Zeitschrift: Ziegelei-Museum

Herausgeber: Ziegelei-Museum

Band: 40 (2023)

Artikel: Der Ziegelbrand im Ofenturm : Brennversuch im Kammerofen des Ziegelei-Museums Cham

Autor: Flück, Hannes

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1044795

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Der Ziegelbrand im Ofenturm – Brennversuch im Kammerofen des Ziegelei-Museums Cham

Hannes Flück

Abb. 1

Abendstimmung beim Ziegelbrand.

Ziegelbrennen in einem Kammerofen wie im Mittelalter, das war das Ziel des Ziegelbrandes im neuen Ofenturm des Ziegelei-Museums. Dazu wurden im Sommer 2022 knapp 9 Tonnen Material in den Ofen gefüllt, die Zugangstüre vermauert und danach das Feuer im Ofen entfacht. Sieben Tage wurde geheizt (Abb. 1) bis die Ziegel gar waren. Aber ob ein Brand glückt, zeigt sich jeweils erst beim Öffnen des Ofens.[1]

Voraussetzungen für den Ziegelbrand

Der 2021 auf dem Gelände des Ziegelei-Museums eingeweihte Ofenturm birgt in seinem hintersten Teil einen Kammerofen für den Brand von Ziegeln und Backsteinen. Dieser war von Anfang an integraler Teil der Planung. Das Museum sollte wieder mit einem nutzbaren Kammerofen ausgestattet sein, denn der von der Familie Lörch zwischen 1873 und 1933 verwendete Ofen in der

Ziegelhütte darf wegen feuerpolizeilicher Bedenken nicht mehr betrieben werden. Der neue Ofen erlaubt es dem Museum nun, seinen Besuchern alle Arbeitsschritte von der Herstellung der Ziegel über das Trocknen bis zum Brand zu vermitteln.
Das Durchführen eines Brandes übersteigt allerdings die finanziellen Möglichkeiten des Museums, weshalb es ein glücklicher Zufall war, dass die Denkmalpflege Graubünden das Museum anfragte, ob es für die Burgruine Neu-Aspermont historische Hohlziegel nachproduzieren könne.[2] Dieser Auftrag, zusammen mit der neuen Finanzierung durch den Kanton Zug[3] sowie einer grosszügigen Unterstützung durch die Ernst Göhner Stiftung ermöglichte unserem Museum im Sommer 2022, einen solchen Brand durchzuführen. Zudem konnten wir auf die Unterstützung in Form von Naturalspenden durch die Ziegelindustrie (Gasser Ceramic AG, Kubrix AG, Ziegelei Schuhmacher), die Privatwirtschaft (Heinz Ineichen AG, Germont AG), die Öffentliche Hand (Gemeinde Cham, Amt für Denkmalpflege und Archäologie Zug) sowie Partnerorganisationen (Verein Ofenturm, Freilichtmuseum Ballenberg) zählen. Das gesamte Holz sowie die Kalksteine wurden von Holz Zug und den Korporationen des Kantons Zug sowie der Korporation Alpnach gespendet. Unterstützung erfuhr das Projekt zudem von allen Mitarbeiterinnen des Ziegelei-Museums, welche sich mit Rat und Tat beteiligten. Schliesslich konnten wir auch auf die engagierte Mithilfe von freiwilligen Helferinnen und Helfern zählen,[4] welche insgesamt gegen 300 Arbeitsstunden geleistet haben.

Planung des Brandes und Materialbeschaffung

Die Planung des Projektes oblag dem Verfasser zusammen mit dem damaligen Museumsdirektor Jürg Goll. Da in Cham seit fast 100 Jahren kein Kammerofen mehr mit Holz befeuert wurde, suchte das Museum erfahrene Partner. Gefunden wurden sie in Peter Brunner (Keramiker und pensionierter Laborleiter Zürcher Ziegeleien, Zürich), Gaëtan Rochoux (Keramiker, Goldiwil) und Kurt Bühler (Leiter Betrieb und Infrastruktur, Freilichtmuseum Ballenberg). Diese hatten zusammen im September 2021 im deutlich grösseren, aber auf gleiche Weise funktionierenden, historischen Ziegelbrennofen im Freilichtmuseum Ballenberg[5] erfolgreich einen Brand durchgeführt. Gemeinsam wurde der Ablauf diskutiert, der Holzbedarf abgeschätzt und das Vorgehen entwickelt.
J. Goll plante, im Rahmen des Brandes in zwei Bereichen ein Experiment durchzuführen. Einerseits wurden beim Setzen des Ofens Holzstangen eingesetzt, welche das Brenngut als Kamine auf der gesamten Höhe durchliefen. Andererseits sollte als unterste

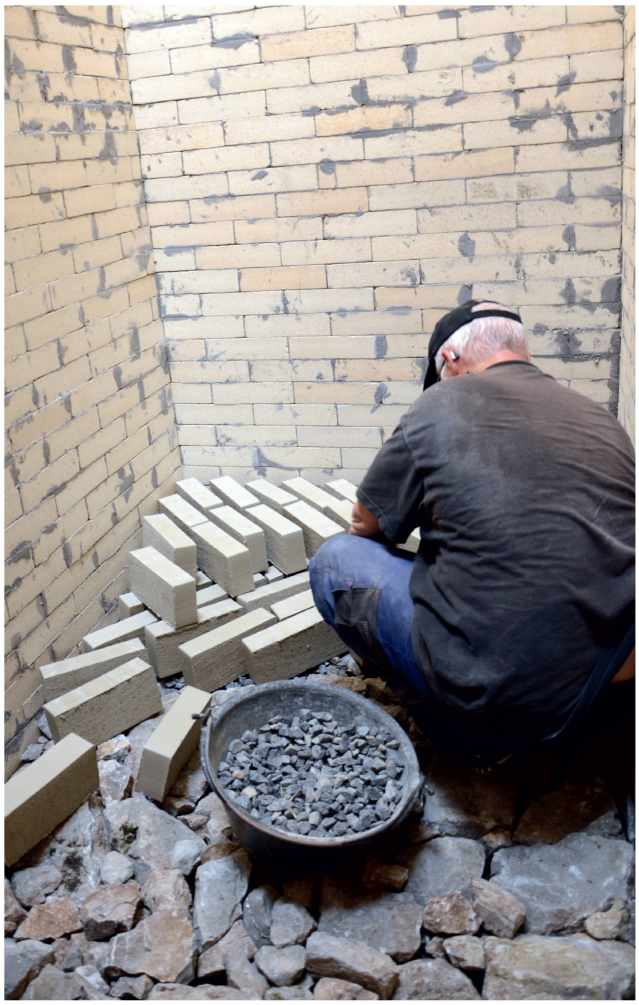
Abb. 2

Kalksteine des Oberen Schrattenkalkes aufgesammelt am Südabhang des Pilatus.

Schicht im Ofen Kalkstein eingebracht werden. Dies in Anlehnung an die traditionelle Brennweise, wie sie auch im Brennofen der Lörchs ausgeübt wurde.[6] In diesen wurde für jeden Brand ein neues ad hoc erstelltes Gewölbe aus Kalksteinen gebaut, auf welchem dann die Backsteine und schliesslich die Ziegel aufgeschichtet wurden. Nach der gängigen Ansicht diente der Kalkstein als Hitzepuffer und förderte eine gleichmässige Verteilung der Hitze über den gesamten Ofenraum. Zudem konnte der Kalk, welcher nach Abschluss des Brandes als Brandkalk vorlag, verkauft werden, was eine zusätzliche Einkommensmöglichkeit bot.[7]
Dieser Kalk konnte mit Hilfe von Hans Wallimann und Ruedi Bäbi, bei Alpnach am Hang des Pilatus gesammelt werden. Es handelt sich dabei um Steine (Abb. 2) des Oberen Schrattenkalkes.[8]
Als eigentliches Brenngut wurden drei weitere Komponenten bereitgestellt. Zum einen die verbleibenden 200 in Rapperswil BE hergestellten Hohlziegel.[9] Mit diesen zusammen wurden zum anderen von der Gasser Ceramic AG rund 1200 ungebrannte Ziegel

Abb. 3

Marlene Staub und Jürg Goll bringen Kalksteine als unterste Schicht in den Ofen ein.



des Typs «Biberschwanzziegel antik mit Handstrich»[10] geliefert. Als dritte Komponente lieferte die Ziegelei Schumacher gut 1400 ungebrannte Vollbacksteine mit der Abmessung 25/12/6 cm.[11]

Abb. 4

Jürg Goll setzt die beiden ersten Backsteinschichten über dem Kalk.

Abb. 5

Die dritte, flach verlegte Backsteinschicht ist vollständig, aber noch zu wackelig und wellig für den weiteren Aufbau des Ofenbesatzes.

Setzen – stellen – legen – oder wie fülle ich einen Ofenraum

Vom 20.–24. Juni wurde der Ofen gesetzt. Als erstes wurde ein Bett aus Kalksteinen verlegt (Abb. 3). Ziel dabei war einerseits, die Kalksteine nicht zu dicht zu setzen, sodass die heisse Luft gut zirkulieren konnte, und andererseits eine möglichst ebene Oberfläche zu erzeugen, sodass die Backsteine und Ziegel sauber eingesetzt werden konnten. Darüber folgten zwei Ebenen aus hochkant gestellten Backsteinen, welche diagonal zum Ofenraum und kreuzweise gesetzt wurden, und eine Dritte aus flachgelegten Steinen, welche als Auflage für die weitere Füllung diente (Abb. 4, 5). Dabei zeigte sich, wie wichtig eine sorgfältig ausnivellierte Kalksteinschicht ist, auf der die weiteren Backstein- und Ziegellagen aufgebaut werden.
Darauf wurden entlang der Wände Backsteine aufgeschichtet. Dies weil in diesen Zonen die niedrigsten Temperaturen erwartet

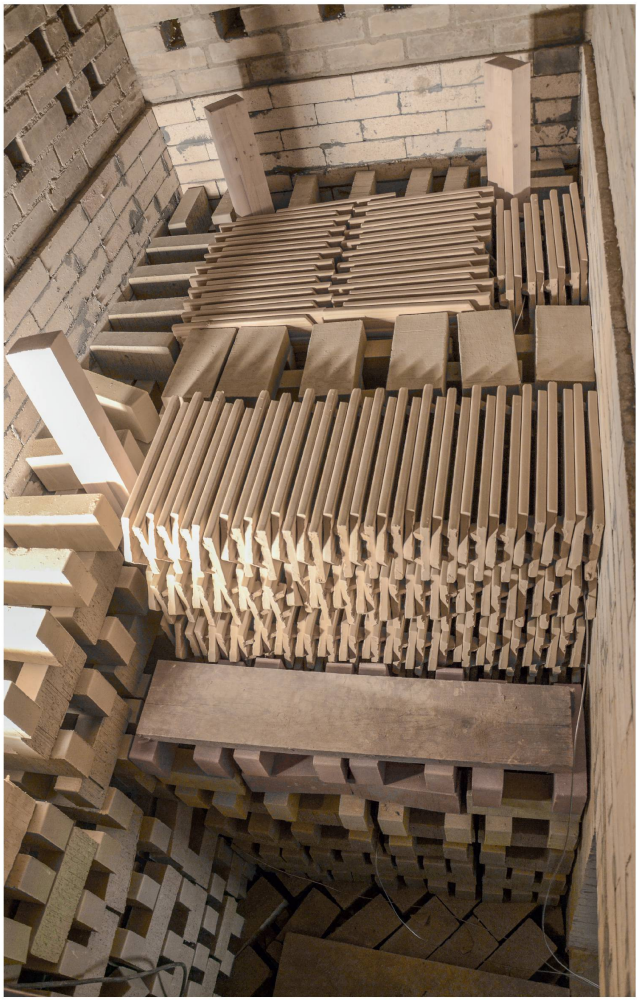


Abb. 6

Als erste Ziegellage werden von Markus Loher die Hohlziegel über den Backsteinschichten eingebracht. Sie werden wegen der besseren Druckfestigkeit hochkant gestellt.

Abb. 7

Das restliche Volumen des Brennraumes wird mit auf der Seite liegenden Biberschwanzziegeln und Backsteinen gefüllt.

werden, und ein Unterbrand bei Backsteinen das kleinere Problem darstellt. Zudem wurden zwei quer zum Brennraum verlaufende Zwischenwände aus Backsteinen erstellt, die bei der Beschickung als Standflächen im Brennraum genutzt werden konnten. Die drei dadurch entstandenen Abteilungen wurden anschliessend mit Dachziegeln gefüllt. Die Hohlziegel wurden zuunterst hochkant hineingestellt, da sie so die grösste Druckfestigkeit aufweisen (Abb. 6). Darüber wurden die Flachziegel auf ihrer Seite stehend eingeschichtet (Abb. 7). Danach wurde alles mit drei Lagen flach gelegten Flachziegeln abgedeckt, auf denen fünf Kamine aus Backsteinen errichtet wurden, welche den Rauchgasen als Abzüge dienen sollten. Um diese herum wurde alles mit knapp 10 cm Erde überdeckt (Abb. 8).

Um die Kamine bei Bedarf abdecken zu können, wurden Klappen installiert, welche mit Drahtzügen von der Plattform des Ofenturms aus, gesteuert werden konnten. Diese umständliche Konstruktion war nötig geworden, weil die Zuglöcher wegen der dezentralen Lage der Serviceöffnung und der Höhe des Turms nicht

Abb. 8

Zuletzt wird der Ofenbesatz mit drei Schichten Flachziegeln sowie 10 cm Erde abgedeckt.

Abb. 9

In einem Fach aus Backsteinen stehen die Ortonkegel, welche bei definierten Temperaturen schmelzen.

wie üblich vom Ofenrand her bedient werden konnten. Parallel zur Befüllung des Ofens wurde die Beschickungstür kontinuierlich vermauert. Die letzten Backsteine und Ziegel wurden deshalb durch die Serviceöffnung von oben in den Ofen eingebracht. In der zugemauerten Tür, der sogenannten Sandtür, wurden im unteren und im oberen Drittel je eine Beobachtungsöffnung ausgespart, die mit einem herausziehbaren Backstein geöffnet oder verschlossen werden konnte. Hinter diesen Gucklöchern wurden im Brenngut je fünf Orton-Kegel[12] (Abb. 9) positioniert, die bei 894, 956, 1013, 1044 und 1104 °C schmelzen und so die erreichte Brenntemperatur anzeigen. Zum Abschluss wurde die vermauerte Tür mit einem Lehmputz versehen, um das Eindringen kalter Luft in den Ofen während des Brandes zu verhindern.

Schon während des Aufschichtens wurden drei Thermoelemente zur Überwachung der Temperatur ins Brenngut eingefügt.[13] Sie waren wie folgt positioniert: in der Mitte des Ofens direkt auf den Kalksteinen, mittig in der Füllung sowie in einer Ecke im obersten Bereich der Füllung. Im Laufe des Brandes wurden von der Sandtür

her zwei weitere Thermoelemente in die Ofenfüllung gesteckt, um zusätzliche Informationen zur Temperatur im Ofeninneren zu erhalten.
Insgesamt wurden für das Setzen des Ofens 122 Arbeitsstunden aufgewendet, davon 59 durch freiwillige Helfer. Diese trugen insgesamt knapp 9 t Material (Kalk- und Backsteine, Hohl-und Flachziegel, Erde) in den Ofen hinein.

Feuern rund um die Uhr – Der Ziegelbrand

Da der Ofen zum ersten Mal gefeuert wurde, war unsicher, wieviel Holz der Brand benötigen würde, und wie lange gefeuert werden müsste, bis die Ziegel gar sein würden. Um sicher genügend Holz und Helfer zu haben, wurden 30 Ster Holz[14] und 13 Tage Brand veranschlagt. Beim Holz wurden 10 Ster Laubholz und 20 Ster Nadelholz beschafft (Abb. 10). Während des gesamten Brandes waren immer jeweils zwei Personen beim Feuer anwesend, um dieses zu überwachen, Holz nachzulegen und die von den Sonden gemessenen Temperaturen aufzuzeichnen. Die Brandführung wurde von Peter Brunner und Gaëtan Rochoux angeleitet.
Die feierliche Entzündung des Feuers erfolgte durch den Zuger Baudirektor Florian Weber und den Projektleiter Hannes Flück am 3. Juli um 18 Uhr (Abb. 11). Danach wurde das Feuer langsam gesteigert bis Temperaturen um 100 °C erreicht wurden. Diese sollten zum Austreiben der Restfeuchtigkeit im Brenngut einige Zeit gehalten werden, was allerdings nicht eingehalten werden

Abb.10

5 der 30 zur Verfügung stehenden Ster Holz. Gespendet von Holz Zug, den Korporationen des Kantons Zug und der Korporation Alpnach.

Abb.11

Florian Weber, Baudirektor Kanton Zug und Hannes Flück, Projektleiter Ziegelbrand entfachen das Feuer im Ziegelofen.

konnte (vgl. Abb. 17). Wie das Resultat des Brandes zeigte (vgl. unten), nahm das Brenngut dadurch offenbar keinen Schaden. Danach wurde bis 600 °C weiter kontinuierlich aufgeheizt, um das in den Tonkristallen gebundene Wasser auszutreiben. Ausserdem darf der Quarzsprung bei 573 °C nur langsam überschritten werden. Bei dieser Temperatur kommt es bei den im Lehm eingebetteten Quarzkristallen aufgrund einer Änderung der Kristallstruktur zu einer Volumenvergrösserung, was zu Rissen im Brenngut führen kann. Dies ist hervorragend gelungen (vgl. Abb. 17). Im Anschluss konnte endlich kräftig gefeuert werden (Abb. 12) mit dem Ziel, im Ofen eine gleichmässige Temperatur von gut 1050 °C zu erreichen.[15]

Abb.12

Der Ofen wird voll befeuert. An den Kaminen bilden sich Feuerzungen, die aus den Kaminöffnungen schlagen.

Dies erwies sich aber als Herausforderung. Trotz verschiedener Versuche, wie dem verschliessen der Klappen, der Verringerung des Querschnittes der Einfeuerungsöffnungen oder gezielten Feuertechniken, welche G. Rochoux mit seiner grossen Erfahrung im Fahren von Holzbränden einbrachte, konnte innerhalb des Ofens kein Ausgleich der Temperatur erreicht werden. Gemäss der Messsonden kletterte die Temperatur im obersten Bereich der Ofenladung nie auf mehr als 803 °C, während sie unten bis zu 1160 °C erreichte. Die

beiden zusätzlichen Wärmesonden, welche während des Brandes bei den beiden Löchern in der Türe eingesetzt worden waren, legten nahe, dass die oberste Sonde wohl an einem besonders «kühlen» Ort lag. Die Obere der beiden zeigte zeitweise bis zu 960 °C an. Die ungleiche Verteilung der Temperatur im Ofen bestätigten auch die Ortonkegeln. Von diesen schmolz nur gerade jener im oberen Fach mit der Schmelztemperatur von 894 °C.
Nachdem diese Temperaturen während rund eines Tages gehalten worden waren, entschieden die beiden Brandexperten, dass die Ziegel gar sind, sodass am frühen Samstag Abend – nach ziemlich genau 7 Tagen – das Feuern eingestellt wurde. Zu diesem Zeitpunkt waren rund 27 Ster Holz verbraucht. Der ursprüngliche Plan, den Ofen nicht zu schnell abkühlen zu lassen, und mit dem restlichen Holz noch ein Feuer zu unterhalten, musste wegen eines Schwelbrandes ausserhalb des Ofens aufgegeben werden. Dieser konnte dank der Unterstützung durch die Pikettoffiziere der Feuerwehr Cham gelöscht werden. Unmittelbar nach Ende des Feuerns wurden die beiden Einfeuerungsöffnungen vermauert und mit einem Lehmputz bestrichen, sodass möglichst wenig kalte Luft in die Brennkammer gelangen konnte.
Insgesamt wurden für den Brand 348 Arbeitsstunden aufgewendet, wovon 184 von freiwilligen Helfern geleistet wurden. Während des Brandes konnte vielen interessierten Besucherinnen und Besuchern der Prozess des Ziegelbrennens erläutert werden. Neben regulären Führungen, die zusätzlich zum Museum und der Ziegelscheune auch den Ziegelbrand live besuchten, wurde dieser auch in Kooperationsveranstaltungen mit dem Bauforum Zug sowie

Abb.13

Peter Brunner erläutert einer interessierten Kinderschar den Ziegelbrand.

LABforKids thematisiert (Abb. 13).[16] Am Mittwoch, 6. Juli fand der Ziegelbrand Dank einer Live-Schaltung von SRF Schweiz Aktuell mit Sabine Dahinden auch seinen Weg in alle Deutschschweizer Stuben.

Die Stunde der Wahrheit – das Ausräumen des Ofens

Das Abkühlen des Ofens dauerte etwa bis zum 20. Juli. Dann waren im ganzen Ofen Temperaturen um 30–35 °C erreicht, die an diesem Tag nur noch leicht über den Umgebungstemperaturen lagen. Peter Brunner kam die Ehre zu, am 21. Juli als erster einen Blick in den Ofen zu riskieren. Dabei zeigte sich, dass das Brenngut einen guten Eindruck machte und wohl keine grösseren Schmelzer (zusammengeschmolzenes Brenngut) zu verzeichnen waren, wie dies wegen der an der untersten Sonde gemessenen Temperaturen von über 1100 °C befürchtet worden war. Hingegen zeigte sich, dass der gebrannte Kalk bereits angefangen hatte sich mit der Luftfeuchtigkeit zu löschen und dadurch zu zerfallen. Das Ausräumen erfolgte vom 16. bis 18. August. Dabei konnte der Inhalt weitgehend problemlos ausgeräumt werden. Dies obwohl es

Abb. 14

Blick in den Ofen nach der Öffnung. Das teilweise Zerfallen der Kalksteinschicht führte zu leichten Verschiebungen in der Ofenfüllung.

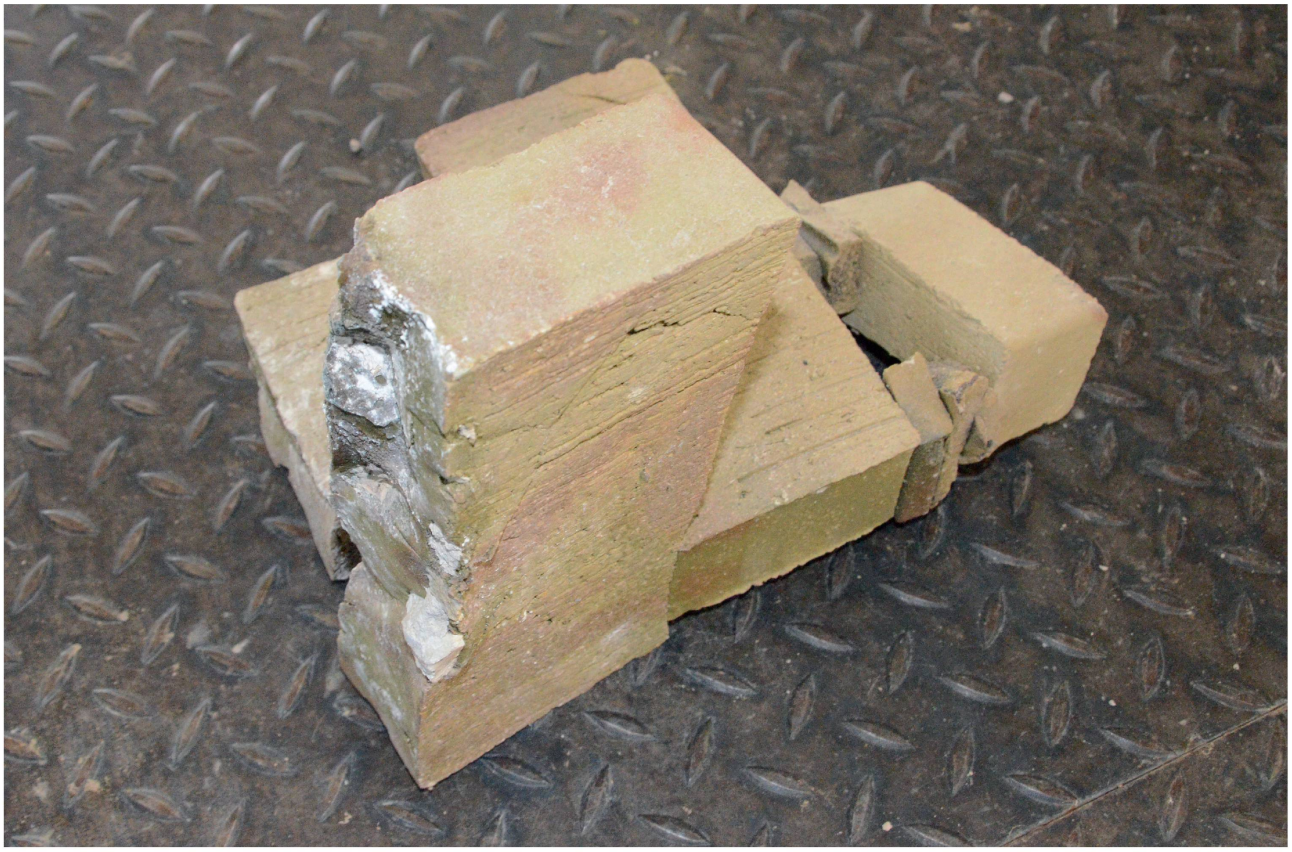


Abb.15

Schmelzer: drei Backsteine, die aufgrund zu hoher Temperatur teilweise geschmolzen sind und aneinanderkleben.

durch das Zerfallen der Kalksteine[17] zu Verschiebungen im Besatz kam (Abb. 14). Nur ein geringer Anteil der Ziegel und Backsteine war zerbrochen und musste entsorgt werden. In den untersten Schichten hatte es einzelne Schmelzer gegeben, die teils aneinanderklebten, oder sich mit dem Kalk verbunden hatten (Abb. 15). Eine Anhaftung am Ofen, was diesen unbrauchbar gemacht hätte, war nirgends erfolgt.

Interessant waren die Farben, die am Brenngut entstanden sind. Während die Ziegel aus einem Industrieofen eine gleichmässige lachs- bis rosarote Färbung aufweisen, zeigen die Ziegel aus dem Holzbrand zusätzlich gelbliche bis braunviolette Schattierungen (Abb. 16). Ein mit Holz befeuerter Ofen erzeugt eine ganz andere Atmosphäre als ein gasbetriebener, minutiös gesteuerter Tunnelofen. Zudem herrschen in einem Kammerofen lokal unterschiedliche Zug- und Hitzeverhältnisse, die durch leichtes Anschmelzen lebendige Oberflächenfärbung hervorrufen, und nicht zuletzt können Bestandteile in den Abgasen Verfärbungen und Anflugglasuren auf den heissen Oberflächen ablagern. Nicht ausgeschlossen ist auch, dass der Ton der Backsteine, welcher heller brennt als die Ziegel, einen Einfluss auf die Färbung hatte.

Insgesamt konnte der Ofen in 94 Stunden ausgeräumt werden, wovon 48 Stunden durch freiwillige Helfer geleistet wurden.

Abb.16

Die beiden Hohlziegel zeigen wunderbare, auf den Holzbrand zurückzuführende Farbschattierungen. Länge der Ziegel: ca. 42.5 cm.

Analyse des Brandes und Lehren für zukünftige Brände

Eine abschliessende Analyse des Brandes zusammen mit einem Ziegelei-Ingenieur steht noch aus und ist für das Jahr 2023 geplant. Erste Erkenntnisse wurden aber bereits gewonnen und werden im Folgenden präsentiert.

Bei der Beschickung wurde nicht beachtet, dass die Produkte von verschiedenen Herstellern unterschiedlich reagieren. Um die Naturalspenden auf verschiedene Schultern zu verteilen, wurden die Backsteine von der Ziegelei Schuhmacher AG, die Dachziegel von der Gasser Ceramic AG zur Verfügung gestellt. Während erstere maximal 1030 °C ertragen, müssen letztere auf 1050 °C erhitzt werden.

Ausserdem wurden im Verlaufe des Setzens weniger Dachziegel eingebaut als ursprünglich geplant, dafür umso mehr Backsteine, was gegen Ende zu einem Mangel an Besatzmaterial führte. Um dem zu begegnen wurden die Backsteine gegen oben weniger dicht gesetzt. Zudem war die obere Abdeckung aus Flachziegeln und darauf geschüttetem Humus zu dünn, um die Brandhitze zusammenzuhalten. Schliesslich haben die Kaminklappen nicht wie vorgesehen funktioniert. So dürften die hohen Temperaturverluste im oberen Bereich des Ofens zu erklären sein.

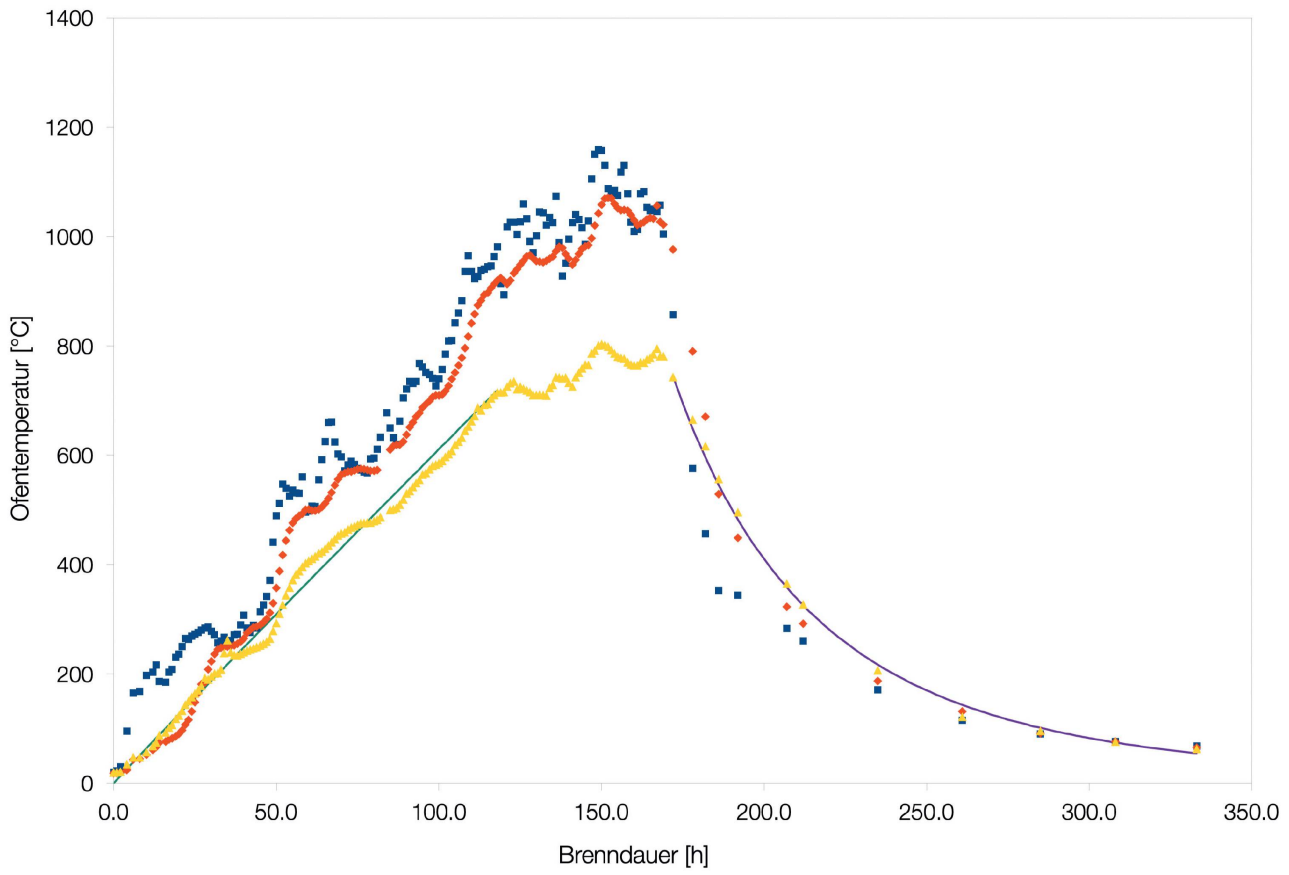


Abb.17

Temperaturverlauf an drei Messstellen im Ofen. Die beiden Linien zeigen, dass das Aufheizen linear verläuft (fit1, grün), während das Abkühlen den Verlauf einer Hyperbel der 4. Ordnung (K/x^4) zeigt (fit2, violett).

- Temperatursonde Unten
- Temperatursonde Mitte
- Temperatursonde Oben
- fit1
- fit2

Die eingesetzten Temperaturfühler ermöglichten die Dokumentation des Brandverlaufs im Ofen. Abb. 17 zeigt den mit den drei Sonden gemessenen Temperaturverlauf vom Anzünden des Brandes am 3. Juli bis zum 18. Juli, als das Ofeninnere in etwa wieder die Umgebungstemperatur erreicht hatte. Der unregelmässige Verlauf der obersten Kurve (Temperatursonde unten, blau) ist auf ihre unmittelbare Nähe zu den Feuerungskanälen zurückzuführen, wodurch die Intensität des Feuers zum Zeitpunkt der Messung einen unmittelbaren Effekt auf diese hatte.

Der Verlauf der Kurven zeigt, dass anfangs zu stark gefeuert wurde, sodass die in der Füllung verbauten Holzstangen sogleich verbrannten und die Kamine ihre Zugwirkung zu früh entfalteten. Hingegen gelang es danach sehr gut, die Temperatur gleichmässig bis zum Quarzsprung zu steigern und diesen vorsichtig zu überfahren. Danach konnte die Temperatur bis zum Maximum von 1160 °C am untersten Temperaturfühler gesteigert werden. Insgesamt zeigt der Kurvenverlauf der oberen Sonde (gelbe Dreiecke) einen linearen Verlauf (vgl. Abb. 17, fit1) so wie dies physikalisch zu erwarten ist.

Wie bereits erwähnt, wurde am Samstag um 19 Uhr das Feuern eingestellt. Danach sackte die Temperatur innerhalb eines Tages

relativ rasch auf 350–500 °C ab. Darauf dürften neben der geringen Wandstärke/Isolation des Ofens auch die Löscharbeiten des Schwelbrandes einen Einfluss gehabt haben. Diese Abkühlung erfolgte im Wesentlichen hyperbolisch, also schneller als der zu erwartende, exponentielle Abfall (vgl. Abb. 17, fit2)[18]. Insgesamt dauerte es gut 7 Tage bis der Ofen ganz abgekühlt war, also praktisch gleich lang wie das Aufheizen.

Deutlich zu sehen ist ausserdem, dass die Temperatur im Bereich der oberen Sonde (gelbe Dreiecke) praktisch ab dem zweiten Tag des Brandes einen Rückstand bei der Temperaturentwicklung aufweist, die durch eine angepasste Brennführung nicht mehr aufgefangen werden konnte. Am Schluss betrug die Temperaturdifferenz zur untersten Sonde (blau Vierecke) fast 350 °C. Wie zwei nachträglich durch die Öffnungen in der Türe eingeschobene Sonden zeigten, war die Hitzeverteilung im Ofen generell ungleichmässig. Zumindest an drei Orten konnten aber die geforderten Temperaturen von knapp über 1000 °C erreicht werden. Diese ungleichmässige Hitzeverteilung zeigt sich auch deutlich am Brenngut: Anflugglasuren und farbliche Veränderungen waren vor allem an den unteren Schichten des Brenngutes zu beobachten.

Der Energieverbrauch des Ofens wird noch genauer zu bestimmen sein. Eine erste Berechnung deutet auf einen Verbrauch von über 6500 kWh/t_{gebr}[19] hin. Dies würde dem doppelten Verbrauch des Ziegelofens im Freilichtmuseum Ballenberg sowie dem 20-fachen Verbrauch eines modernen Industrieofens[20] entsprechen. Für diesen hohen Verbrauch sind verschiedene Faktoren verantwortlich. In erster Linie ist ein kleiner Ofen viel weniger effizient als ein grosser. Der Ofen im Ofenturm fasst etwa ein Drittel dessen, was der Ofen auf dem Ballenberg fasst. Ausserdem ist der Ofen mit nur gerade 25 cm dicken Wänden aus Schamottesteinen ungenügend isoliert. Traditionelle Kammeröfen haben Wandstärken von 1,2–1,8 m.[21] Nebst den im Kapitel zum Brand genannten Verlustquellen war auch die Abdeckung des Brenngutes mit einer nur 10 cm dicken Erdschicht vermutlich zu dünn. Schliesslich ist zu prüfen, ob die Einfeuerungskanäle im Verhältnis zum Ofenvolumen einen zu grossen Querschnitt aufweisen, sodass vom Feuer zu viel kalte Luft angesogen werden kann. Die Öffnungen wurden im Verlauf des Brandes zwar wiederhohlt mit Backsteinen verkleinert, aber vielleicht zu wenig oder zu spät. Diese und weitere Thesen sind bei der vertieften Analyse des Brandes zu klären, insbesondere auch im Hinblick auf allfällige bauliche Optimierungen vor einem erneuten Ziegelbrand im Ofen.

Fazit

Der erste Brand im Ofen des Ofenturmes war ein Abenteuer für alle Beteiligten. Trotz der Schwierigkeiten, welche beim ersten Brand in einem neu erstellten Ofen zu erwarten waren, konnte der Brand weitgehend erfolgreich durchgeführt werden. Wenigstens die untere Hälfte des Brenngutes wurde erfolgreich gebrannt, und auch die obere Hälfte ist für gewisse Anwendungen nutzbar. Für einen zukünftigen Brand in diesem Ofen konnten wichtige Lehren gezogen werden. Und in Bezug auf das Ziel des Ziegelei-Museums war der Brand ein uneingeschränkter Erfolg: Er erlaubte die Vermittlung der Ziegelherstellung in seiner Gesamtheit: vom feuchten Ton zum hart gebrannten Ziegel. Und dies für ein breites Publikum aller Altersklassen, und dank des TV-Beitrags bei Schweiz aktuell fast für die gesamte Deutschschweiz. Fabienne Steiner hat zudem den gesamten Prozess von der Ziegelherstellung bis zum Brand filmisch dokumentiert. Der Film kann auf der Webseite des Ziegelei-Museums[22] angeschaut werden. Kurz vor Drucklegung des Jahresberichtes konnten zudem die Backsteine an eine Privatperson verkauft werden, welche diese zur Reparatur eines aus dem 18. Jahrhundert stammenden Kellergewölbes verwenden wird.
Am meisten werden dem Verfasser schliesslich die wunderbaren Abende am Feuer mit den Kollegen und Kolleginnen und den freiwilligen Helferinnen und Helfern in Erinnerung bleiben (Abb. 18).

Une cuite dans la tour au four

Pendant l'été 2022 le Ziegelei-Museum Cham effectua pour la première fois une cuite dans le four qui fait partie de la tour récemment construite. Pour cela il fut rempli de calcaire ainsi que de tuiles canal et de tuiles plates; le tout fut enfin recouvert de terre. Dans sa totalité le remplissage comprend presque 9 tonnes. Des cheminées furent installées pour la circulation des fumées et de la chaleur. En outre on positionna trois sondes de température pour permettre le contrôle. Le four fut chauffé pendant sept jours avec 27 Ster de bûches (1 Ster = 1 m^3 de bûches) jusqu'à ce que la température nécessaire de 1050 °C soit atteinte, du moins dans certaines parties du four. Cette température fut même partiellement surpassée. Bien qu'on n'ait pas réussi à atteindre une température régulière dans le four tout entier on put constater que tout le matériel de remplissage était cuit, qu'il y avait peu de déchets et presque aucune fusion. Cette première cuite a fourni d'intéressantes données et des résultats qui exigent encore une analyse approfondie. Celle-ci permettra aussi de tirer des conclusions sur d'éventuels perfectionnements constructifs du four ainsi que sur des cuites futures.

Abb.18

Abendstimmung mit Ofenturm.

Kurzbiografie

Vgl. den Artikel «Neue Ziegel für die Burg Neu-Aspermont» S. 34.

Bildnachweis

Abb. 1–8, 10–16: Ziegelei-Museum.
Abb. 9: Holz Zug.
Abb. 17: Ziegelei-Museum Cham und L. Wariwoda.
Abb. 18: Jürg Goll.

Anmerkungen

1 Ich danke Jürg Goll für eine sorgfältige Durchsicht des Manuskripts und zahlreiche Inputs.

2 Vgl. Beitrag in diesem Heft S. 22-35

3 Vgl. Stefan Hochuli, Jahresbericht 2021 des Präsidenten. In: Ziegelei-Museum 39/2022, S. 71–72.

4 Für ihre unermüdlichen Einsätze danken wir: Margrit Ackermann, Patrik Alexander, Urs Arnold, Susanne Boelle, Isabella Dösegger, Roman Gerber, Iren und Xaver Inglin, Markus Loher, Ernst Mäder, Roman Müller, Barbara Niklaus, Jonas Nyffeler, Claudia Schmid-Bucher, Oskar Schwegler, Marlen Staub, Familie Stöckli, Hans Wallimann, Joe Willi, Ines Winet, Ulla Wingenfelder, Kathrin Wyss.

5 Andreas Zimmerli, Karin Sander, Ziegelei Péry: Translozierung vom Jura ins Freilichtmuseum Ballenberg. In: Ziegelei-Museum 35/2018, S. 13–26; Kurt Bühler, Volker Herrmann, Wir brennen auf historische Weise Ziegel. In: Volker Herrmann, Beatrice Tobler (Hrsg.): Gut Brand! Historisches Ziegel-

handwerk in Forschung und Vermittlung, Basel 2023, S. 47–53.

6 Zum gleichzeitigen Brennen von Kalk und Ziegeln vgl. Edmund Heusinger von Waldegg, Die Kalk-, Ziegel- und Röhrenbrennerei. In ihrem ganzen Umfang und nach den neuesten Erfahrungen. Vierte durchaus umgearbeitete und verbesserte Ausgabe, Leipzig 1891, S. 578–579.

7 Z. B. Doris Schön, Der neuzeitliche Ziegelbrennofen des Schlosses Stetteldorf am Wagram, Niederösterreich. In: Ziegelei-Museum 28–29/2012, S. 65.

8 Ein Sedimentgestein des Helvetikums aus dem Aptium (mittlere Kreide).

9 Vgl. Beitrag in diesem Heft S. 22–35.

10 Vgl. https://gasserceramic.ch/ziegelei/biberschwanzziegel-antik-mit-handstrich-16-539-zr/ (zuletzt besucht: 31.03.23).

11 Typenbezeichnung: BV 25 / 12; htts://www.ziegelei-schumacher.ch/admin/userfolder/it/cat/1669026261Schumacher_Preisliste_23.pdf (zuletzt besucht: 31.03.23).

12 Ortonkegel sind Tonspitzen, welche bei einer definierten Temperatur schmelzen und zur optischen Überwachung der Temperatur in Keramikbrennöfen genutzt werden.

13 Es handelt sich um Temperaturfühler des Typs K aus NiCr-Ni mit einem Temperaturmessbereich von 0 – 1200 °C. Sie wurden von der Kubrix AG zur Verfügung gestellt.

14 Der Ziegelbrand im Freilichtmuseum Ballenberg hatte 50 Ster benötigt. Entsprechend wurde angenommen, dass 30 Ster für den deutlich kleineren Ofen des Ziegelei-Museums ausreichen würden.

15 Diese Temperatur entspricht der geforderten Brenntemperatur für die Rapperswiler Ziegel in einem Industrieofen.

16 Das Begleitprogramm wurde von Judith Matter, Leiterin Bildung und Vermittlung des Ziegelei-Museums organisiert.

17 Beim Brennen von Kalk ($CaCO_3$) entweicht CO_2, sodass Calciumoxid (CaO) entsteht. Nach dem Abkühlen setzte unmittelbar die Aufnahme von Wasser über die Luftfeuchtigkeit ein ($CaO + H_2O$ à $Ca(OH)_2$), wodurch Kalkhydrat, ein feines, weisses Pulver entstand. Dieses ist reizend und kann bei Kontakt mit den Augen zu bleibenden Augenschäden führen. Deshalb wurden beim Ausräumen des Kalkes Schutzmassnahmen ergriffen.

18 Für eine Diskussion der Temperaturkurve und substantielle Hilfe bei der korrekten Darstellung derselben danke ich L. Wariwoda.

19 t_{gebr} = Tonne gebrannten Materials.

20 Die Berechnung erfolgte durch H. Schmid, ehemaliger Direktor der Zürcher Ziegeleien. Zu den Vergleichszahlen siehe H. Schmid, Der Vertikalofen – Vertical Shaft Brick Kiln. Die Geschichte einer Reise. In: Ziegelei-Museum 39/2022, S. 22.

21 Z. B. Péry 1,4 m (wie Anm. 5); Cham 1,2 m; Kloster Töss 1,85 m (Lorena Burkhardt, Der spätmittelalterliche Ziegelbrennofen im Kloster Töss (Winterthur ZH). In: Ziegelei-Museum 39/2022, S. 8.)

22 https://www.ziegelei-museum.ch/uploads/220715_Ziegeleibrand-im-Ofenturm_H264.mov (zuletzt geprüft: 30.3.23).