

**Zeitschrift:** Minaria Helvetica : Zeitschrift der Schweizerischen Gesellschaft für historische Bergbauforschung = bulletin de la Société suisse des mines = bollettino della Società svizzera di storia delle miniere

**Herausgeber:** Schweizerische Gesellschaft für Historische Bergbauforschung

**Band:** - (1994)

**Heft:** 14a

**Artikel:** Kalk- (resp. Dolomit-) Brennerei im Binntal : oder: wo ist das Magnesium geblieben?

**Autor:** Graeser, Stefan

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1089661>

### **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:** 22.01.2026

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

## KALK- (resp. DOLOMIT-) BRENNEREI IM BINNTAL -

oder: wo ist das Magnesium geblieben?

In dankbarer Erinnerung an Frau Prof. Elisabeth Schmid

### Einleitung

Kalk-Mörtel war das wichtigste Bindemittel bei der Erstellung von (Bruchstein-) Mauern, vom Mittelalter bis zu Beginn unseres Jahrhunderts, bevor der Zement (ein Bindemittel auf silikatischer Basis) seinen Siegeslauf um die ganze Welt angetreten hatte. Die Herstellung des Kalkmörtels beruht auf einem chemischen Vorgang, der durch Erhitzen von Kalksteinen in speziellen Brennöfen in Gang gesetzt wird. Als Rohmaterial für die Kalkbrennerei dient somit ein möglichst reines Kalkgestein, wie es ja vielerorts in beliebiger Menge (Jura-Kalke) vorkommt. Das Brennen der Kalkblöcke in einem (ohne Mörtel gebauten und daher üblicherweise im Boden eingesenkten) Steinofen setzte einige Kenntnis und einiges Können voraus. Als Feuermaterial diente ursprünglich Holz, das die Kalksteine während mehrerer Tage auf einer Temperatur von rund 1000° Celsius ausglühte. Es folgt der bekannte Vorgang der Freisetzung von Kohlensäure; am Schluss liegt als Endprodukt das reine Calcium-Oxid (CaO), der sog. Branntkalk vor.



Das Calcium-Oxid ist als solches noch nicht als Mörtel verwendbar, sondern muss zuerst in Wasser gelöscht werden, es entsteht dabei das Calcium-Hydroxid  $\text{Ca(OH)}_2$ , der gelöschte Kalk. Der gelöschte Kalk wird anschliessend in einer Kalkgrube bis zu seiner Verwendung gelagert; durch längere Lagerung wird anscheinend die Qualität des Mörtels verbessert.

Zu der Verwendung als Mörtel wird der Kalkteig in einem bestimmten Verhältnis mit Zuschlagstoffen (Sand) und Wasser vermischt und dient dazu, bei der Erstellung von Bruchstein-Mauern nachher das Mauerwerk zu verfestigen. Das Calcium-Hydroxid im Kalkmörtel verbindet sich sukzessive wieder mit Kohlensäure aus der Atmosphäre unter Bildung von Kalk, d.h., der oben geschilderte Vorgang wird umgekehrt und der Mörtel erhärtet dank der Rückbildung von Kalk:



### Kalköfen im Binntal

Als ich vor mehr als 30 Jahren das gesamte Binntal für die Abfassung meiner Dissertation kreuz und quer ablief, fielen mir bald einmal merkwürdige Mauerreste auf, die jeweils rund angelegt und im Boden versenkt vorlagen, vielfach zeigten die Mauersteine (meistens Gneise, etwas Serpentin) deutliche Verfärbungen, die auf eine Hitzeeinwirkung schliessen liessen. Es waren eindeutig Überreste von ehemaligen Kalköfen, die bezeichnenderweise immer in unmittelbarer Nähe von grösseren Dolomit-Vorkommen liegen. Insgesamt sind mir etwa 7-8 sicher erkennbare Kalköfen im Binntal bekannt (vgl. Fig.1).

Einer der schönsten und besterhaltenen solcher Öfen war mir seit jeher bekannt: er liegt auf etwa gleicher Höhe wie die bekannte Mineralien-Grube Lengenbach, vielleicht 200 Meter weiter westlich am linken Ufer des Messerbaches (der bei niedrigem Wasserstand mühelos trockenen Fusses überquert werden kann). Ende der 1980er Jahre musste ich zu meinem Leidwesen feststellen, dass der Ofen in den vergangenen Jahren sehr gelitten hatte, und dass unbedingt bald etwas unternommen werden musste, um ihn vor der völligen Zerstörung zu retten. Da ich 1989 die Ehre zugesprochen bekam, die Jahrestagung 1990 in Binn zu organisieren, nahm ich mir vor, anlässlich dieser Tagung den alten Ofen mit der Exkursion zu besuchen, das Problem vorzustellen, und anschliessend ein Gesuch um einen finanziellen Beitrag zur Restaurierung des Ofens an die SGHB zu richten. Die Gesellschaft hatte offene Ohren - und eine offene Hand: es wurde mir ein Beitrag in der Höhe von 2'000.- Fr in Aussicht gestellt, der 1991 auf persönliche Initiative der Präsidentin, Frau Prof.E.Schmid, auf 2'500.- Fr. aufgestockt wurde.

Die Arbeiten wurden in der Woche vom 9.-13. September 1991 ausgeführt. Erfreulicherweise erklärte sich der in Sachen Kalköfen spezialisierte Archäologe Thomas Bitterli-Waldvogel (Büro für historische Siedlungsforschung) spontan bereit, bei der fachgerechten Restaurierung mitzuwirken; er und einer meiner Studenten (Christian Göbel), der ebenfalls mithalf, wohnten als Gäste in unserem Haus in Giessen. Als Glücksfall ist zu werten, dass der damalige Gemeindepräsident von Binn, Andreas Tenisch, uns den Gemeindearbeiter für die Dauer der Arbeiten zur Verfügung stellte. Andreas Eyer entpuppte sich nämlich als Spezialist in der Kunst des Trockenmauerns - ohne ihn hätte das Mauerwerk nie so perfekt repariert werden können. Ein wissenschaftlicher Bericht über diese Aktion soll gelegentlich in der MINARIA erscheinen - in diesem Rahmen soll sie nur am Rand erwähnt sein.

### Kalkbrennerei im Binntal: Dolomit statt Kalk!

Die Herstellung von Kalkmörtel im Binntal hatte einen grossen Haken: es gibt nämlich im gesamten Binntal kein Kalkgestein, das auch nur annähernd die dazu erforderliche Reinheit gehabt hätte. Die kalkreichen Bündnerschiefer bestehen zu wohl kaum mehr als höchstens 50 Volum-% aus Calcit ( $\text{CaCO}_3$ ), den Rest machen Quarz und Glimmer-Mineralien aus, ( $\pm$  Granat). Die findigen Bergbewohner entdeckten einen überraschenden Ausweg aus diesem Problem: sie verwendeten das im Tal massenhaft vorkommende Gestein Dolomit - wie Kalk ebenfalls ein Karbonat-Gestein, aber nicht aus Calcit sondern aus dem Doppel-Karbonat Dolomit  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  zusammen-

gesetzt. Das Binnental wird von mehreren Dolomitschichten, die bis über 100 Meter mächtig werden können, in NE-SW-Richtung durchzogen. Vielerorts besteht das Gestein zu über 95 Volum-% aus Dolomit; auch das Mineral Dolomit selber weist eine hohe Reinheit auf: es ist meistens praktisch stöchiometrisch zusammengesetzt (mit einem Ca/Mg-Verhältnis von  $\approx 1 : 1$ ). Dolomit ist wesentlich resistenter gegenüber Säuren oder generellen Verwitterungseinflüssen als Calcit, er wäre damit der bessere Baustein als Kalk. Gleich wie im Fall von Kalk gibt Dolomit bei der Erhitzung Kohlensäure ( $\text{CO}_2$ ) ab, und zwar noch bei merklich tieferen Temperaturen (400-500° Celsius).

Und genau bei diesem Punkt der Dolomittbrennerei passierte mir ein kapitaler Überlegungsfehler - der aber letzten Endes ein höchst interessantes Problem aufgedeckt hat, für das überraschenderweise zurzeit noch keine eindeutige wissenschaftliche Erklärung gegeben werden kann! Angesichts des tadellosen Erhaltungszustandes der Fundamente unseres Hauses in Binn (gebaut 1699), die unzweifelhaft mit einheimischem Mörtel gebaut wurden, kam ich auf die Idee, dass das Bindemittel (der Mörtel) nicht calcitischer, sondern *dolomitischer* Natur sei - und als Dolomit wesentlich stabiler gegenüber der Verwitterung als Kalk! Anlässlich eines Vortrages an der Universität Zürich kam ich mit meinem Kollegen Prof. Armin Reller (jetzt Universität Hamburg), einem Karbonat-Spezialisten, in der Diskussion auf diesen Fall zu sprechen. Seine Reaktion war überraschend - "das ist unmöglich"! Auf seinen Rat hin kratzte ich in der Folge von dem Mörtel an der Mauer etwas ab und untersuchte ihn röntgenographisch (was eigentlich schon vorher hätte geschehen müssen). Das Resultat war absolut unmissverständlich: es handelte sich um reinen Calcit (also: Kalk-Mörtel)!. Das Problem war damit natürlich noch keinesfalls gelöst, im Gegenteil, es entstand ein zusätzliches Problem:

#### Frage: wo ist das Magnesium geblieben?

Ausgehend von der chemischen Zusammensetzung des Ausgangsmaterials für die Kalkbrennerei im Binnental - des Dolomites, ergibt sich folgendes:

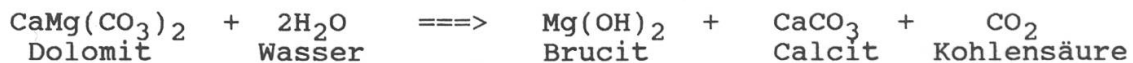
Dolomit :		CaO	=	30.4 Gew. %
CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	->	MgO	=	21.9
		CO <sub>2</sub>	=	47.7
		-----		
		Σ	=	100.0

d.h. der Magnesium-Oxid-Anteil des Dolomites beträgt insgesamt 21.9 Gewichts-%. Bei einer Charge von beispielsweise 2 m<sup>3</sup> Dolomit (obwohl der Ofen am Messerbach mit 14 m<sup>3</sup> Rauminhalt natürlich wesentlich mehr Dolomit fassen konnte) ergibt sich:

Dichte von Dolomit	≈ 2.9 g/cm <sup>3</sup>
2 m <sup>3</sup> Dolomit entsprechen damit	≈ 5.8 t Gewicht
21.9 Gew. % MgO davon ergeben	≈ 1.3 t <b>MgO</b>

folglich sind also bei dem Brennvorgang von Dolomit zu Kalkmörtel rund 1.3 t Magnesium-Oxid verschwunden! Die Frage ist nun: wie und wohin?

Vermutlich wurde bei der Restaurierung des Ofens am Messerbach ein "Schlüsselstück" zu diesem Problem gefunden. Es war nämlich deutlich erkennbar, dass die letzte Brenn-Charge nicht bis zu Ende durchgeführt wurde; man konnte zwar am unteren Rand eine Masse von ursprünglich wohl fertiggebranntem Material erkennen, daneben fielen mir aber noch kompakte Blöcke auf, die einen merkwürdigen Zonarbau aufwiesen: im Zentrum zeigten sie einen kompakten Kern von auffällig blauer Farbe, in einer relativ dünnen Randschicht waren sie weiss gefärbt und von weicherer Beschaffenheit. Ein Dünnschliff dieser Probe wurde angefertigt, angeätzt und auf das Element Magnesium eingefärbt. Das Resultat war sehr überraschend: während im Zentrum Magnesium in Menge vorhanden war, fehlte es in der Randzone völlig! Eine qualitative Röntgenfluoreszenz-Analyse der Probe (W.B.Stern) bestätigte diesen Befund aufs genaueste: im Zentrum ist viel Magnesium vorhanden, in der Randzone hingegen fehlt es völlig. Eine Röntgendiffraktions-Aufnahme (Guinier-Hägg) lieferte auch den Grund für die bläuliche Farbe des Zentralteiles: es handelt sich um ein Gemisch der Mineralien Calcit und Brucit! Daraus konnte folgende Reaktion aus dem Ausgangsmaterial Dolomit abgeleitet werden:



d.h., aus dem Dolomit entstand durch das Brennen (in Anwesenheit von Wasser!) zunächst ein Gemisch von Brucit und Calcit (Mg-*Calcit* mit etwa 4 Mol%  $\text{MgCO}_3$ ), unter Freisetzung von Kohlensäure. Merkwürdigerweise geht die bläuliche Kern-Zone messerscharf in die weissliche Randzone über - und diese enthält *nur noch Calcit* (nach der Röntgenaufnahme ebenfalls ein Mg-*Calcit* mit ca. 2 Mol-%  $\text{MgCO}_3$ ). Das Magnesium war offenbar mittlerweile völlig abhanden gekommen! Leider konnte ich nirgendwo Angaben über das Brennen von Dolomit zu Kalkmörtel auftreiben, das gegenüber der normalen Kalkbrennerei einen markanten Unterschied aufweisen muss: es *braucht Wasser* - ohne Zufügung von Wasser während des Brenn-vorganges kann keine Bildung von Brucit erfolgen!

Freundlicherweise konstruierte der Thermodynamik-Spezialist am Mineralogischen Institut (Ch.de Capitani) ein Phasen-Diagramm für genau diesen speziellen Fall (Fig.2). Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass Dolomit schon bei relativ niedrigen Temperaturen mit Wasser (bei niedrigen  $\text{CO}_2$ -Gehalten) unter Bildung von Brucit ("Br") und Calcit ("Cc") reagiert, wobei Kohlensäure freigesetzt wird. In einem weiteren Stadium (bei höheren Temperaturen) sollte anschliessend das Mineral Periklas ("Pe";  $\text{MgO}$ ) gebildet werden - das aber bei unseren Untersuchungen nie nachgewiesen werden konnte. Im Endeffekt liegt nur noch Calcit vor (wo ist hier das Magnesium geblieben?), das bei 500-600°C in Calcium-Oxid ("Lm"), den Branntkalk, übergeht. Das Endprodukt ist damit völlig identisch mit demjenigen, das beim Brennen von reinem Kalk entsteht.

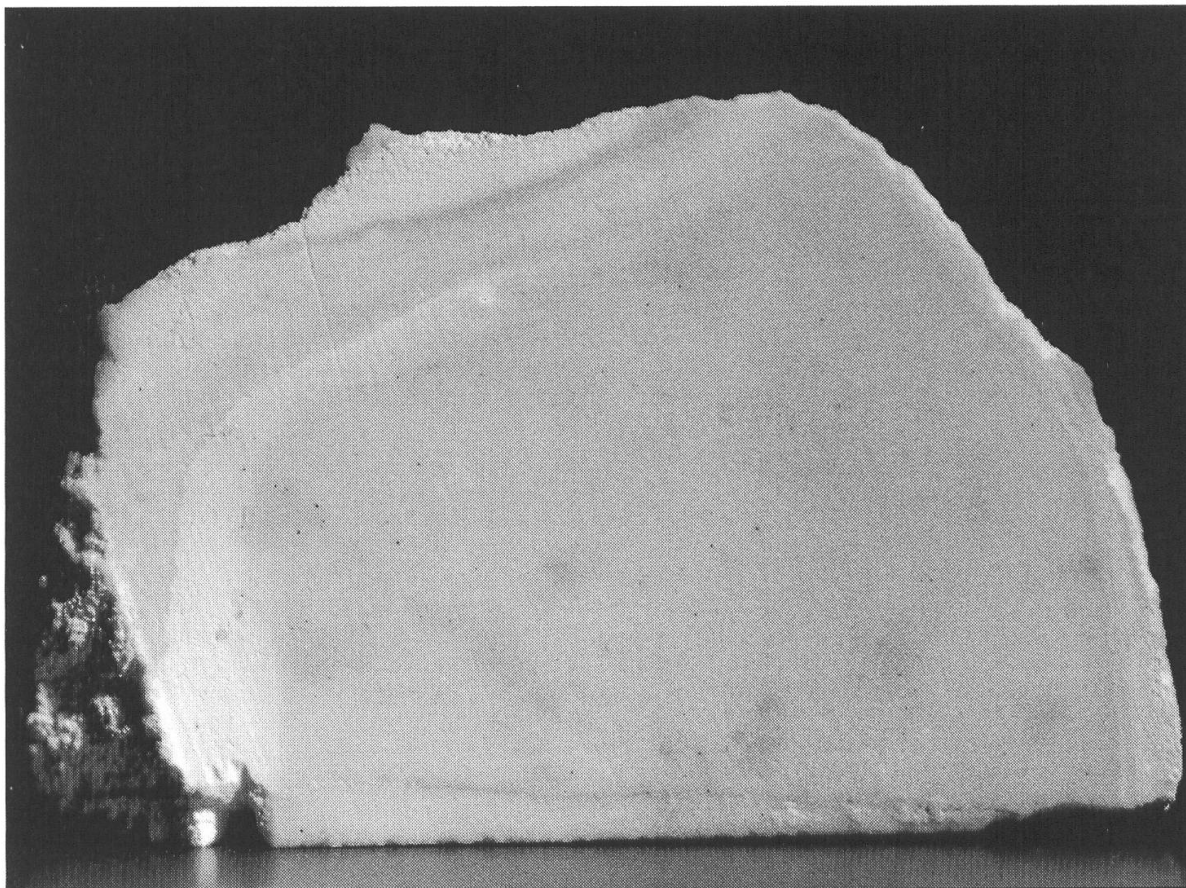
Der Umstand, dass wir keine Angaben über den chemischen Ablauf beim Brennen von Dolomit zu Kalk (-Mörtel) auftreiben konnten, erscheint umso überraschender, als gerade in vielen Gebirgstälern der Alpen mangels geeigneter Kalkstein-Vorkommen der Dolomit verwendet werden musste. Das Problem des Dolomit-Brennens soll in Zusammenarbeit mit Prof. Armin Reller (Hamburg) u.a. genauer studiert werden, und vielleicht können wir in näherer Zukunft über die Lösung dieses faszinierenden Rätsels Auskunft geben?



### *Dankeswort*

Zweien meiner Kollegen vom Mineralogischen Institut möchte ich herzlich für ihre Mithilfe danken: Prof.W.B.Stern für Röntgenfluoreszenz- und Röntgendiffraktions-Analysen, Prof.Chr. de Capitani für thermodynamische Informationen. Herr Thomas Bitterli-Waldvogel ermöglichte die fachgerechte Restaurierung des Kalkofens und verfasste eine wissenschaftliche Aufzeichnung über den Fortgang der Arbeiten. Prof. A. Reller (Institut für Anorganische und Angewandte Chemie der Universität Hamburg) verdanke ich den Hinweis, der das ganze Problem überhaupt erst aufdeckte. Ich erinnere mich mit Freuden an gemeinsame Feldbegehungen und Diskussionen mit ihm.

- 
- 1) Naturhistorisches Museum CH-4001 Basel      und  
Mineralogisches Institut, Universität Basel, 4056 Basel



Das "Schlüsselstück": im Zentrum (in Natura blau) liegt eine Mischung von Calcit und Brucit vor, gegen aussen folgen heller gefärbte Zonen mit Calcit (mit unterschiedlichen Mg-Gehalten); der Übergang ist messerscharf. (Durchmesser der Probe ca. 3 cm; Foto W.Gabriel, Münchenstein)

# PETROGRAPHISCHE ÜBERSICHTSSKIZZE DES BINNTALES

✕ ehem. Bergbautätigkeit

⌏ Ruine eines Blasofens

○ alte Kalk- (=Dolomit-) Brennöfen

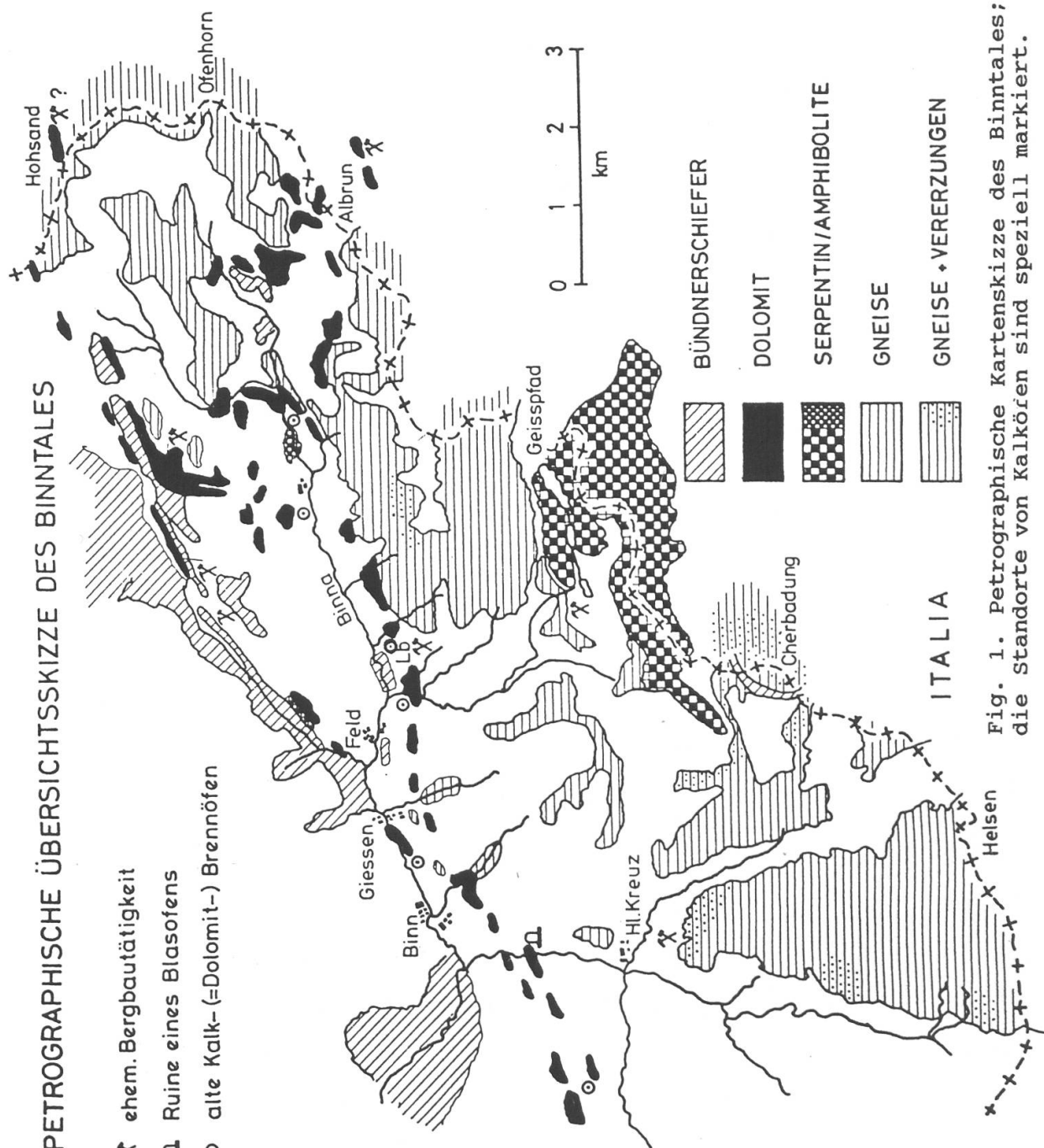


Fig. 1. Petrographische Kartenskizze des Binnntales; die Standorte von Kalköfen sind speziell markiert.

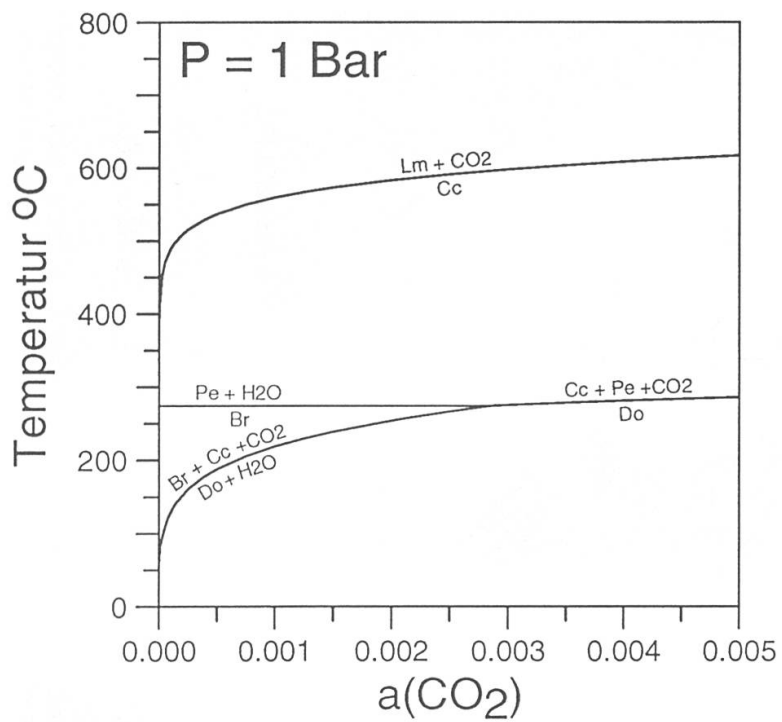


Fig. 2.  
Phasendiagramm für  
das System Dolomit  
+ Wasser (Druck = 1  
Bar).

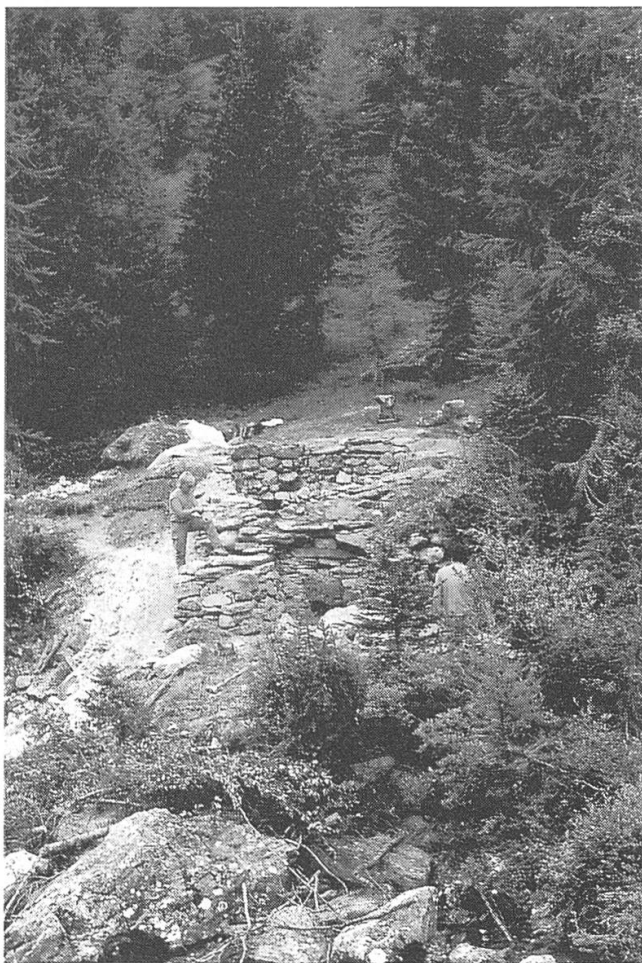


Fig. 3.  
Restaurierung des Kalkofens  
am Messerbach kurz vor der  
Vollendung (12.Sept. 1991).  
Über genau diese Stelle  
fegte im Frühjahr 1994 eine  
gewaltige Lawine hinweg:  
sämtliche Bäume und Büsche  
wurden abtrassiert - der  
Kalkofen blieb unversehrt!  
(Foto SG)