



Das Kalkbrennen

Das Brennen von Kalk aus Kalkstein ist eine Fertigkeit, die eine grundlegende Voraussetzung für die Errichtung mörtelgebundener Steinbauten ist. Seit dem frühen Mittelalter wird diese Technik praktiziert und stetig verfeinert. Im Rahmen der experimentellen Baustelle der Bauhütte Bärnau verwenden wir eine Ofentechnik des frühen 14. Jahrhunderts, die mit einiger Erfahrung sehr gute Ergebnisse erzielt und einen hervorragenden und vielseitig einsetzbaren Kalk ergibt. Im Folgenden findet sich eine bebilderte Schritt-für-Schritt-Dokumentation, die etwas von der Faszination dieses uralten chemisch-physikalischen Prozesses vermitteln soll.

1. Der Kalkofen wurde nach einem Vorbild aus dem 14. Jahrhundert errichtet. Er hat eine rechteckige Grundform, doch waren die meisten dieser Anlagen im Grundriss rund oder oval, wegen der starken Hitzewirkung auf gemauerte Eckverbindungen. Er hat ein Fassungsvermögen von 1,5 Kubikmetern, was ungefähr



2,5 Tonnen Kalkstein entspricht. Das Grundmaterial sind Ziegelsteine und ein nahezu feuerfester Kalkmörtel und wegen der besseren Temperaturhaltung ist er auf drei Seiten mit Erde angeschüttet. Am Boden des Brennraumes sorgen drei Luftzüge für eine saubere Verbrennung und hohe Temperaturen. Aufgrund der großen Arbeitstemperaturen ist der Ofen mit einem Dach gegen Witterungseinflüsse geschützt.



2. An der Schüröffnung ist ein Metalltor angebracht, um die Luftzufuhr reduzieren zu können und die Hitze im Ofen zu halten. Das Metall leidet stark unter den hohen Temperaturen und muss nach einigen Brennvorgängen ausgetauscht werden.



3. Der nach oben offene Brennraum hat an beiden Seiten der Brennfläche einen Ziegelsockel, dieser unterstützt das Aufsetzen eines Trockengewölbes aus dem zu brennenden Sandstein, unter dem schließlich das Feuer angelegt wird.

4. Auf der Rückwand der Brennkammer ist deutlich die Hitzewirkung auf die Ziegelsteine zu sehen. Da der Schmelzpunkt der Ziegel erst bei 1200 Grad Celsius liegt, verdeutlicht dies die enormen Temperaturen im Ofenraum.



gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



5. Die Lufteinlässe der Kanäle in den Brennraum sorgen für hohe Temperaturen. Durch die große Hitze verbrennt das Holz mit sehr wenigen Rückständen und so sorgen die Höchsttemperaturen am Luftauslass dafür, dass dieser offen bleibt und sich kaum mit Asche zusetzt.



6. Die Fugen, die aus einem Kalk-Lehm-Mörtel bestehen, sind nahezu feuerfest. Dazu wird der 3:1 Mischung (3 Sand, 1 Kalk) so viel Lehm beigemischt, dass der Mörtel in der Verarbeitung eine klebrige Konsistenz erreicht.



gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



7. Die Fugen, die direkten Kontakt mit der Flamme haben, verglasen regelrecht, da der Silikatanteil des Sandes vollständig schmilzt.



8. Der Abstand zwischen Schutzdach und Brennkammer ist ein Erfahrungswert. Trotz anfänglicher Bedenken, wurden am obersten Balken noch nicht mehr als 80 Grad gemessen.





9. Um ein Trockengewölbe, in diesem Fall ein einfaches Tonnengewölbe, aufsetzen zu können, wird eine Holzschalung benötigt. Beim Aufsetzen wird diese Konstruktionshilfe mit Keilen ca. drei Zentimeter in die Höhe gedrückt. Nach Entfernung der Keile kann so die Holzkonstruktion durch die Schüröffnung entnommen werden und das Gewölbe ist freistehend.

10. Nun wird auf der Schalung ein Tunnelgewölbe aufgeschichtet, bei dem darauf zu achten ist, im Bogen keilförmige Steine zu verwenden, um ein Absacken zu verhindern. Durch die Keilwirkung hält der Bogen auch ohne Mörtel.

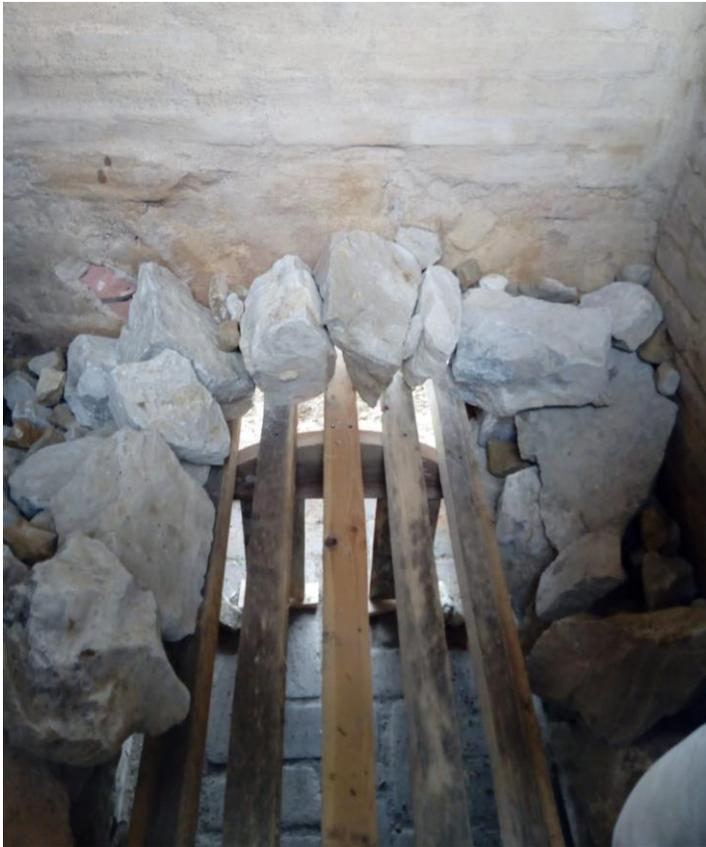


gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



11. Der Übergang vom Sockel zum Bogen ist der schwierigste Teil, weil dort die ganze Gewölbelast in den Sockel abgetragen wird.



12. Wenn das Gewölbe fertig ist, wird mit kleineren Steinen aufgefüllt. Der gesamte Brennraum fast eine Sandsteinmenge von rund 2,5 Tonnen Material.





13. Wenn der Ofen fertig befüllt ist, wird die Leerschaltung entfernt.



14. Trägt das Gewölbe und ist der Ofenraum befüllt, werden Vorbereitungen für den oberen Abschluß der Brennkammer getroffen. Hierzu wird zunächst eine Schicht aus belaubten Zweigen als Trennschicht auf die Sandsteine aufgebracht, damit sich der folgende Lehmdeckel beim Brennvorgang nicht mit den Sandsteinen verbindet.



gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



15. Für den Lehmdeckel werden Lehm, Sand und Stroh zu gleichen Teilen gemischt.



16. Der Lehmdeckel sollte nicht höher als 8 cm sein.



gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



17. Der Lehmdeckel wird aufgebaut.



18. Zwischen Ofenwand und Lehmdeckelrand bleiben circa 10 cm unbedeckt, um ausreichenden Luftzug für den Brandvorgang zu gewährleisten. Während des Brennens kann der Zug der Flamme durch Abdecken des Randstreifens mit Ziegelsteinen gesteuert werden,



gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



um auch den vorderen Teil des Ofens, der nicht mit Erde isoliert ist, genug Hitze zukommen zu lassen. So wird garantiert, dass alle Kalksteine genug Temperatur bekommen.

19. Zwei Wochen vor dem eigentlichen Brand wird begonnen zwei mal täglich ein Feuer zu schüren, um die Restfeuchte in den Steinen zu trocknen. Damit wird ein Platzen der Steine unter Hitze verhindert, zumal die Stabilität des Gewölbes während des Brennvorgangs vom Steinmaterial abhängig ist.



20. Der Ofen wird angeheizt und die Temperatur Schritt für Schritt erhöht.

21. In den ersten Stunden findet eine starke Rauchentwicklung statt, da im gesamten Ofenraum erst eine Thermik und dann eine Luftführung entstehen muss, hierzu muss das ganze Kalksteinpaket gleichmäßig durchgetrocknet sein. Die im Bild aufgestapelte Holzmenge, ungefähr drei Ster, stellen eine anfängliche Tagesration für die Befuerung dar. Ist der Ofen einmal auf einer Temperatur, die "nur noch" gehalten werden muss, verringert sich der Holzbedarf geringfügig.



gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



22. Nach circa 10 Stunden, erkennt man das Erreichen der Endtemperatur u.a. daran, dass die entströmenden Rauchgase sich entzünden und als Flammen aus dem Randstreifen austreten.



23. Beim Nachfeuern öffnet eine Person mittels eines langen Schiebers das Tor und eine zweite Person wirft Holz nach. Dies passiert im 15-Minuten-Takt. Die Hitzeabstrahlung auf der Vorderseite des Ofens ist hierbei erheblich und die Arbeit anstrengend.



© Susan Sauer

gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



24. Die Strahlungswärme des Ofens steigt stetig an und die Befüllung des Brennraumes wird zunehmend gefährlicher und unangenehmer.
25. Nach dem Verschließen der Türe steigt für etwa 5 Minuten vermehrt Rauch auf und die Flammen lodern gut sichtbar aus dem Ofen.



gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



26. Da die Befuerung des Ofens rund um die Uhr erfolgen muss, ist gerade nachts die enorme Hitze gut visualisiert, da die Ofentür, die Ofenfüllung, die inneren Ofenwände und teilweise sogar die Lehmabdeckung hellrot.



27. Nach circa 80 Stunden Befuerung wird die Glut durch die Schüröffnung aus dem Ofen geräumt, um die Abkühlung einzuleiten. Der Brennraum wird komplett geleert, um zu verhindern, dass die sich zusammenziehenden Steine mit Asche vermischen und so die Qualität des späteren Mörtels beeinflussen.



gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



28. Direkt beim Leeren des Brennraumes ergibt sich ein Blick auf die hellorange glühenden Ofenwände und das glühende Steinpaket.



29. Wenn der Abkühlungsprozess startet, wird zusätzlich auch der Lehmdeckel entfernt und der befüllte Ofen einen vollen Tag ruhen gelassen, um auszukühlen.



gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



30. Im Vergleich liegt hier links ein Stück Kalkstein vor dem Brennen und rechts nach dem Brennen.



31. Das verwendete Grundmaterial des Prozesses ist ein Jurakalkstein mit einem Calciumgehalt von 85%, wie er oft als Treppenbelag oder zum Beispiel Fensterbank verbaut wird.



32. Das thermisch behandelte Material wird zu Branntkalk und unterscheidet sich deutlich vom Ausgangskalkstein. Die Oberfläche des Branntkalks erinnert vom Aussehen und Anfühlen an Kreide. Beim Brennen des Steins müssen mindestens 889 Grad Temperatur

gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



erreicht werden, um das im Stein gebundene CO₂ zu lösen. Bei der Umwandlung von Calciumcarbonat zu Calciumoxid ist ein Gewichtsverlust von 30 % festzustellen.



33. Wird der erkaltete Branntkalk nun mit kaltem Wasser übergossen, findet erneut eine chemische Reaktion statt, wobei scheinbar aus dem nichts Temperaturen von circa 160 Grad auftreten und es zu einer Volumenvergrößerung von 30% kommt.



gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



34. Nach circa 5 Minuten ist das Calciumoxid chemisch zu Calciumhydroxid umgewandelt. Je nach Menge der Wasserzugabe kann ein trockenes Pulver oder ein quarkähnlicher Brei entstehen. Sobald diese Umwandlung einmal abgeschlossen ist, hat der weitere Kontakt mit Wasser keine erneute Reaktion zur Folge.



gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



35. Der Kalkbrei (Sumpfkalk) wird in einer Kalkgrube eingelagert und kann nach Bedarf entnommen werden.



36. Um den Kalk in der Grube unbegrenzt lagerfähig zu halten, ist dafür zu sorgen, dass seine Oberfläche vollständig mit Wasser bedeckt ist.



gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium
der Finanzen und für Heimat



37. Der fertige, unreaktierte Stückbranntkalk kann auch direkt vor der Mörtelverarbeitung im Sandbett gelöscht, d.h. mit Wasser begossen, werden. Bei dieser mittelalterlichen Verarbeitungsmethode, bekannt unter anderem als “Hot Mix”, entsteht der typische, äußerst klebrige und extrem haltbare Mörtel mit seinen spezifischen Eigenschaften.

