustrielle qui donne un nouvel éclairage sur le développement économique de la région entre Viège et Glis à partir de la fin de l'époque romaine.

Riassunto

Attraverso la cottura della calce o di gesso si ottiene un materiale grezzo che vanta una lunga tradizione. La produzione di calcina (roccia calcarea) è relativamente ben documentata attraverso molte scoperte archeologiche, dall'epoca romana fino ai giorni nostri. Quella relativa al gesso invece è meno conosciuta sebbene il suo utilizzo è attestato già da millenni in oriente ed in Egitto. Nella nostra regione fino ad ora sono state riportate alla luce solo poche fornaci per la calcinazione del gesso. Anche la letteratura scientifica è povera in merito. Per questo motivo le fornaci di Gamsen, che si trovano in ottimo stato di conservazione, fungono da importante testimonianza poichè permettono di capire il tipo di struttura e l'utilizzo all'epoca, e per chiarire il problema abbastanza complesso sul procedimento della trasformazione della materia prima.

Le fornaci per la calcinazione del gesso sono situate nel territorio del Comune di Brig-Glis sul versante sinistro della Valle del Rodano ai piedi del «Glishorn». Sono concentrate su due terreni («Breitenweg e Waldmatte») in prossimità di una venatura di gesso fuoriuscente dal terreno. Due tipi di fornaci sono state messe in evidenza; fornaci con entrata «bocca» e fornaci prive di bocca.

Le prime qui a Gamsen si lasciano datare nello spazio di tempo tra il 400 ed il 700 d. C., le altre tra il 700 ed il 1000/1100. All'interno delle fornaci è rimasta una massa bianca compatta. Alcuni campioni di questa massa sono stati sottoposti a delle analisi mineralogiche (microscopiche e tramite la diffrazione ai raggi x). Parallelamente a ciò è stato costruito un forno senza bocca per

permetterci di capirne meglio il funzionamento attraverso una cottura sperimentale. Sembra che in queste fornaci di Gamsen siano stati prodotti tipi diversi di gesso (semi-idrato, semi-anidridico e anidridico). Inoltre le fornaci con bocca offrivano anche la possibilità di cuocere rocce calcaree per ottenere la calce.

Le otto fornaci attestate formano probabilmente solo un piccolo gruppo di un insieme più grande che si estende dai piedi del Glishorn su tutto il versante. Quanto fosse numerosa la produzione di gesso «cotto» e se continuò anche dopo l'XI secolo per ora si lascia ricostruire difficilmente. In considerazione della moltitudine di fornaci e dell'uso continuo è quasi possibile parlare di un'attività pre-industriale.

Le fornaci di Gamsen rispecchiano uno sviluppo economico nemmeno immaginato. Questo fatto getta una nuova luce sulla regione Brig-Visp e sul significato che ebbe dopo il tramonto dell'epoca romana.

(Christian Saladin, Origlio)

Resumaziun

Gia en temps antics vegniva brischà crap da chaltschina u da gip per fabritgar material da bajegiar. L'exploitaziun da crap da chaltschina è detg bain documentada tras numerosas scuvertas archeologicas dal temp roman fin a noss dis. Quella dal gip è dentant bler main conuschenta, era sche l'utilisaziun da gip è cumprovada dapi millennis en l'Orient ed en l'Egipta. En nossas regiuns han ins exchavà mo paucs furns per brischar gip e la litteratura scientifica è fitg stgarsa. Ils furns da Gamsen, mantegnids ordvart bain, èn perquai ina perditga impurtanta per chapir il funcziunament da quests tips da furns ed ils process complexes per transformar la crappa en gip.

Ils furns sa chattan sin il territori da la vischnanca da Brig-Glis. Els sa concentreschan sin dus terrens al pe dal Glishorn («Breitenweg» e «Waldmatte»), en vischinanza d'ina

avaina da gip. Ins ha scuvert dus tips da furns: furns cun bucca-pigna e furns senza. Ils emprims èn stads en funcziun tranter 400 e 700 s. Cr., ils segunds a partir da 700 fin 1000/1100. Ins ha fatg analisas mineralas (microscopicas e tras diffracziun radiologica) da restanzas da la massa alva cumpacta chattada en ils furns. Plinavant han ins costruì in furn senza bucca per experimentar il brischar gip. Sin basa da quests resultats pari ch'ins haja producì en ils furns da Gamsen differentas sorts da gip (mez idratissà, mez anidrit ed anidrit). Ils furns cun bucca-pigna èn probablmain er vegnids duvrads per producir chaltschina (brischar chaltschina).

Quests otg furns furman forsa mo ina pitschna part d'in complex pli grond che sa stendeva sur l'entira costa al pe dal Glishorn. Oz nun èsi anc pussaivel da giuditgar l'impurtanza da la producziun da gip brischà en il decurs dal temp e surtut da savoir, sche l'exploitaziun existeva anc suenter l'11avel tschientaner. Sin fundament dal dumber da furns e da la continuitad da la producziun pudess ins discurre d'in lavuratori preindustrial sorprendent che dat ina nov'idea dal svilup economic da la regiun tranter Brig e Visp davent da la fin da l'epoca romana.

(Lia Rumantscha, Cuira)

Anmerkungen

Wir möchten an dieser Stelle all jenen danken, die uns im Verlaufe der Grabung und beim Schreiben dieses Artikels geholfen haben: insbesondere Th. Bitterli-Waldvogel und A. Besse für die Begleitung der Arbeiten im Gelände, M.-A. Haldimann und J.-C. Moret für die kritische Durchsicht des Textes sowie A. Henzen und M. de Morsier für die Zeichnungen.

¹ Dieser Artikel erscheint in französischer Sprache (leicht veränderte Fassung) im Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte (SGUF) 84 (2001) unter dem Titel: Olivier Paccolat et Pascal Taillard, Une industrie plâtrière du Haut Moyen Age près de Gamsen VS. –

Cet article est également publié en langue française dans l'Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie (ASSPA) 84 (2001): Olivier Paccolat et Pascal Taillard, Une industrie plâtrière du Haut Moyen Age près de Gamsen VS.

² Für die Sondierungen war das Bureau «Curdy Investigations Archéologiques» verantwort-

- lich. Siehe: Gamsen 1987. Sondages exploratoires. Rapport final. RN9, section 6, km 148–150. Unveröffentlichter Bericht zuhanden der kantonalen Archäologie VS.
- ⁵ Die archäologischen Ausgrabungen von Gamsen (Gemeinde Brig-Glis) sind aus den Mitteln des Nationalstrassenbaus finanziert worden (Bundesamt für Strassenbau und Dienststelle Nationalstrassen des Kantons Wallis). Sie sind dem Kantonsarchäologen François Wiblé unterstellt. Eine wissenschaftliche Kommission, der Vertreter des Bundesamtes für Strassenbau, der kantonalen Dienststelle für Nationalstrassen, der kantonalen Dienststelle für Museen, Archäologie und Denkmalpflege sowie ausgewiesene Experten der verschiedenen Fachgebiete und die Leiter der Grabungen angehören, begleitet die Forschungsarbeiten. Für die Untersuchung der vorgeschichtlichen Schichten ist das Bureau ARIA (Archéologie et Recherches Interdisciplinaires dans les Alpes) unter der Leitung von Ph. Curdy, M. Mottet und C. Nicoud zuständig; für die Untersuchung der historischen Schichten das kantonale Amt für Archäologie (bis 1996) und das Bureau TERA (Travaux, Etudes et Recherches Archéologiques) unter der Leitung von O. Paccolat (ab 1997).
- ⁴ Erste Zwischenbilanzen wurden bereits publiziert. Siehe insbesondere Philippe Curdy et al., Brig-Glis/Waldmatte, Un habitat alpin de l'âge du Fer. Fouilles archéologiques N9 en Valais, Archäologie der Schweiz 16 (1993) 138–151; Olivier Paccolat, Le village gallo-romain de Brig-Glis/Waldmatte, Archäologie der Schweiz 20 (1997) 25–36.
- ⁵ Die Ausführungen zu diesem Kapitel basieren auf folgenden Publikationen: Aurora Cagnana, Archeologia dei materiali da costruzione, manuali per l'archeologia 1. Società Archeologica Padana s.r.l. (2000) 123ff und insbesondere Karl Krenkler, Chemie des Bauwesens 1: Anorganische Chemie (Berlin, Heidelberg, New York 1980) 113–124 für Gips und 125–132 für Luftkalk.
- ⁶ Die Röntgendiffraktionsanalysen wurden freundlicherweise von Prof. Bernard Grobéty, Mineralogisches und Petrographisches Institut der Universität Freiburg (CH), durchgeführt. Bernard Grobéty, Rapport 2000/1 Minéralogie Technique IMP, Université de Fribourg. Die Dünnschliffanalysen wurden von Dr. Rudolf Schicht, Consult, 8180 Bülach (CH) ausgeführt. Rudolf Schicht, Bericht rs-99/192, November 1999.
- ⁷ Für das Gipsgestein von Gamsen sind die Minerale Kaolinit und Illit ausschlaggebend, um einen Zusammenhang zwischen Muttergestein und gebranntem Stein herzustellen. Beide Minerale fehlen in den Proben des gebrannten Materials. Sie könnten sich allerdings bei der im Ofen herrschenden grossen Hitze aufgelöst haben. Eine chemische Analyse der Elemente könnte dies allenfalls klären.
- ⁸ Stellenweise kann der Ofen auch höhere Temperaturen erreicht und Kalzit in Branntkalk verwandelt haben.
- ⁹ Der Nachweis von Kalzit und Gips im Steinkonglomerat der Öfen 2, 3, 5, 6, 7 und von Portlandit in den Öfen 2, 3, 5 weist auf ein gleichzeitiges Brennen von Gips- und Kalksteinen.
- ¹⁰ Die Spuren von Kalzit und das vollständige Fehlen von Gips in der Steinmasse der Öfen 1 und 4 weisen, zumindest für den letzten Brand, eher auf eine Kalk- als auf eine Gipsproduktion.
- ¹¹ Siehe die Ausführungen zum Experimentallbrand unter Kapitel «Brennöfen ohne Schnauze».
- ¹² Um Kalk zu gewinnen, ist eine Temperatur von mindestens 900 °C nötig.
- ¹³ Wald- oder Bergföhre lassen sich nur anhand ihrer Früchte unterscheiden. Die Bestimmung wurde von Werner H. Schoch, Labor für Quartärhölzer (Langnau), durchgeführt.
- ¹⁴ V. Biston, Manuel théorique et pratique du chauffournier (Paris 1836, Reprint 1981) 34; Frank Sumera, Les fours à chaux gallo-romains de «Brétinoust», commune de Sivry-Courtry (Seine-et-Marne). Revue Archéologique du Centre de la France 36 (1997) 99–130, insbesondere 117–118.
- ¹⁵ Diesen Mangel soll die in Vorbereitung stehende Publikation von Thomas Bitterli-Waldvogel über die Kalkbrennöfen der Schweiz beheben.
- ¹⁶ Jean-Pierre Adam, La construction romaine, matériaux et techniques (Paris 1989) insbesondere 69–84.
- ¹⁷ Die Untersuchung der Stratigraphie im Innern des Ofens hat keine Hinweise ergeben auf ein lagenweises Einfüllen von Brenngut und Brennstoff. Die Feuerstelle ist jeweils immer eindeutig am Boden des Ofens lokalisiert worden.
- ¹⁸ Adam 1989 (vgl. Anm. 16) 69, 71; Gilbert L. Flach, Les fours à chaux à l'époque gallo-romaine. Revue archéologique Sites 12 (1982) 18–21.
- ¹⁹ Für die deutsche Terminologie siehe Erhard Reusche, Dörfliche Kalköfen in Südosteuropa. In: Fritz Scheidegger (Hrsg.), Aus der Geschichte der Bautechnik 1: Grundlagen (Basel 1990) 89. Für die französische Terminologie siehe Flach 1982 (vgl. Anm. 18) 18.
- ²⁰ Adam 1989 (vgl. Anm. 16) 69: «... le four sera aménagé au pied d'une déclivité, de façon à bénéficier d'une isothermie efficace et d'un accès commode en partie basse pour le foyer et en partie haute pour le chargement et déchargement». Caton, De agricultura, XLIV, De fornace calcaria: «... disposez l'emplacement du foyer de sorte qu'il soit le plus profond et le moins exposé au vent possible;» Übersetzung nach R. Goujard, Les Belles lettres (Paris 1975).
- ²¹ Flach 1982 (vgl. Anm. 18) 21.
- ²² Adam 1989 (vgl. Anm. 16) 71.
- ²³ Eine zylindrische Form hatte einzig die Feuerkammer von Ofen 5 in ihrem ursprünglichen Zustand.
- ²⁴ Adam 1989 (vgl. Anm. 16) 71–72.
- ²⁵ Nach Klausener existiert ein Ofentyp, bei dem sich die Schnauze nicht an der Ofenbasis, sondern in halber Höhe des Brennraumes befindet. Ist der obere Ofenteil zerstört, könnten Exemplare dieses Typs mit den Beispielen von Gamsen verwechselt werden. F. Eschbach, Un ensemble de fours à chaux médiévaux et modernes à Concise VD-Les Favarges, avec la collaboration de D. Raemy et I. G. Hedley. Rail 2000. Rapport polycopié du bureau Archéodunum S.A., Gollion 1997; M. Klausener, Champagne, Grand-Bois – Fours à chaux du XV^e siècle. Revue historique vaudoise, Chronique archéologique 1994, 406–408.
- ²⁶ Öfen ohne Schnauze sind in den Kantonen Graubünden und Wallis (Trient, Van d'en Haut) belegt. Unseres Wissens sind sie noch nicht publiziert worden.
- ²⁷ Die Versuchsbedingungen sind von den Mitarbeitern des Bureaus TERA unter Mitwirkung von Alain Besse festgelegt worden.
- ²⁸ Schmelzpunkt der Referenzmetalle: Zink-Blei-Legierung (Fensterglasruten): 180 °C, Blei: 327,4 °C, Zink: 419 °C, Glas: ca. 700 °C, Bronze: 900 °C, Kupfer: 1083 °C.
- ²⁹ Der erste Teil der Arbeiten ist maschinell getätigt worden.
- ³⁰ Martin Schmidhalter/Brig untersucht zurzeit die in den Öfen gefundenen Hölzer im Rahmen einer dendrochronologischen Studie, die vom schweizerischen Nationalfonds unterstützt wird.
- ³¹ Kalibrierte C14-Daten der Öfen 1–7: Stuiver et al., Radiocarbon 40, 1041–1083 (1998); OxCal v3.3, Bronk Ramsey (1999). CRG1225 (Centre de Recherches Géodynamiques à Thonon): 1415 +/- 40BP; UtC2208 (Universität Utrecht, Faculté Natuur- en Sterrenkunde, R. J. Van de Graaf laboratorium): 1159 +/- 46BP; UtC2213: 1097 +/- 34BP; UtC2215: 1723 +/- 39BP; UtC9102-1: 1654 +/- 36BP; UtC2005: 1529 +/- 29BP; UtC2220: 1608 +/- 37BP; UtC2221: 1534 +/- 34BP; UtC2230: 1566 +/- 41BP; UtC453C: 1188 +/- 37BP; UtC453: 1133 +/- 38BP; ARC434 (Archeolabs): 1015 +/- 60BP; UtC1758B: 1395 +/- 35BP; UtC570: 1328 +/- 40BP; ARC571: 1203 +/- 40BP. Ofen 8: Die mit Hilfe eines Hohlbohrers in einer Holzkohle entnommene Probe war für eine Datierung nicht geeignet.
- ³² Paccolat 1997 (vgl. Anm. 4).
- ³³ Georges Descœudres, Jachen Sarrott, Eine frühchristliche Taufkirche im Oberwallis. Die Ausgrabungen in der Pfarr- und Wallfahrtskirche Unsere Liebe Frau auf dem Glisacker (Gemeinde Brig-Glis). Vallesia 41 (1986) 350–448.
- ³⁴ Scheidegger 1990 (vgl. Anm. 19) 70.
- ³⁵ Gamsen 1987, Sondages exploratoires, Rapport final. Unveröffentlichter Bericht zuhanden der kantonalen Archäologie VS.
- ³⁶ Dominique Baudais, Rapport d'activités, 1991/1992 BW92/1 «Prospection archéologique Waldmatte-Est et Bildacker (avril 1992)», Fouilles archéologiques RN9-Brig-Glis/Waldmatte, Chantier protohistorique ARIA 1993. Unveröffentlichter Bericht zuhanden der kantonalen Archäologie VS.
- ³⁷ Im Norden ist die Brennkammer beim Bau von Ofen 2 gestört worden.
- ³⁸ Die Sondierungen wurden durch das Bureau Curdy Investigations Archéologiques durchgeführt. Siehe: Gamsen 1987. Sondages exploratoires. Rapport final. RN9, section 6, km 148–150. Unveröffentlichter Bericht zuhanden der kantonalen Archäologie VS.

Abbildungsnachweis

P. Gibut: Abb. 7, 17, 31; A. Henzen: Abb. 1, 3, 8, 16, 18, 19, 20, 26, 27; M. de Morsier Moret: Abb. 4, 6, 17; B. de Peyer: Abb. 28, 29, 30; P. Taillard: Abb. 5, 11, 12, 21, 22, 23, 32; S. Zenklusen: Abb. 2, 9, 10, 13, 14, 15, 24, 25.

Adresse der Autoren

Olivier Paccolat, Pascal Taillard et Alessandra Antonini
Bureau TERA Sàrl, Rue Pré-Fleuri 12, CP 1346
1950 Sion
e-mail: tera@planet.ch