

# Historische Steinbautechniken für Wildbachverbauten im Salzkammergut

Netzwerk Salzkammergut

Friedrich Idam

Günther Kain

### 1.3.1. Kalk

#### Kalkbrennen

Dort wo Kalkstein mit zumindest 90%  $\text{CaCO}_3$  Anteil und höchstens 5% Silikatbildnern (Kieselsäure, Tonerde und Eisenoxyd) sowie ausreichen Brennholz zur Verfügung steht, kann Kalk an Ort und Stelle gebrannt werden. Durch Brennen des natürlichen Kalksteins wird seine Kohlensäure ausgetrieben, so dass gebrannter Kalk (Ätzkalk) zurückbleibt ( $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ ). Da der Kalkstein 44% Kohlensäure enthält, entstehen aus 100 kg Kalkstein rund 56 kg Branntkalk.

"Die Jahrhunderte alte Tradition der Kalktechnik geriet im 20. Jahrhundert in Vergessenheit und wird erst heute mit den Aufgaben der Denkmalpflege und des biologischen Baues wieder aufgegriffen. Eine Gruppe spezialisierter Restauratoren und Naturwissenschaftler in den Restaurierwerkstätten Baudenkmalpflege Kartause Mauerbach arbeitet seit einigen Jahren an der Erforschung dieses Baumaterials, seiner ursprünglichen Herstellung und den historischen Anwendungstechniken. Im Rahmen des mehrjährig konzipierten, vom Scottish Lime Center initiierten EU-Projektes *Limeworks* konnte die österreichische Geschichte der Kalkgewinnung aufgearbeitet und die historische

Entwicklung des Kalkbrandes in den wenigen erhaltenen Beispielen von Kalköfen dokumentiert werden.

Die Wiederbelebung dieses Materials und der damit verbundenen Handwerkstraditionen ist vor allem für die Geschichte der Denkmalpflege von großer Bedeutung, die in den letzten 100 Jahren auch die Entwicklung der industriellen Baustoffe dokumentiert und aufzeigt, dass Ersatzmaterialien oft inkompatibel mit dem ursprünglichen System sind und zu Langzeitschäden führen können. Heute versucht man daher wieder Originalmaterialien für die Restaurierung und Reparatur der Baudenkmäler zu verwenden.

Auf dem Gelände der Kartause Mauerbach wurde nach traditionellen historischen Vorbildern ein Experimentalofen als diskontinuierlicher Schachtofen gebaut, um interessierten Fachleuten das Brennen und Löschen des Kalkes vorzuführen. Regelmäßig finden Kalkbrände auch im Rahmen der Weiterbildungskurse für Handwerker und Restauratoren mit verschiedenen Kalksteintypen, unter anderem auch mit Kalken aus der unmittelbaren Umgebung der Kartause (Steinbruch Dopplerhütte) und unterschiedlichen Brenntemperaturen statt.

Die historische Technik des Kalkbrandes unterscheidet sich grundlegend von der Herstellung heutiger industrieller Branntkalke. Früher wurden mit geringeren Temperaturen und über längere Brennzeiten (3-4 Tage) Kalksteine in größeren Stücken gebrannt; heute in den industriellen Brennöfen können Stücke von 5-8 cm im Laufe weniger Stunden durchgebrannt werden. Dazu sind aber höhere Brenntemperaturen erforderlich um ein gleichbleibendes Ergebnis zu erzielen.

Durch die in Mauerbach eingesetzte Holzfeuerung mit niedrigeren Brenntemperaturen (Weichbrand) wird der Branntkalk grundsätzlich in seiner Kornzusammensetzung nach dem Löschen feiner. Die spezifische Oberfläche des weichgebrannten Kalkes ist um den Faktor 3 größer als beim Brand mit hohen Temperaturen.

Durch die Kalkbrände in Mauerbach ist es möglich diese Unterschiede in den Materialien mit verschiedenen Kalktypen zu untersuchen und Aussagen über die Eigenschaften der nach historischen Techniken hergestellten Baukalke zu treffen. Die hierzu erforderlichen wichtigsten Materialkennwerte (Löschkurve, Löschwassermenge, ungelöschte Anteile, Sieblinien, Wasserüberstand, Wassergehalt) werden in Versuchsreihen ermittelt."<sup>23</sup>

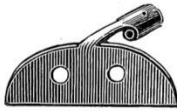
### **Kalklöschen**

In weiterer Folge wird dem gebrannten Kalk ( $\text{CaO}$ ) Wasser zugeführt, wodurch Calciumhydroxid  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  entsteht. Dieser Vorgang, bei dem große Hitze frei wird heißt *löschen* und kann auf unterschiedliche Arten durchgeführt werden.

Beim Nasslöschen wird der gebrannte Kalk in kleinen Portionen, gemächlich mit einer an einem langen Stiel befestigten Mörtelkrücke in eine flache, mit Wasser gefüllte Wanne eingerührt.



**Mörtelkrücken\*** mit Federdülle, dreieckige Form, Schenkellänge zirka 15  $\frac{c}{m}$ , geschliffen . . . . . per kg S 3.50



**Mörtelkrücken\*** mit Federdülle, geschliffene

Größe . . . . .	a	b	c	d	e
Blattbreite . . . . . $\frac{c}{m}$	19	21	23	25	27
Blatthöhe . . . . . $\frac{c}{m}$	12	14	16	16	17
per kg . . . . . S	3.30				

Abbildung 12, Mörtelkrücken, Warenkatalog Carl Steiner, 1931.

Dieser Löschvorgang wird generell mit Löschwasserüberschuss durchgeführt. Dadurch ergeben sich ebenfalls feinkörnigere Sumpfkalke als Löschergebnis. Durch die Absiebung des Löschrückstandes wird die Verunreinigung des Sumpfkalkes mit ungebrannten Kalkanteilen verringert.

Diese herstellungstechnischen Bedingungen händisch gelöschten Kalkes bringen deutliche Unterschiede zu industriellen Sumpfkalken in spezifischer Oberfläche, Korngrößenverteilung und Verunreinigung. Auch das Absinkverhalten (Sedimentation) des gelöschten Kalkes in der Sumpfkalkgrube wird dadurch beeinflusst.

Kalk kann aber auch *trocken gelöscht* werden. Bei diesem Prozess wird nur die unbedingt erforderliche Mindestwassermenge zugegeben. Dabei werden eine Schicht Sand, darauf eine Lage Stückkalk und darauf wieder eine Schicht Sand aufgeschüttet und dieses dann mit wenig Wasser übergossen und schließlich mit einer Kunststoffolie luftdicht abgedeckt. Zum Trockenlöschen benötigt man 7 - 9 Teile Sand und 1 Teil Branntkalk um ein Endergebnis zu erzielen, das mit einem Mörtel aus 3 Teilen Sand und 1 Teil Sumpfkalk vergleichbar ist. Dieses Kalk/Sandgemisch kann beliebig lange aufbewahrt werden, solange es nicht carbonatisiert oder gefriert. Bei Bedarf sticht man das Material senkrecht ab und mischt es unter Wasserzugabe zu einem verarbeitbaren Mörtel. Durch den Umstand, dass sich ja bereits Kalkhydrat teilweise im Porenraum des Sandes befindet wird der Mörtel mit weniger Wasserzugabe plastischer als Sumpfkalkmörtel. Dadurch sind die Schwindeigenschaften geringer. Dieser Mörtel enthält Kalkpartikel die noch nicht zerfallen sind und *Kalkspatzen* heißen.

### Carbonatisierung

An der Luft wandert wieder langsam  $CO_2$  in die Verbindung ein, wodurch der Kalkmörtel erhärtet. Dieser Erhärtungs-Prozess heißt Carbonatisierung. Bei genügend Angebot von Wasser, das kapillar aufgenommen wird, erfolgt die eigentliche Verfestigung erst durch wiederholte Auflösung und Ausfällung des Calciumcarbonats. Damit verbundene Umkristallisationen führen zur Heilung evtl. aufgetretener Risse.

Die optimale relative Luftfeuchtigkeit soll dabei um die 50 - 70 % liegen. Nachträgliche Befeuchtung ist nur bei extremer sommerlicher Witterung und niedriger Luftfeuchte erforderlich. Für die optimale Carbonatisierung und Festigkeitsentwicklung darf der Luftkalkmörtel nicht völlig austrocknen. Als Gasmolekül regiert  $CO_2$  nicht mit  $Ca(OH)_2$ , sondern nur in wässriger Lösung.

Wasser wirkt dabei als Katalysator und muss im Mörtel mit einem Mindestwassergehalt (1 % - 4 %) enthalten sein, sonst stockt der Aushärtungsprozess. Kalk wird ebenso wenig wie Zement unvermischt, sondern stets mit einem Sandzusatz abgemagert als *Luft-Kalkmörtel* verwendet. Kalkmörtel sind schwieriger zu mischen (Zwangsmischer erforderlich), erhärten viel langsamer und erzielen auch keine so hohen Festigkeiten wie Zementmörtel. In der Baupraxis bedient man sich gerne einer Mischung von Kalk- und Zementmörtel, die als *verlängerter* Mörtel bezeichnet wird.<sup>24</sup>

## **5.0.0. STEINVERBINDUNGEN**

### **5.0.1. Mörtel**

Für Steinmauern im Hochbaubereich empfiehlt sich bei Restaurierungen für den Mörtel ein Mischungsverhältnis von 1:4 zwischen Luftkalk und Zuschlagsstoff, der aus lokal vorkommenden scharfen Sand bestehen sollte. Zugaben von Portlandzement verringern die Porosität des Mörtels und verschlechtern dessen Diffusionstauglichkeit und Elastizität. Der Nachteil bei der Verarbeitung dieser Mörtelmischung liegt in der langsamen Carbonatisierung, dem Aushärten, innerhalb von etwa zwei Wochen. Besteht der Bindemittelanteil zu etwa 10 % aus niedrig-hydraulischem Kalk (NHL), verlaufen parallel zur Karbonatisierung Hydratationsprozesse, welche die Aushärtungszeit auf wenige Tage reduzieren, und dennoch nicht die Porosität des Mörtels beeinträchtigen. Bei Grubenausmauerungen im druckhaften Gebirge des Hallstätter Salzbergs haben sich die duktilen Kalkmörtel seit dem Ende des 19. Jahrhunderts bewährt. Die hohe Duktilität des Kalkmörtels macht auch Dehnungsfugen für lange Mauern überflüssig, weil die auftretenden Spannungen vom Mörtel aufgenommen werden. Für Steinmauern im Tiefbaubereich die der Witterung, so wie Wildbachverbauten die darüber hinaus auch noch dem anströmenden Wasser und dem mitgeführten Geschiebe ausgesetzt sind, haben sich Mörtel mit hochhydraulischem Kalk (Trassit) oder Portlandzement als Bindemittel, das mit Luftkalk verlängert wurde, bewährt. Als Grundregel gilt, dass die Fuge eine etwas geringere Festigkeit als das verwendete Steinmaterial aufweisen sollte. Ist die Mörtelfuge zu fest oder gar als Zementglattstrich ausgeführt, sind Rissbildungen und Abplatzungen unvermeidlich.

Mörtel für Steinmauerungen müssen vor allem in den Lagerfugen während des Mauerns eine sehr steife Konsistenz aufweisen und mit kantkörnigem Zuschlag hergestellt sein, damit der Stein sicher in seiner Position stehen bleibt. Diese erdfeuchten Mörtelmischungen lassen sich am besten in einem Zwangsmischer herstellen, wobei deren Wasser/Bindemittelwert sehr niedrig gehalten werden kann.

### **5.1.0. Bruchstein-Trockenmauern**

Steine, welche ohne Zuhilfenahme von Mörtel zu einer Mauer zusammengefügt sind heißen Trockenmauerwerk, gelten als die hohe Schule der Maurerkunst und benötigen keine Fundamente, da sie in der Lage sind, die Frostbewegungen des Bodens zu übernehmen ohne dabei ihr Gefüge zu verlieren.