

Beiträge

Zwei römische Kalkbrennöfen im Dorfzentrum von Oensingen

DANIEL REBER

Im Vorfeld einer grossflächigen Überbauung führte die Kantonsarchäologie im Herbst 2011 im Zentrum von Oensingen eine Notgrabung durch. Zu den wichtigsten Entdeckungen gehören zwei Kalkbrennöfen sowie die Umfassungsmauer eines römischen Gutshofes, einer sogenannten Villa rustica. Die Öfen befanden sich am südlichen Rand des Gutshofareals, 150 Meter vom hangaufwärts gelegenen Hauptgebäude entfernt. Im grösseren, gut erhaltenen Ofen 1 produzierten die Kalkbrenner erstmals in der ersten Hälfte des 1. Jahrhunderts n. Chr. Branntkalk. Nach einem Umbau wurde der Ofen bis zu seiner Auflassung im 2. oder 3. Jahrhundert noch mindestens dreimal eingeheizt. Der kleinere Ofen 2 wurde nach einer wesentlich kürzeren Benutzungszeit spätestens beim Bau der Umfassungsmauer aufgegeben. Der gebrannte Kalk beziehungsweise der daraus hergestellte Kalkmörtel dürfte in erster Linie für Bau- und Umbauarbeiten am Hauptgebäude der Villa rustica verwendet worden sein, das bereits in seiner frühesten Phase über Mörtelgussböden und verputzte Wände verfügte.

*Abb. 1
Blick auf die Ausgrabung vom
Herbst 2011 mit dem grösseren,
gut erhaltenen Kalkbrennofen
und der südlichen Umfassungsmauer
der Villa.*





Abb. 2
Situationsplan der römischen Villa im Ortskern von Oensingen. Die Grabung 2011 lag am südlichen Rand des zirka 140×230 Meter grossen Gutshofareals. Die jüngsten Ausgrabungen von 2016/17 fanden im Bereich des Hauptgebäudes statt.

Entdeckung der Kalkbrennöfen

Die Fundstelle liegt im Dorfteil «Bienen» im Zentrum von Oensingen. Mit der Überbauung «Roggenpark» entstanden südlich der Hauptstrasse drei Wohnblöcke sowie ein Alters- und Pflegeheim. Da das Bauvorhaben in der Nähe eines bislang wenig erforschten römischen Gutshofes lag, führte die Kantonsarchäologie vorgängig eine Sondierung durch. Diese brachte in der Südostecke des Bauareals Mauerreste und Ziegelfragmente zutage, die eine archäologische Ausgrabung erforderlich machten (Abb. 1). Das Grabungsteam der Kantonsarchäologie untersuchte von Ende September bis Anfang Dezember 2011 das zirka 660 Quadratmeter grosse Areal. Unter der Leitung von Andrea Nold arbeiteten mit: Martin Bösch (Grabungstechniker), Francesco Boucard, Ruth Bühler, Jacopo Contin, Simon Hardmeier, Christoph Lötscher, Ruedi Murer und Mirjam Wulschleger. Die Metalldetektorgänger Rupert Spillmann und Fotios Temenoukas unterstützten das Grabungsteam bei der Fundsuche. Neben den beiden Kalkbrennöfen, denen dieser Beitrag gewidmet ist, kamen ein 27 Meter langer Abschnitt der südlichen Umfassungsmauer der Villa sowie die Überreste eines Pfostengebäudes zum Vorschein.

Die römische Villa im Zentrum von Oensingen

Dass sich im Zentrum von Oensingen eine römische Villa befindet, ist seit dem 19. Jahrhundert bekannt. Bereits um 1870 berichtete J. Amiet, dass das damalige Haus Berger (heute Hauptstrasse 15) auf römischen Mauerfundamenten stehe (ASA 1, 1870, 197–198). Bei der Entfernung weiterer Mauerreste im Hof und im Garten derselben Liegenschaft sei teilweise spektakuläres römisches Fundmaterial zutage getreten, darunter ein Messerfuttermalbeschlagn des Gemellianus und ein bronzenes Dodekaeder. Bis heute ist die Funktion dieser geometrischen Körper mit zwölf Flächen nicht genau bekannt; in Betracht kommt eine Verwendung als Kerzenständer, Messinstrument, Spielzeug oder magischer Gegenstand (Guggenberger 2000, 73–76). Einen nicht minder aufsehenerregenden Fund erwähnte K. Meisterhans (1890, 106). Beim Anlegen eines Brunnens sei neben Münzen und Waffen auch das Bruchstück eines Blei- oder Zinnsarges zum Vorschein gekommen. In einer Fundmeldung von 1937 sind sodann zwei mit Mörtelboden ausgestattete Räume erwähnt; ein weiterer Mauerzug zeichnete sich 1968 beim Bau eines Wohn- und Geschäftsgebäudes in der Baugrubenwand ab (JbSGU 29, 1937, 91–92; JSolG 42, 1969, 220).

Es sollte noch einmal fast fünfzig Jahre dauern, bis die genaue Lage und die Ausdehnung des Hauptgebäudes der römischen Villa bekannt wurden: Zwischen Dezember 2016 und November 2017 kamen zwischen Hauptstrasse und Schulhaus Oberdorf eine römische Kanalheizung sowie zahlreiche römische Mauern und Mörtelgussböden zum Vorschein (Tortoli 2018 und Kurzbericht in diesem Heft).

Das älteste Gebäude aus der ersten Hälfte des 1. Jahrhunderts n. Chr. war ein rechteckiger Fachwerkbau. Bereits dieser Bau war mit Mörtelböden ausgestattet, und seine Wände wiesen farbig bemalten Verputz auf. In der zweiten Hälfte des 1. Jahrhunderts entstand an der Stelle des Fachwerkbauwerks ein Steinbau, den die Villenbesitzer in mehreren Etappen zu einem 60×40 Meter grossen Gebäudekomplex ausbauten. In der zweiten Hälfte des 3. Jahrhunderts fiel der Bau einem Feuer zum Opfer und wurde nicht wiederaufgebaut.

Dank den Entdeckungen von 2011 und 2016/17 lässt sich das Gutshofareal auf eine Fläche von zirka 140×230 Meter festlegen (Abb. 2). Die beiden Kalkbrennöfen befanden sich dabei an der südlichen Peripherie dieses Areals, vermutlich am Rande einer Uferböschung zur Dünern hin. Bis zu ihrer Umleitung und Kanalisierung in den Jahren 1933 bis 1943 floss die Dünern nämlich noch mitten durch das Zentrum von Oensingen.

Hervorzuheben ist nicht zuletzt die verkehrsgeografisch günstige Lage der Villa: In der Nähe muss die Mittellandtransversale verlaufen sein, die von Aventicum/Avenches über Salodurum/Solothurn dem Jurasüdfuss entlang Richtung Vindonissa/Windisch führte. Von der Mittellandroute zweigte bei Oensingen die Strasse ab, auf der man von Westen kom-

mend durch die Klus über den Oberen Hauenstein nach Augusta Raurica/Augst-Kaiseraugst gelangte. Diese Lage an einem wichtigen Verkehrsknotenpunkt könnte auf eine Funktion der Villa nicht nur als landwirtschaftliches Gut, sondern auch als Raststätte (mansio) oder Pferdewechselstation (mutatio) des römischen Nachrichtenübermittlungssystems (cursus publicus) hindeuten.

Zur Geschichte des Kalkbrennens und des Kalkmörtels

Die Technik des Kalkbrennens ist im Nahen Osten seit Jahrtausenden bekannt. Als Baustoff fand gebrannter Kalk ab der Jungsteinzeit in Form von kalkhaltigen Gipsputzen Verwendung. Im 3. Jahrtausend v. Chr. stellten die Ägypter aus Gipsmörtel und beigemischtem Kalk ein Bindemittel her (Adam 2011, 69). Diesen Baustoff verwendeten sie beispielsweise beim Bau der Pyramiden des Cheops (2589–2566 v. Chr.) und des Chephren (2558–2532 v. Chr.). Im hellenistischen Griechenland wurde Kalk in erster Linie zur Fabrikation von Stuck und als Bestandteil von Verputzen verwendet. Gegen Ende des 3. Jahrhunderts v. Chr. wurde der Kalkmörtel in Italien eingeführt und fortan als Bindemittel eingesetzt. Die römischen Architekten entwickelten die Bauweise des Gussmauerwerks (opus caementitium), bei dem die Fugen der Mauerschalen und der Mauerkerne mit Kalkmörtel ausgegossen wurden. Da Aussehen und Eigenschaften des opus caementitium dem heutigen Beton ähneln, spricht man auch vom «römischen Beton» (Lamprecht 1984, 21). Dank der neuen Bauweise konnten nun grossräumige Kuppelbauten, wie zum Beispiel das Pantheon in Rom, und Bögen grosser Tragkraft, wie beispielsweise am Kolosseum, realisiert werden. Daneben spielte der Kalkmörtel auch im Hausbau und beim Bau von Wasserleitungen eine wichtige Rolle.

Der Aufbau eines römischen Kalkbrennofens

Römische Kalkbrennöfen haben in der Regel einen runden oder birnenförmigen Grundriss (Abb. 3). Typischerweise werden die Öfen in einen Hang oder eine bereits bestehende Bodensenke eingetieft. Die zylindrische oder kegelförmige Form erhält der Kalkbrennofen durch den Ofenmantel. Dieser besteht aus Ziegeln oder Steinen, die mit Lehm verstrichen sein können. Die Hauptaufgabe des Ofenmantels besteht darin, die Hitze im Innern des Ofens zu speichern.

Am Fuss des Ofens befindet sich eine Öffnung im Ofenmantel, die sogenannte Schnauze. Über die Schnauze wird der Ofen mit Brennholz und Zugluft versorgt. Sie ermöglicht den Zugang ins Innere des Ofens, zur Feuerkammer, auch Hölle genannt. Hier brennt das Feuer, und es muss immer wieder Brennholz nachgelegt werden. Über der Feuerkammer wird aus den zum Brand vorgesehenen Kalksteinen

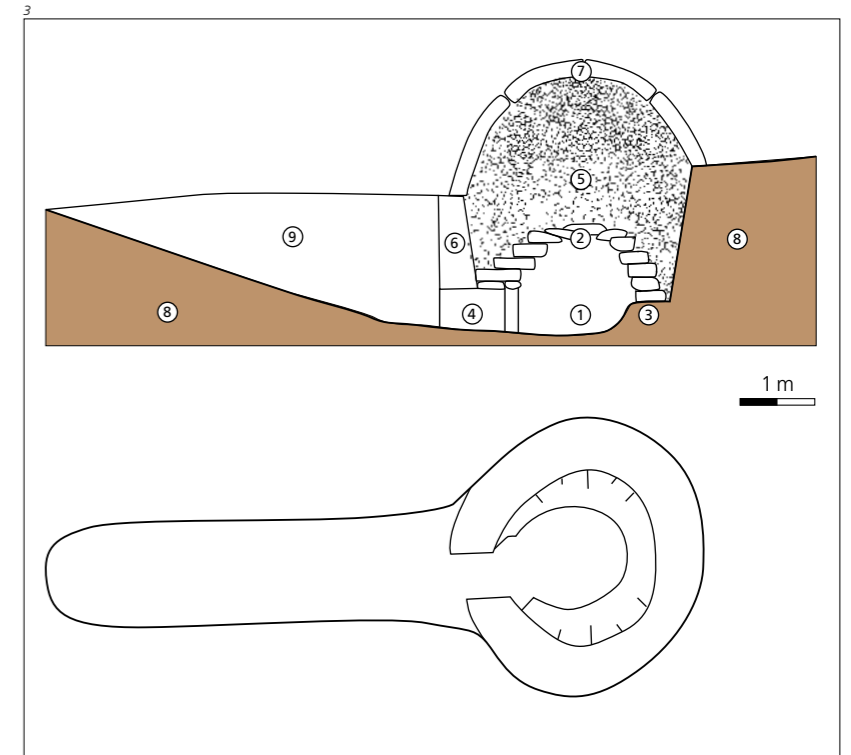


Abb. 3
Aufbau eines römischen Kalkbrennofens am Beispiel von Ofen F1 aus Boncourt/Grand'Combes JU, Phase 1. 1 Feuerkammer (auch Hölle genannt), 2 Himmel, 3 Ofenbank, 4 Schnauze, 5 Brennkammer mit Charge, 6 Ofenmantel/Ofenwand, 7 Ofenkuppel, 8 natürlich anstehender Untergrund, bildet hier auch Ofenwand, 9 Ofenküche. Nach: Demarez 2014, 28, Abb. 26.

als Erstes ein luftdurchlässiges Gewölbe errichtet, der sogenannte Himmel. Dieses Gewölbe ruht auf einem umlaufenden Vorsprung in der Feuerkammer, der sogenannten Ofenbank. Die Ofenbank und der Himmel trennen die Feuerkammer von der Brennkammer. Diese wird mit einer Ladung von Kalksteinen, der sogenannten Charge, befüllt oder beschickt, wie der Kalkbrenner sagen würde. Aufgrund der Erhaltungsbedingungen ist der obere Abschluss bei vielen Öfen unklar. Während manche Öfen oben offen waren, bestand bei anderen der obere Teil aus einer Ofenkuppel. An der Oberseite der Ofenkuppel befindet sich die sogenannte Gicht, eine Öffnung, durch welche die Rauchgase entweichen können. Die Ofenkuppel kann mit weiteren Öffnungen, den Zuglöchern, ausgestattet sein, die der Wärmeregulierung dienen.

Im Vorfeld des Kalkbrennofens befindet sich die Ofenküche, von wo aus der Ofen eingehitzt wird. Je nach Platzverhältnissen dient sie zudem als Lagerplatz für Brennholz. Nach dem Brand kann dort auch Branntkalk aussortiert und verpackt werden. Im Idealfall sind sowohl der Ofen wie die Ofenküche überdacht. Dies schützt die Anlage vor Wind und Wetter und den damit verbundenen Temperaturschwankungen.

Vom Kalkstein zum Kalkmörtel

Durch grosse Hitzeeinwirkung beim Brennen wird Kalkstein zu Branntkalk und nach der Zugabe von Wasser zu Löschkalk umgewandelt. Der Löschkalk wird in geeigneten Mengen mit Sand, Kies und Wasser vermischt, sodass daraus Kalkmörtel entsteht. Dieser wird als Bindemittel zwischen die Steine gegeben, wo er aushärtet und so das Mauerwerk

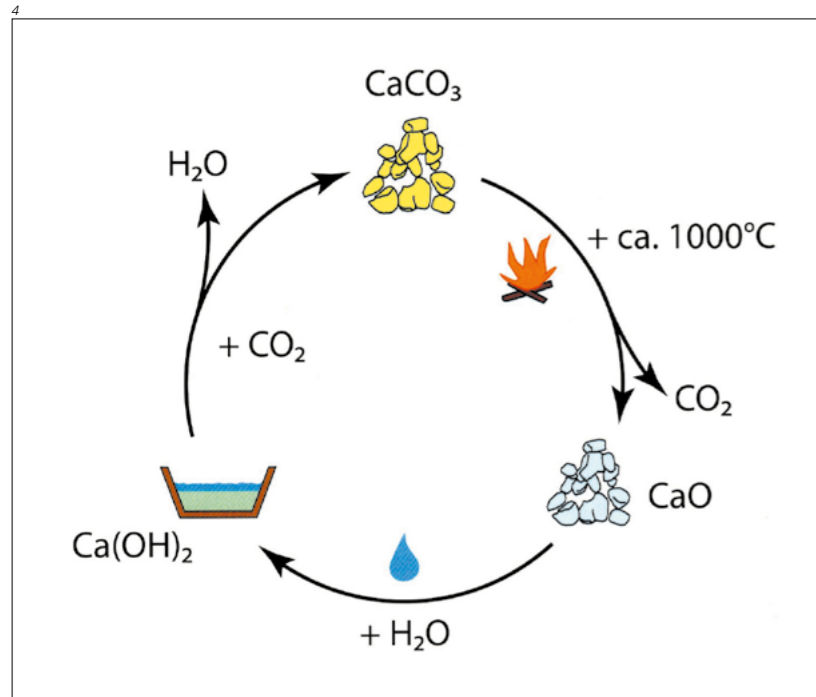
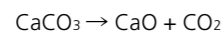


Abb. 4
Schematische Darstellung des Umwandlungszyklus von Kalkstein (CaCO₃) über Branntkalk (CaO) zu Löschkalk (Ca(OH)₂). Am Ende des Prozesses steht der ausgehärtete Kalkmörtel (CaCO₃), der chemisch gesehen mit dem Anfangsprodukt, dem Kalkstein, identisch ist. Aus: Ackermann/Koch 2015, 58, Abb. 3.

zusammenhält. Der Kalkstein durchläuft dabei eine Reihe chemischer Prozesse, an deren Ende er – chemisch gesehen – wieder in seiner ursprünglichen Form als Kalkstein vorliegt (Abb. 4).

Brennen

Als Rohstoff dient in erster Linie Kalkstein, ein grob- bis feinkristallines Sedimentgestein von weisser bis blaugrauer Farbe, das in der Schweiz vor allem im Jura und im Alpengebiet vorkommt. Er besteht zu mindestens 90 Prozent aus Calciumcarbonat (CaCO₃), dem chemischen Ausgangsstoff des Brennprozesses. Beim Kalkbrennen spaltet sich Calciumcarbonat (CaCO₃) unter Zufuhr von Hitze in Calciumoxid (CaO) und Kohlenstoffdioxid (CO₂). Letzteres entwindet mit der Luft.



Zu Beginn des Brennprozesses erfolgt die Beschickung des Ofens. Mit Hilfe eines hölzernen Lehrgerüsts wird mit den zu brennenden Kalksteinen als Erstes der sogenannte Himmel über der Feuerkammer errichtet. Der Himmel muss einerseits stabil genug sein, um das Gewicht der darüberliegenden Charge tragen zu können. Andererseits muss er genug luftdurchlässig sein, damit sich die Hitze gleichmässig in der Brennkammer verteilen kann. Die Beschickung wird von der höher gelegenen Hangseite her vorgenommen. Die Grösse der Kalksteine nimmt von unten nach oben hin ab, da zuoberst die geringste Hitze herrscht. Bei grösseren Kalkbrennöfen ist es üblich, Holzpfähle in die Charge einzubauen. Die beim Verbrennen der Pfähle entstandenen Hohlräume verbessern den Abzug in der Brennkammer. Deshalb werden diese Holzpfähle auch «Pfeifen» genannt.

Zu Beginn des Brennprozesses muss sich der Ofen während eines ganzen Tages langsam auf die nötige Betriebstemperatur erwärmen. Diese liegt zwischen

900°C und 1100°C und muss in den folgenden Tagen konstant aufrechterhalten werden, damit die Kalksteine gleichmässig ausglühen.

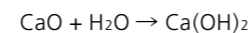
Wird der Ofen zu schnell erwärmt, zerspringen die Kalksteine der Charge unter lautem Knall. Dabei können auch bei der Ofenkonstruktion Stücke abgesprengt werden, insbesondere im Bereich der Schnauze, da dort die Temperaturunterschiede zu Beginn des Brennprozesses am extremsten sind. Ab einer Temperatur von zirka 1220°C wird der Kalkstein totgebrannt, das heisst zu stark erhitzt. Totgebrannter Kalkstein lässt sich nur noch schlecht löschen (siehe unten) und bindet langsam und ungenügend ab.

Nach etwa sechs bis neun Tagen ist auch die oberste Kalksteinlage durchgeglüht und die Hitze kann gegesselt werden. Um ein allzu rasches Abkühlen zu vermeiden, wird die Schnauze verschlossen. Nach ungefähr zwei weiteren Tagen wird die Ofenkuppel aufgebrochen und der Branntkalk kann aus dem Ofen entnommen werden. Die Steine haben zwar ihre Form während des Brandes behalten, beim Brennprozess reduziert sich jedoch das Gewicht des Kalksteins um nahezu die Hälfte, weil sich das gebundene Kohlenstoffdioxid verflüchtigt. Kalkstein ist also zweimal schwerer als gebrannter Kalk.

Beim Brennvorgang wird nur selten die gesamte Charge vollständig durchgebrannt. Erfahrene Kalkbrenner erkennen die schlecht gebrannten Kalksteine (sogenannte Möpse) anhand von Gewichtsunterschieden sowie an Klang- und Farbveränderungen. Die herausgelesenen Möpse können für die nächste Charge noch einmal verwendet werden.

Löschen

Um aus dem Branntkalk ein Bindemittel herstellen zu können, muss dieser mit Wasser vermischt werden. Diesen Vorgang nennt man Löschen. Hierzu wird der Branntkalk in einen Behälter, die sogenannte Löschkpfanne, geschüttet und mit Wasser übergossen. Calciumoxid (CaO) reagiert dabei mit Wasser (H₂O) zu Calciumhydroxid (Ca(OH)₂):



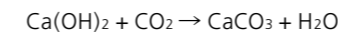
Das Wasser dringt dabei durch die Poren bis ins Innerste des Branntkalkes und lässt diesen auf das Zweieinhalbfache seines Volumens anschwellen, ehe er zerbricht. Diese Reaktion verläuft unter starker Dampfentwicklung und unter Freigabe von Hitze. Der Kontakt mit Branntkalk kann zu starken Verätzungen führen. Aus diesem Grund wird man sich oftmals dafür entschieden haben, den ätzenden Branntkalk noch beim Ofen zum ungefährlicheren Löschkalk weiterzuverarbeiten – auch wenn dies aufgrund der Volumen- und Gewichtsvervielfachung mit grösseren logistischen Mühen beim Abtransport verbunden war.

Bis zu seiner Weiterverwendung wird der Löschkalk in einer mit Holz ausgekleideten Grube, der Sumpfgrube, eingelagert. Solange er mit einer Wasserschicht bedeckt ist, ist er vor Austrocknung und vor Frost geschützt, da bei Minustemperaturen nur die oberste Wasserschicht gefriert.

Je länger er gelagert wird, desto besser ist die Qualität des Löschkalkes, weil sich schwerlösliche Bestandteile noch lösen oder zu Boden sinken. Der Löschkalk nimmt dadurch eine breiige, teigige Konsistenz an. Die Qualitätsanforderungen an den Löschkalk hängen vom jeweiligen Verwendungszweck ab. So genügt für das Errichten von Mauern und für grobe Verputzarbeiten eine einjährige Lagerung, während für Feinputze, die als Grundlage für Wandmalereien dienen, eine Lagerung von mindestens zwei bis drei Jahren empfohlen wird (Huwyler/Niederberger/Gerhardt 2001, 5).

Kalkmörtel

Zur Herstellung von Kalkmörtel wird ein Teil des Löschkalkes der Sumpfgrube entnommen und in geeignetem Verhältnis mit Sand, Kies und Wasser vermischt. Das Endprodukt, der Kalkmörtel, kann nun als Bindemittel verwendet werden. Durch Kontakt mit der Luft bindet der Kalkmörtel ab, das heisst, er härtet aus. Er reagiert dabei mit dem in der Luft enthaltenen Kohlenstoffdioxid (CO₂), woraufhin wieder Calciumcarbonat (CaCO₃) und Wasser (H₂O) entsteht:



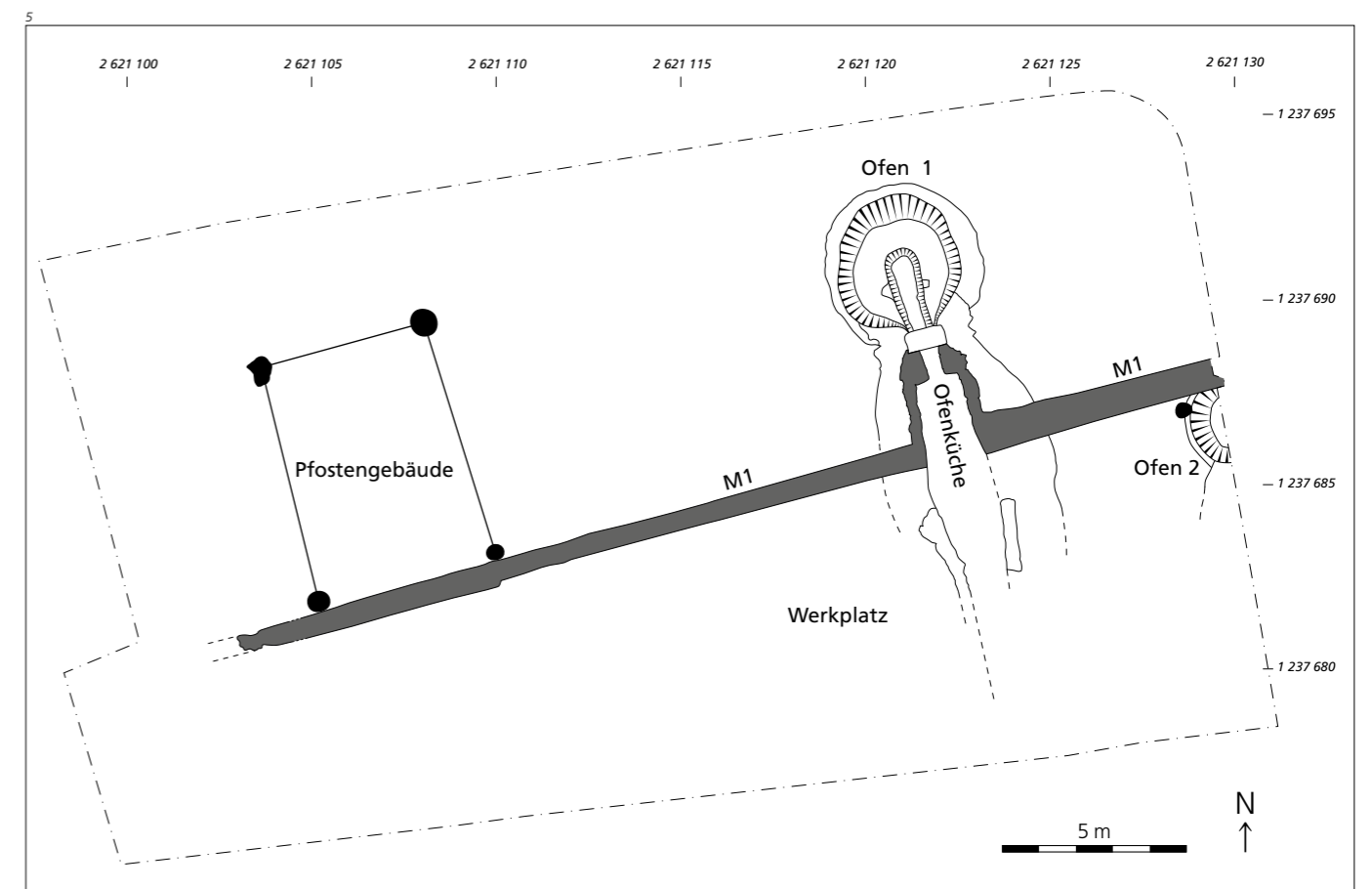
Chemisch gesehen entsteht mit dem Calciumcarbonat am Ende des Verarbeitungsprozesses wieder das Anfangsprodukt, der Kalkstein. Mikrostrukturell basiert der innere Zusammenhalt von Kalkmörtel auf den «Verwachsungen und Verfilzungen der gebildeten Calciumcarbonatkristalle im abgebrundenen

Kalk» (Bertau/Müller/Fröhlich u. a. 2013, 532). Das bei dieser Reaktion entstandene Wasser verdunstet dabei allmählich.

Die Kalkbrennöfen von Oensingen im Überblick

Brandschutt und Nutzungsschichten deuten auf eine Begehung und eine vermutlich lokale Rodung des Areals in der ersten Hälfte des 1. Jahrhunderts n. Chr. hin. In der gleichen Zeit wurde Ofen 1 (frühe Nutzungsphase) und wohl auch der kleinere Ofen 2 in Betrieb genommen. Spätestens mit dem Bau der Umfassungsmauer M1, die über Ofen 2 hinweg verläuft, endete die Betriebszeit von Ofen 2 wieder (Abb. 5). Ofen 1 jedoch gestalteten die Bauleute mit dem Bau der Mauer M1 um: In der späten Nutzungsphase wurde die Ofenküche in die Umfassungsmauer integriert und mit steinernen Wangenmauern verstärkt. Der Ofen erhielt zudem eine neue Öffnung. Brandgefahr und lästige Geruchsemissionen der Kalkbrennerei blieben an der Peripherie des Gutshofareals gebannt. Der Bereich südlich von M1 diente als Schutthalde für Bauschutt und Siedlungsabfälle. Später, als Ofen 1 bereits nicht mehr in Betrieb war, wurde auf der Nordseite der Umfassungsmauer M1 ein kleines Pfostengebäude angebaut. Eine Schlackenkonzentration im Inneren weist das Gebäude als Schmiede aus. Münzfunde deuten darauf hin, dass das Areal bis ins 4. Jahrhundert begangen wurde.

Abb. 5
Befundplan der Grabung 2011 mit den Kalkbrennöfen 1 und 2, der Umfassungsmauer M1 und dem Pfostengebäude. M 1:200.



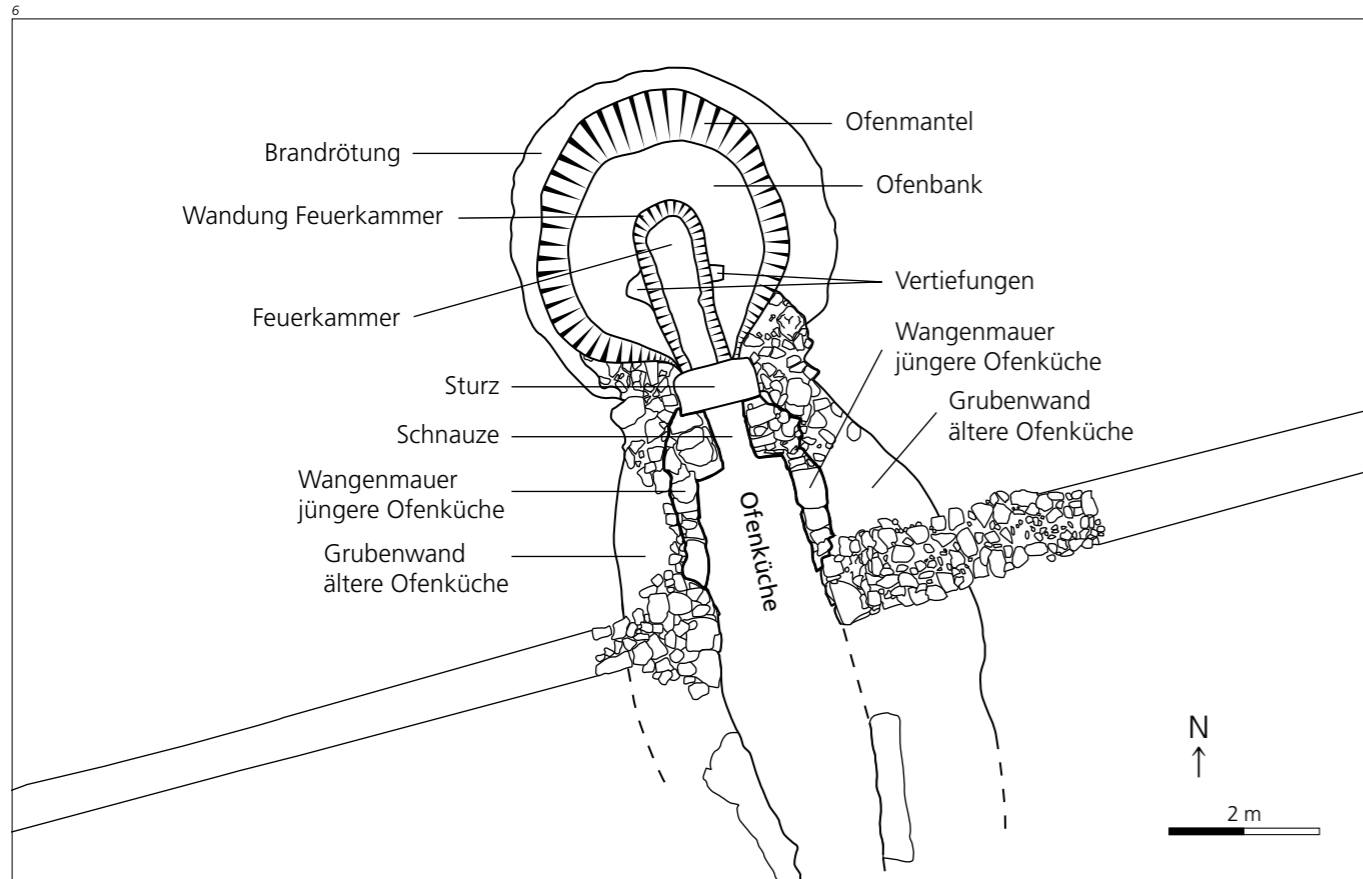


Abb. 6
Ofen 1 mit seinen verschiedenen Konstruktionselementen.
M 1:100.

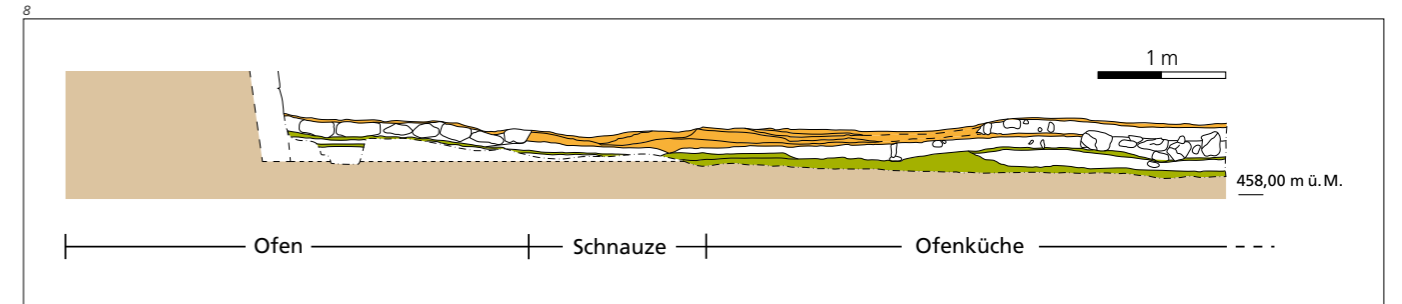
Abb. 7
Blick in den Innenraum von Ofen 1.

Ofen 1

Bau und frühe Nutzungsphase

Ofen 1 und die zugehörige Ofenküche sind in die anstehenden Schichten aus Schwemtlehm und Juraschotter eingetieft. Vermutlich befand sich im Bereich des Ofens und der Ofenküche bereits eine natürliche Senke, die man erweiterte und vertiefte.

Ofen 1 hat eine runde Form mit einem Durchmesser von 3,6 Metern (Abb. 6 u. Abb. 7). Der Ofenmantel besteht aus gegen Grund gesetzten Kalksteinen, die mit Lehm verstrichen wurden. Im Laufe der Zeit ist dieser Lehmverstrich im unteren Ofenmantelbereich hellbraun gebrannt. Im oberen Teil des Ofenmantels ist der Lehmverstrich wegen der Hitzeeinwirkung weitgehend abgeplatzt.



Auch der Schwemtlehm, in den der Ofen eingebettet ist, weist auf einer Breite von 20 bis 40 Zentimetern um den Ofen herum Brandrötung und Verziegelung auf, die durch Hitzeeinwirkung entstanden sind. Der Ofenmantel zieht allseitig gegen unten ein und bildet so die 75 bis 95 Zentimeter breite Ofenbank. Darin eingelassen sind zwei gegenüberliegende Vertiefungen, die der Aufnahme eines Sturzquaders gedient haben. Nach mehreren Brennvorgängen ist dieser komplett durchgebrannt und dann entsorgt worden. Übrig blieben nur noch zwei Negative. Sowohl Ofenbank als auch Wandung der Feuerkammer sind mit einer weissen, verhärteten Kalkschicht überzogen (Abb. 7). Dabei handelt es sich um Brantkalkreste, die sich nach jedem Brennvorgang auf der Ofenbank und in der Feuerkammer ansammelten. Durch Regen und Staunässe verfestigten sie sich nach Aufgabe des Ofens zu Löschkalk. Im Zentrum des Ofens befindet sich die Feuerkammer, die sich auf einer Länge von 2,3 Metern zungenförmig in den Ofen hineinzieht. Sie hat einen trapezförmigen Querschnitt, der sich zum Ofeninnern hin verbreitert. Im Bereich der Schnauze schwanken die Breiten der Feuerkammer zwischen 40 und 60 Zentimeter, im Bereich des Ofenzentrums zwischen 60 und 90 Zentimeter. Ihre Höhe beträgt 65 bis 70 Zentimeter. Die Wände der Feuerkammer

bestehen hauptsächlich aus Kalksteinen und wenigen Leistenziegeln. Die Schnauze ist ebenfalls aus Kalksteinen und Leistenziegeln errichtet und mit Lehm verstrichen worden. Während der frühen Nutzungsphase liegt die Öffnung auf der Höhe der Feuerkammer (siehe Abb. 11). Die Öffnung wird von einem roten Sandstein abgeschlossen und misst in der Höhe zirka 60 Zentimeter und in der Breite zwischen 40 und 60 Zentimeter. Im Vorfeld von Ofen 1 befindet sich die Ofenküche (Abb. 6 u. Abb. 9). Die Ofenküche bestand während der frühen Nutzungsphase aus einer länglich-ovalen, unverschalteten Grube. Ihre Breite betrug zirka 4,5 Meter; ihre Länge mindestens 6,6 Meter. Ihr südlicher Abschluss wurde nicht gefasst. Innerhalb der Ofenküche sind fünf Pfostenlöcher zum Vorschein gekommen, die durch spätere Baustrukturen überdeckt worden waren. Sie liegen teilweise auf einer Linie. Dabei könnte es sich um die Träger eines Pultdaches handeln, das die Ofenküche zumindest teilweise überdachte. Der frühen Nutzungsphase von Ofen 1 lassen sich zwei Nutzungsschichten in der Feuerkammer und der Ofenküche zuweisen (Abb. 8). Sie bestehen aus Holzkohle und sind nur wenige Zentimeter dick. Sie dürften auch als Gehhorizonte gedient haben und

Abb. 8
Längsschnitt durch den Boden von Ofen 1. Im Bereich des Ofens, der Schnauze und der Ofenküche gibt es eine komplexe Abfolge von Böden und Nutzungsschichten, die sich in eine frühe (grün) und eine späte Nutzungsphase (orange) einteilen lassen.

Abb. 9
Ofen 1 mit Ofenküche. In der frühen Nutzungsphase bestand die Ofenküche aus einer länglich-ovalen Grube. Nach dem Umbau bildeten Wangenmauern die Seitenwände der Ofenküche. Norden ist rechts.



Abb. 10
Frontalansicht von Ofen 1 und
Ofenküche. Blick nach Norden.
Aus West und Ost ziehen die
Mauerabschnitte von M1 über
den früheren Grubenrand der
Ofenküche hinweg und stossen
an die beiden neu errichteten
Wangenmauern an.



sind dadurch verdichtet worden. Wie viele Brennvorgänge eine Nutzungsschicht jeweils enthält, lässt sich schwer sagen.

Während der Nutzung von Ofen 1 diente das Gelände westlich der Ofenküche als Werkplatz. Wie Brandschuttlinsen zeigen, deponierten die Kalkbrenner hier wohl Brandschutt aus dem Ofen.

Umbau und späte Nutzungsphase

Gleichzeitig mit dem Bau der Umfassungsmauer M1 wurden der Ofen 1 und die Ofenküche umgebaut. Mit dem Einbau von zwei seitlichen Wangenmauern wurde die Ofenküche erheblich verschmälert (Abb. 6 u. Abb. 10). Die einhäuptigen Wangenmauern bestehen aus Kalksteinen, die mit Lehm verstrichen wurden. Nach der kanalartigen Schnauze springen die beiden Wangenmauern um je 30 Zentimeter zurück und öffnen die Ofenküche auf eine Breite von 1,2 Meter. Der Zwischenraum zwischen der früheren Grubenwand der Ofenküche und den neu errichteten Wangenmauern wurde mit Lehm, Kies, Kalksteinen und Ziegeln hinterfüllt.

Zusammen mit der Errichtung der beiden Wangenmauern wurde auch die Konstruktion von Ofen 1 modifiziert. Über die bereits bestehende, untere Öffnung in der Schnauze wurde eine weitere, obere Öffnung (zirka 60×80 Zentimeter) eingebaut. Ein Blick auf die nordseitige Wand der Schnauze zeigt, dass diese Baumassnahme trichterförmig von oben in die bisherige Bausubstanz eingreift (Abb. 11). 16 Zentimeter oberhalb des unteren Sturzsteines springen die Wände der Schnauze beidseits zu einer Kante leicht hervor. Auf der Ostseite deutlich erkennbar, verläuft an dieser Stelle eine horizontale und leicht aufwärts geneigte Baufuge. Auf der alten Bausubstanz unterhalb der Baufuge wurden zuerst einige Leistenziegel verlegt, bevor darüber Kalksteine aufgemauert und mit Lehm verstrichen wurden. Eine grosse Kalksteinplatte bildet den Sturz über dieser oberen Öffnung in der Schnauze.

Die Sohle der Feuerkammer wurde derweil mit sorgfältig gesetzten Kalksteinen ausgelegt, um die Unebenheiten auszugleichen, die durch die frühere Benutzung von Ofen 1 entstanden waren.

Während der späten Nutzungsphase haben sich drei weitere Nutzungsschichten innerhalb des Ofens und der Ofenküche gebildet (Abb. 8). Sie bestehen hauptsächlich aus Holzkohle und Lehm, vermischt mit Kalkpulver, Asche und Ziegelsplintern, und sind durch das neuerliche Einheizen des Ofens entstanden. Auch hier ist es unmöglich zu entscheiden, wie viele Brennvorgänge pro Nutzungsschicht zu veranschlagen sind. Zu bedenken ist ausserdem, dass allenfalls vorhandene, höherliegende Nutzungsschichten von Zeit zu Zeit abgetragen worden sind.

Im nördlichen Teil der Ofenküche und in der Schnauze ist es zu einer beträchtlichen Hitzeentwicklung gekommen, weshalb sich der Lehmverstrich zwischen den Kalksteinen der Wangenmauern rotbraun verfärbte. Besonders gut lässt sich die Hitzeentwicklung auf der Innenseite des Ofens am Übergang zum oberen Bereich der Schnauze nachvollziehen. Dort ist der Lehmverstrich stellenweise zu orangebraunen Flocken verziegelt.

Zur Funktion der zwei Öffnungen in der Schnauze

Während Bauweise, Form und Grösse von Ofen 1 gut vergleichbar sind mit anderen römischen Kalkbrennöfen, so ist die Ausgestaltung der Schnauze mit zwei übereinanderliegenden Öffnungen eher aussergewöhnlich. Vergleichsbeispiele sind in der Schweiz bisher in Schlieren (Drack 1968/69), Vuipens (Spycher/Magetti/Hoppler u. a. 1981), Windisch (Maag 1982) und zuletzt in Kempraten (Ackermann/Koch 2015) beobachtet worden. Die Funktion der beiden Öffnungen wird indes von den Autoren unterschiedlich bewertet, wobei durch eine der Öffnungen meist Brennholz nachgelegt wird, während die andere der Luftzufuhr dient. Begriffe wie

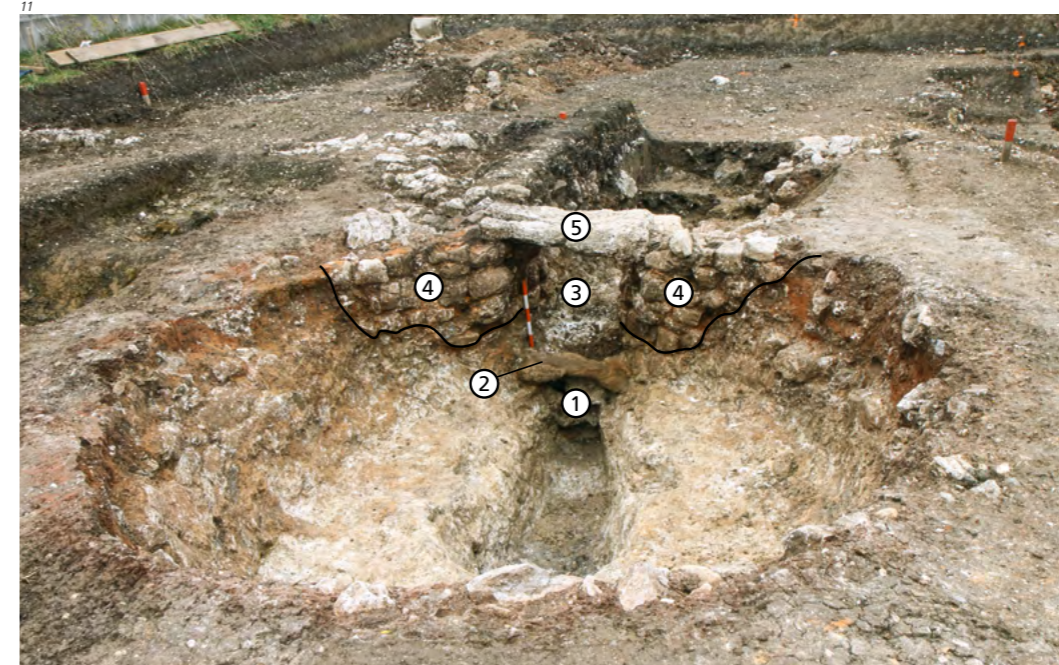


Abb. 11
Ofen 1, Blick nach Süden in
Richtung Schnauze.
1 Untere Öffnung in der
Schnauze, 2 Sturz der unteren
Öffnung in der Schnauze,
3 Obere Öffnung in der
Schnauze, 4 Trichterförmiger
Baueingriff im Bereich der
Schnauze, 5 Sturz der oberen
Öffnung in der Schnauze.

«Schürloch», «Heizkanal», «Zugkanalöffnung» und «Entleerungsöffnung» werden von den oben genannten Autoren nicht einheitlich für die untere oder die obere Öffnung verwendet. Im Fall von Kempraten wurde die obere Öffnung als «Feuerloch» und die untere als «Zugloch» angesprochen. Wie der Befund von Ofen 1 nahelegt, wurde die obere Öffnung erst später eingebaut. Da in der frühen Nutzungsphase von Ofen 1 nur die untere Öffnung bestand oder jedenfalls nur diese nachzuweisen ist, ist deren Funktion klar zu benennen: Sie diente der Zufuhr von Brennholz und Zugluft und gewährte Zugang zur Feuerkammer, beispielsweise um die Asche nach dem Brand mit einer Ziehhacke aus dem Ofen zu kehren.

Im Verlaufe des Ofenbetriebs hatte man vermutlich die Erfahrung gemacht, dass die bisherige Ofenkonstruktion Nachteile barg, die mit dem Einbau einer zweiten Öffnung behoben werden sollten. Die untere Öffnung ist kleiner (40–60 × 60 Zentimeter) als die obere (zirka 60 × 80 Zentimeter). Somit war auch die Luftzufuhr geringer, weshalb die Charge vielleicht nicht gleichmässig durchgeglüht ist.

Der Einbau einer zweiten Öffnung erhöht nicht nur die Luftzufuhr, sondern die Position auf halber Höhe des Ofenmantels sorgt zusätzlich dafür, dass die Luft zirkuliert und nicht nur linear durch den Ofen zieht. Der Ofen erreicht dadurch schneller die nötige Betriebstemperatur und die Hitze verteilt sich besser. Über die untere Öffnung konnte zu Beginn immer noch das Feuer entzündet und Brennstoff zugeführt worden sein. Um den Zirkulationseffekt der heissen Luft zu erzielen, muss sie aber nach dem Entzünden des Feuers verschlossen worden sein. Für den weiteren Ofenbetrieb hätte man deshalb die obere Öffnung zur Brennstoffzufuhr genutzt. Deswegen darf man vermuten, dass der unteren Öffnung primär eine Funktion beim Einheizen zukam, während die obere Öffnung dazu benutzt wurde, die erreichte Temperatur konstant zu halten.

Rekonstruktion

Wie der obere Teil von Kalkbrennöfen ausgesehen hat, bleibt in den allermeisten Fällen unklar. Die Gründe hierfür sind erhaltungsbedingt, liegen aber auch in der Natur des Ofenbetriebs: Nach Abschluss jeden Brandes wird die Überdeckung aus Lehm aufgebrochen, um den Branntkalk zu entfernen.

Auch für Ofen 1 gibt es keine eindeutigen Indizien, die etwas über den oberen Abschluss verraten würden. Wahrscheinlich ist aber eine Kuppel aus Lehm, die mit Hilfe von Rutenflechtwerk stabilisiert wurde. Angaben zur rekonstruierten Gesamthöhe römischer Kalkbrennöfen finden sich in der Fachliteratur nur selten und beruhen meist auf Schätzungen. R. Ackermann und P. Koch nehmen die Höhe der Schnauze als Basis für die Berechnung der Gesamthöhe. Bei einem Verhältnis der Schnauzenhöhe zur Gesamthöhe von 1:3 sei der Zug im Ofen ideal. Für Ofen 1 aus Kempraten errechnen sie anhand der Höhe der Schnauze (1,5 Meter) eine Gesamthöhe von 4,5 Meter (Ackermann/Koch 2015, 77).

Wendet man diese Berechnungsgrundlage auf Ofen 1 aus Oensingen an, so ergibt sich für die spätere Nutzungsphase nach dem Umbau eine beträchtliche Gesamthöhe. Der Höhenunterschied zwischen der obersten Nutzungsschicht und dem Sturz der oberen Öffnung in der Schnauze beträgt rund 1,7 Meter. Bei einem Verhältnis von 1:3 würde daraus eine Gesamthöhe von 5,1 Meter resultieren. Dies kommt der Beschreibung des römischen Agrarschriftstellers Cato nahe, der eine Höhe von 20 Fuss (zirka 6 Meter) empfiehlt (De agri cultura, 38).

Verfüllung

Nach der Auflassung von Ofen 1 lagerte sich in der Feuerkammer eine graue, feuchte Lehmschicht ab, die gebrannten Lehm und durchfeuchtete, gebrannte Kalksteine enthielt. Diese Schicht aus verstrühtem Ofenmantel und schlecht gebranntem Branntkalk der letzten Charge setzte sich in der Ofenküche fort.



Abb. 12
Befundsituation beim Ofen 2:
1 Schwemmléhm, 2 Ofensohle,
3 Ofenmantel, unterer Bereich,
4 Ofenmantel, oberer Bereich,
5 Brandrötung, 6 Westwand der Schnauze,
7 Hinterfüllung der Schnauze,
8 Pfostenloch, 9 Umfassungsmauer M1. Gegen Westen.

Im Vorfeld der Schnauze liess man nach dem letzten Brennvorgang schlecht gebrannte Kalksteine zurück. Durch Regen und Staunässe wurden sie gelöst und verfestigten sich zu einer 14 bis 24 Zentimeter mächtigen Schicht.

Die obere Verfüllung der Feuerkammer enthielt weiteres Versturzmaterial des Ofenmantels in Form von Kalksteinen und gebranntem Lehm. Von verstürzten Bröckchen des hitzegeprüften Lehmverstrichs rührte auch die rötlich-braune Färbung dieser Schicht her. Zu diesem Zeitpunkt sind auch Teile der Schnauze und der beiden Wangenmauern im vorderen Teil der Ofenküche zusammengebrochen. Unter diesen Versturz mischte sich auch Schutt der Umfassungsmauer M1. Zuerst hat sich eine Schicht aus Oberflächenschutt gebildet, die von der modernen Humusdecke überlagert wurde.

Ofen 2

Ofen 2 wurde ganz im Osten der Grabungsfläche angeschnitten und konnte nur etwa zur Hälfte dokumentiert werden (Abb. 12). Er befindet sich zirka 7 Meter von Ofen 1 entfernt (Abb. 5). Ofen 2 hat eine runde Form mit einem Durchmesser von 2 Metern. Er ist damit um einiges kleiner als Ofen 1. Ofen 2 ist ebenfalls in die anstehenden Schichten aus Schwemmléhm und Juraschotter eingetieft worden. Der untere Bereich des Ofenmantels ist wie bei Ofen 1 mit einer dünnen, verhärteten Kalkschicht überzogen. Dabei handelt es sich um pulvrige Rückstände von Brantkalk, die sich nach Aufgabe des Ofens durch Bodenfeuchtigkeit zu Löschkalk verfestigten.

Der obere Bereich des Ofenmantels besteht aus einem 14 bis 20 Zentimeter breiten Lehmverstrich. Durch die Hitze des Brennvorganges zeigt dieser starke, orange Verziegelung. Darum herum weist der anstehende Schwemmléhm eine leichte Brandrötung auf. Diese wird durch ein Pfostenloch geschnitten, das vielleicht von einer Dachkonstruktion stammt.

Gegen Süden konnte die Westwand der Schnauze aus Leistenziegeln gefasst werden. Allfällige Binnenstrukturen wie zum Beispiel die Feuerkammer liegen aber ausserhalb des Grabungsareals und konnten nicht untersucht werden.

Nach seiner Auflassung wurde Ofen 2 zunächst mit einer zirka 70 Zentimeter bis 1,3 Meter mächtigen Schicht aus rot gebranntem Lehm, Kalksteinen, Kies, Ziegeln und Holzkohle verfüllt. Im oberen Teil der Mulde lag eine 10 bis 30 Zentimeter mächtige beige-graue bis grüne kompakte Lehmplanie, mit der man die Senke des einstigen Ofens eingeebnet hat. Die jüngere Umfassungsmauer M1 schnitt diese Lehmplanie sowie den nördlichen Ofenmantel.

Umfassungsmauer M1

Die Umfassungsmauer M1 (Abb. 13) verläuft in Ost-West-Richtung, entlang einer leichten Hangkante. Die zweihäufige Mauer weist im Allgemeinen eine Breite zwischen 50 und 70 Zentimeter auf; ganz im Osten verbreitert sie sich jedoch bis auf 80 Zentimeter. Gegen Westen verschmälert sie sich erhaltungsbedingt auf 40 Zentimeter und läuft nach einer Länge von 27,5 Metern letztendlich aus. Die Mauerreste waren hier, wohl aufgrund des leicht nach Westen ansteigenden Geländes, der Erosion zum Opfer gefallen.

Das Fundament von M1 besteht aus grossen Kalksteinen, die unregelmässig in den Fundamentgraben gesetzt und mit Lehm verbunden wurden. Vom aufgehenden Mauerwerk haben sich im besten Fall die untersten drei Lagen aus Kalksteinen erhalten. Als Bindemittel wurde ein beige-grauer Mörtel mit Beimengungen aus Ziegelsplittern, Fein- und Mittelkies verwendet, der auch zum Zeitpunkt der Ausgrabung noch von bemerkenswerter Festigkeit war.

Die Wangenmauern der Ofenküche unterbrechen M1 auf einer Länge von 3 Metern. Um an die tieferliegenden Wangenmauern anschliessen zu können, fallen die beiden Enden von M1 gegen Osten beziehungsweise gegen Westen, der älteren Grubenwand der Ofenküche folgend, ab. Sie stossen je im rechten Winkel an die Rückseite der beiden Wangenmauern an (Abb. 10). Nach dem Bau der Umfassungsmauer M1 lagen Ofen und Ofenküche innerhalb des Villenareals; die Ofenküche war jedoch nur noch von aussen zugänglich.

Datierung

Kalkbrennöfen sind in der Regel äusserst fundarm. Deswegen wurden ¹⁴C-Proben (Abb. 14) entnommen und archäomagnetische Untersuchungen veranlasst.

Den Betriebsbeginn von Ofen 1 setzt das ¹⁴C-Datum der ältesten Nutzungsschicht in der Ofenküche in die Zeit zwischen 15 v. Chr. und 55 n. Chr. Das Ende von Ofen 1 lässt sich anhand der ¹⁴C-Analyse der jüngsten Nutzungsschicht in der Ofenküche in die Zeit zwischen 165 und 275 n. Chr. datieren.

Die deutliche Unterscheidung der Nutzungsschichten in eine frühe und eine späte Nutzungsphase legt einen Bezug zur Baugeschichte des Hauptgebäudes nahe. Die frühe Nutzungsphase von Ofen 1 verläuft zeitgleich mit dem ältesten Hauptgebäude, einem Fachwerkbau mit Mörtelböden und Wandverputz, während die späte Nutzungsphase zeitlich mit den Steinbauten zusammenhängt. Letzteres wird auch durch die «Versteinerung» der Ofenküche und deren Integration in die Umfassungsmauer M1 angezeigt.

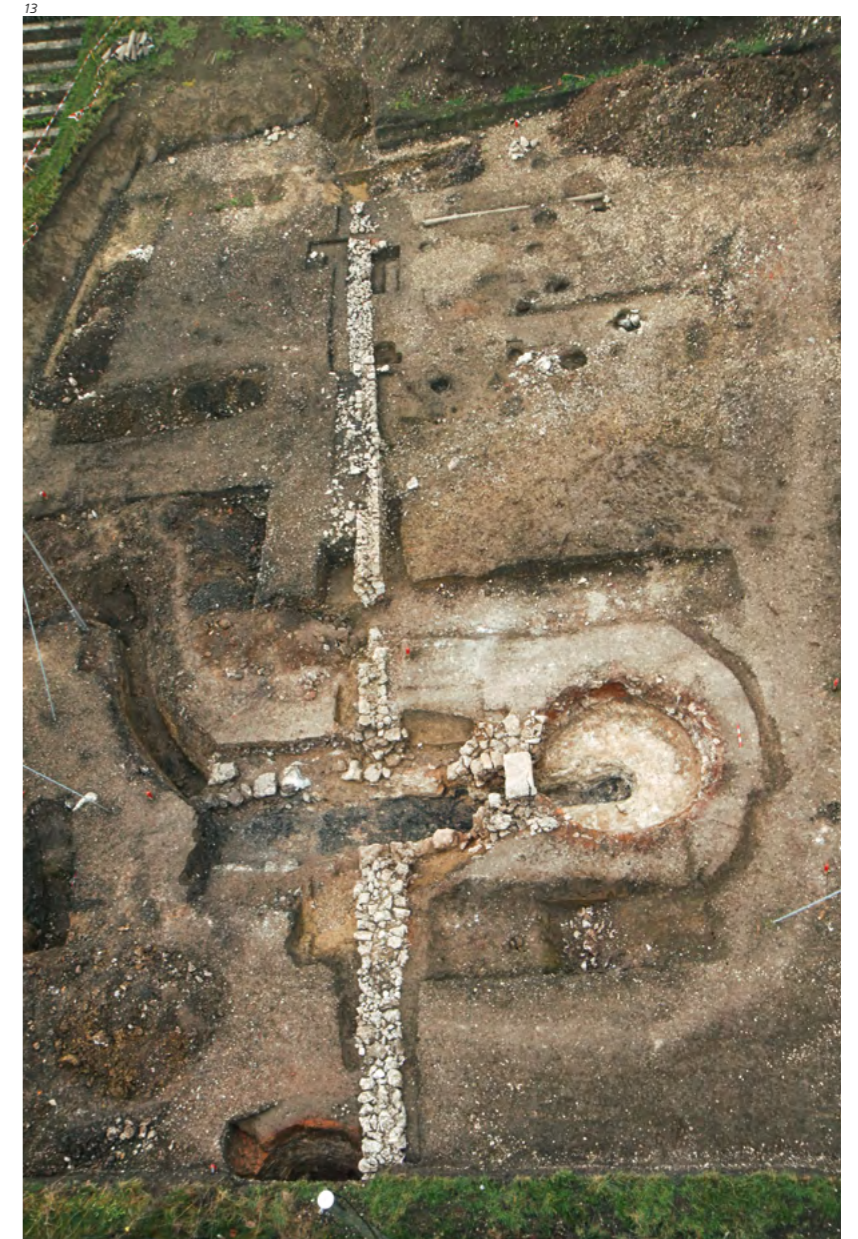
Ofen 2 wurde von der ETH Zürich archäomagnetisch untersucht. Mit Hilfe dieses Verfahrens lässt sich die Richtung des Erdmagnetfeldes zum Zeitpunkt der letzten Abkühlung eines erhitzten Stoffes bestimmen. Im Falle von Oensingen konnte die Analyse den Ofen nicht genauer datieren: Für die letzte Nutzung von Ofen 2 ergab sich eine grosse Datierungsspanne zwischen 57 und 450 n. Chr. Da die Umfassungsmauer M1 aufgrund der relativen Befundabfolge jünger als Ofen 2 ist, wurde sie frühestens im Jahr 57 n. Chr. errichtet. Ihr Bau erfolgte zu Beginn der späten Nutzungsphase von Ofen 1. Ofen 2 hätte demnach während oder sogar vor der frühen Nutzungsphase von Ofen 1 in Betrieb gestanden.

Überlegungen zum Ofenbetrieb

Rohstoffe

Für den Betrieb von Kalkbrennöfen sind riesige Mengen an Brennholz vonnöten. Um den Ofen zu befeuern, muss zwei- bis dreimal so viel Brennholz aufgewendet werden, wie Kalksteine ausgeglüht werden sollen (Bitterli-Waldvogel 1995, 35). Zu Beginn der römischen Epoche boten die bewaldeten Jurahänge bei Oensingen noch ausreichend Brennholz für die Kalkbrennerei. Dort waren in römischer Zeit Eichen- und Eichenmischwälder vorherrschend (SPM 5, 32). Eiche und Rotbuche gehörten zu den wichtigsten Brennholzlieferanten, denn sie zeichnen sich durch einen hohen Brennwert und gute Glutbildung aus. Essenziell für die Kalkbrennerei ist neben dem Brennholz der Kalkstein, der im Jura natürlich ansteht. Speziell für Oensingen ist eine Bank des sogenannten Oensinger Süsswasserkalkes (Abb. 15). Dieses Vorkommen befindet sich in nordwestlicher Richtung, rund 400 Meter vom Grabungsgelände entfernt, gleich unterhalb der Ravellenfluh.

Süsswasserkalk, auch Travertin genannt, zeichnet sich durch einen besonders hohen Reinheitsgrad aus. Seine geringen Anteile an mineralischen Verunreinigungen (zum Beispiel Tonpartikel) sowie organischen Bestandteilen tragen zu einer schnellen Kohlenstoffdioxid-Abgabe beim Brennprozess bei.



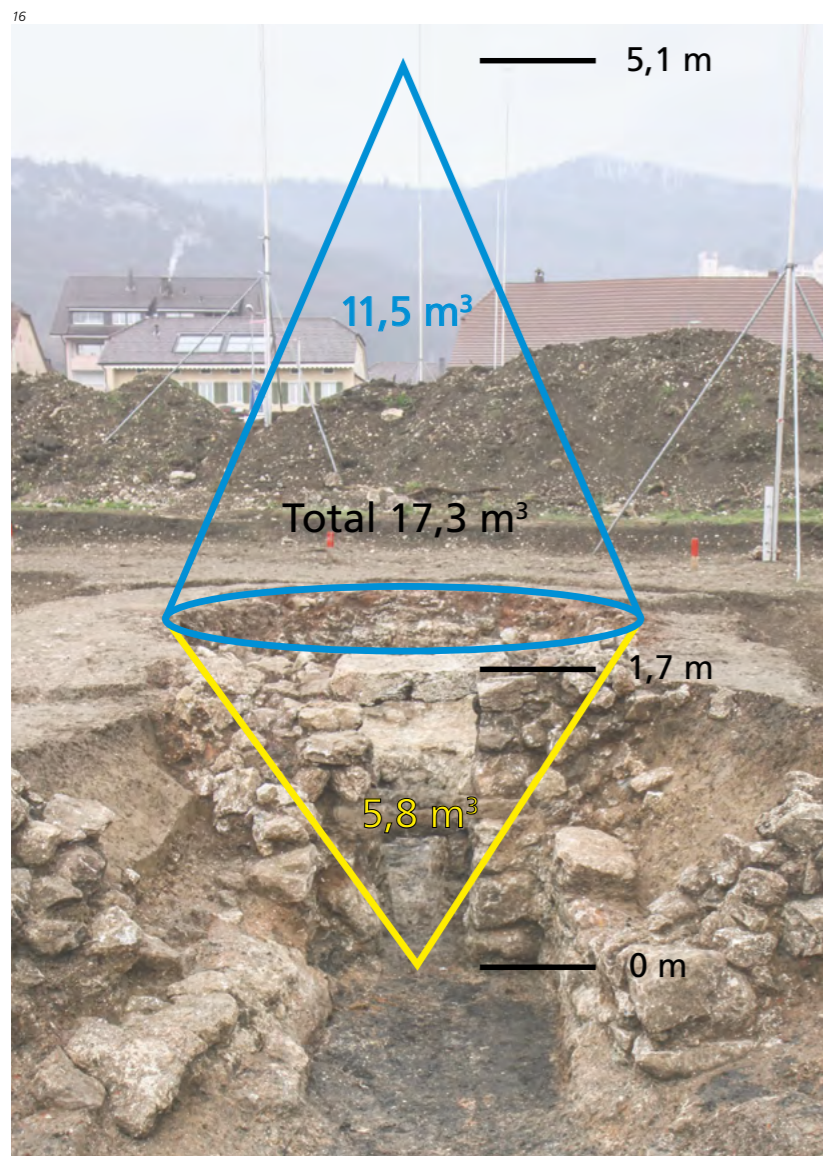
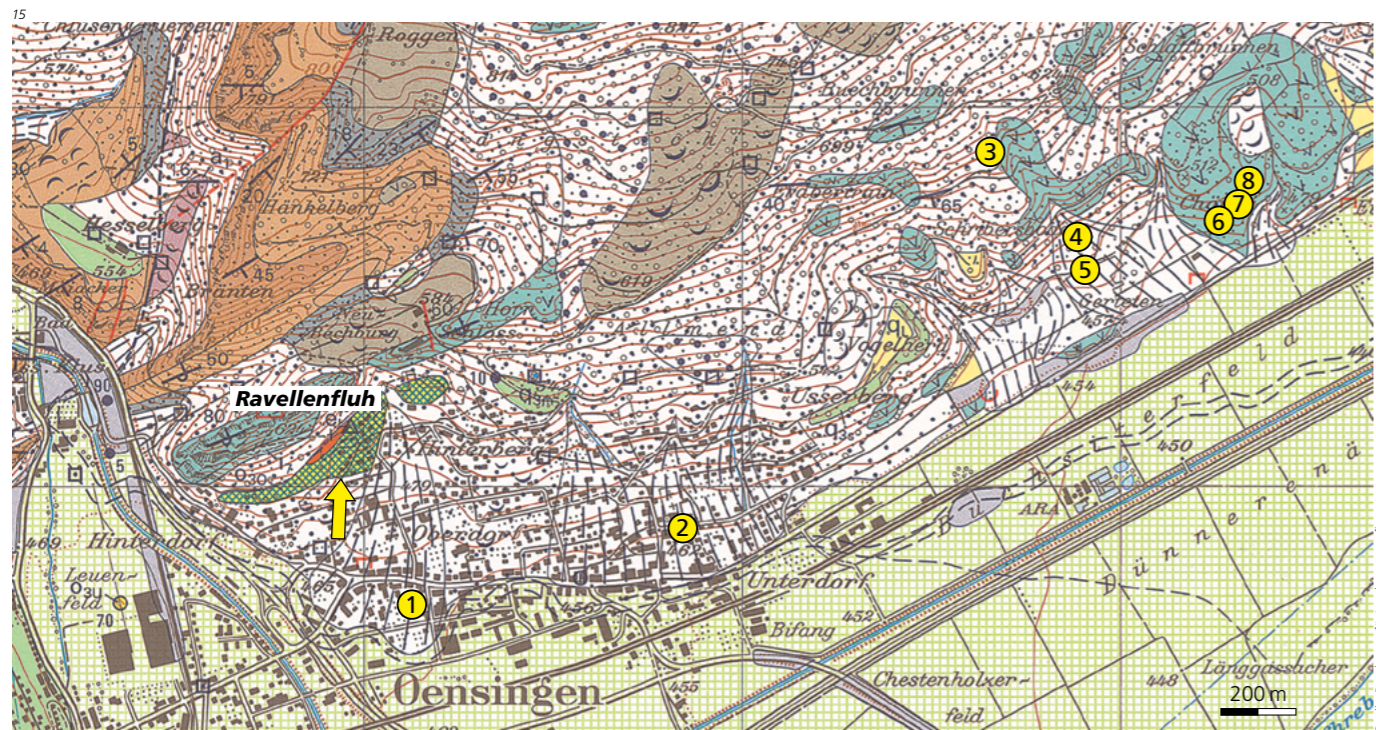
Aufgrund dieser Eigenschaft liess sich aus Süsswasserkalk ein qualitativ hochwertiger Kalkmörtel herstellen. Geländeanomalien lassen weitere Kalkbrennöfen auf Oensinger Boden in der Umgebung der römischen Villa Chrüzacker an der Gemeindegrenze zum benachbarten Oberbuchsitzen vermuten (Abb. 15).

Bereits 1981 wurde an der Römerstrasse ein Kalkbrennofen angeschnitten (ASO 2, 1981, 97–98). Dieser kann aber mangels Funden nicht datiert werden.

Abb. 13
Die Umfassungsmauer M1 schliesst das Gutshofareal gegen Süden, gegen die Dünnebene hin, ab. Blick gegen Westen.

Abb. 14
¹⁴C-Analysen, Ofen 1.
Tabellarische Übersicht der Rohdaten und der kalibrierten und gerundeten Werte.

Schichtbezeichnung	Probenummer	¹⁴ C BP	Median cal AD	cal BC/AD (1 σ =68.2%)	cal BC/AD (2 σ =95.4%)	Datierung gerundet
Ofen 1, älteste Nutzungsschicht der Ofenküche	ETH-44886	1980±30	21±34	21 BC–11 BC (7.0%) 2 BC–60 AD (61.2%)	45 BC–77 AD (95.4%)	15 v. Chr.–55 n. Chr.
Ofen 1, jüngste Nutzungsschicht der Ofenküche	ETH-44882	1800±30	219±54	140 AD–197 AD (33.5%) 208 AD–252 AD (34.7%)	131 AD–260 AD (79.1%) 279 AD–326 AD (16.3%)	165–275 n. Chr.



Ertrag

Bei Ofen 1 lässt die rekonstruierte Gesamthöhe von 5,1 Meter Rückschlüsse auf dessen Volumen und damit auf die Ofenladung ziehen. Für diese Berechnung wird der erhaltene Teil des Ofens bis zur Höhe der Schnauze (1,7 Meter) als umgekehrter Kegel abstrahiert (Abb. 16). Für den oberen, nicht erhaltenen Teil bleiben weitere 3,4 Meter, was bei einer kegelförmig aufgeschichteten Charge ein Volumen von 11,5 Kubikmeter ergibt. Aus der Summe der beiden Kegelvolumina ergibt sich ein Gesamtvolumen von rund 17 Kubikmeter. Bei einer Dichte von 2,7 Tonnen pro Kubikmeter entspricht dies einem Gewicht von rund 46 Tonnen Kalkstein. Während des Brennvorgangs verliert der Kalkstein rund die Hälfte seines Gewichts, das Volumen bleibt aber dasselbe. Aus 46 Tonnen Kalkstein ergeben sich somit 23 Tonnen oder 17 Kubikmeter Branntkalk. Dieses Produktionsvolumen liegt zwischen demjenigen des Ofens an der Römerstrasse, für den 12 bis 15 Tonnen Branntkalk pro Charge veranschlagt wurden (ASO 2, 1981, 98) und der Ausbeute der Öfen an der Zürcherstrasse in Kempraten, die mit rund 22 Kubikmeter angegeben wird (Ackermann/Koch 2015, 79). Durch das Löschen vergrössert sich das Volumen auf das Zweieinhalbfache: Gibt man diesen 17 Kubikmetern Branntkalk die nötige Menge Wasser hinzu – um die 16 000 Liter –, so erhält man also 42,5 Kubikmeter Löschkalk. Für die Herstellung des Kalkmörtels empfiehlt der römische Architekt Vitruv, einem Teil Löschkalk drei Teile Sand beizumischen (De architectura libri decem, 2,5). Dies entspricht in unserem Fall einer Ausbeute von 170 Kubikmeter Kalkmörtel pro Charge. Das Verhältnis von Branntkalk zu Brennholz wird in der Fachliteratur unterschiedlich beurteilt und ist in erster Linie abhängig von der Art des Brennholzes.

Geht man von einem Produktionsvolumen von 17 Kubikmeter für Ofen 1 aus, so ist mit einem Bedarf von 34 bis 51 Ster Brennholz zu rechnen. Die Länge eines Produktionszyklus, vom Aufbau des Ofens bis zur Entnahme des Branntkalkes, dauert zwischen zwei und drei Wochen (Ackermann/Koch 2015, 77). Im Allgemeinen werden Kalkbrennöfen im Sommer eingeheizt, da es im Winterhalbjahr wegen der klimatischen Bedingungen schwieriger ist, eine konstante Betriebstemperatur aufrecht zu erhalten und der Löschkalk wegen des Frostes nicht weiterverarbeitet werden kann (Uschmann 2006, 60, 64–65; Ackermann/Koch 2015, 77). Die ¹⁴C-Daten aus Ofen 1 deuten auf eine ungewöhnlich lange Nutzungszeit zwischen mindestens 110 und längstens 290 Jahren hin. Wie oft der Ofen während dieser Zeitspanne beschickt wurde, lässt sich nicht sagen. Die Anzahl der Nutzungsschichten verrät aber immerhin, dass Ofen 1 mindestens fünfmal eingeheizt worden ist – zweimal in der frühen Nutzungsphase und dreimal in der späten Nutzungsphase. Über den Betrieb von Ofen 2 ist noch weniger bekannt. Vermutlich wurde er in der frühen Nutzungsphase zeitweise parallel zu Ofen 1 betrieben. Spätestens mit dem Bau der Umfassungsmauer M1 und dem Umbau von Ofen 1 wurde Ofen 2 jedoch aufgegeben.

Verwendung

Der Branntkalk aus Ofen 1 und 2 dürfte hauptsächlich, wenn nicht sogar ausschliesslich für den Bau des Gutshofes produziert worden sein. Hierfür spricht allein schon die räumliche Nähe zwischen den Öfen und dem Hauptgebäude. Wie die jüngsten Entdeckungen von 2016/17 zeigten, benötigten die

Bauleute bereits für die Mörtelgussböden und Wandverputze der Holzbauphase in der ersten Hälfte des 1. Jahrhunderts n. Chr. eine grosse Menge an Kalkmörtel. Als das Hauptgebäude in der zweiten Hälfte des 1. Jahrhunderts zu einem Steinbau ausgebaut wurde, war der Bedarf an Branntkalk wiederum sehr gross: Neben den gemörtelten Mauern machen dies zahlreiche, grossflächige Mörtelgussböden deutlich. Auch nach dem eigentlichen Bau des Gutshofes brauchte es von Zeit zu Zeit gebrannten Kalk, in erster Linie für die mehrmals bezugten Um- und Ausbauten sowie für Ausbesserungsarbeiten. Um einen 8,5×7,0 Meter grossen und 15 Zentimeter mächtigen Mörtelboden, wie er im Hauptgebäude vorkommt (Abb. 17), zu giessen, sind demnach 9 Kubikmeter Kalkmörtel nötig. Bei einer Ausbeute von 170 Kubikmeter Kalkmörtel pro Charge könnten also eine ganze Reihe solcher Mörtelböden gegossen werden. Der Mörtelverbrauch von Mauerwerk ist ungleich schwieriger zu benennen. So gibt der archäologische Befund meist nur Aufschluss über Breite und Länge von Mauern, nicht über deren Höhe. Daneben schwankt der Mörtelverbrauch je nach Art und Grösse des Baumaterials (Bruchsteine, Hausteine) und der Bautechnik (massiv, zweischalig). Für den Bau eines Kubikmeters Mauerwerk ist schätzungsweise ein viertel Kubikmeter Mörtel nötig. Mit dem Kalkmörtel aus einer Charge und der geeigneten Menge an Bausteinen könnte man also 680 Kubikmeter Mauerwerk errichten. Damit liesse sich beispielsweise eine 170 Meter lange, 5 Meter hohe und 0,8 Meter breite Mauer errichten. Am niedrigsten ist der Mörtelverbrauch beim Verputzen von Wänden. Um auf einer Wandfläche von einem Quadratmeter einen Verputz mit einer Tiefe von 3 Zentimetern anzubringen, werden rund

Abb. 15 Geologische Karte von Oensingen. Unterhalb der Ravellenfluh, rund 400 Meter von den Kalkbrennöfen in Bienken entfernt, befindet sich eine Bank des sogenannten Oensinger Süswasserkalkes (gelber Pfeil). Kartiert sind gesicherte und vermutete Kalkbrennöfen auf dem Gemeindegebiet. 1 Bienken, 2 Römerstrasse, 3 oberhalb des Chöpfli, 4–5 oberhalb Chrüzacher, 6–8 Chöpfli.

Abb. 16 Ofen 1: Visualisierung der rekonstruierten Gesamthöhe von 5,1 Metern bei kegelförmiger Charge. Für die Berechnung der Ofenladung wird das Volumen des Ofens bis zur erhaltenen Höhe als umgekehrter Kegel abstrahiert (gelb). Dazu kommt das Volumen eines 3,4 Meter hohen Kegels für den nicht mehr erhaltenen aufgehenden Teil (blau). Blick nach Norden.

Abb. 17 Ausgrabung 2017 im Hauptgebäude der römischen Villa von Oensingen: Für den Guss dieses Mörtelbodens brauchte es 9 Kubikmeter Kalkmörtel.



45 Liter Kalkmörtel benötigt. Mit der Menge an Kalkmörtel, der aus einer Charge gewonnen wird, könnte man demzufolge eine riesige Fläche von 3778 Quadratmetern verputzen.

Es ist denkbar, dass in den beiden Kalkbrennöfen mehr Branntkalk produziert wurde, als man für den Eigenbedarf benötigte. Ein grösseres Bauprojekt, das eine bedeutende Menge an Branntkalk verschlungen haben muss, war der Bau der römischen Mittellandtransversale. Diese Strasse verlief mit grosser Wahrscheinlichkeit in der Nähe des Gutshofes. Vermutlich war es die 13. Legion, die den Bau dieser Strassenverbindung in der ersten Hälfte des 1. Jahrhunderts von Vindonissa/Windisch aus in die Wege leitete (Mottas 1982, 114–115; Herzig 1986, 13–14). Wie archäologische Befunde von der via praetoria in Windisch (Trumm/Flück 2013, 71–72, 558, 658), aus Döttingen (freundlicher Hinweis L. Galioto) und Basel (z. B. Lanzicher 2017, 82, 84–85) gezeigt haben, verfügen römische Strassen typischerweise über einen mit Kalkmörtel gefestigten Kieskoffer (nucleus). Es ist also durchaus möglich, dass die Strassenbauer für den Ausbau und den Unterhalt der nahen Mittellandtransversale Branntkalk aus Oensingen verwendet haben. Die Kalkbrennerei könnte in diesem Fall eine wichtige Einnahmequelle des Gutshofes dargestellt haben.

Schluss

«Kalkbrennöfen sind für den im Felde arbeitenden Archäologen eine vertraute, aber nicht unbedingt gern gesehene Erscheinung», formulierte der ehemalige Solothurner Kantonsarchäologe H. Spycher 1981 trefflich (Spycher/Magetti/Hoppler u. a. 1981, 171). Er führte dies auf die mühsamen Freilegungsarbeiten und den wenig spektakulären Charakter dieser Befundgattung zurück. Es verwundert daher nicht, dass die Kalkbrennerei in der Vergangenheit von der Forschung oftmals stiefmütterlich behandelt worden ist. Die Ausgrabungen im Dorfzentrum von Oensingen rücken diesen Handwerkszweig nun wieder mehr in den Fokus der provinzialrömischen Archäologie.

Dank

Dieser Artikel ist die gekürzte und überarbeitete Fassung meiner Masterarbeit an der Universität Basel. Mein Dank richtet sich an die Kantonsarchäologie Solothurn sowie an Prof. Dr. P.-A. Schwarz (Referent) und Lic. phil. M. Wullschleger (Korreferentin) für ihre Unterstützung. Hinweise zum Thema Mörtelverbrauch verdanke ich den beiden Restauratoren G.-T. Heinzelmann und J.-C. Märki. Informationen zum Oensinger Süsswasserkalk hat mir Y. Kaufmann, Amt für Umwelt Solothurn, freundlicherweise zukommen lassen.

Dieser Beitrag ist meinen Eltern, Rahel und Martin Reber, gewidmet, die mich den langen Weg des Studiums begleitet und mir dabei den Rücken gestärkt haben.

Literatur

- ASA Anzeiger für Schweizerische Altertumskunde
 ASO Archäologie des Kantons Solothurn
 JbSGU Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Urgeschichte
 JSolG Jahrbuch für Solothurnische Geschichte
 SPM 5 Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter, Band 5. Basel 2002.
- Ackermann, R./Koch, P. (2015) Römische Kalkbrennereien im Vicus von Kempratzen (Rapperswil-Jona SG). *Minaria Helvetica* 36, 55–89.
- Adam, J.-P. (2011) *La construction romaine – Matériaux et techniques*. Paris.
- Bertau, M./Müller, A./Fröhlich, P./Katzberg, M. (2013) *Industrielle Anorganische Chemie*. Weinheim.
- Bitterli-Waldvogel, Th. (1995) Der Kalkofen – ein interessanter Wegbegleiter für die Wegforschung. *Bulletin Inventar historischer Verkehrswege der Schweiz* 2, 33–36.
- Cato (Marcus Porcius Cato), *De Agri Cultura*, Lateinisch/Deutsch, herausgegeben und übersetzt von Hartmut Froesch, Stuttgart 2009.
- Demarez, J.-D. (2014) *La production de chaux en Ajoie (Jura, Suisse) de l'époque romaine au XIXe siècle – Recherches d'archéologie et d'histoire*. Cahier d'archéologie jurassienne 34. Porrentruy.
- Drack, W. (1968/69) Römische Kalköfen. *Zürcher Denkmalpflege* 6, 126–129.
- Guggenberger, M. (2000) Etwas Gewisses hievon zu bestimmen waere ein Gewagtes. 260 Jahre Dodekaeder-Forschung. Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum 80, 67–84.
- Herzig, H.E. (1986) Die Erschliessung der Schweiz durch die Römer. In: *Historische und aktuelle Verkehrsgeographie der Schweiz*. *Geographica Bernensia* G18, 5–21.
- Huwylar, E./Niederberger, G./Gerhardt, B. (2001) *Kalkbrennen – Sonderausgabe Handwerk in Zusammenarbeit mit dem Freilichtmuseum Ballenberg*. Handwerk 2. Brienz.
- Lamprecht, H.-O. (1984) *Opus Caementitium – Bautechnik der Römer*. Düsseldorf.
- Lanzicher, A.F. (2017) Strassennutzung als Beleg der Siedlungskontinuität – Ergebnisse der Grabung Münsterplatz 1+2 (2001/46) auf dem Basler Münsterhügel. *Jahrbuch Archäologie Schweiz* 100, 69–108.
- Maag, R. (1982) Ein Kalkbrennofen im Legionslager von Vindonissa. *Jahresbericht der Gesellschaft Pro Vindonissa*, 65–70.
- Meisterhans, K. (1890) *Älteste Geschichte des Kantons Solothurn bis zum Jahre 687*. Solothurn.
- Mottas, F. (1982) *Les voies romaines en terre vaudoise*. Strasse und Verkehr 68.5, 112–115.
- Spycher, H./Magetti, M./Hoppler, H.U./Hedley, I.G./Wagner, J.-J./Wagner, G.A. (1981) *Der römerzeitliche Kalkbrennofen von Vuippens/La Palaz (Kt. Freiburg, Schweiz)*. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz 28, 171–196.
- Tortoli, F. (2018) Oensingen SO, Gärtnerei Jurt. *Jahrbuch Archäologie Schweiz* 101, 210–212.
- Trumm, J./Flück, M. (2013) *Am Südtor von Vindonissa – Die Steinbauten der Grabung Windisch-Spillmannwiese 2003–2006 (V.003.1) im Süden des Legionslagers*. Veröffentlichungen der Gesellschaft Pro Vindonissa XXII. Brugg.
- Uschmann, K.-U. (2006) *Kalkbrennöfen der Eisen- und römischen Kaiserzeit zwischen Weser und Weichsel – Befunde*. Analysen. Experimente. *Berliner Archäologische Forschungen* 3. Rahden.
- Vitruv (Marcus Vitruvius Pollio), *De Architectura Libri Decem*, Lateinisch/Deutsch, übersetzt von C. Fensterbusch, Darmstadt 1964.