

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: - (2017)

Heft: 38: Das Bergwerk im Krähstel

Artikel: Entstehung der Quarzsande von Buchs

Autor: Zographos, Gregor

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1089852>

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: 02.05.2026

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



Entstehung der Quarzsande von Buchs

Gregor Zographos, Schweizerische Geotechnische Kommission

Einführung

Hofmann (2003) beschreibt das Klima und die Vegetation zur Molassezeit folgendermassen, dass auf den grossen Schwemmlandebenen des Alpenvorlandes

savannenartige Verhältnisse herrschten. Es soll eine subtropische Vegetation vorgestellt werden, welche sich hauptsächlich entlang der Flussläufe mit Lorbeer- und anderen Laubbäumen und Palmen auszeichnete. Auf der Schwemmlandebene haben sich keine grossen Wälder befunden, was aus fehlenden fossilen Belegen gefolgert wird. In Altwasserrinnen entstanden vereinzelt Teiche, kleine Seen und Moore, was aus den vorgefundenen Kohlenlagern geschlossen werden durfte. Im Bereich des Hörnlischuttfächers wurden entsprechend dieser Situation vor allem, aber keineswegs häufig, Fossilien von Landtieren (Landschnecken und auf dem Land lebende Wirbeltiere), Pflanzenabdrücke und im Bereich von Kohlevorkommen Süsswasserschnecken gefunden. (Hofmann, 2003)

Molasseablagerung im schweizerischen Mittelland

Die älteren Ablagerungen des schweizerischen Mittellandes stammen aus Materialien, welche auf die alpine Orogenese aus der Epoche Miozän zurückzuführen sind (von Moos, 1942). Molassesedimente zählen zu den klastischen Sedimenten. Diese Bezeichnung trifft auf Ablagerungen zu, welche aus umgelagertem Material bestehen. Dieses Material wurde also im Vorfeld aus ihrem ursprünglichen Gesteinsverbund herausgewittert, also chemisch oder physikalisch losgelöst. Im Zeitalter vom Rupelium bis und mit dem Tortonien entstandenen Ablagerungen bestehen aus Nagelfluhkonglomeraten, Sandsteinen und Mergeln (von Moos, 1942). In dieser Zeit ist die Gegend mal durch ein Flachwassermeer geflutet, mal wiederum durch Seen mit Flusssystemen aus dem entstehenden Gebirge bedeckt gewesen. Die entstandenen Sedimentformationen werden in Untere Meeresmolasse (UMM), Untere Süsswassermolasse (USM), Obere Meeres-

molasse (OMM) und die jüngste Einheit in Obere Süsswassermolasse (OSM) stratigraphisch gruppiert (Fig. 1).

Molasse

1779 wurde der Ausdruck Molasse von Horace-Bénédict de Saussure in die wissenschaftliche Literatur eingeführt (etymologisch wahrscheinlich vom gleich lautenden französisch-schweizerischen Wort für sehr weich stammend, zurückführend auf lateinisch mollis) (Murawski & Meyer, 2004). Der Begriff wurde dann 1789 vom russischen Wissenschaftler Grigorij Razumowski auf feinkörnige weiche Sandsteine im Vorland der Alpen angewandt, die an der freien Luft bei der Trocknung rasch aushärten. (Razumowski, 1789) In der Westschweiz wurden auch Sandsteine als Molasse bezeichnet, aus denen man Mühlsteine (lateinisch: mola) herstellen konnte. Später wurde der Begriff auf gleichartige Gesteine im gesamten nördlichen Alpenvorland angewandt. Heute wird er weltweit für Sedimente verwendet, die sich im Vorland des sich im Zuge seiner Gebirgsbildung aus der Erosion des hebenden Gebirges resultierend ablageren.

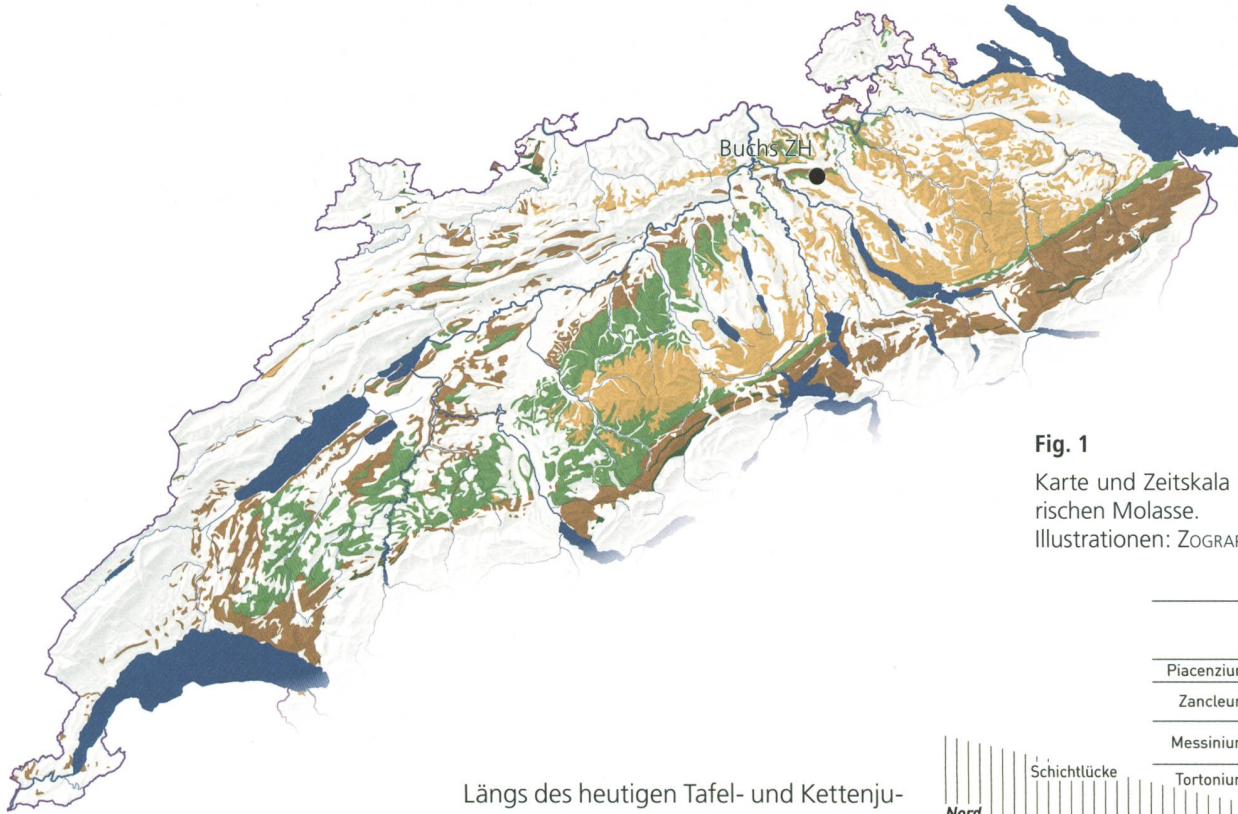


Fig. 1

Karte und Zeitskala der Schweizerischen Molasse.

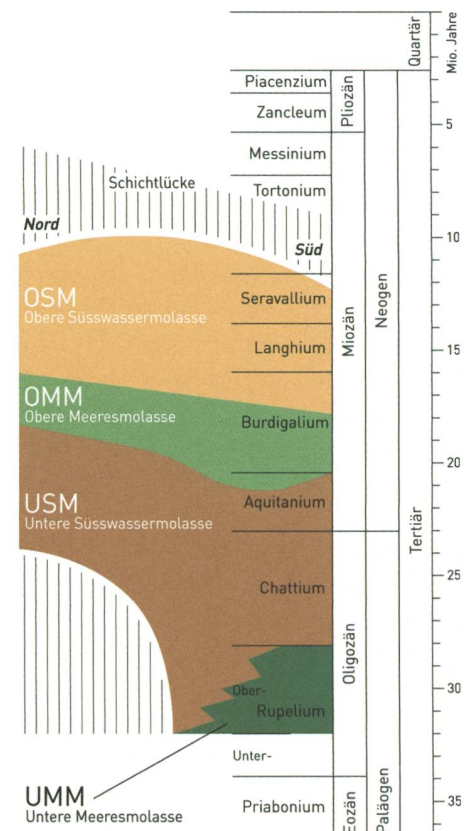
Illustrationen: ZOGRAPHOS (2017)

Paleogeographie

Die Sedimentation der Oberen Süsswassermolasse erfolgte auf einer äusserst flachen, weit ausgedehnten Schwemmlandebene. Diese Ebene war von breiten, mäandrierenden Flüssen durchschnitten, die aber kaum ein Gefälle besaßen, somit energiearm und darum nur wenige Meter tief in das allgemeine Niveau eingeschnitten waren. Während langzeitlichen Perioden lag die Schwemmlandebene trocken und die Sedimente waren der Verwitterung ausgesetzt. Es existierten dann höchstens wenige Flussrinnen, in denen etwas sedimentiert wurde (sog. Rinnenphasen). Diese Phasen wechselten ab mit Zeiten, in denen die Schwemmlandebene teilweise von weitausgedehnten, sehr flachgründigen, untiefen Seen bedeckt war (Inundationsphasen). (PAVONI, 1956)

Längs des heutigen Tafel- und Kettenjuras wurden die beiden grossen alpinen Nagelfluhschuttfächer der Schweiz (Hörnli und Napf) vom Ost-West-verlaufenden Glimmersand-Strom begrenzt (HOFMANN, 1960). Der vor etwa 17 Millionen Jahren entstandene Strom existierte während rund 5 Millionen Jahren und somit während der ganzen Zeit der Oberen Süsswassermolasse. Sein Einzugsgebiet lag in den Tauern. Der Ursprung der Glimmersande in kristallinen Schiefen des Tauerngebietes äussert sich im Mineralbestand der Sande: Während der Gehalt an silikatischen Leichtmineralien hoch ist, sind Kalk- und Dolomitkörner stark untervertreten. (HOFMANN, 2003)

Die Flusssysteme verfrachteten von dort grosse Mengen glimmeriger Sande entlang des Nordrandes des Molassebeckens in die Nordschweiz und weiter nach Südwesten durch das Gebiet des heutigen, damals noch nicht vorhandenen Kettenjuras (Teil des Faltenjuras) ins Rhonesystem bis ins heutige Mittelmeer. Neben den Inundationssedimenten (dazu gehört der grösste Teil der



mergelhaltigen Gesteine der Zürcher Molasse) und neben den rein fluviatilen Ablagerungen spielen die limnischen Ablagerungen eine nicht zu unterschätzende Rolle.

Fluvioterrestrisch

Die in der Molasseliteratur häufig anzutreffende Bezeichnung «fluvioterrestrisch» sollte für die OSM nicht verwendet werden. Der in der Geologie angewandte Begriff bezeichnet eine Genese, die sich auf dem Land im Zusammenhang mit frischem Wasser aus der Erde abspielt (HERRMANN & BUCKSCH, 1998, S. 401). Ein Gestein, das im Wasser abgelagert wurde, darf nicht als terrestrische Bildung bezeichnet werden, auch wenn es sekundär eindeutige Verwitterungserscheinungen aufweist. Die Zürcher Molasse muss demzufolge als limnofluviatile Bildung klassifiziert werden, was auf eine Ablagerung in einer Fluss- und Seenlandschaft hindeutet. (HOFMANN, 2003)

Molasseablagerungen in Buchs

Die Molasseablagerungen, welche sich um das Bergwerk in Buchs ZH gebildet haben, sind der Oberen Süsswassermolasse zuzuordnen. Im Juranahen Gebiet weisen die Ablagerungen eine schwache primäre Diagenese auf, womit eher sandig-kiesige, häufig lockere Molassesande, welche durch sekundärer Auswaschung des karbonatischen Bindemittels entstanden sind. Diese haben ihren Kalkgehalt durch das eindringende Oberflächenwasser und durch Humus-säuren verloren, was in der Regel nur bis zu einer Tiefe von 0.5 bis 2 Metern zu beobachten ist. Dieser Verwitterungsprozess führte zu einer Anreicherung der schwer verwitterbaren Mineralien wie Quarz, aber auch feinkörnige Tone (VON MOOS, 1942). Oft wurde auch deshalb in Formsandgruben nur wenig mächtige Lagen abgetragen, wie auch in Buchs ZH, wo das Stollenwerk sich nur wenig unter der Oberfläche befindet (HEIM, 1919). Die Entkalkung der Molassesande konnte nur dort stark in die Tiefe voranschreiten, wo es während der letzten Eiszeit eisfrei blieb. So sind Rü-

cken und Erosionsterassen der vorletzten Eiszeit durch erneute Erosion verschont geblieben, aber daher auch permanent der Verwitterung ausgesetzt gewesen. (DE QUERVAIN, 1969)

In den meisten Molassesanden treten neben Quarz oft reichlich Feldspate (oft zersetzt), Glimmerblättchen, Chlorit, dazu feine eisenschüssige und tonige Partikel (besonders in den entkalkten Formen) auf. In der Regel sind die Sande feinkörnig (Korngrösse um 0,1-0,5 mm) und eher schlecht aufbereitet. Lose Sande der Oberen Süsswassermolasse (Tortonien) sind vor allem aus der Glimmersandschüttung der Nordostschweiz bekannt (HOFMANN, 1960). Die wesentlichen Vertreter der Sandfazies der OSM sind die Knauer- und Glimmersandsteine.

Knauer

Knauer sind harte Partien innerhalb der Sandsteine, die weniger leicht verwittern als der umgebende Sandstein und darum an einer Sandsteinwand als längliche, brotlaibähnliche Knollen hervorrage. Sie sind so typisch für eine grosse Zahl von Sandsteinen der OSM, dass man diese Sandsteine schon seit mehr als 150 Jahren als Knauersandsteine bezeichnet. Knauer sind Stellen im Sandstein, wo sich der kalkige Zement (Bindemittel) besonders stark angereichert hat. (PAVONI, 1957)

Glimmersandstein

Diese feinkörnigen Sande weisen einen sehr geringen Eisenanteil auf und sind nicht vollständig entkalkt (5-15 % Karbonat) (DE QUERVAIN, 1969). Das Auftreten der Glimmersande in Form von Stromrinnen mit unverfestigtem Material, mit Schüttungsrichtung E-W deutlich erkennbar zwischen die seitlichen Schutt-fächer eingelagert, charakterisiert an sich

schon den deutlich fluviatilen Charakter der Materialzufuhr (HOFMANN, 1955). Die Glimmersande fallen nicht nur durch die praktisch fehlende Verfestigung auf, sondern auch durch die schon makroskopisch auffallende Reinheit und den Quarzreichtum. Im frischen Zustand sind die Sande hell bläulich- bis silbergrau. Sie führen stets mehr oder weniger deutlich auffallende Glimmer und sind als fluviatile Sande mit sehr weitem Transportweg gut natürlich gewaschen. Im zentralen Teil der Glimmersandschüttung sind die lückenlos abgelagerten Sandmassen nur durch ab und zu zwischengeschaltete, bis einige Dezimeter mächtige Aufarbeitungshorizonte unterbrochen. Diese, von den süddeutschen Autoren «Krokodilschichten» genannten Einschaltungen sind meist stark kalkig verfestigt und bestehen aus zusammengeschwemmten Mergelgallen, oft mit Schwemmkohlestückchen und Landschneckenschalen, nebst Glimmersandmaterial der gleichen Korngrösse, wie jene der reinen, unverfestigten Sande, in die sie eingelagert sind. (HOFMANN, 1960)

Unter anderem diese Beobachtungen sprechen für eine wesentlich fluviatile Sedimentation, welche auch sehr gut vergleichbar ist mit jenen der granitischen Sande der USM (HOFMANN, 1957). Bei den Glimmersandsteinen sind auch Flussmuscheln zu finden. Das häufige Vorkommen in doppelschaligen, in situ eingesedimentierten Exemplaren zeigt aber, dass es sich um Seeablagerungen handelt, also um wirkliche Süsswasserbildungen. Meist beginnen die Glimmersandablagerungen mit einer Aufarbeitungszone mit Trümmern der liegenden Mergelschicht, Kohlestückchen, Pflanzenhäcksel und Knochenresten. In den Glimmersandsteinlagen findet man nicht selten Feinschichtungen und Glimmeranreicherungen. Die petrographische Ausbildung, die eine lange Aufbereitungszeit verlangt, deckt sich mit den Gegebenheiten des lithologi-

**Fig. 2**

Grosse Knauer wie sie häufig in den Stollen des Bergwerkes anzutreffen sind. Oft scheinen sie wie aus den Wänden zu wachsen.

Foto: WIDMER (2017)

schen Auftretens sehr gut. Die Glimmersandsteine entsprechen nach Hofmann (1955) einer Süswasserseefazies mit grossen, zusammenhängenden Flächen klaren Wassers. Sie erinnern unmittelbar an rezente Seebildungen mit Sandstrand und Aufarbeitungen des Untergrundes. (HOFMANN, 1955).

«Knauer»-Sandsteine

Relativ oft finden sich stark kalkig verfestigte Knauer als horizontale Körper von 1 bis 2 m Länge und 10 bis 50 cm Durchmesser, sehr oft in typischer Zigar-

renform in den Glimmersandaufschlüssen (Fig. 2). (HOFMANN, 1960). Wären die Knauer wirklich rein konkretionsartige Verhärtungen, so müssten sie rundliche, eher kugelige Gebilde sein. Die ursprüngliche Form der Knauer lässt sich am besten an frischen, leicht feuchten Knauersandsteinwänden beobachten. An einer solchen glatten Wand – meist sind es ebene Klufflächen, an denen die Sandsteine abbrechen – erscheinen die Stellen mit stärkerer Verkittung, somit die Stellen, an denen bei weitergehender Verwitterung später die Knauer hervorragen werden, als trockene helle Flecken. In solchen Fällen lassen sich die

ursprünglichen Querschnitte der Knauer sehr schön betrachten. Der Querschnitt ist stets flachelliptisch, in seinen Umrissen oben eher geradlinig, unten eher ausgebuchtet. Manchmal sind die Querschnitte seitlich spitz auslaufend, oft liegen mehrere Knauer so nebeneinander, dass man unschwer erkennt, dass sie in die gleiche Lage zusammengehören. (PAVONI, 1957)

Gegen eine Konkretion spricht auch deren Aufbau, welcher von einem fluviatilen Charakter zeugt. Die Knauersandsteine weisen eine schiefe Schichtung auf, die sehr fein sein kann und bei gleichmässiger Körnung oft nur schwer zu erkennen ist. Die schiefe Schichtung verläuft meistens eher flach, in ganz verschiedenen Richtungen, mit Winkeln von 5 bis 15° Neigung. Sogar Deltaschichtungen können im Kleinen beobachtet werden. Erkennbar sind ferner eindeutige Erosionsdiskordanzen und auch plötzliche Unterschiede in Körnung und Material mitten im Sandstein. Dies sind alles typische Formen, wie sie fließendes Wasser zustande bringt. Die ganze Knauersandsteinbank zeigt einen Querschnitt durch ein fossiles Flussbett. (HOFMANN, 1955; PAVONI, 1957)

Pavoni (1957) vergleicht das Entstehungsphänomen schön mit heutigen Flusssystemen. Denn so wie in einem rezenten Flussbett über lange Zeit beobachtet werden kann, dass die einzelnen Wasserarme des Flusses hin und her pendeln und ihren Lauf ändern, so war es der Fall bei der Entstehung der Knauersandsteine. Es wird mal eine

Fig. 3

Ein abgebrochener Knauer mit seinem typischen «elliptischen» Querschnitt. Foto: WIDMER (2017)

neue kleine Sekundärrinne geschaffen, dort eine alte verlassene zugeschüttet oder in einer Serpentine das äussere Ufer erodiert und so das Flussbett verbreitert. Daher unterscheidet sich auch das Material des Knauer sandsteins. Eine solche Sekundärrinne im Flussbett wird im allgemeinen nicht mehr mit genau demselben Material ausgefüllt, aus dem der umgebende Sand besteht (Fig. 3). So ist meistens am Grunde der Rinne der Sand etwas gröber als der umgebende, in seltenen Fällen auch etwas feiner. Mergelgerölle, herrührend von der Seitenerosion des Flusses, organische Überreste oder grobes Geschiebe werden in die Sekundärrinnen eingeschwemmt und an deren Basis abgelagert. Beim Zuschütten der Rinne wird der Sand in anderer Richtung und Sortierung geschichtet als der umgebende Sand. An der Basis von Knauern können auch vereinzelte Gerölle auftreten, als typische Wiederaufarbeitung einer zuerst abgelagerten, an der Basis des Knauer sandsteins liegenden Geröllschüttung. Zusätzlich sind auch fossile Überreste in den Knauern zu finden. Vielleicht sind diese überall vorhanden gewesen, aber im umliegenden Sandstein bereits zersetzt worden.

Geochemische Unterschiede

Der Unterschied zwischen Glimmersandsteinen und Knauer sandsteinen liegt nicht in der granulometrischen, sondern in der mineralogischen Verschiedenheit: Die Glimmersande bestehen zu einem überwiegenden Teil aus reinen Quarzkörnern, nebst mehr oder weniger



hohem Glimmeranteil und zurücktretendem Kalk. Der Schweremineralanteil zeigt einen weitaus vorherrschenden Granatgehalt (GEIGER, 1943). Es fehlt aber Magnetit, Ilmenit tritt häufiger auf (HOFMANN, 1955). Die untersuchten Knauer sandsteine enthalten 40-60 % Kalk, vorwiegend in Form von Körnern. Der Quarzanteil tritt zurück, Trümmer anderer Gesteine (Hornsteine, kristalline Schiefer, Ophiolithe) sind zahlreich, wobei Granat sehr stark zurücktritt, Magnetit ist sehr selten, Epidot häufiger. Dies beweist deutlich, dass die Glimmersande anderer Herkunft sein müssen als die Knauersande, deren Schweremineralgehalt eindeutig penninische Herkunft beweist. Während bei den Glimmersandsteinen offenbar auch eine ganz andere Art der Aufbereitung über lange Zeit den Kalkgehalt stark reduzierte, konnten sich bei den Knauer sandsteinen die Kalkkörner erhalten, weil der Transport kurz war und direkt von der Ablagerung gefolgt wurde. (HOFMANN, 1955) Zusätzlich darf

die These geschlossen werden, dass die Knauer sandsteine meist gröbere Körnung aufweisen als der umliegende Glimmersandstein und dadurch auch die Porenräume zwischen den einzelnen Körnern grösser sind, was auf mehr Bindemittelmaterial des gelösten zirkulierenden Karbonates bei der Ablagerung resultiert. Daher wird auch längere Verwitterungszeit benötigt, um dieses Karbonat vollständig weg zu lösen, und das Stadium nicht so fortgeschritten ist, wie beim umliegenden Sand (Fig. 4/5).

Bader (1936) erwähnt aus Messungen, dass als normales Bindemittel der verwitterten Molassesande Kalk auftritt, der sich in den bekannten sehr häufigen Knauern anreichert. So enthalten zum Beispiel zwei Sandproben aus dem Sandbergwerk Buchs 5 % Kalk und 11 % Dolomit, respektive 7 % Kalk und 14 % Dolomit. Ein Knauer besteht zu 24 % aus Kalk und 15 % Dolomit, weicht also im Dolomitgehalt von den umgebenden Sanden wenig ab (Fig. 6).

Fig. 4

Makroaufnahme des Glimmersandes in fünffacher Vergrößerung. Gut sichtbar die lockere Anordnung der einzelnen Körner. Kalk welcher zwischen den Körner als Zement eingelagert war, ist hier beinahe komplett ausgewaschen.

Foto: WIDMER (2017)

**Fig. 5**

Makroaufnahme in fünffacher Vergrößerung eines Knauers im Glimmersand. Die Poren zwischen den einzelnen Körner sind noch mit Kalk zementiert, das Gefüge ist bedeutend kompakter, als beim ausgewaschenen Glimmersand.

Foto: WIDMER (2017)



Die detaillierten geochemischen Analysen aus der Basiszone der OSM, wie sie Hofmann (1960) für das Sandbergwerk

Krähstel beschreibt, ergeben Karbonatgehalte von 23.0 % in einem Verhältnis Kalk zu Dolomit von 0.49 %. Dieses

Verhältnis entspricht in etwa dem, was Bader (1936) gemessen hat (Tab. 1).

Karbonatanteile in %		Schwermineralienanteil in %					
Kalk	Dolomit	Granat	Epidot	Sauroolith	Disthen	Apatit	Erz
7.6	15.4	67	15	5	3	2	7

Die mittlere Korngrösse beträgt 0.12 mm. In der folgenden Tabelle (Tab. 2) ist die Siebanalyse des Glimmersandes aus Buchs.

Tab. 1

Tabelle der Karbonat- und Schwermineralienanteilen.
Tabelle: BADER (1936)

Siebfractionen in mm	Anteil in %
> 1.0	—
0.6 - 1.0	0.1
0.4 - 0.6	0.5
0.3 - 0.4	2.5
0.2 - 0.3	22.1
0.15 - 0.2	31.2
0.1 - 0.15	26.5
0.075 - 0.1	5.3
0.06 - 0.075	2.2
0.02 - 0.06	3.2
Schlammstoffe	6.4

Tab. 2

Tabelle mit der Siebverteilung der Korngrössen. Tabelle: BADER (1936)

Diese Siebverteilung der Korngrössen entspricht nicht den Bedingungen, welche an gute Glassande gestellt werden. Hier wird eine gleichmässige Verteilung des Sandes zwischen 0.3 - 0.5 Millimetern erwartet (nach Boswell

(BADER, 1936)). Entscheidend für den Sand aus Buchs wird dessen Eisengehalt gewesen sein, der benötigt wird, damit das Glas grün gefärbt war, was ein Markenzeichen der Glaserei Bülach war.

Bibliographie

- BADER, H. (1936): Untersuchungen an kalkarmen Sanden der nordschweizerischen Molasse. Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen.
- DE QUERVAIN, F. (1969): Die nutzbaren Gesteine der Schweiz. Bern: Kümmerly & Frey.
- GEIGER, E. (1943): Erläuterungen zu Blatt 16 (Pjyn, Märstetten, Frauenfeld, Bussnang) des Geol. Atlas der Schweiz. (G. K. Gesellschaft, Ed.) Bern: Kümmerly & Frey AG, Geographischer Verlag.
- HEIM, A. (1919): Geologie der Schweiz (Vol. I). Leipzig: Tauchnitz.
- HERRMANN, H., & BUCKSCH, H. (1998): Wörterbuch GeoTechnik/Dictionary Geotechnical Engineering (2. Auflage ed.). Heidelberg: Springer.
- HOFMANN, F. (1960): Beitrag zur Kenntnis der Glimmersandsedimentation in der oberen Süswassermolasse der Nord- und Nordostschweiz. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 53.
- HOFMANN, F. (1955): Neue geologische Untersuchungen in der Molasse der Nordostschweiz. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 48.
- HOFMANN, F. (2003): Rekonstruktion der Entstehungsgeschichte der Oberen Süswassermolasse (OSM) im Kanton Thurgau mit sedimentpetrographischen Methoden: Materialherkunft, Transport und Sedimentation: Zusammenhänge mit der Entstehung der Alpen. *Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft*, 59.
- HOFMANN, F. (1957): Untersuchungen in der subalpinen und mittelländischen Molasse der Ostschweiz. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 50.
- MURAWSKI, H., & MEYER, W. (2004): Geologisches Wörterbuch (11. Auflage ed.). Heidelberg: Elsevier/Spektrum.
- PAVONI, N. (1957): Geologie der Zürcher Molasse. *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*.
- PAVONI, N. (29. Februar 1956): Zürcher Molasse und Obere Süswassermolasse der Ostschweiz, ein stratigraphischer Vergleich. *Bulletin der Vereinigung Schweizerischer Petroleumgeologen und Petroleumingenieure*, 22, pp. 25-32.
- RAZUMOWSKI, G. (1789): Histoire naturelle de Jorat et de ses environs et celle des trois lacs de Neuchâtel, Morat et Brienne, précédée d'un essai sur le climat, les productions, le commerce, les animaux de la partie du pays de Vaud ou de la Suisse Romanne, qui entre dans le plan de cet ouvrage, par le comte de Razoumowsky. II. Lausanne: chez Jean Maures.
- VON MOOS, A. (1942): Über Vorkommen und Abbau von Giessereiformstoffen in der Schweiz. *Beiträge zur Geologie der Schweiz; Geotechnische Serie; Kleinere Mitteilung*, Nr. 9.

Fig. 6

Gut sichtbar, wie um die harten Knauer herum gearbeitet wurde. Foto: WIDMER (2017)

