Zeitschrift: Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen
Band: 26 (1974)

Artikel: Mineralien des Kantons Schaffhausen
Autor: Hofmann, Franz
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-584717

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

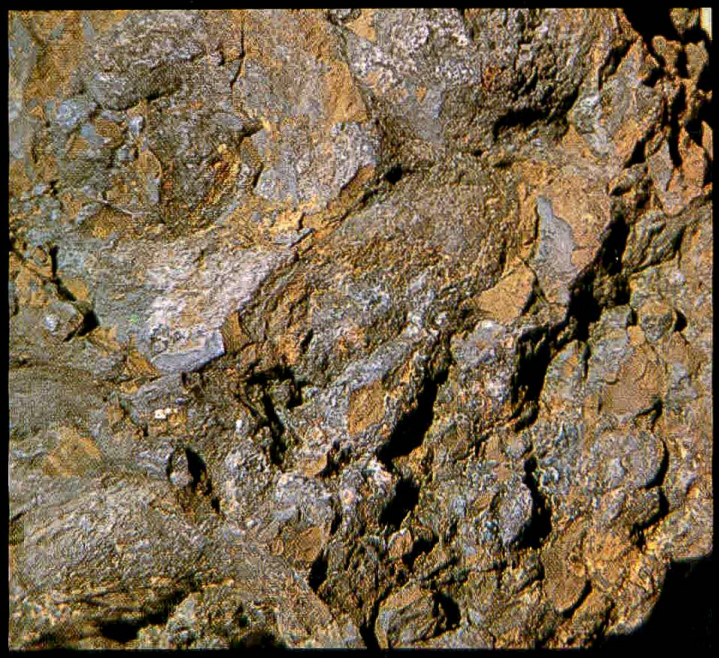
Download PDF: 09.12.2025

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

Mineralien des Kantons Schaffhausen

von Franz Hofmann

Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen
Nr. 26 / 1974



Neujahrsblatt

der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen
Nr. 26 / 1974

Redaktion der Neujahrsblätter:
Karl Isler, Lehrer, Schulhaus 28, 8211 Dörflingen

Verfasser dieses Heftes:
Dr. Franz Hofmann, Rosenbergstrasse 103, CH-8212 Neuhausen am Rheinfall

Historischer Text auf der Innentitelseite aus
J. J. Scheuchzer: Meteorologia et oryctographia helvetica.
Zürich, Bodmersche Druckerei, 1718.
Durch freundliche Vermittlung der Eisenbibliothek Paradies
der Georg Fischer Aktiengesellschaft, Schaffhausen.

Buchdruckerei Karl Augustin, Thayngen-Schaffhausen, 1973
Auflage 3000 Stück

Mineralien des Kantons Schaffhausen

von Franz Hofmann

Aus dem Canton Schaffhausen.

Muſ. n. 928. Vena Ferri piſiformis. Bon-Erz aus dem Hallauer-Wald.

Muſ. n. 931. Vena Ferri glebosa & globosa. Stuckichtes Bon-Erz von dem Roßberg bey Oſterfingen.

Gegen dem Freudenthal ligt ein Felß / die Immenfluh genant/ein Untermarkt/oder Markſtein zwiſchen der Statt Schaffhauſen und der Graffſchafft Nellenburg / da ein Eiſen-Erz ſich findet.

Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen

Nr. 26 / 1974

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	5
In welcher Form treten im Kanton Schaffhausen Mineralien auf?	7
Schichtfolge und Mineralführung der Gesteinsserien des Kantons Schaffhausen	10
Mesozoikum	12
Trias	12
Jura	15
Tertiär	18
Die Siderolithformation	18
Die Molasse	21
Die eiszeitlichen Ablagerungen	28
Mineralienverzeichnis	29
Literaturverzeichnis	64
Erläuterungen zu den Fotos	67
Geologische Karten	70
Lieferbare Neujahrsblätter	72

Vorwort

Es mag auf den ersten Blick als ausgefallene Idee erscheinen, über die Mineralien des Kantons Schaffhausen, eines der kleinsten Kantone der Schweiz, berichten zu wollen. Gerade dies aber macht den Reiz des Unterfangens aus: Bei der Zusammenstellung des vorliegenden «Schaffhauser Mineralienlexikons» ergaben sich immerhin rund 65 individuelle Mineralien. Würden wir den gleichen Versuch bei anderen Kantonen gleicher Grössenordnung unternehmen, die Liste würde deutlich kleiner, ja sogar einige grössere Kantone blieben im Hintertreffen.

Dies hängt mit der besonderen, rechtsrheinischen geologischen Stellung des Schaffhauserlandes im Grenzgebiet zwischen schweizerischem Mittelland, Schwarzwald, Baar, Hegau und Bodensee zusammen. Es reicht damit auch in Regionen hinein, an denen die übrige Schweiz keinen Anteil hat. In der Tat kommen einige, insbesondere vulkanische Gesteine und Mineralien in der ganzen Schweiz nur im Kanton Schaffhausen vor.

Eine grosse Zahl der aufgeführten Mineralien sind solche, deren Existenz in unserem kleinen Gebiet die meisten Leser wohl kaum vermutet hätten. Allerdings findet man sie meist nur in mikroskopisch erkennbarer Form, doch sind sie oft keineswegs selten. Das vorliegende kleine Bändchen soll Gelegenheit geben, auch Laien in diese besondere Mineralwelt und ihren Formenreichtum Einblick zu gewähren.

Zu besonderem Dank ist der Verfasser Herrn Prof. Dr. Ernst Niggli vom Mineralogisch-Petrographischen Institut der Universität Bern verpflichtet. Er führte einige entscheidend wichtige röntgenographische Mineralbestimmungen durch, ohne die das vorliegende Verzeichnis unvollständig oder unsicher wäre. Weitere wesentliche Beiträge lieferten die Herren Dr. Martin Frey und Prof. Dr. Tjerk Peters, ebenfalls am Mineralogisch-Petrographischen Institut der Universität Bern. Auch ihnen sei bestens gedankt.

Wertvolle Hinweise verdankt der Verfasser Herrn alt Schulinspektor Erwin Bührer, Schaffhausen. Manches in der vorliegenden Zusammenstellung gründet aber auch auf der Pionierarbeit von Ferdinand Schalch und auf den Beobachtungen von Jakob Hübscher.

Einige Gesteins- und Mineralaufnahmen wurden von Frau Gisela Christel ausgeführt, die delikaten Mikroaufnahmen von Herrn Erwin Stoll. Für diese wichtigen, sorgfältig ausgeführten Arbeiten sei ebenfalls aufrichtig gedankt, wie auch für das Entgegenkommen der Direktion der Georg Fischer Aktiengesellschaft, Schaffhausen, dazu die Einrichtungen von deren Zentrallabor benützen zu dürfen.

Soweit nicht anders erwähnt, stammen die abgebildeten Mineralien aus der Sammlung des Verfassers. Es handelt sich um typische Exemplare, doch wurde nicht auf besonders spektakuläre Stücke geachtet. Die photographierte Auswahl zeigt aber doch, dass in unserer Gegend nicht nur mineralogisch interessante, sondern auch durchaus schöne Mineralien vorkommen.

Dem Sammler wird empfohlen, beim Aufsammeln von Mineralien auch die Anliegen des Naturschutzes nicht ausser acht zu lassen.

In welcher Form treten im Kanton Schaffhausen Mineralien auf?

Mineralien sind Einzelbestandteile von Gesteinen und Erzen und haben eine bestimmte, individuelle chemische Zusammensetzung und (in der Regel) eine bestimmte Kristallstruktur.

Ausser einigen wenigen, aber äusserst interessanten vulkanischen Gesteinen (Hegaubasalt, vulkanische Tuffe) kommen im Kanton Schaffhausen nur Sedimentgesteine vor, nämlich solche des Mesozoikums (Erdmittelalter), des Tertiärs und des Quartärs, zu welch letztgenannter Periode vor allem die eiszeitlichen Ablagerungen gehören. Diese geologischen Gegebenheiten bestimmen die Möglichkeiten des Vorkommens von Mineralien (siehe Falttafel).

Die Gesteine des Mesozoikums (Trias, Jura) wurden im wesentlichen im Meer abgelagert. Sie bestehen aus tonigen, sandigen und kalkigen Ablagerungen und aus Gips- und Anhydritbildungen als typisch chemische Absätze lagunärer Verdunstungsbecken. Das Material der Gesteine des Tertiärs wurde weitaus überwiegend durch Flüsse zugeführt und auf dem Festland oder im Meer abgelagert. Sandige und mergelige Gesteine sind am häufigsten.

Die Gletscher der Eiszeit brachten Moränenmaterial aus den Alpen, in kleinem Masse auch aus dem Schwarzwald (Hallauerberg). Es wurde teilweise durch Schmelzwasserflüsse in Form von Schottern und Sanden verschwemmt.

In diesen verschiedenen geologischen Bildungen kommen Mineralien in folgender Form vor:

Mineralien vulkanischen Ursprungs. In erstarrten Lavagesteinen (Basalt, Lapilli) finden sich aus Schmelzen auskristallisierte Mineralien sowohl gesteinsbildend wie auch in Form grösserer, individueller Einsprenglinge und als Umwandlungs- und Zersetzungsprodukte (z. B. Tonmineralien). In vulkanischen Aschen findet man vulkanisch-magmatische Mineralien in Lapilli (kleine Bömbchen aus meist zersetztem Lavamaterial) und als isoliert ausgeworfene Einzelkriställchen.

In Sedimentgesteinen können Mineralien in folgender Art und Weise auftreten: in Klüften, Spalten und Hohlräumen nachträglich auskristallisiert: in dieser Form findet man vor allem Kalzit, Limonit, Goethit, Fasergips, Anhydrit und Coelestin.

Gesteinsbildend als meist feinkristalline Hauptbestandteile treten auf:

— feinstkristalliner Kalzit in Kalksteinen und Mergeln

— feinkristalliner Dolomit in Dolomitgesteinen

— Gips und Anhydrit

— Sandkörner in Sandsteinen (Quarz, Feldspat, Karbonatkörner)

— Tonmineralien in Tonen und Mergeln

Als Nebengemengteile und Spurenmineralien, insbesondere in Form von Schwermineralien in Sanden.

Sande bestehen in der Regel aus einem vorherrschenden Anteil an spezifisch leichten Mineralien (Dichte unter 2,7), in den Sanden der Trias vor allem aus Quarz- und Feldspatkörnern, in der Molasse und jüngeren Ablagerungen aus Quarz-, Feldspat- und oft zahlreichen Kalkstein- und Dolomitkörnern nebst verschiedenartigsten komplexen Gesteinstrümmern.

In allen Sanden finden sich aber immer auch geringe Anteile an sogenannten Schwermineralien, d. h. an Sandkörnern aus spezifisch schweren Mineralien (Dichte über 3,0). Sie sind genau wie die Leichtmineralkörner Verwitterungsprodukte irgendwelcher Ausgangsgesteine, aus denen die Sande mit oft komplizierter geologischer Geschichte entstanden. Von Natur aus selten, treten Schwermineralien auch in Sanden in entsprechend geringen Anteilen auf, in der Regel zu weniger als 2 %, oft wesentlich darunter. Häufig kann z. B. Granat sein, sehr selten sind demgegenüber etwa Brookit, Anatas, Topas oder gar Gold. In der Schwerfraktion von Sanden kommen somit sehr interessante Mineralien vor, die meist über die Entstehung, die Herkunft und den Transport eines Sandes sehr viele Informationen liefern. Die Leichtmineralien überwiegen im prozentualen Anteil, die Schwermineralien in der Artenzahl. Auch im Kanton Schaffhausen finden sich darunter einige ausgesprochene Raritäten.

Schwermineralien in Sanden und vulkanischen Ablagerungen können auch die Bedeutung mineralischer Rohstoffvorkommen erhalten (Beispiele: Zirkon, Rutil, Monazit, Magnetit, Ilmenit, Gold, Diamanten). Schwermineralien kommen auch im sandigen Schlämmrückstand von Tonen, Mergeln, vulkanischen Tuffen, ja sogar in Kalksteinen vor.

Die Gewinnung von Schwermineralien. Schwermineralien müssen durch Aufbereitungsprozesse angereichert und extrahiert werden, weil sie ja nur in geringer Menge vorkommen und in der Masse der leichten Sandkörner kaum sichtbar sind.

In erster Linie kommt Trennung nach dem spezifischen Gewicht in Frage, wozu eine Probe des gewaschenen Sandes in einem Scheidetrichter nach Squibb (Abbildung I) in Bromoform (spez. Gewicht 2,9) geschüttelt wird. Die leichten Mineralkörner schwimmen obenauf, die schweren Mineralien sinken ab und können leicht abgetrennt werden. Beim Arbeiten mit dem stark narkotisch wirkenden Bromoform ist Vorsicht geboten.

Die isolierten Schwermineralien werden in Kanadabalsam auf einem Objektträger und unter einem Deckglas fixiert und können nun mikroskopiert werden, was kristalloptische Kenntnisse voraussetzt.

Aus den so gewonnenen Schwermineralien können bestimmte Mineralarten weiter abgetrennt werden: Magnetit springt an einen darüber gehaltenen Magneten. Mit einem sehr starken Magneten (Eclipse-Topfmagnete) können zahlreiche weitere, schwach magnetische Körner von nichtmagnetischen Mineralien getrennt werden. Schwach magnetisch sind unter anderem: Ilmenit, Granat, Epidot, Hornblende, Augit, Staurolith, d. h. Mineralien mit schwachen Eisengehalten. Nicht magnetisch sind Zirkon, Rutil, Disthen, Andalusit, Apatit und einige seltenere Typen.

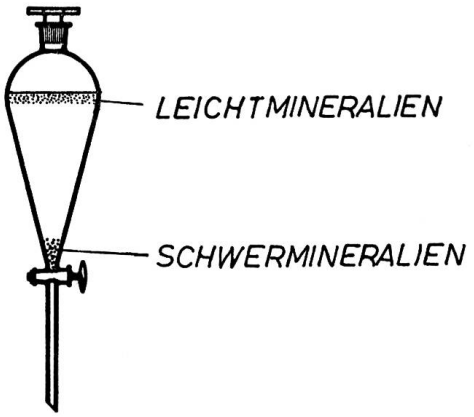


Abb. I Scheidetrichter nach Squibb zur Trennung der Leicht- von den Schwermineralien in Bromoform.

Schwermineralien können bei einiger Uebung auch mit dem **Goldwaschverfahren** gewonnen werden. Auch in diesem Fall wird nach dem spezifischen Gewicht getrennt, doch hat die Korngrösse einigen Einfluss. Der Sand muss vorgesiebt werden, und am besten wird der Anteil feiner als etwa 0,5 mm verwendet. Gröbere Schwermineralien kommen ohnehin nur selten vor. Sande mit weitgehend gleichartiger Korngrösse lassen sich weit besser waschen als solche mit sehr ungleichmässiger Kornverteilung.

Zum Waschen geeignet sind flache Becken mit Querschnitten und etwa 25 bis 30 cm Durchmesser nach Abb. II.

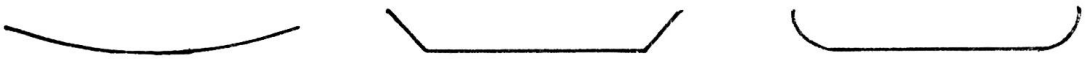


Abb. II Geeignete Querschnitte von Waschpfannen zur Gewinnung von Schwermineralien und insbesondere zum Goldwaschen. Durchmesser etwa 30 cm, zum Feinwaschen auch geringer.

Eine Handvoll des zu waschenden Sandes wird eingefüllt, das Becken durch Eintauchen (am besten in einem Fluss) mit Wasser gefüllt und wieder herausgehoben. Man versetzt es nun in horizontalkreisende Schwenkbewegung, so dass das Wasser über den Rand hinausschwingt und dabei die leichten Körner mit sich wegträgt. Diese Prozedur muss mehrfach wiederholt werden, bis ein Vorkonzentrat von Schwermineralien übrigbleibt, das zweckmässigerweise mit kleineren Waschgefässen, z. B. Uhrglasschalen (am besten aus Kunststoff), weiter behandelt wird. Sehr viel Erfahrung, Uebung und Fingerspitzengefühl sind für diesen Vorgang nötig.

Beim **Goldwaschen** müssen grössere Mengen von Sanden verarbeitet werden, besonders wenn Gehalt und Korngrössen — wie in unserer Gegend — sehr klein sind. Für die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Waschversuche auf Gold wurden bis 500 kg Kies verarbeitet, der jeweils zuerst grob abgesiebt wurde (Maschenweite etwa 10 mm). Der Siebdurchgang wurde nochmals mit einem 1-mm-Sieb behandelt und der Anteil unter 1 mm gewaschen.

Zum Teil wurden für die beschriebenen und weiteren Versuche auch Waschgefässe nach historischen Vorbildern verwendet.

Das Feinkonzentrat wird im Falle der Suche nach Gold am Schluss noch mit einer Kunststoff-Uhrglasschale gewaschen, wobei auch die leichteren Schwermineralien abgetrennt werden. Im allgemeinen ist zu sagen, dass Erfahrung und Fingerspitzengefühl mindestens so wichtig sind wie die verwendeten Hilfsmittel.

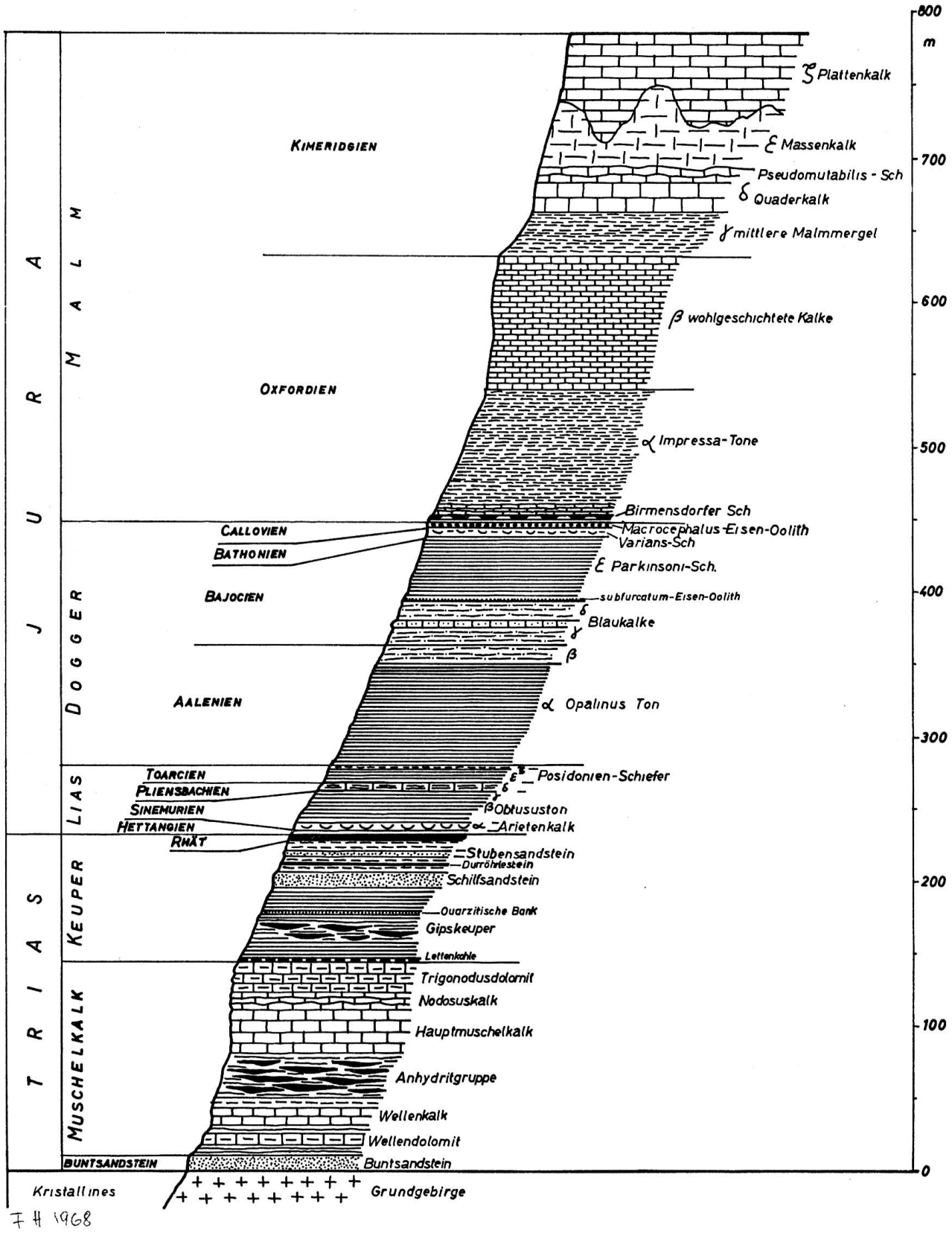
Die Aufbereitung von tonigen Gesteinen. Vulkanische Tuffe haben oft den Charakter von sandig-tonig-mergeligen Gesteinen, der diagnostisch interessante Bestand an vulkanogenen Mineralkörnern kommt darin in geringer Menge vor und muss durch Auswaschen des Tons und der sonstigen Feinanteile angereichert werden. Das gleiche gilt bei Mergeln und Tonen, deren stets vorhandener Sandanteil untersucht werden soll. Auch bei der Suche nach Mikroorganismen und Wirbeltierresten (Zähnchen) stellt sich das gleiche Problem.

Es ist fast unmöglich, feuchte Tongesteine zu schlämmen. Sehr leicht geht dies aber, wenn man das Material zuerst trocknet und nachher in ein Gefäss mit Wasser wirft. Der Ton nimmt Wasser auf, bläht sich auf, zerfällt und kann nach einiger Zeit weggeschlämmt werden. Oft muss das Trocknen und Aufsprengen in Wasser mehrfach wiederholt werden. In hartnäckigen Fällen wird das bei 100 bis 150° C getrocknete Material zuerst in Benzin getränkt und nachher ins Wasser geworfen. Diese sehr wirksame Benzinsprengung funktioniert jedoch ausschliesslich bei tonigen Gesteinen.

Schichtfolge und Mineralführung der Gesteinsserien des Kantons Schaffhausen

Für die Schichtfolge der Gesteine des Kantons Schaffhausen sei vor allem auf die vorhandene geologische Literatur (F. SCHALCH, 1916, 1917, 1921; H. HÜBSCHER, 1962; F. HOFMANN, 1967) und auf die beigefügten Kartenskizzen und Profile verwiesen.

Als Ergänzung zum Verzeichnis der Einzelmineralien des Kantons Schaffhausen erscheint es jedoch zweckmässig, auch die mineralführenden geologischen Komplexe und deren Gesteine zu besprechen und dabei Hinweise über deren Vorkommen zu geben. Für besondere Einzelvorkommen sind die entsprechen-



F H 1968

Abb. III Schichtprofil der Ablagerungen des Erdmittelalters (Mesozoikum) im Gebiet des Kantons Schaffhausen.

den Angaben im Mineralienverzeichnis zu finden. Als Illustration für die nachfolgende Besprechung dient vor allem das Schichtprofil, Abb. III, durch Jura und Trias, welche Formationen am Untergrund des Kantons Schaffhausen einen wesentlichen Anteil haben.

Mesozoikum

Trias

Anhydritgruppe

Diese Stufe des Muschelkalks ist der tiefste und älteste im Kanton Schaffhausen erschlossene und zugängliche Schichtkomplex. Gips- und anhydritführende Ablagerungen entstanden als Verdunstungssedimente in flachen Salzlagunen (Abb. IV) bei trocken-heissem Klima (Evaporite), *Gips* und *Anhydrit* kristallisierten zuerst aus, doch ist auch *Kochsalz* in kleinen Mengen nachgewiesen.

Vorkommen: im ehemaligen Gipsbergwerk Oberwiesen; derzeit an der Oberfläche nicht aufgeschlossen.

Hauptmuschelkalk

Flachmeerische Kalksteinabsätze mit dolomitischen Lagen, vor allem in Form von Oolithbänken (Elbenstein) im oberen Teil. Nicht sehr mineralreich *(Kalzit).* Aufschlüsse längs der linken Flanke des Wutachtals. Dolomitischer Elbenstein im ehemaligen Steinbruch am Sporn SE Oberwiesen. In den tieferen Partien (Seldenhöhle) *Chalcedon.*

Trigonodusdolomit

Der oberste Komplex des Muschelkalks ist als Trigonodusdolomit ausgebildet: sehr reiner, feinkristalliner *Dolomit,* grau, gelb, beige bis rötlich, beim Zerschlagen bituminös riechend. Gelegentlich führt der Trigonodusdolomit feinstrahlige, weiche, rötliche Einschlüsse von *Baryt.*

Aufschlüsse finden sich an folgenden Orten:

— Gebiet Baggenbrunnen NW Schleitheim, noch gelegentlich für Waldwegbeschotterung benützter Steinbruch (Koord. 677'700/290'050/530). Im oberen Teil des Dolomits: reiner, feiner, loser *Dolomitsand,* aus unverfestigten Einzelkriställchen bestehend.

— Hohlweg am NW-Rand von Schleitheim (Koord. 678'240/289'280/480). Uebergang zur Lettenkohle.

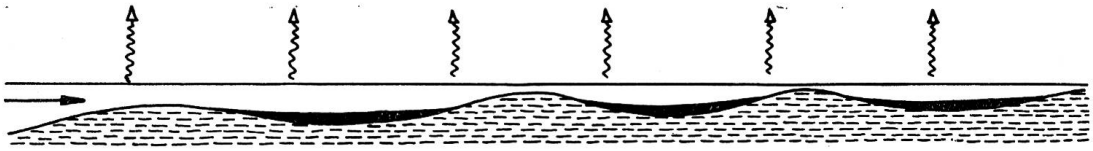


Abb. IV Schematische Darstellung der Bedingungen bei der Entstehung der Gips- und Anhydritvorkommen der Trias: flaches Meer mit Lagunen oder auch isolierten Seen. Wasserverdunstung (gewellte Pfeile) stark bei trocken-warmem Klima, Wasserzufuhr aus Meeresteilen mit tieferem Wasserstand (horizontaler Pfeil). Anreicherung der Salzkonzentration und zuerst Ausscheidung von Gips (schwarz). Bei extremen Verhältnissen und zunehmender Konzentration auch Ausscheidung von Salz.

— SW Schleitheim, Steinbruch S Talmühle (Koord. 677'200/288'370/510).

— Schärersgraben, 2,2 km WNW Hallau (Koord. 674'660/284'550/485). Uebergang zur Lettenkohle. Materialien zur Beschotterung von Waldwegen benützt.

Die Dolomite des oberen Muschelkalks und auch der Lettenkohle müssen in flachen Meeresbecken unter dem damals herrschenden, trocken-heissen Klima direkt aus dem Meerwasser auskristallisiert sein. Die Entstehung solcher Dolomite kann auch heute noch nicht in jeder Hinsicht befriedigend erklärt werden.

Lettenkohle (unterer Keuper)

Die Lettenkohle (siehe Profil Abb. III) ist keine Kohleschicht. Sie führt allerdings in der badischen Nachbarschicht gelegentlich etwas Kohle, woher die Bezeichnung stammt. Sie geht ohne deutliche Grenze aus dem Trigonodusdolomit hervor, und die unterste Partie (1—2 m) ist als fossilreicher *Dolomit* ausgebildet (reich an Muschelschalen, von denen aber im Dolomit nur noch die Hohlräume des herausgelösten Schalenmaterials erhalten sind). Ueber dieser Dolomitschicht folgt eine 60 bis 70 cm mächtige, graue, glimmrig-sandig-tonige Partie mit kohligen Pflanzenresten, nochmals überlagert von rund 2 m brüchigem Dolomit.

Der Dolomit der Lettenkohle führt Markasitknollen (Schleitheim), kleine *Kalzitdrusen* (Schärersgraben) und grössere lockere Knollen von *Goethit/Limonit.*

Aufschlüsse: Hohlweg Schleitheim (Koord. 678'240/289'280/480), Schärersgraben 2,2 km WNW Hallau (Koord. 674'660/284'550/485).

Mittlerer Keuper

Keupermergel

Der grössere Teil des Keupers ist tonig-mergelig ausgebildet. Charakteristisch sind violette, teilweise aber auch grüne und schwarze Mergel. Vor allem in den grünen und violetten Partien ist der Ton zum Teil ein sehr reiner *Illit.* Die Keupertone wurden durch Meeresströmungen in sehr feingeschlämmter Form zuge-

führt und in vermutlich deutlich salzigem Milieu abgelagert. Eingelagert sind stellenweise dünne, feinkristalline *Dolomitlagen* (Hallerberg SE Schleitheim).

In die Keupermergel eingelagert sind Gipsvorkommen *(Alabaster, Fasergips* und gewöhnlicher Gipsstein). Aufgelassene Gruben finden sich NE Schleitheim (Birbistel/Lachenbruch, Koord. 679'000/291'000/590) und E des Salzbrunnens/ Schleitheim (Koord. 678'400/288'450/500).

Schilfsandstein

Feinkörniger, braunroter oder grüner, weicher Sandstein. Wichtigste Aufschlüsse (nebst kleineren Vorkommen im Gebiet Hallauerberg und Beggingen):

— Seewisteinbruch, 1,7 km WNW Beggingen (lieferte früher Bausteine)

— aufgelassene Tongrube Hallerberg E Schleitheim (Schilfsandsteinlage in der obersten Partie; enthielt *verkieseltes Holz*)

— W-Seite Silstig (SW Schleitheim)

— Scheibenstand Hallau-Watelen

Mineralführung: in Form von Sandkörnern: *Quarz, Feldspat, Muskowit, Biotit, Granat, Apatit, Ilmenit, Zirkon, Rutil, Anatas, Turmalin, Brookit.* Im Seewisteinbruch in Klüften schöne Kalzitbeläge (irrtümlicherweise oft als Aragonit betrachtet).

Durröhrlestein / Hauptsteinmergel

In der bunten Mergelzone zwischen Schilfsandstein und Stubensandstein gelegen. Kalkstein bis mergeliger Dolomit von sehr veränderlicher Ausbildung. In der klassischen Form des Durröhrlesteins grauer bis leicht violetter Kalkstein mit zahlreichen, teilweise parallel zur Schichtung laufenden, teilweise aber stark verbogenen Lagen von schönem, stengeligem, schwarzem *Kalzit (Anthrakolith).* In kleinen Hohlräumen oft *Baryt* und *Coelestin,* selten *Malachit.*

Als typischer Durröhrlestein vorkommend:

— im Tal des Chrebsbachs SE Schleitheim, rechte Talseite, bei Koord. 679'540/289'480/550 (bester Aufschluss), S des Huebhofs und einige hundert Meter weiter in Richtung Hohbrugg.

— am Hallerberg E Schleitheim im Hohlweg bei Koord. 679'540/289'480/560.

— im Gündistel, rechte Seite des Tälchens, bei Koord. 679'780/289'940/550.

— als Gerölle nicht selten im Wutachschotter.

Im Steinbruch Seewi ist der Hauptsteinmergel nicht sehr typisch ausgebildet, führt aber gelegentlich relativ grosse *Barytkristalle.*

Stubensandstein

Grober, quarzreicher Sandstein mit relativ viel Feldspat. Am besten aufgeschlossen im Seewisteinbruch, 1,7 km WNW Beggingen, ca. 2 m mächtig. Gelegentlich mit *Coelestin* und *Baryt.* Führt geringe Mengen an *Gold.*

In Richtung auf den westlichen Klettgau und den Aargau geht der Stubensandstein in Kalk und Dolomit über (er entspricht ungefähr dem Gansinger Dolomit). Man findet diese Ausbildung schon im Gebiet des Seewisteinbruchs.

Rhät (oberer Keuper)

F. SCHALCH (1919) hatte die Rhätstufe 1915 durch eine Grabung in der «Bratelen» SW des Bürgerheims Hallau, knapp 2 km W Oberhallau erstmals im Kanton Schaffhausen nachgewiesen. Auf den Schalchschen Karten ist die Rhätstufe jedoch nirgends aufgeführt. Das Rhät von Hallau wurde durch eine weitere Grabung von B. PEYER im Jahre 1942 bekannt, die Funde von sehr kleinen Zähnchen der ersten zu den Säugetieren überleitenden Wirbeltiere lieferte (B. PEYER, 1956).

Das Rhät konnte durch den Verfasser im Laufe der im Gange befindlichen Kartierungsarbeiten für Blatt 1031, Neunkirch, des Geologischen Atlas der Schweiz 1 : 25 000 an einer Reihe von weiteren Stellen festgestellt werden. Es besteht aus grünlichen, sehr reinen *Illit-Montmorillonit-Mixed-Layer-Tonen.* Darin eingelagert sind Kalkgrusschichten noch unsicherer Entstehung, die oft Knochenreste führen.

Die wichtigste Fundstelle liegt in nächster Nähe der erwähnten Grabungsstelle, im Töbelchen SW P. 585,7 (Schwarzbuck, W der Hallauer Berghöfe) bei Koord. 675'900/284'620/560, ist aber stark zerfallen.

Jura

Lias

Die Schichten des Lias treten von Beggingen über das Gebiet SE Schleitheim und über Siblingerhöhe und Hallauerberg bis nach Trasadingen an die Oberfläche. Von mineralogischem Interesse sind die nachfolgend aufgeführten Horizonte:

Angulatenschichten und Arietenkalk

(Die Stufen sind nach den darin vorkommenden Leitfossilien in Form von Ammoniten benannt.)

Die kaum mehr als 1/2 m mächtige Angulatenschicht an der Basis des Arietenkalks enthält fladenförmige, gelbbraune Kalkgebilde (Geoden), die von Bohrmuscheln angebohrt sind. Die Hohlräume sind mit Chlorit ausgefüllt. Zwischen Angulatenschicht und dem fossilreichen Arietenkalk finden sich geringmächtige *Eisen-Oolith-Bildungen* ähnlich den Eisenerzbildungen des obersten Doggers. Im Arietenkalk selbst tritt Eisenhydroxyd in Form von *Limonit/ Goethit* auf.

Einige Fundstellen:

Der 5—6 m mächtige Arietenkalk tritt im Gelände als deutliche Steilstufe hervor, die in der Regel mit Gebüsch bewachsen ist.

— Beggingen, Weganschnitt N oberhalb der Kirche, ebenso am östlichen Dorfrand und im Tälchen SW Löberen.

— Schleitheim: Rüetisberg, Hallerberg, Santiergen, NW-Seite Buckforen, N Näppental.

— Hallauerberg: Der Arietenkalk zieht sich über den ganzen Hallauer Bergrücken. Grube W Hammel, Oberhallauerberg; Strasse Röti—Bratelen W Bürgerheim Hallau, Gegend N Trasadingen.

Obtususton

Dieser komplex zusammengesetzte Ton wird am N-Rand von Beggingen abgebaut (Ziegelei Paradies).

Spinatusbänke

Diese relativ dünne, graue Kalksteinschicht mit zahlreichen Belemniten ist meist nur vorübergehend in Baugruben sichtbar. Sie führt *Phosphoritknollen* (Koprolithen, vermutlich von Sauriern). Deponiertes Aushubmaterial in der Arietenkalkgrube Oberhallauerberg, W des Hammel.

Posidonienschiefer

Die dunkelgrauen Posidonienschiefer enthalten Stinkkalkbänke mit einem schwachen Bitumengehalt (Geruch beim Zerschlagen). Der Bitumengehalt liegt unter 2 Prozent (J. HÜBSCHER, 1945). Die Schiefer führen flachgedrückte Ammoniten und Muscheln (Posidonia Bronni), die z. T. *pyritisiert* sind, nebst sonstigen *Pyriteinlagen.*

Fundstellen:

— 1971—1973 Baugrube Wasserreservoir Gächlingen (Koord. 679'600/285' 250/510). *Pyritisierte* Fossilien und ein teilweise *verkieselter Baumstamm* mit kohliger Rindenzone, durchsetzt mit *Baryt.*

— Siblingerhöhe, Weganschnitt (Koord. 680'120/286'050/540).

— Buckforen (Koord. 680'000/287'240/580). Weganschnitt. Mit querverlaufender *Kalzitkluft.*

— Hohlweg SE-Teil von Beggingen, Strasse zum Randenübergang (Koord. 682'500/291'000/565).

Dogger

Die zahlreichen grauschwarzen, schiefrigen Tonkomplexe des Doggers sind Ablagerungen grösserer Meerestiefe. Sie enthalten *Illit* nebst etwas *Kaolinit* als häufigste Tonmineralien, daneben geringe Mengen an kohliger Substanz.

Der *Opalinuston* ist der mächtigste und verbreitetste zusammenhängende Tonkomplex der Schweiz, vom Kanton Schaffhausen bis in den Aargau als grobkeramischer Rohstoff zugänglich und abgebaut: im Kanton Schaffhausen in den Gruben Siblingerhöhe und Hinter Pflumm. Er enthält gelegentlich *Pyrit.*

In den höheren Doggerstufen kommen *Eisen-Oolithe* vor: der Subfurcatus-Oolith (W-Grat des Schleitheimer Schlossrandens, K. 705 m) und der *Eisen-Oolith des Callovien (Macrocephalus-Oolith,* oberster Dogger). Der Macrocephalus-Oolith erreicht im Kanton Schaffhausen meist kaum mehr als 1 m Mächtigkeit und wenig mehr als 20 % Fe (J. HÜBSCHER, 1948). Es handelt sich um die gleiche Schicht, die während des Krieges in der Gegend von Blumberg (20 % Fe) und bis vor wenigen Jahren W Herznach im Aargau (27—30 % Fe) abgebaut wurde. Das *Eisenerz* ist in Form von konzentrisch struierten Körnchen (limonitisch-goethitisch) von rund 1 mm Durchmesser angereichert, die in einer eisenärmeren, tonig-kalkigen Grundmasse auftreten.

Fundstellen:

— W-Grat des Schleitheimer Schlossrandens auf 760 m Höhe.

— Strasse zum Langranden W Räckholterenbuck (Koord. 680'980/287'250/740).

— 500 m SW des Siblinger Randenhauses (Koord. 682'140/287'030/690, Grabungsstelle), auf der linken Seite des Churztals.

— Langtal E Siblingen (Koord. 682'260/285'380/620).

Malm (Weisser Jura)

Im Gegensatz zum tonreichen Dogger kommen im Malm helle Kalksteinablagerungen vermehrt zur Geltung. Sie deuten auf Hebung des Meeresbodens und Ablagerung in einem wenig tiefen Schelfmeer (gegen Ende der Weissjurazeit

etwa 100 bis 200 m tief). Sie wechseln ab mit kalkreichen Mergelhorizonten, in denen *Illit* als Tonmineral dominiert (R. GYGI, 1969).

Besonders zu erwähnen sind:

Der *Ornatenton* unmittelbar über dem Macrocephalus-Eisen-Oolith, meist kaum mehr als 20 cm mächtig, ist ein grauer Ton mit hohem Gehalt an grünen *Glaukonitkörnchen.* Er enthält daneben einen beträchtlichen Anteil an weissem, feinem Quarzsand mit bemerkenswert hohem Schwermineralgehalt. *Ilmenit, Zirkon, Rutil* und *Anatas* sind die wesentlichsten Mineralien.

Ueber dem Ornatenton folgen die *Birmensdorfer Schichten.* Ihre Basis ist kalkig, fossilreich und enthält ebenfalls viel *Glaukonit.* Etwa 10 cm über dem Ornatenton enthalten sie eine nur wenige cm dicke, graue Tonschicht, die dem Ornatenton gleicht. Sie führt *Quarzsand, Glaukonit, Ilmenit, Zirkon, Rutil* und *Anatas,* daneben aber — im Vergleich zu den übrigen Schwermineralien — auffallend grosse *Apatite,* die möglicherweise vulkanischer Herkunft sind.

Die Fundstellen der beiden genannten Horizonte sind die gleichen wie jene des Macrocephalus-Eisen-Ooliths.

Die *wohlgeschichteten Kalke* führen stellenweise in Crinoidenbänken (Stielglieder von Seelilien) etwas *Glaukonit,* so im Steinbruch an der Spitalhalde N Löhningen (Koord. 683'820/285'080/665).

Glaukonit tritt auch im oberen Teil der *mittleren Malmmergel* (γ-Mergel) und in den *Pseudomutabilis-Schichten* auf (Fundstellen siehe Tonmineralien, Glaukonit).

Die höchsten Malmkalkschichten enthalten vor allem in der Gegend von Thayngen massige, grobkörnige, kalzitische Partien (Steinbruch Wippel), die zum Teil auch bräunlich oder rötlich gefärbt sind.

Tertiär

Die Siderolith-Formation (Bohnerz — Bolustone — Huppererden)

Zu Ende der Jurazeit hob sich unser Gebiet aus dem Meer empor, und die Küste wich nach Süden zurück. Auf der Festlandoberfläche bildeten sich während der Kreide- und vor allem der Alttertiärzeit Roterdeböden, die auf der verkarsteten Juraoberfläche erhalten blieben und Schratten und oft tiefe Spalten füllen (Abb. V). Ein Teil der obersten Juraschichten wurden durch häufige Niederschläge bei warmem Klima aufgelöst, und es blieben tonige Rückstände. Anderes Material wurde durch wadiartige Flüsse zugeführt und durch Jahrmillionen hindurch vom Regenwasser entkalkt, ausgelaugt und in seiner Zusammensetzung verändert.

Bohnerze entstanden bei eisenreichem Ausgangsmaterial. Im aggressiven Regenwasser löste sich Eisen und schied sich in tieferen Horizonten wieder als

Eisenhydroxydgel um einen Kristallisationskeim konzentrisch wachsend ab. Es entstanden Erzbohnen, die stets in Boluston (Erzlehm) eingebettet sind. Die Bohnen bestehen aus *Goethit* und *Limonit* und enthalten etwa 40 bis 45 % Fe (siehe F. BAUMBERGER, 1923, F. HOFMANN, 1967). Selten sind Erzbohnen aus *Hämatit* (Röti, Neuhausen am Rheinfall). Hauptvorkommen: Lauferberg, Wasenhau, Häming, Wannenberg, Pantli, Stetten, Lohn.

Abgebaut wurde im Klettgau von 1678 bis 1770 und von 1802 bis 1850, auf dem Reiat von 1810 bis 1850.

Das Erz wurde aus unzähligen kleinen Löchern gewonnen, in der Regel im Tagebau, gelegentlich mit kurzen Schächten und Stollen. Durch Auswittern an der Luft und Waschen konnten die Erzbohnen vom Boluston getrennt und angereichert werden.

Die Bolustone treten als Zwischenmittel der Bohnerze oder auch in reiner, erzfreier Form auf. Sie entstanden aus vorwiegend illitischen Tonen durch Kieselsäure-Auslaugung unter dem Einfluss aggressiver Regenwässer während Millionen von Jahren und wandelten sich zu *Kaolinit* um. Bei niedrigem Eisengehalt sind die Bolustone ziemlich feuerfest.

Vorkommen: vor allem auf dem Reiat (Stetten, Lohn) und im Färberwiesli, 1,5 km ENE Beringen. Häufig auch in tiefreichenden Karstschratten und

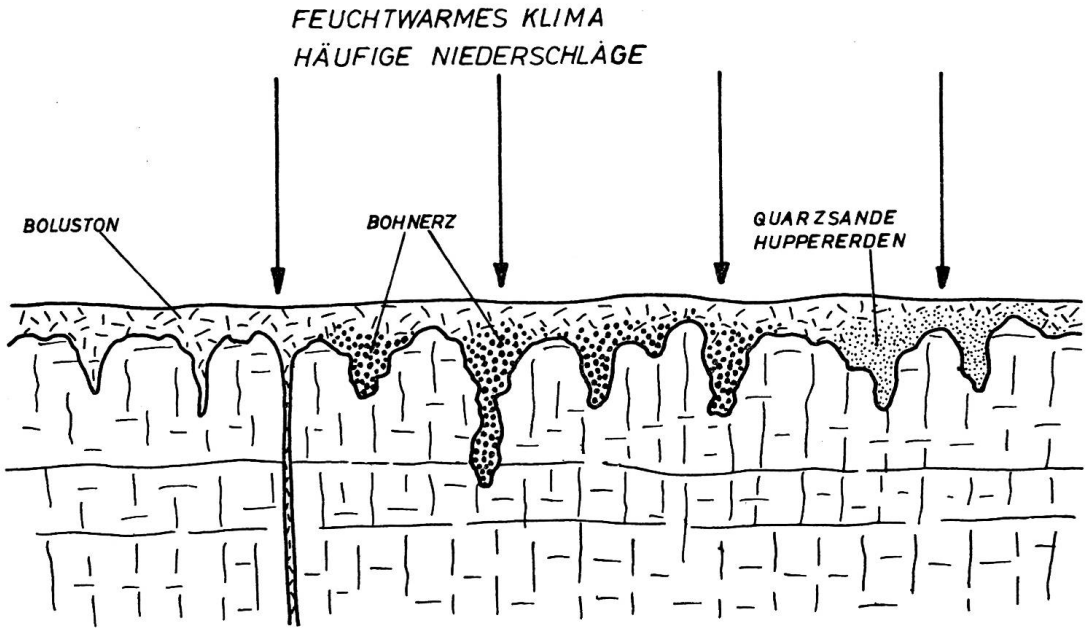


Abb. V Schema der Entstehung der Bolustone, Bohnerze, Quarzsande und Huppererden (Siderolithbildungen) des Alttertiärs auf der festländischen Karstoberfläche der obersten Juraschichten. Auflösung der nichtresistenten Stoffe durch aggressive Auslaugungsverwitterung in feuchtwarmem Klima. Umwandlung gewöhnlicher Tone in Kaolinite, Auflösung von Eisen und Wiederausscheidung von Eisenhydroxyd in Form von Bohnerzknollen, Entstehung reiner Quarzsande, je nach vorliegendem Ausgangsmaterial.

Spalten im Malmkalk (vgl. F. HOFMANN, 1967), oft bis in die wohlgeschichteten Kalke hinunter reichend.

Quarzsande und Huppererden, wie sie z. B. im Berner, Solothurner und Basler Jura relativ häufig vorkommen, sind im Gebiet des Kantons Schaffhausen selten. Sie entstanden durch Auslaugungsverwitterung aus wohl meist durch zeitweilige Flussläufe der Kreidezeit zugeführten Sanden. Die gegen chemische Verwitterung nicht widerstandsfähigen Mineralien (wie Feldspäte) wurden dabei eliminiert, und es verbleiben reine, mehr oder weniger weisse *Quarzsande,* in denen geringe Mengen verwitterungsbeständiger Schwermineralien vorkommen *(Zirkon, Rutil, Disthen, Anatas, Andalusit, Brookit).*

Vorkommen:

— Spaltenfüllung im wohlgeschichteten Kalk am Siblinger Randen (siehe unter Quarz).

— kleine Vorkommen kaolinitischer Quarzsande (Huppererden) in der Gegend von Bargen (heute zum Teil überwachsen): NW Bargen, Koord. 687' 340/294'820/675; 687'480/294'830/670; Spaltenfüllung eines gröberen, aber nicht sehr reinen Huppersandes direkt SE Bargen, Koord. 688'100/294'000/605.

Gelberden und Krustenkalke

Ueber der Bolus-Bohnerz-Formation liegt im Kanton Schaffhausen stellenweise eine nie mehr als 3 bis 4 m mächtige Formation von Gelberden (Rheinfallgebiet, Areal SIG Neuhausen am Rheinfall) oder von Krustenkalken (Lohn, Hofstetten/Neuhausen am Rheinfall). Diese Bildungen entstanden im Alttertiär: das Klima war von feuchtwarmen zu trockenen Bedingungen übergegangen. Anstelle der Auslaugungsverwitterung trat — immer noch unter festländischen Verhältnissen ohne wesentliche Sedimentation zugeführten Materials — Bildung von Kalkkrusten durch aufsteigende Lösungen, deren Wasser an der Oberfläche verdunstete: dadurch entstanden Krustenkalkausscheidungen (Abb. VI). Ausserdem wurde windverblasener, teilweise auch verschwemmter Boluston abgelagert, und lokal entstanden sogar Sanddünen (Laufen am Rheinfall, F. HOFMANN, 1967).

In den Krustenkalken von Lohn entstanden unter diesen Bedingungen *Manganknollen* und *Pyrolusit*-Ausscheidungen. Gelegentlich tritt *Ankerit* in kleinen Körnchen auf.

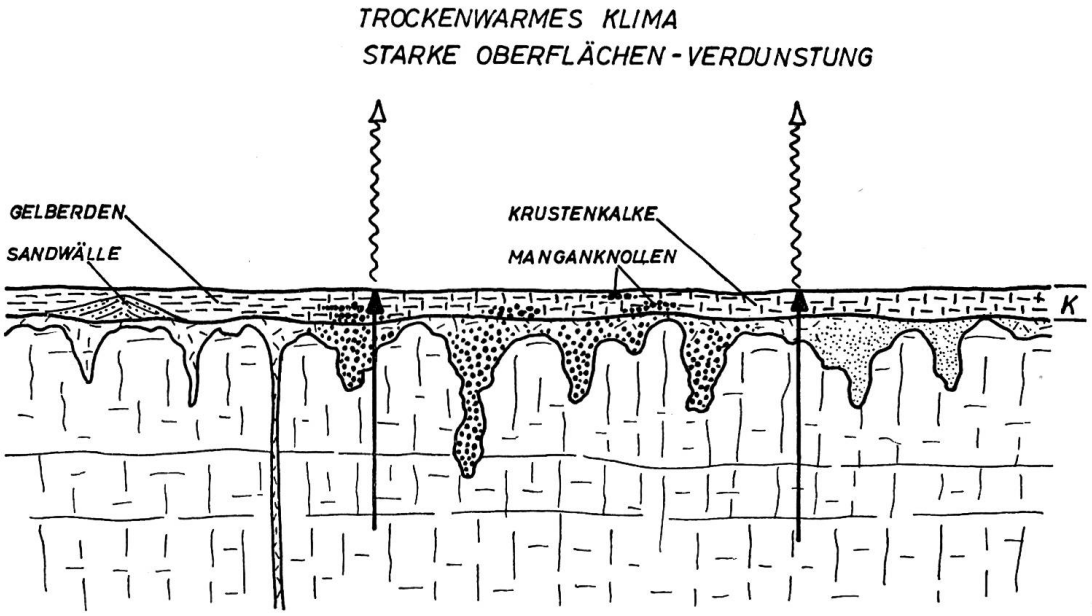


Abb. VI Entstehung von Gelberden und Krustenkalken über der Siderolithformation (Abb. V) zur Zeit des Altoligozäns. Aufsteigende, kalk-, eisen- und manganreiche Lösungen verdunsten an der Oberfläche, und es bilden sich Krustenkalke, Manganknollen und Pyrolusit. Verwehungen und Verschwemmungen von Bolustonen ergeben Gelberden (Kaolinitmergel).

Die Molasse

Als Molasse bezeichnet man die Ausfüllung des Senkungstroges im Alpenvorland, vorwiegend mit alpinen Verwitterungs- und Abtragungsmaterial, abgelagert zur Zeit des mittleren und jüngeren Tertiärs, als die Alpen entstanden.

Der Kanton Schaffhausen liegt am Nordrand des Molassebeckens. Abb. VII gibt einen Querschnitt durch dessen Nordteil, wie es sich zu Ende der Molassezeit präsentierte (F. HOFMANN, 1967). Die heutige Landschaft wurde durch tektonische Bewegungen und durch mannigfache Erosionsvorgänge daraus herauspräpariert.

Zur Zeit der *unteren Süsswassermolasse* lagerten alpine Flüsse von SW her Mergel und vor allem feldspatreiche, granitische Sande im Molassebecken ab. Im Kanton Schaffhausen sind diese Ablagerungen in Relikten im Gebiet Schaffhausen-Neuhausen ab und zu in Baugruben sichtbar, sodann im Neuhauser Wald, im Zieglerhau (SW Lauferberg) und im Rheindurchbruch von Rüdlingen—Eglisau. Die Sande führen *Quarz, Feldspäte, Granat, Apatit, Zirkon, Rutil.*

Die *obere Meeresmolasse* ist wesentlich komplizierter zusammengesetzt (Abb. VII). Die ältesten Ablagerungen (*glaukonitführende* Sande) finden sich im Rheindurchbruch von Rüdlingen—Eglisau.

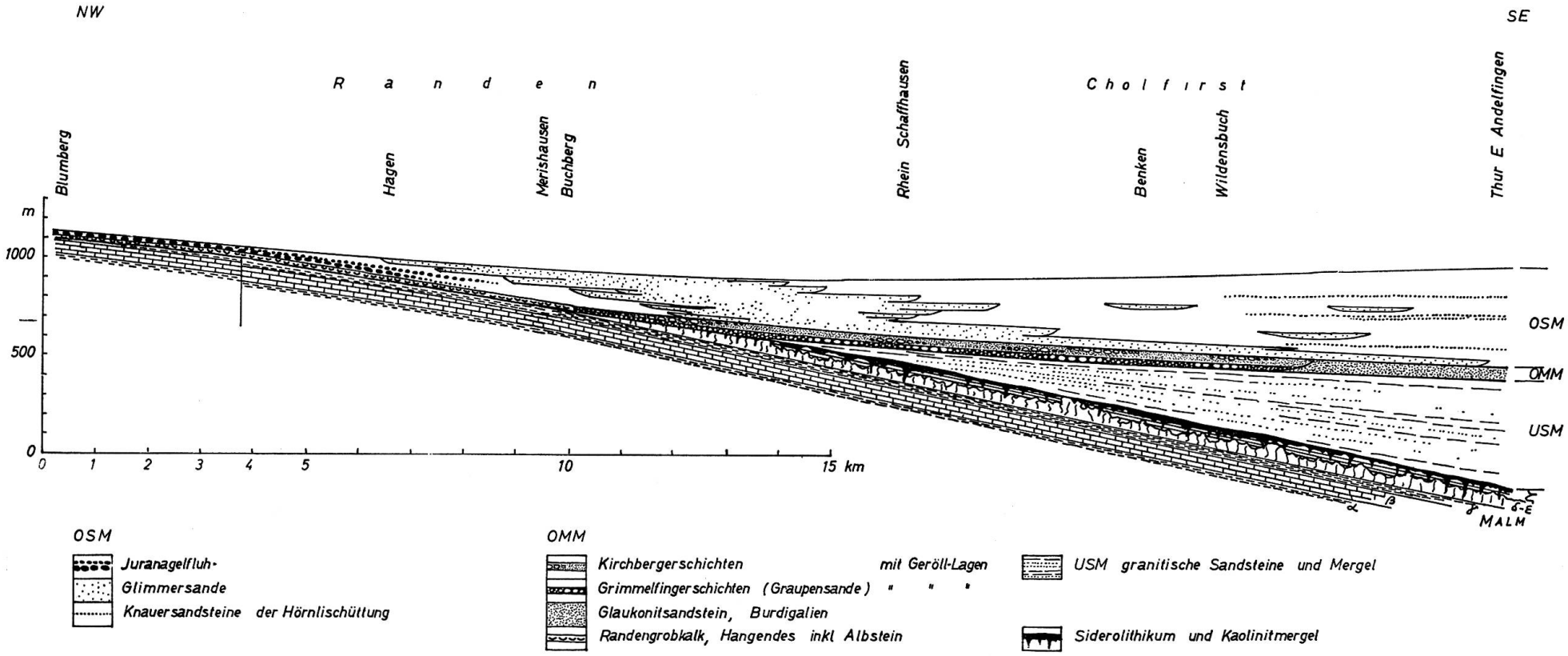


Abb. VII Die Molasseablagerungen in der Gegend von Schaffhausen zu Ende der Molassezeit. Die heutige Landschaft wurde durch Mitwirkung tektonischer Vorgänge, vor allem aber durch Erosion und eiszeitliche Ablagerungen aus dem dargestellten Zustand herausgeformt. OSM obere Süsswassermolasse, OMM obere Meeresmolasse, USM untere Süsswassermolasse.

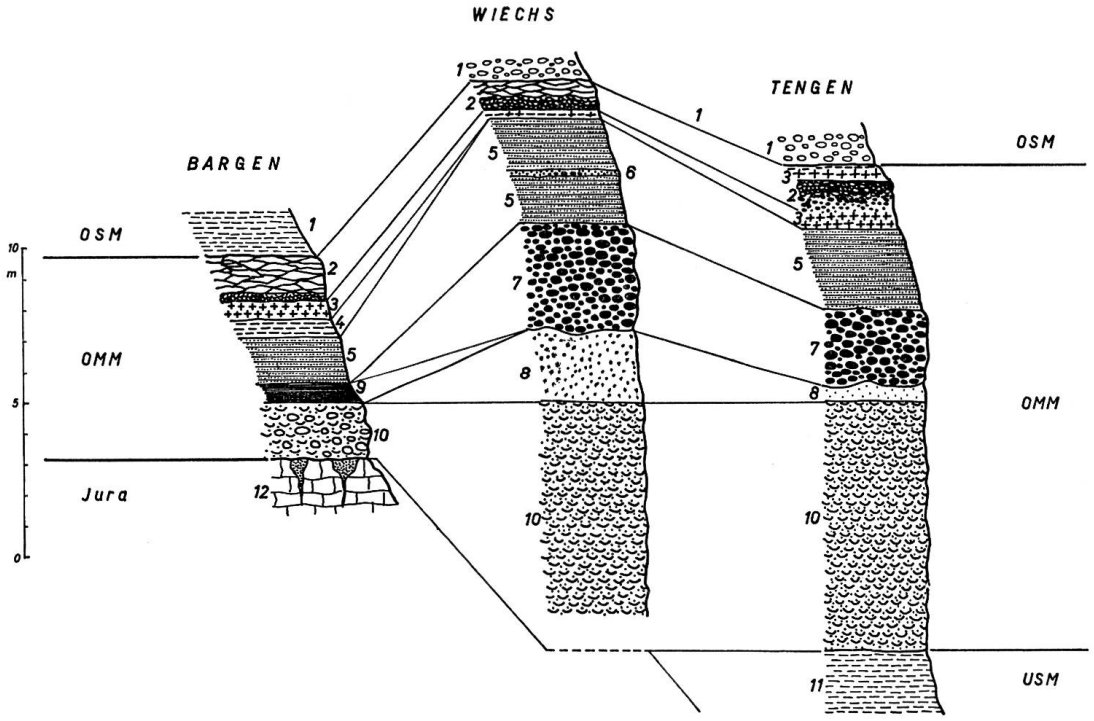


Abb. VIII Profile durch die obere Meeresmolasse am Nordrand des Molassemeeres nördlich von Schaffhausen. Das Profil Bargen ist heute überwachsen. OSM obere Süsswassermolasse, OMM obere Meeresmolasse, USM untere Süsswassermolasse. 1 Mergel und Konglomerathorizonte der Juranagelfluh, OSM 2 Krustenkalkbildung des Albsteins auf herausgehobenem, verlandetem Meeresboden und bei trocken-warmem Klima 3 Rote Helicidenmergel mit eingewehtem vulkanischem Aschenmaterial (Magnetit, Apatit, Sanidin, Melanit, Titanit, Biotit) 4 gelbe Mergel 5 Deckschichten aus der Verlandungsphase des Meeres 6 Einlagerung von Grobsand, aus E zugeführt 7 Austernnagelfluhen (Quarzitnagelfluhen) der Napfschüttung, mit Quarzit- und Granitgeröllen. Wichtigstes Schwermineral Epidot 8 Sandstein der Napfschüttung 9 marine Schiefermergel 10 Randengrobkalk (angeschwemmter Schill aus Meeresschnecken und -muscheln). Mit Grobsand aus E, teilweise Glaukonit enthaltend. Wichtigste Schwermineralien: Epidot, Granat, Disthen, Staurolith, Zirkon, selten Andalusit und Topas 11 Mergel der unteren Süsswassermolasse 12 Jurakalk mit Taschenausfüllungen aus Quarzsanden und Huppererden in der Gegend von Bargen.

An der Nordküste des Molassemeeres entstanden die Randengrobkalke (mit Quarzgrobsand, darin als seltene Schwermineralien *Andalusit* und *Topas*, nebst viel *Granat* und *Epidot* (Gegend von Bargen, Buchberg SW Merishausen). Teilweise führen die Grobkalke *Glaukonit*.

Die Verlandung des oberen Molassemeeres und die Heraushebung des Meeresbodens begann zuerst längs dessen Nordrandes und ist in den Molasseprofilen von Bargen, Wiechs und Tengen sehr deutlich zu erkennen (Abb. VIII; vgl. F. HOFMANN, 1967). Auf dem herausgehobenen Meeresboden entstanden landschnekkenführende, rote Mergel, deren Material teilweise durch den Wind zugeweht worden sein mag (Helicidenmergel). Diese Mergel führen im Gebiet Oberbargen—Bargen, aber auch bei Wiechs und Tengen (Grobkalkbrüche) Einstreuungen von vulkanischen Mineralien (Abb. IX), deren Herkunft noch nicht völlig gesichert ist (Kaiserstuhl?). Man findet Helicidenmergel mit vulkanischen Mineralien auch im Kanton Baselland (Tenniker Fluh) und im Aargau.

Diese Helicidenmergel sind in unserer Gegend meist nicht mehr als einen Meter mächtig. Die Hauptfundstelle Oberbargen (Koord. 685'000/294'700/730, Schürfloch) enthält in Sandkorngrösse *Sanidin, Melanit, Magnetit, Apatit* und *Titanit* nebst wenig *Biotit*. Die Gesamtmenge dieser Mineralien, die durch Lufttransport eingeweht wurden, liegt um 1 %. Sie sind aber durch Auswaschen leicht anzureichern. Bei den übrigen Fundstellen ist Sanidin selten oder fehlt, und auch Melanit tritt weniger häufig auf.

Im Tal von Bargen—Oberbargen konnten insgesamt 18 individuelle Fundstellen festgestellt werden (F. HOFMANN, 1958, 1967). In den roten Helicidenmergeln des Rutschgebietes westlich des Schweizer Zolls im Tal von Oberbargen sind *Titanit* und *Melanit* relativ häufig, ebenso am Hengstacker (rote Mergel am Weg längs des Waldrandes).

Die Grimmelfinger und Kirchberger Schichten

Die quarzreichen Sande von Benken-Wildensbuch und von Griessen (bad. Klettgau), die im Kanton Schaffhausen in Relikten auf dem Reiat und dem Klettgauer Rücken vorkommen, wurden rinnenförmig in der Trichtermündung eines Flusses abgelagert, der in der Gegend von Schaffhausen, von Osten her kommend, in das nach W zurückweichende Molassemeer floss.

Die Grobsande (Graupensande, Grimmelfinger Schichten) stammen aus einem Einzugsgebiet in Böhmen und den westlich angrenzenden Gebieten. Sie führen als Schwermineralien *Granat, Epidot, Disthen, Staurolith, Zirkon, Rutil* und selten, aber charakteristischerweise *Andalusit* und *Topas*. Typisch sind auch *rötliche Quarzkörner*. Diese Grobsandzufuhr aus Osten lässt sich auch in tieferen Horizonten der oberen Meeresmolasse nachweisen (z. B., wie bereits erwähnt, in den Randengrobkalken). Ihre westlichsten Spuren reichen bis gegen den Neuenburger Jura und das Gebiet von Bern (Imihubel).

In den Grobsandhorizonten kommen Geröllagen vor, die aus dem Napfdelta stammen, das zwischen den heutigen Städten Bern und Luzern ins Molassemeer hineinreichte. Flutkatastrophenartige Ereignisse förderten damals bis kopfgrosse Gerölle nach Nordosten und bis in die Grobsand-Trichtermündung hinein (F. HOFMANN, 1967). Die über den Grobsanden liegenden, feinkörnigen Sande der Kirchberger Schichten stammen im wesentlichen aus Westen und führen ebenfalls Geröllagen aus dem Napfsystem.

Typisch sind für diese Napfgerölle dichte, helle, glattgeschliffene *Quarzitgerölle*, die man auf dem Reiat, dem Chlosterfeld, im Altholz S Beringen und auf dem Klettgauer Rücken (Wasenhütte, Rossberg, Zieglerhau) als Molasserelikte häufig findet.

Die aus dem Napfschuttfächer stammenden Ablagerungen mit ihren Quarzitgeröllen führen als besonders interessantes Schwermineral *Goldflitter*, Napfgold, aber weit seltener als im Napfgebiet.

Die obere Süsswassermolasse

Zur Zeit der oberen Süsswassermolasse herrschten im Alpenvorland wieder festländische Verhältnisse: das Meer war zurückgewichen, und ein grosses Stromsystem floss von den Ostalpen her kommend über die Nordschweiz und über das Gebiet des heutigen Kettenjuras zum Mittelmeer. Es lagerte vor allem feine Glimmersande in Form von Strombettfüllungen ab (vgl. Abb. VII). Diese Sande führen *Quarz-*, *Dolomit-* und *Feldspatkörner* und relativ viel *Muskowitglimmer* und auch *Chlorit*, als Schwermineralien relativ viel *Granat*, *Ilmenit*, nebst *Epidot*, *Staurolith*, *Zoisit*, *Disthen*, *Apatit* und sehr wenig *Zirkon*, *Rutil*, *Chloritoid*, *Turmalin* und *Hornblende*. Die Glimmersande der oberen Süsswassermolasse kommen im oberen Kantonsteil vor (z. B. W und SW Ramsen an der Strasse nach Gailingen), und sie bauen einen grossen Teil des Schienerbergs auf (auf Kantonsgebiet vor allem Hohenklingen, Wolkenstein und Herrentisch, ausgenommen die auf diesen Höhenzügen auflagernden eiszeitlichen Deckenschotter). Besonders gute Aufschlüsse findet man in Hohlwegen S Wiesholz.

Die Schichten der oberen Süsswassermolasse von Thayngen (Buchberg-Schliffenhalde, mit *Gipseinlagerungen)* und der Gegend von Bargen wurden von Flüssen der Juranagelfluhschüttungen geliefert, die von NW her dem Glimmersandstrom zustrebten. Sie lagerten Juranagelfluh ab, vor allem aber ockerfarbene Mergel.

In den Juranagelfluhlagen N Bargen findet man gelegentlich rote *Karneolstückchen* aus dem Buntsandstein.

Vulkanische Einlagerungen in der oberen Süsswassermolasse

In der Gegend von Hofen—Bibern—Altdorf (Abb. IX) liegen in den Mergeln der oberen Süsswassermolasse dünne, maximal 50 cm dicke, auffallend rote Lagen, die stets vulkanische Mineralien von Sandkorngrösse in geringen Mengen enthalten (meist weniger als 1%, durch Waschen jedoch leicht anzureichern). *Magnetit* und *Apatit* herrschen vor, daneben findet man meist *Melanit* in geringen Anteilen.

Die Fundstellen dieser vulkanischen Tufflagen überwachsen meist schnell. Sichtbar ist gegenwärtig ein roter tuffitischer Mergelhorizont an der W-Seite des Hofemerhölzli (Strasse Bibern—Hofen).

An der Isenhalde W Hofen, 25 m SW Grenzpunkt Nr. 773, bei Koord. 692' 500/293'630/550 wurde 1962 bei Weganlagen ein vulkanischer Tuffschlot an-

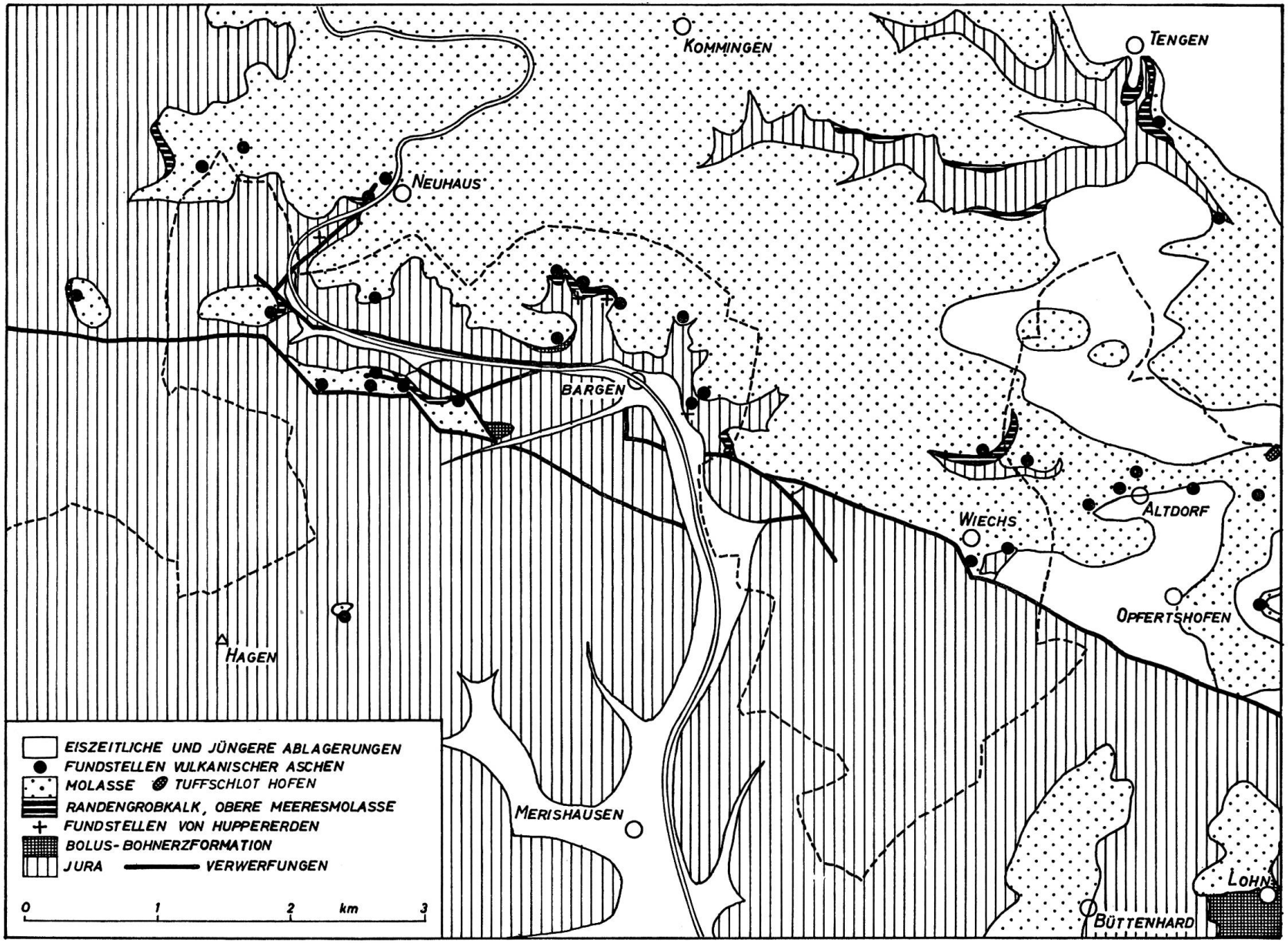


Abb. IX Geologische Skizze des nördlichen Randen- und Reiatgebietes (Randenverwerfung) mit den Vorkommen vulkanischer Erscheinungen.

geschnitten, der in einer äusseren Zone Auswürflinge von Molassematerial samt Stücken von roten, apatitreichen vulkanischen Tuffen führte, in einer inneren Zone aber sehr viel grüne Lapilli aus einem weitgehend in *Montmorillonit* umgewandelten basaltischen Lavagestein enthielt. *Pyroxen* und *Olivin* sind darin

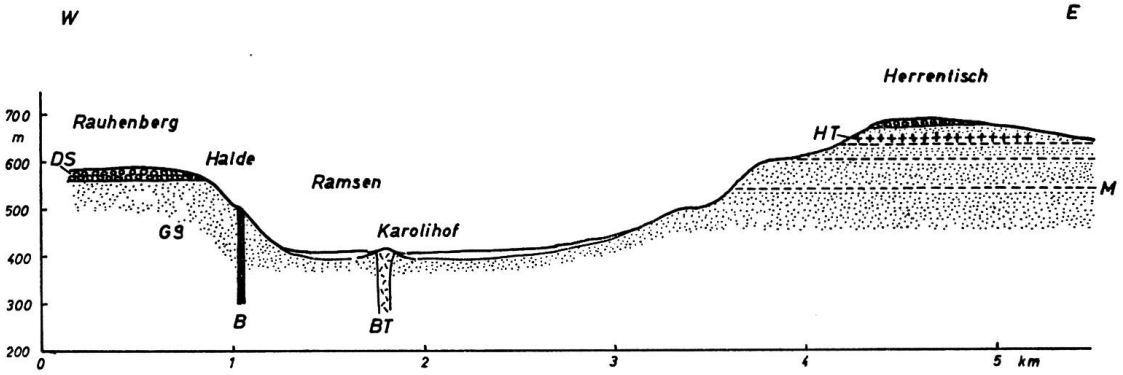


Abb. X Geologisches W-E-Profil durch die Gegend von Ramsen
GS Glimmersande des Ost-West-Stromsystems
M Mergelhorizonte
HT Hornblendetuff
BT Basalttuff
B Hegaubasalt (Nephelin-Melilithit)
DS eiszeitliche Deckenschotter

zersetzt, erhalten geblieben sind *Magnetit* und grössere *Biotite*. In einem Karbonatitauswürfling (aus *Kalzit* bestehend) wurde *Chromit* gefunden.

Auf dem Herrentisch liegt in der obersten erhaltenen Molasse, knapp unter dem Deckenschotter, eine bis 4 m mächtige Schicht vulkanischen Tuffs, aufgeschlossen auf der Nordseite des Herrentischs unter P. 678 auf Höhe 660 m. Der gleiche Horizont war 1959 in der Baugrube des Wasserreservoirs hinter dem Hirschenbrunnen S der Chrobachhütte aufgeschlossen. Mineralien: *Magnetit, Biotit, Hornblende, Augit, Apatit, Diopsid,* als Tonmineral in der Grundmasse *Beidellit (Montmorillonitgruppe).*

Unter P. 413, S Karolihof, 2,3 km S Ramsen ist ein Lapilli-Schlottuff der Melilithitphase des Hegauvulkanismus (Basaltphase) aufgeschlossen. Die Lapille bestehen aus dem relativ seltenen Tonmineral *Saponit* und enthalten auch *basaltischen Augit, Diopsid, Biotit* und wenig *Apatit.*

Hegaubasalt als Melilithit in Form einer vulkanischen Spaltenfüllung steht — als einziger Stelle auf Schweizer Gebiet — an der Halde W Ramsen an (F. HOFMANN, 1956). Aufschlüsse zwischen P. 522,1 und Halde auf etwa 490 bis 500 m Höhe. Mineralien: *Pyroxen (Augit), Melilith, Nephelin, Perowskit, Magnetit,* Einsprenglinge von *Olivin.* Ueber die Geologie der Gegend von Ramsen orientiert Abb. X.

Die eiszeitlichen Ablagerungen (Pleistozän)

Eiszeitliche Schotter und Moränen sind im Kanton Schaffhausen ziemlich verbreitet. Sie führen vorwiegend alpines Rheingletschermaterial. Mineralogisch von Interesse sind folgende Vorkommen:

Deckenschotter Schliffenhalde E Thayngen, unter P. 540,9: die Basiszone dieses Schotters, auf Molassemergeln auflagernd, führt auffallend viel grobkörnigen *Magnetit* (bis 3 mm) und Hegaubasaltblöcke.

Risszeitliche Hangmoränen, seitlich über den grossen Kiesgruben SE Beringen aufgeschlossen, führen relativ viele Phonolithblöcke aus dem Hegau als Geschiebe. Solche kommen auch auf dem Reiat nicht selten vor (z. B. N Lohn). In diesen Phonolithblöcken findet man *Sanidin, Aegirin, Nosean, Hauyn, Apatit, Titanit,* selten auch *Leucit.*

Die Schotter im Reiat und Klettgau führen allgemein etwas *Magnetit* aus verschwemmten Hegautuffen. Unter den üblichen Schwermineralien der eiszeitlichen Sande dominieren *Granat* und *Epidot.*

Spät- bis nacheiszeitliche Bildungen

Im Weier, 1 km S Thayngen, bekannt als Fundstätte für Pfahlbauten, liegen unter der Torfschicht des verlandeten Sees stellenweise Seekreidebildungen. Darin konnte eine nur wenige Millimeter mächtige vulkanogene Aschenlage erbohrt werden, die von der Vulkaneruption des Laachersees (Osteifel) stammt und als solche genau identifizierbar ist. Sie konnte durch systematische Bohrungen auch in einer Reihe anderer schweizerischer Moore nachgewiesen werden (F. HOFMANN, 1963). Diese windverblasene Asche ist 11 000 Jahre alt und enthält als besonders typisches vulkanisch-magmatisches Mineral *Pyroxen,* nebst *basaltischer Hornblende, Apatit, Zirkon, Titanit* und *Magnetit.*

Eine ähnliche Erscheinung sind Lagen braunen Tons, eingelagert im Malmkalk-Gehängeschutt des Räckholterenbucks am westlichen Langranden (Grube Koord. 680'900/287'400/730). Darin findet man im geringen Sandanteil in noch wesentlich kleineren Mengen als Schwermineralien *Biotit, Hornblende, Pyroxen* und *Apatit.* Der Ton selbst ist ein *Illit-Montmorillonit-Mixed-Layer-Mineral.* Es ist sehr wahrscheinlich, dass es sich bei diesem Ton im wesentlichen um vulkanisch eingewehten Staub handelt, wobei nach der Zusammensetzung die nacheiszeitlichen Eruptionen der Chaîne des Puys (Auvergne) in Frage kommen (Alter rund 8000 Jahre, vgl. F. HOFMANN, 1972).

1 Apatitkristall, Birmensdorfer Schichten, Churztal

2 Apatitkristalle, Helicidenmergel, Hofen

3 Fossiler Baumstamm, Baryt, Gächlingen

4 Disthen, Lohn

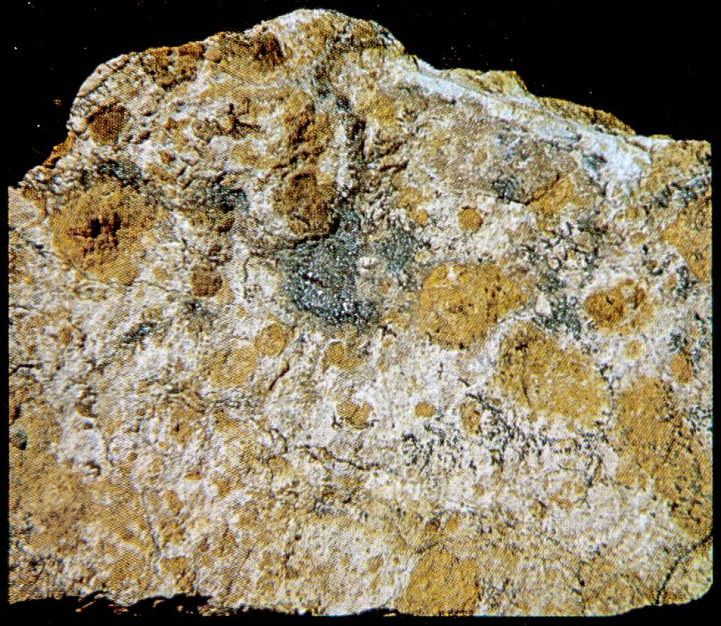
5 Gipskristalle, Steinbruch Wippel, Thayngen

6 Schwalbenschwanz-Gipskristall, Steinbruch Wippel, Thayngen

7 Schwalbenschwanz-Gipskristall, Steinbruch Wippel, Thayngen

8 Gipskristalle, ehemaliges Bergwerk Oberwiesen

9 Kalzit, Büttenhardt



10 Pyrolusit, Lohn

11 Kalzitkluft, Wippelsteinbruch

12 Kalzitkristalle, Seewisteinbruch

13 Brauneisenerz, Lohn

14 Rutilkristall, Churztal

15 Brauneisensteinknolle, Bargemer Randen

16 Manganitknolle, Lohn

17 Hämatitisches Bohnerz, Röti

18 Coelestin und Baryt, Seewisteinbruch

19 Durröhrlestein mit Coelestindruse, Schleitheim

20 Glaukonitkörner, Churztal

21 Oolithisches Eisenerz des oberen Doggers, Churztal

22 Granatkorn, Seewisteinbruch

23 Kalzitkristalle, Massenkalk SW Bargen

24 Kalzitkristalle, Muschelkalk, Wunderklingen

25 Kalzitdruse, Wippelsteinbruch, Thayngen

26 Kalzitkluft, Wippelsteinbruch, Thayngen

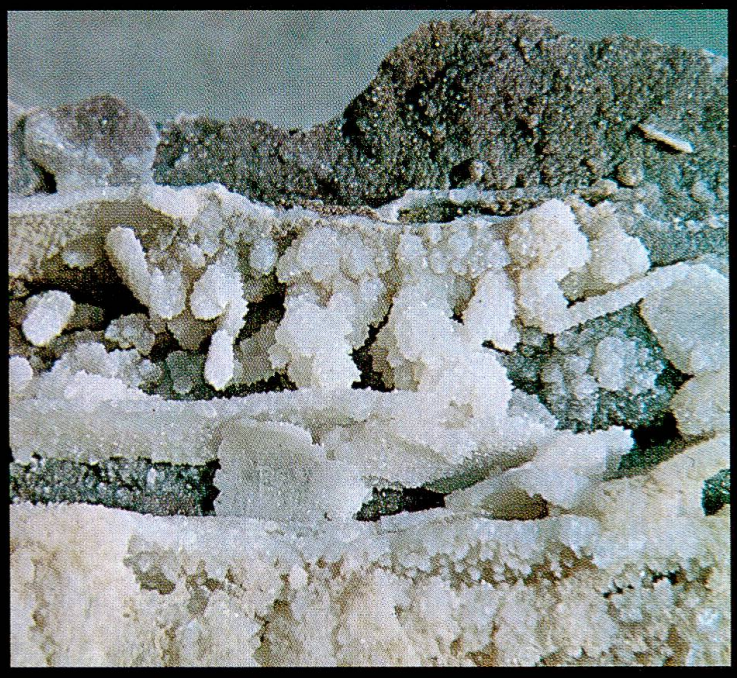
27 Durröhrlestein, Huebhof, Schleitheim

28 Magnetitkristalle, Schliffenhalde, Thayngen

29 Kalzitgruppe, Wippelsteinbruch, Thayngen

30 Kalzit, Seewisteinbruch

31 Kalzitkluft, Seewisteinbruch

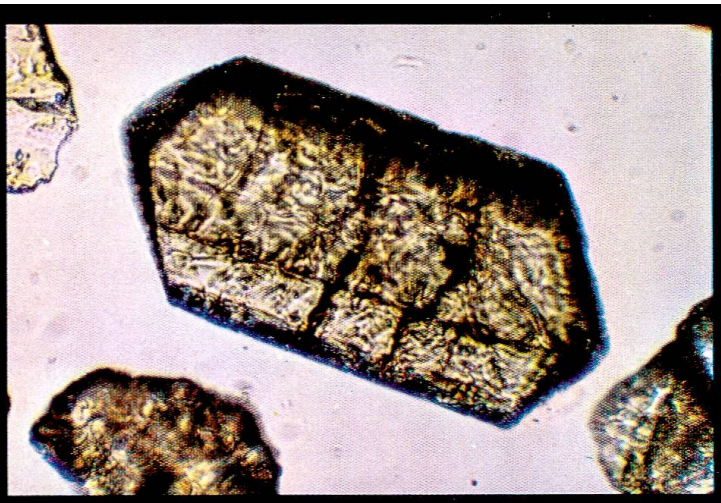


32 Kalzitkristalle, Seewisteinbruch

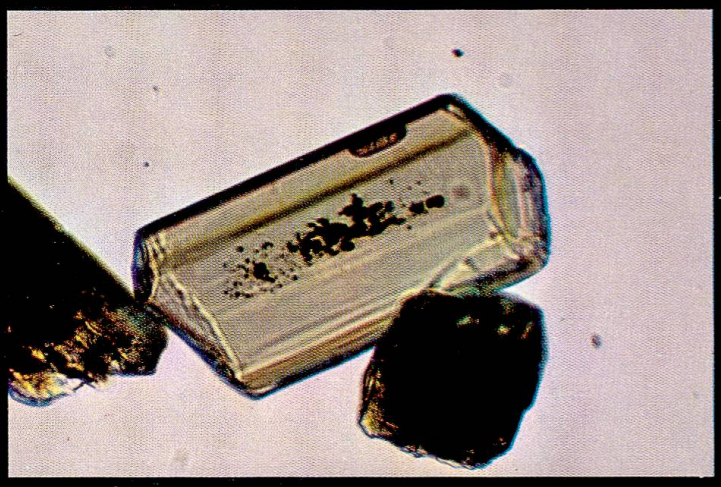
33 Durröhrlestein, Huebhof, SE Schleitheim

34 Bergseide, Langranden

35 Titanitkorn, Oberbargen

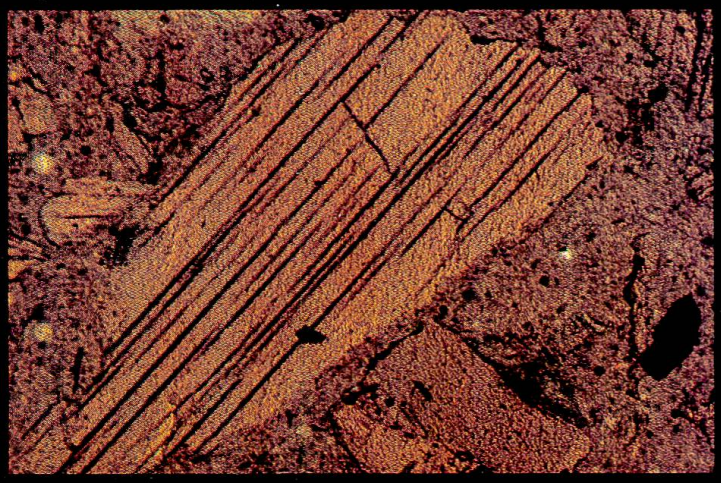


36 Augitkristall, Karolihof

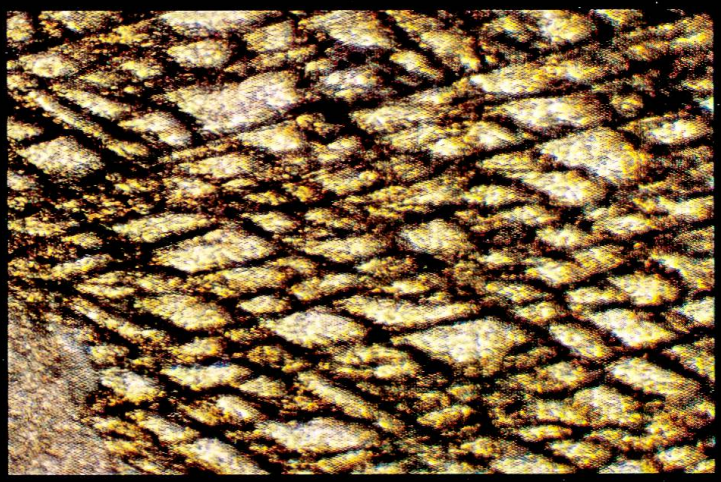


37 Turmalinkristall, Lohn

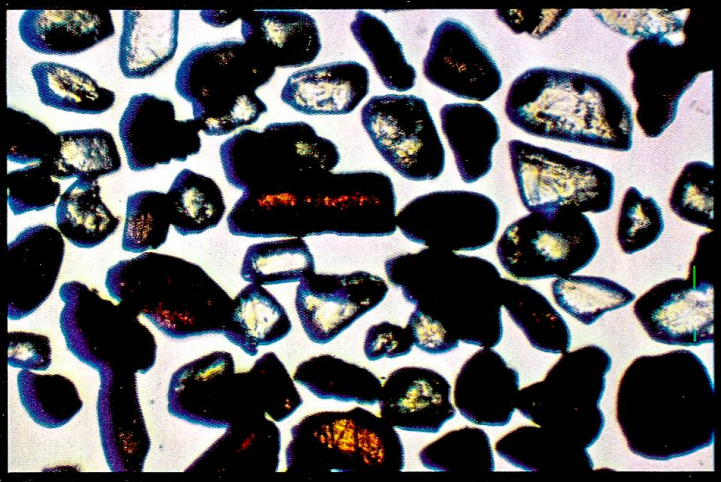
38 Staurolithkörner, Lohn



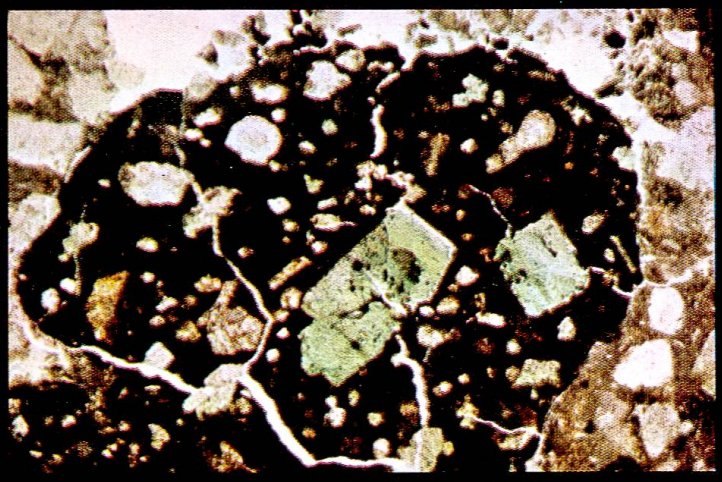
39 Hornblende, Herrentisch



40 Hornblendekristall, Herrentisch



41 Schwermineralfraktion Boluston, Freudental



42 Lapilliauswürfling, Karolihof

43 Markasitknolle, Wippelsteinbruch, Thayngen

44 Quarzdruse, Wutachschotter, Oberwiesen

45 Quarzkristalle, Quaderkalk, Freudental

46 Steinsalz, ehemaliges Bergwerk Wunderklingen

47 Boluston, Färberwiesli, Beringen

48 Zirkonkristall, Schilfsandstein, Hallerberg, Schleitheim

49 Zirkonkristall, Schilfsandstein, Hallerberg, Schleitheim

50 Zirkonkristalle aus der unteren Süsswassermolasse, Zieglerhau S Guntmadingen

Rezente Bildungen

Rezente Bildungen, d. h. Ablagerungen der Jetztzeit, kommen vor allem als Sande und Gerölle des Rheins vor, doch sind sie aus den eiszeitlichen Ablagerungen umgelagert.

Von Interesse sind *Granatseifen* in Rheinsanden der Uferzone oberhalb der Kläranlage Röti auf der rechten Seite des Rheins, d. h. durch Schweretrennungseffekte entstandene, relativ schwermineralreiche, dünne Lagen (bis etwa 3 mm). *Granat* und *Ilmenit* dominieren. Diese Schwermineralien dürften aus den Glimmersanden der oberen Süsswassermolasse des Unterseegebietes stammen und über die eiszeitlichen Umlagerungsprozesse in den heutigen Rhein gelangt sein.

Mineralienverzeichnis

Im nachfolgenden Mineralienverzeichnis sind die eiszeitlichen Ablagerungen (Sande und Kiese) nur insofern berücksichtigt, als es sich um für den Kanton Schaffhausen typische Vorkommen handelt. Es wäre ohne weiteres möglich, in glazial zugeführten Geröllen weitere Mineralien alpiner Herkunft nachzuweisen, doch erschien dies für die vorliegende Zusammenstellung nicht als sinnvoll.

Alabaster (siehe Gips)

Almandin (siehe Granat)

Anatas

TiO_2

Härte $5^1/_2$—6, Dichte 3,9.

Als Schwermineral. Pyramidale Formen, oft mit Prismen verbunden, braun bis gelbbraun, auch indigoblau, mit Streifung quer zur Prismenachse.

Im Schilfsandstein von Beggingen, Seewisteinbruch, Schleitheim (vgl. auch D. HELING, 1965), in deutlichen Mengen nachweisbar. Ebenso in der oberen Meeresmolasse von Büttenhardt und des übrigen Reiats (nach A. v. MOOS, 1935). Anatas kommt ebenfalls im Siderolithikum vor und wurde von TJ. PETERS (in

F. HOFMANN & TJ. PETERS, 1969) auch in der Tonfraktion der Bolustone von Lohn und Färberwiesli röntgenographisch erkannt.

Anatas und Brookit sind als Schwermineralien wesentlich seltener als die dritte Varietät von TiO_2, Rutil.

Andalusit

$Al_2[O \mid SiO_4]$

Rhombisch. Härte 7—7,5, Dichte 3,1—3,2.

Als seltenes Schwermineral, oft in verhältnismässig grossen Körnern bis zu 0,3 mm in den Graupensanden der oberen Meeresmolasse (Grobkalke, Grimmelfinger Schichten): im Kanton Schaffhausen auf dem Reiat (Lohn-Büttenhardt-Stetten), ausserhalb in den Quarzsanden von Benken-Wildensbuch (F. HOFMANN, 1967).

Ebenfalls deutlich in siderolithischen Huppererden und Quarzsanden (Bargen) und in Bolustonen im oberen Freudental und um Lohn. Im Körnerpräparat zeigt Andalusit einen deutlichen rosa Pleochroismus (Farbwechsel farblos-rosa in polarisiertem Licht). Chemisch, aber nicht mineralogisch entsprechen dem Andalusit die Mineralien Disthen und Sillimanit. Disthen ist weitaus am häufigsten als Schwermineral anzutreffen.

Ankerit

$CaFe(CO_3)_2$

Trigonal. Härte 3 1/2, Dichte 2,9—3,8.

Ankerit findet sich in kleinen Kriställchen von maximal 0,5 mm Grösse in den tonigen Lagen der altoligozänen Krustenkalkformation am Nordausgang von Lohn.

Anthrakolit (siehe Kalzit)

Anhydrit

$CaSO_4$

Rhombisch. Härte 3—4, Dichte 2,8—3,0.

Anhydrit ist im Gegensatz zu Gips wasserfreies Kalziumsulfat und kommt in der Anhydritgruppe des Muschelkalks vor, seinerzeit erschlossen durch das ehemalige Gipsbergwerk Oberwiesen-Schleitheim. Anhydrit ist Begleiter der dortigen Gipsvorkommen. Er tritt vor allem in tieferen Partien des Bergwerks auf, während er in dessen vorderen, oberflächennaheren Teilen mehr oder weniger in Gips umgewandelt ist.

Derzeit fehlen Oberflächenaufschlüsse. Anhydrit ist zur Herstellung von schnell abbindendem Gips nicht geeignet.

Apatit

$Ca_5[PO_4]_3[F, Cl, OH]$
Hexagonal. Härte 5, Dichte 3,2.

Apatit tritt im Kanton Schaffhausen in sehr verschiedenartigen Gesteinen auf, und zwar als vulkanisches Mineral in Tuffen wie auch als Schwermineral (ursprünglich auch magmatischer Herkunft) in Sanden, immer aber in Kristallen von höchstens 1 mm Länge.

Die wichtigsten Vorkommen:

Schilfsandstein: Vor allem im grünen Schilfsandstein von Schleitheim-Hallerberg ist Apatit in der Schwermineralfraktion ziemlich häufig. Nebst unregelmässig abgerollten Körnern treten vor allem auch sehr schöne, idiomorphe, kurz- bis mittelprismatische Kriställchen auf, die jenen der vulkanischen Tuffe des Jungtertiärs sehr ähnlich sind. Gleichartige Apatite kommen beispielsweise auch im stark zersetzten, vergrusten Granit von Wellendingen SE Bonndorf (an der Strasse) sehr häufig vor. Sie deuten auf eine mögliche Lieferquelle der Apatite im Schilfsandstein.

Stubensandstein: Im Stubensandstein des Seewisteinbruchs ist Apatit in gleicher Art vorhanden wie im Schilfsandstein, aber wesentlich seltener.

Birmensdorfer Schichten: Eine graue Tonlage von oft nur etwa 2 cm Mächtigkeit in der Basiszone der Birmensdorfer Schichten (unterster Malm) enthält relativ viel glaukonitreichen Sand, der eine zirkon- und rutilreiche Schwermineralfraktion führt. Darin finden sich in allen Fundstellen bis 1 mm lange, sehr schön idiomorphe Apatitkristalle (Abb. 1). Die unmittelbar unter den Birmensdorfer Schichten liegenden glaukonitreichen Ornatentone entsprechen der Tonlage der Birmensdorfer Schichten in jeder Hinsicht, doch fehlen in der ebenfalls zirkon-, rutil- und auch ilmenitreichen Schwermineralfraktion Apatite völlig. Dies erweckt den Verdacht, die Apatite der Birmensdorfer Schichten könnten vulkanischen Ursprungs sein.

Apatitführende Birmensdorfer Schichten wurden an den Fundstellen Räckholterenbuck am Langranden, Churztal und Langtal gefunden, aber auch am Eichberg NW Blumberg an dessen steilem Westabfall.

Helicidenmergel der oberen Süsswassermolasse: Die ziegelroten, meist weniger als 0,5 m mächtigen Helicidenmergel der oberen Meeresmolasse im Kanton Schaffhausen (Bargen—Oberbargen) enthalten stets vulkanische Ascheneinstreuungen und führen nebst Sanidin, Biotit, Magnetit, Melanit und Titanit vor allem Apatit in Form kurzer bis mittellanger, meist gut idiomorpher prismatischer Kriställchen, die selten grösser als 0,5 mm sind (Abb. 2). Der Gehalt der Mergel an vulkanischen Mineralien liegt bei maximal 1 %.

Vulkanische Tufflagen im Reiatgebiet: Dünne, rötliche Tuffmergellagen in der oberen Süsswassermolasse des Reiats (z. B. W-Seite des Hofemerhölzli im

Bibertal) führen in der Regel Magnetit und Melanit als wichtigste vulkanische Mineralien. Der Apatit ist zum Teil langprismatisch, und die Säulchen können gegen 1 mm lang sein.

Vulkanische Deckentuffe: Im Kanton Schaffhausen treten hornblendeführende Deckentuffe in der oberen Süsswassermolasse auf dem Herrentisch auf (F. HOFMANN, 1956, W. WEISKIRCHNER, 1967). Sie enthalten stets Apatit.

Apatit tritt auch in allen Molassesandsteinen des Kantons Schaffhausen in meist kleinen Bruchstücken auf, ebenso — teilweise aus vulkanischen Tuffen des Hegaus zugeschwemmt — in eiszeitlichen Sanden.

Augit (siehe Pyroxen)

Baryt

$BaSO_4$

Rhombisch. Härte 3—3½, Dichte 4,3—4,7.

Baryt ist im Kanton Schaffhausen nicht sehr oft anzutreffen. Er ist von Coelestin, der wesentlich häufiger ist, von Auge meist nicht mit ausreichender Sicherheit unterscheidbar, und es müssen chemische oder röntgenographische Methoden angewandt werden. In vielen Fällen dürften Mischkristalle mit Ba und Sr vorliegen.

Baryt tritt im Stubensandstein des Seewisteinbruchs in weicher, filziger, garbenartig-strahlig-nadeliger Ausbildung und in weisslich-rötlicher Farbe auf, meist zusammen mit dichtem, durchscheinendem, tafeligem, bläulichem Coelestin (Abb. 18).

Baryt und / oder Coelestin in Sandkorngrösse können als Schwermineral im Keupergips, in den Sandsteinen und Mergeln der Trias und auch in der Molasse gefunden werden.

Im Trigonodusdolomit kann Baryt in ähnlicher Form wie im Stubensandstein auftreten, als weiche, lockere Ausfüllung kleiner Hohlräume.

Im Posidonienschiefer der Baugrube des Reservoirs Gächlingen an der Strasse zur Siblingerhöhe wurde ein fossiler Baumstamm aufgefunden, dessen kohlige Aussenpartie mit zahlreichen Klüftchen durchsetzt ist, die mit Baryt ausgefüllt sind (Abb. 3).

Beidellit (siehe Tonmineralien)

Bernstein

Fossiles Harz, nicht kristallin.

Nach J. G. STOCKAR DE NEUFORN (1760) findet sich Bernstein am Nordabfall des Herrentischs südlich von Wiesholz. Bernsteinstücke sollen dort

beim Pflügen «auf einer Verebnung auf halber Höhe des Berges» (?, evtl. Ebni, SE Wiesholz auf K. 580 m?) zum Vorschein gekommen sein. Leider sind die Fundortangaben sehr unpräzis. A. KENNGOTT (1866) erwähnt Bernstein aus der Gegend von Stein am Rhein.

Bis anhin konnten keine neuen Funde gemacht werden. Es ist aber durchaus möglich, dass Bernstein in groben Anschwemmhorizonten der Glimmersande der oberen Süsswassermolasse vorkommt (sogenannte «Krokodilschichten»).

Biotit

Kaliglimmer. $K_2O \cdot 6(Mg, Fe)O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$.

Monoklin, pseudohexagonale Kristallform, Härte $2^1/_2$—3, Dichte 3,0—3,12, typische Glimmerstruktur mit sehr ausgeprägter Spaltbarkeit quer zur c-Achse. Der dunkle Kaliglimmer Biotit kommt im Kanton Schaffhausen in Gesteinen verschiedenen Alters und unterschiedlicher Entstehung vor:

Im Schilfsandstein: Nicht sehr häufig sind braune Blättchen von max. 0,5 mm Durchmesser, die als Schwermineralien abtrennbar sind.

Im Wippel-Steinbruch (Thayngen) finden sich in tief in die Malmkalke reichenden Taschen muskowitreiche Molassesande, die aufgrund ihrer Zusammensetzung in die obere marine Molasse gehören. In einer ausgewaschenen Probe wurde nebst kleineren Blättchen ein Biotitkristall von etwa 10 mm Durchmesser und etwa 0,5 mm Dicke gefunden, dessen Herkunft nicht ohne weiteres deutbar ist. Er hat den Charakter von Biotit, wie er in vulkanischen Tuffen auftritt, doch fehlen irgendwelche andern vulkanischen Anzeichen völlig.

In vulkanischen Tuffen: Grüne Biotitblättchen vulkanischer Herkunft kommen in den Helicidenmergeln der oberen Meeresmolasse (Helvétien) vor, die im Gebiet Bargen—Oberbargen vulkanische Mineralien führen. Relativ biotitreich (Blättchen bis 5 mm Grösse) war der tuffitische Helicidenmergel vor allem in einem Aufschluss NW Bargen bei Koord. 687'150/294'930/690 (1959, heute überwachsen).

Biotit führen auch die vulkanischen Tuffe der oberen Süsswassermolasse auf dem Herrentisch S Wiesholz (F. HOFMANN, 1956, W. WEISKIRCHNER, 1967).

Vereinzelt führt auch der Basalttuff von Karolihof S Ramsen Biotit, ebenso der Schlottuff von Hofen.

Bittersalz

$MgSO_4 \cdot 7\,H_2O$

Rhombisch. Härte 2—$2^1/_2$, Dichte 1,68—1,75.

Synonym: Epsomit.

Schöne Ausblühungen von Bittersalz bis zu 3 mm Dicke findet man im Muschelkalksteinbruch an der Strasse SE Wunderklingen.

In geringen Mengen führt auch der Gipskeupermergel Bittersalz (z. B. Birbistel), ebenso der untere Lias. Relativ starke Bittersalzausblühungen wurden z. B. im Ton unter dem Arietenkalk W Aselfingen im badischen Wutachtal beobachtet.

Brauneisenstein (siehe Goethit)

Brookit

TiO_2

Rhombisch. Härte 5 1/2—6, Dichte 3,9—4,1.

Als seltenes Schwermineral im Schilfsandstein von Beggingen—Schleitheim (vgl. auch D. HELING, 1965) und in den weissen Huppererden und Quarzsanden der Siderolithformation der Gegend von Bargen und den entsprechenden Bolustonen von Lohn.

Calcit (siehe Kalzit)

Chlorit

Monoklin. Härte 1 1/2—2 1/2, Dichte 2,5—3,0.

Zu den Chloriten gehört eine ganze Gruppe von Mineralien. Es handelt sich um kristallwasserhaltige Mg-Fe-Alumosilikate.

Chlorite sind Mineralien mit Schichtsilikatcharakter, deren Aufbau sich von jenem der Glimmer ableitet und die deshalb in sehr feinkörniger Ausbildung auch als Bestandteil von Tonen vorkommen können. Die flaschengrüne Färbung gab Anlass zur Bezeichnung (chloros = grün).

Im Kanton Schaffhausen kommt Chlorit zusammen mit Glimmer in Form grüner Blättchen in Sandsteinen vor, insbesondere im Schilfsandstein (Beggingen—Schleitheim) und in Glimmersanden der oberen Süsswassermolasse (oberer Kantonsteil).

Als Tonmineral wurde Chlorit im vulkanischen Tuff auf dem Herrentisch (Reservoir Hirschbrunnen) gefunden. Es tritt dort zu maximal etwa 5 % nebst rund 90 % Beidellit-Montmorillonit und etwa 5 % Illit auf, bezogen auf die Tonfraktion (Analyse Dr. Martin Frey, Bern). Siehe auch Tonmineralien.

Chlorit ist jedoch in geringen Mengen auch in grünen Keupertonen (Hallerberg-Schleitheim, F. HOFMANN & TJ. PETERS, 1969) vertreten. Er wurde auch im Opalinuston gefunden und dürfte in vielen andern ähnlichen Tonen ebenfalls enthalten sein. Mit Chlorit sind auch die von Bohrmuscheln erzeugten

Höhlungen in Geoden des untersten Lias ausgefüllt (NW-Seite Buckforen, N Näppental; Bestimmung Dr. Martin Frey).

Chloritoid

$(Fe,Mg)O \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$

Monoklin-pseudohexagonal oder triklin. Härte 6,5, Dichte 3,26—3,57.

Dieses glimmerartige Mineral kommt als seltenes Schwermineral in den Glimmersanden der oberen Süsswassermolasse (oberer Kantonsteil) vor.

Chromit

$(Mg,Fe)\ (Cr,Al,Fe)_2O_4$

Kubisch. Härte 5 1/2—7 1/2, Dichte 4,0—4,8.

Chromit ist ein Mineral der Spinellgruppe. Er wurde in einem Karbonatitauswürfling von etwa 4 cm maximalem Durchmesser im basischen vulkanischen Schlottuff von Hofen (F. HOFMANN, 1963) gefunden. Glänzende Chromitkörner von maximal etwa 0,3 mm Durchmesser sind in einer Grundmasse aus vorwiegend Kalzit eingelagert (röntgenographische Bestimmung durch Prof. Dr. E. Niggli, Bern). Dieses sehr eigenartige, chromitführende Gestein dürfte im basischen vulkanischen Magma entstanden sein, das in Form von Lapilli das Grundmaterial des Tuffs von Hofen bildet. Die Chromitkörner von Hofen gleichen jenen, wie sie vor allem in den Chromit-Erzen der basischen Gesteine des Bushveldes in Transvaal, Südafrika, auftreten und in Form von Giessereisanden für Stahlguss auch nach Schaffhausen gelangen.

Coelestin

$SrSO_4$

Rhombisch. Härte 3—3 1/2, Dichte 3,9—4,0.

Coelestin ist in den Sedimenten des Kantons Schaffhausen wesentlich häufiger als Baryt. In vielen Fällen dürfte es sich auch um Mischkristalle mit Ba und Sr handeln. Untersuchungsdaten liegen nicht vor. Er findet sich in den gipsführenden Mergeln der oberen Süsswassermolasse von Thayngen-Schliffenhalde in Form von polykristallinen, rundlichen Körnern von ameiseneierartiger Form und Grösse (röntgenographische Identifikation durch Prof. Dr. E. Niggli, Bern).

In der Trias findet man Coelestin vor allem in Kalzitdrusen des Durröhrlesteins (Tal des Chrebsbachs SE Schleitheim, Gündistel ENE Schleitheim) in strahlig-tafeliger Ausbildung (Abb. 19).

In bläulichen, tafeligen Kristallen macht er im Stubensandstein des Seewisteinbruchs seinem Namen alle Ehre (Abb. 18).

Cyanit (siehe Disthen)

Diopsid (siehe Pyroxen)

Disthen

$Al_2[O \mid SiO_4]$

Triklin. Härte in verschiedenen Richtungen sehr unterschiedlich, Dichte 3,56 bis 3,67. Synonym: Cyanit.

Disthen kommt im Kanton Schaffhausen als Schwermineral vor allem in folgenden Sanden vor:

— Sandige Horizonte der Lettenkohle (Hallauerberg).
— Schilfsandstein (Beggingen—Schleitheim), nicht häufig.
— Stubensandstein (Seewi), nicht häufig.
— Huppererden und Bolustone der Siderolithformation: Bargen, Siblinger Randen, Lohn, Freudental.
— In den granitischen Sandsteinen der unteren Süsswassermolasse (Neuhausen, Schaffhausen, Zieglerhau im Gebiet der Grenzsteine Nr. 58—64).
— In den Graupensanden der oberen Meeresmolasse (gelegentlich aufgeschlossen im Gebiet Stetten—Büttenhardt—Lohn). In der zürcherischen Nachbarschaft in den Quarzsanden von Benken—Wildensbuch.
— In den Feinsanden der oberen Meeresmolasse N Lohn, sehr häufig, zusammen mit viel Staurolith (Abb. 4).
— In den Glimmersanden der oberen Süsswassermolasse (oberer Kantonsteil).
— In eiszeitlichen Sanden.

Disthen ist als Schwermineral offensichtlich sehr verbreitet und unter dem Mikroskop auch leicht erkenntlich. Er zeigt dabei eine sehr gleichartige Ausbildung wie bei grösseren Kristallen (z. B. von den bekannten Fundstätten der Alpe Sponda am Pizzo Forno, Leventina, Tessin).

Dolomit

$CaMg[CO_3]_2$

Trigonal. Härte 3 1/2—4, Dichte 2,8—2,9.

Dolomit ist gleichartig struiert, wie Kalzit, doch ist dabei regelmässig jedes zweite Ca-Atom durch ein Mg-Atom ersetzt.

Dolomit kommt im Kanton Schaffhausen nicht in Form grösserer Kristalle vor, ist aber ein wichtiges gesteinsbildendes Mineral. Das Gestein Dolomit findet sich vor allem in der Trias.

Rein äusserlich ist Dolomit oft nur schwer von Kalkstein zu unterscheiden, doch gibt es einen einfachen Test:

Uebergiesst man Kalkstein oder Kalzit mit verdünnter Salzsäure, so braust das Material sofort stark auf, weil es angegriffen wird und sich CO_2-Gas entwickelt.

Dolomit ist jedoch wesentlich widerstandsfähiger gegen Salzsäure, und er braust kaum oder gar nicht auf. Mit der Zeit löst er sich allerdings auch auf, aber sehr viel langsamer als Kalzit.

Im Kanton Schaffhausen kommt Dolomit in folgenden Schichtserien vor (vgl. Abb. III):

In der *Anhydritgruppe* in Form von dünnen Einlagerungen von Dolomitgestein.

Im Hauptmuschelkalk: Vor allem im oberen Teil in Form von Oolithbänken: poröse, aus Kügelchen von 0,5—1 mm Durchmesser aufgebaute Dolomite; teilweise auch massig-dicht. Dieser sogenannte «Elbenstein» wurde früher auf der rechten Seite des Wutachtals in der Gegend von Eberfingen abgebaut und zu Brunnentrögen bearbeitet. Man findet einige davon noch im Klettgau (Oberhallau). Auch in tieferen Lagen des Muschelkalks kommen dolomitische Lagen vor.

Im Trigonodusdolomit: Der Trigonodusdolomit ist meist aus kleinen Dolomitrhomboederchen zusammengesetzt und mehr oder weniger porös. Es handelt sich dabei zweifellos um Primärdolomit, der direkt in einem sehr flachen Meer auskristallisierte. Dazu waren offenbar sehr flacher Wasserstand, warmes Klima und leichte Reaktion mit Luft-Kohlendioxid Voraussetzung.

In der Lettenkohle: Die Lettenkohle besteht zu einem erheblichen Anteil aus Dolomitbänken, die jenen des Trigonodusdolomits sehr ähnlich sind. Sie enthalten jedoch sehr viele Hohlräume ehemals vorhandener, aber herausgelöster Muschelschalen. Die Dolomitpartien enthalten oft Knochen- und Zahnreste von Wirbeltieren (Schärersgraben, Schleitheim).

Im übrigen Keuper: Die Keuperstufe führt in ihrem oberen Teil Dolomitbänke von oft mehreren Metern Mächtigkeit, vor allem in der Gegend von Trasadingen (linke Seite des Hintertals, Talhof, SW und NW des Friedhofs). Sie dürften teilweise dem Gansinger Dolomit als Aequivalent des Stubensandsteins entsprechen.

In den Keupermergeln findet man ab und zu Anreicherungen von Dolomitkriställchen in Sandkorngrösse, teilweise rein weiss, so dass sie auf den ersten Blick den Eindruck von dünnen Quarzsandlagen erwecken (unterer Teil der Mergelgrube Hallerberg E Schleitheim).

In der Juraformation sind Dolomite selten. In Bargen kam bei der Erweiterung eines Stalls an einer Felswand unter Quaderkalk eine weissgraue Bank eines

weichen, sehr feinkristallinen Gesteins zum Vorschein, das nur aus Dolomitkriställchen von max. 0,15 mm Durchmesser besteht (Koord. 687'920/294'240/610). Die Fundstelle ist heute weitgehend verstürzt.

Dolomitische Partien kommen (nach F. SCHALCH, 1921) auch in Massenkalk des oberen Malms vor.

In der Molasse: Die Glimmersande der oberen Süsswassermolasse (oberer Kantonsteil) enthalten im Mittel etwa 10 % Dolomit in Form von Sandkörnern.

Pleistozän: In den eiszeitlichen Ablagerungen kommt Dolomit ebenfalls in Form von Sandkörnern oder Geröllen vor.

Epidot

$Ca_2(Al,Fe)_3[Si_2O_7]\ [SiO_4]\ O\ [OH]$
Monoklin. Härte 6—7, Dichte 3,35—3,38.

Epidot kommt in unserer Gegend als Schwermineral, aber nur in jungen Ablagerungen (Molasse und Pleistozän) vor, daneben in alpinen Geröllen eiszeitlicher Ablagerungen.

In Sanden findet sich Epidot in Form hellgrüner, oft guterhaltener Körner. Die wichtigsten Vorkommen sind:

Obere Meeresmolasse: In der Gegend von Bargen im Randengrobkalk und begleitenden Schichten. Der Epidot in diesen Ablagerungen entstammt marinen Strömungen aus dem Napfflussdelta jener Zeit. Auch in der oberen Meeresmolasse auf dem Reiat und dem Altholz wie auch auf dem Klettgauer Rücken findet man Epidot.

Obere Süsswassermolasse: In den Glimmersanden des oberen Kantonsteils.

Epidot fehlt in den Ablagerungen des Alttertiärs, des Juras und der Trias und tritt erst in Sedimenten auf, deren Material von den entstehenden Alpen geliefert wurde. Die Liefergebiete der älteren Sande führten kaum Epidot, in den Alpen ist er hingegen als Produkt der jungen Metamorphosen sehr häufig.

Epsomit (siehe Bittersalz)

Feldspäte

Kalifeldspäte $K[AlFe_3O_8]$

Orthoklas, triklin, und *Mikroklin,* triklin, vor allem in sauren Tiefengesteinen (Graniten).

Sanidin, monoklin, vor allem in jungvulkanischen Ergussgesteinen.

Kalk-Natron-Feldspäte (Plagioklase): $Na[AlSi_3O_8]$ oder $Ca[Al_2Si_2O_8]$ und Mischungsreihe davon. In granitischen bis gabbroiden Tiefen-, Gang- und Ergussgesteinen. Triklin.

Orthoklas, Mikroklin und Plagioklase finden sich im Kanton Schaffhausen in zahlreichen verschiedenartigen Sanden in Form von Körnern, und zwar vor allem in folgenden Horizonten:

— *Schilfsandstein:* Körner von meist weniger als 0,2 mm Durchmesser.

— *Stubensandstein:* Der Stubensandstein ist grobkörnig und enthält deutlich Feldspatkörner, vor allem auch fleischfarbenen Orthoklas bis etwa 1 mm Korngrösse.

— *Molasse:* Feldspat ist häufig in Molassesanden vertreten, vor allem in den granitischen Sanden der unteren Süsswassermolasse (oft um 50 % Feldspatkörner). Besonders feldspatreiche granitische Sande finden sich unterhalb des unteren Hilfswehrs von Rheinau auf der linken Seite des Rheins.
Die Glimmersande der oberen Süsswassermolasse im oberen Kantonsteil enthalten 10 bis 15 % Feldspatkörner. Auch die eiszeitlichen Ablagerungen enthalten Feldspatkörner in Sanden und Feldspäte in Geröllen von Eruptivgesteinen.
Feldspatkörner des Grundgebirges kommen in vulkanischen Tuffen (Herrentisch, Bargen) als Auswürflinge vor.

Sanidin: Die jungvulkanische Form des Kalifeldspats, Sanidin, kristallisiert, tafelig-durchsichtig und kommt im Hegau vor allem in den Phonolithen und einigen wenigen Tufflagen vor.

Im Kanton Schaffhausen enthalten die vulkanogenen Tufflagen der rötlichen Helicidenmergel von Bargen—Oberbargen wechselnde Mengen an Sanidin, der schön tafelig ausgebildet ist, aber kaum grösser als 0,5 mm wird.

Sanidin führt vor allem die Hauptfundstelle W Oberbargen, wo neben Sanidin auch noch Apatit, Magnetit, Melanit und wenig Titanit und Biotit auftreten. Der Gehalt an vulkanogenen Mineralkörnern liegt um 1 %. Sie können aber durch Auswaschen leicht konzentriert werden.

Bei den andern Fundstellen des Tals von Bargen—Oberbargen ist Sanidin weniger häufig oder fehlt ganz. Er scheint in den Helicidenmergeln einigermassen an das gleichzeitige Auftreten von Melanit gebunden zu sein.

Sanidin kommt ausserdem in eiszeitlich in unsere Gegend verfrachteten Blökken von Phonolith des Hohentwiels vor (Findlinge, vor allem im Reiatgebiet, grössere Blöcke in risszeitlichen Moränen des südlichen Klettgau-Talhanges SE Beringen und am Schmerlat (Kiesgruben). Man findet Sanidin darin in Form leistenförmiger Einsprenglinge bis 6 mm Länge.

Gips

$CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$
Monoklin. Härte 2, Dichte 2,3.

Gips kommt im Kanton Schaffhausen sowohl als Gipsstein wie auch in einzelnen grösseren Kristallen vor, und sein Auftreten ist durchaus nicht auf die Triasformation beschränkt. Man findet Gips in folgenden Schichtkomplexen:

Anhydritgruppe: Die Anhydritgruppe tritt derzeit auf Schaffhauser Gebiet nirgends oberflächlich zutage. Dürftige Aufschlüsse gibt es jedoch am linken Wutachhang SE Stühlingen. Die Anhydritgruppe ist etwa 30 m mächtig. Vor allem oben enthält sie stark mergelige Schichten. Gips ist an den oberflächennahen Partien häufiger, Anhydrit in den tieferen Zonen (sekundäre Umwandlung von Anhydrit in Gips durch Oberflächenwasser).

Der Gips der Anhydritgruppe wurde bis 1944 im Bergwerk Oberwiesen abgebaut und früher zur Herstellung von Stukkaturgips, später als Düngegips und als Zuschlag für die Zementherstellung verwendet (vgl. F. SCHALCH, 1921, W. U. GUYAN, 1936, 1967). Ein weiterer Untertagebau befand sich in Wunderklingen. In der Anhydritgruppe wurden schöne Gipskristalle in Form von Schwalbenschwanzzwillingen gefunden (Abb. 8).

Keuper: Der Keupergips tritt in nicht sehr mächtigen Schichten wechsellagernd mit dunklen Mergeln auf. Anhydrit fehlt. Der Gips des Keupers ist feinkristallin, oft als sehr schön rötlicher *Alabaster* ausgebildet. Die einzelnen Gipslagen sind meist nie mehr als etwa 5 cm mächtig. Die gipsführenden Schichten sind oft sehr stark mit Klüften durchsetzt, die mit sehr schönem Fasergips ausgefüllt sind.

Vorkommen: Gruben E des Salzbrunnens, Schleitheim, und im Birbistel (Lachenbruch) NE des Staufenberges. Weganschnitt SE des Seewisteinbruchs.

Ein Untertagebau-Versuch wurde auf dem Hallauerberg S der Tüfels Herdplatte unternommen (F. SCHALCH, 1912). Verfallene, ehemalige Stolleneingänge sind jetzt noch deutlich zu erkennen (Koord. 675'390/284'900/545).

Der Keupergips wurde als Düngergips verwendet: Gips ist leicht löslich. Die gelösten Ca- und SO_4-Ionen verdrängen aus dem Boden Kaliionen und andere adsorbierte Düngestoffe und ergeben kurzfristig eine Düngewirkung, die aber nicht von Dauer ist.

Keupergips wurde auch als Zuschlag zur Zementherstellung verwendet. Dem gebrannten Zementklinker gibt man beim Mahlen 3 bis 5 % Gipsstein zu, um die Abbindezeit zu regulieren.

Vorkommen in siderolithischen und jüngeren Spaltenfüllungen im Malmkalk. Im Steinbruch Wippel finden sich gelegentlich in tiefreichenden Spalten und Taschen Tone der Siderolithformation (Bolus) und Molassesande. Vor eini-

gen Jahren traten in einer Bolustasche sehr schöne, mehrere cm grosse, individuelle Gipskristalle, z. T. als Schwalbenschwanzzwillinge zutage (Abb. 5, 6, 7).

In Spalten mit Molassesanden findet man im Steinbruch Wippel ab und zu grössere Markasitknollen (FeS_2, siehe unter Stichwort Markasit). Der leicht zersetzliche Markasit oxydiert an der Luft und erzeugt bei der Verwitterung Schwefelsäure, die mit dem umgebenden Kalkstein Gips bildet, der sich in kleinen Kriställchen bis 5 mm wieder ausschied.

Molasse: In den brackischen Mergeln der oberen Meeresmolasse NNE Büttenhardt (Grube Dicki), die fossile Dreikantmuscheln führen (Oncophora, F. HOFMANN, 1970), trifft man relativ häufig kleine Gipskriställchen bis 5 mm Länge.

Faustgrosse Knollen aus Aggregaten meist undurchsichtiger Gipskristalle kommen im mittleren Teil der fluvioterrestrischen Mergel der oberen Süsswassermolasse in der aufgelassenen Grube Schliffenhalde E Thayngen vor. Die gipsführenden Lagen sind meist deutlich rötlich gefärbt. Aehnliche, noch stärker mit Gips durchsetzte Mergel der oberen Süsswassermolasse, jedoch stratigraphisch erheblich höher gelegen, sind in einer Grube mit einem kleinen Stollen auf der Südseite des Hohenhöwens (Koord. 697'870/298'920/700) erschlossen.

Bei den gipsführenden Mergeln von Thayngen und jenen am Hohenhöwen liegt ein Verdacht nahe, dass der Gips durch Reaktion vulkanisch bedingter Schwefeldioxidaustritte mit den kalkreichen Mergeln entstanden ist, d. h. im Zusammenhang mit dem Hegauvulkanismus. Nicht völlig auszuschliessen ist jedoch auch Umlagerung gipsführender Horizonte der Trias durch die Flüsse der Juranagelfluh-Schüttungen und Rekristallisation von Gips.

Glaukonit (siehe Tonmineralien)

Goethit

α-FeOOH

Rhombisch. Härte 5—5 1/2, Dichte 4—4,4.

Synonym: Nadeleisenerz. Limonit ist Hydrogoethit, d. h. Goethit mit etwas erhöhtem Wassergehalt. Gemische von Goethit und Limonit bilden den Brauneisenstein, der im Kanton Schaffhausen in Form der Bohnerze des Siderolithikums und der Eisenoolithe des Doggers und des Lias vorkommt.

Brauneisensteinknollen und krustenartige Bildungen findet man auch im Arietenkalk (Beggingen) und in der Lettenkohle (Schärersgraben).

Zur Petrographie der Bohnerze vgl. J. EICHLER, 1961. Goethit wurde von TJ. PETERS (F. HOFMANN & TJ. PETERS, 1969) auch in den Bolustonen nachgewiesen.

Als dichtes, lagiges, halbmetallisch glänzendes Erz von mehreren cm Dicke (Abb. 13) findet sich Goethit in einer aufgelassenen Bolustongrube SSW Lohn (Läckwiesli, Koord. 692'120/289'540/615). Der Fe-Gehalt beträgt 33,6 %, Mn 1,4 %, V 0,04 %.

Ein grösseres, löchriges, knolliges Brauneisensteinstück mit Limonitocker in den Hohlräumen wurde von Herrn Arthur Schachenmann «Uf Soo» (Bargemer Randen) gefunden. Es stammt als Verwitterungsrelikt aus der Bohnerzformation (Abb. 15).

Gold

Au

Kubisch. Härte 2 1/2—3, Dichte 15,5—18,3 (rein 19,3).

Gold kommt als seltenes Schwermineral im Stubensandstein (Seewisteinbruch) und in Quarzitschottern der Napfschüttung (obere Meeresmolasse) vor (F. HOFMANN, 1965).

Die im Stubensandstein gefundenen Goldflitter waren sehr klein (unter 0,1 mm). In der oberen Meeresmolasse wurden Goldkörnchen in den entsprechenden Ablagerungen des Altholzes S Beringen auf dem Randen gefunden. Die dortigen Quarzitschotter entsprechen jenen, die in der Quarzsandgrube Benken am Cholfirst zusammen mit den Graupensanden (Quarzsanden) vorkommen. Auch dort führen sie Goldflitter. Diese Quarzitschotter gelangten durch Sturzwellen-Flutkatastrophen des Molassemeeres in das Gebiet der Nordostschweiz. Gold wäre mit Sicherheit auch in den entsprechenden Ablagerungen auf dem Reiat (Stetten—Lohn) und auf dem Rossberg (Osterfingen) zu finden.

Mehrere Goldflitter konnten auch aus eiszeitlichen Schottern von Kiesgruben E Rheinau ausgewaschen werden. Gold ist sicher auch in entsprechenden Schottern des Kantons Schaffhausen, vermutlich allerdings in sehr geringer Menge, enthalten, möglicherweise auch in den Sanden des Rheins.

Die Gehalte liegen beim Stubensandstein in der Grössenordnung von etwa 10 bis 20 sehr kleinen Goldflittern pro Tonne, in den Quarzitschottern von Benken sind es etwa gleich viele, aber etwas grössere Flitter (bis 0,3 mm) und im eiszeitlichen Schotter E Rheinau 10 bis 12 Flitter.

Granat

Almandin $Fe_3Al_2[SiO_4]_3$

Grossular $Ca_3Al_2[SiO_4]_3$

Kubisch. Härte um 7, Dichte 3,5—4,25.

Melanit. Ti-haltiger Ca-Fe-Granat, meist vulkanogen.

Kubisch. Härte um 7, Dichte um 3,75.

Gewöhnliche Granate (farblos, rötlich, unter dem Mikroskop nicht immer im Detail zu identifizieren) kommen im Kanton Schaffhausen in Sanden vor, Melanit tritt nur in vulkanischen Tuffen auf.

Die farblosen bis rötlichen Granate (Almandin und Grossular) findet man als Schwermineralien in sehr vielen Sanden. Im Polarisationsmikroskop sind sie durchsichtig und optisch isotrop. Granate stammen ursprünglich aus kristallinen Schiefern.

Man findet sie in folgenden Ablagerungen:

Schilfsandstein: Nicht sehr häufig, farblose bis rötliche Körner (meist angeätzte Formen).

Stubensandstein: Besonders im Seewisteinbruch. Schwach rötliche Granate sind ziemlich häufig in Form angeätzter, grosser Körner vertreten.

Juraformation: Granat ist sehr selten.

Siderolithikum (Bohnerzformation): Die Quarzsande und die Sandanteile der Bolustone der Siderolithbildungen führen nicht viel, aber deutlich Granat.

Molasse: Granat ist in allen Molassesanden anzutreffen, sowohl in der unteren Süsswassermolasse (granitische Sande), in der oberen Meeresmolasse und — besonders häufig — in den Glimmersanden der oberen Süsswassermolasse im oberen Kantonsteil (Granatgehalte um 2 %, stark rötliche Typen).

Auch die eiszeitlichen Ablagerungen enthalten Granat als Schwermineral. Am Rhein oberhalb des Rheinfalls am rechten Ufer beobachtet man gelegentlich eigentliche Granatseifen (mm-starke Anreicherungen von Granat) in den Rheinsanden. Diese Granate stammen ursprünglich aus den Glimmersanden der oberen Süsswassermolasse. Sie enthalten auch einen erheblichen Ilmenitanteil.

Melanit: Melanit ist Hauptkomponente der vulkanischen Ascheneinstreuungen in den rötlichen Helicidenmergeln von Bargen—Oberbargen (nebst etwa gleichen Anteilen an Apatit, Magnetit und viel Sanidin, nebst sehr wenig Biotit, Titanit und etwas Diopsid).

Die Fundstelle W Oberbargen ist am reichhaltigsten, die andern Vorkommen führen etwas weniger Melanit. Das Mineral tritt in Form schwarzbrauner Körnchen bis etwa 0,3 mm Durchmesser auf, die meist als sehr schöne Rhombendodekaeder ausgebildet sind und eine frischglänzende Oberfläche besitzen.

Im Hegau findet man Melanit in stratigraphisch sehr hochgelegenen Tuffen auf der Nordseite des Hohenstoffelns (Rutschgebiet mit Anriss, etwa auf 700 m Höhe).

Aus der Schweiz ist Melanit nur noch aus der Gegend des Mont Chemin im Wallis bekannt.

Grossular (siehe Granat)

Hauyn

$Na_6Ca[AlSiO_4]_6[SO_4]$
Kubisch. Härte 5 1/2, Dichte 2,4—2,5.

Der typische blaue Hauyn findet sich vereinzelt als Einsprengling im Phonolith des Hohentwiels, der in Form von Findlingen und kleineren Blöcken durch die eiszeitlichen Gletscher bis auf den Reiat und in den Klettgau gelangte. Hauyn wurde in einem solchen Geschiebe aus Phonolith in der Kiesgrube SE Beringen gefunden.

Hornblende

$Ca_2Na(Mg,Fe^{\cdot\cdot})_4(Al,Fe)[(Si,Al)_4O_{11}]_2[OH]_2$
Monoklin. Härte 5 1/2—6, Dichte 3,1—3,3.

Hornblende kann als Neubildung in metamorphen Sedimentgesteinen (Alpen) und magmatogen in vulkanischen Tuffen vorkommen. Beide Arten finden sich im Kanton Schaffhausen.

Hornblende metamorpher Herkunft (meist grün) trifft man als Schwermineral nicht sehr häufig in den Glimmersanden der oberen Süsswassermolasse und etwas häufiger in eiszeitlichen Ablagerungen.

Hornblendereiche alpine Gerölle (Amphibolite) kommen in allen eiszeitlichen Schottern vor.

In den Ablagerungen der älteren Molasse, der Bohnerzformation und des Mesozoikums fehlt Hornblende auf Kantonsgebiet und weit darüber hinaus.

Vulkanogene, basaltische Hornblende (meist braun) ist reich an Fe_2O_3 und TiO_2 und kommt in Kristallen bis zu 5 mm Länge im vulkanischen Tuff auf dem Herrentisch (Hirschenbrunnen und Nordabfall des Herrentisch) vor (Abb. 39/40). Hornblenden aus Tuffen des Hegauvulkanismus treten verschwemmt auch in eiszeitlichen Ablagerungen auf (vor allem in der Gegend von Thayngen, aber auch weiter W).

In den vulkanischen Tufflagen der Gegend von Bibern—Altdorf und Bargen—Oberbargen fehlen Hornblenden.

Hämatit

Fe_2O_3
Trigonal. Härte 6 1/2, Dichte 4,9—5,3.

Besondere Kennzeichen: Farbe oft metallisch blaugrau. Strichfarbe im Normalfall immer kirschrot.

Die Bohnerzkörner der Siderolithformation, die im Kanton Schaffhausen vor allem auf dem Reiat und auf dem Klettgauer Rücken vorkommt, bestehen meist aus Brauneisenstein (Goethit) mit Fe-Gehalten um 40—50 %. Gelegentlich kommen aber auch Erzbohnen vor, die aus Hämatit bestehen. Solche kamen 1967

beim Bau der Kläranlage Röti auf dem rechten Rheinufer knapp oberhalb des Rheinfalls zum Vorschein (Abb. 17). Der Eisengehalt liegt bei solchen Bohnen um 60 %.

Hämatit-Erzbohnen wurden auch in der Erdölexplorationsbohrung Küsnacht 1 (Zürich) gefunden, wo die Bohnerzformation in 2670 m Tiefe angetroffen wurde (W. EPPRECHT, 1963).

Illit (siehe Tonmineralien)

Ilmenit

$FeTiO_3$

Trigonal. Härte 5—6, Dichte 4,7.

Ilmenit ist ein häufiges Schwermineral in Sanden. Er ist schwach magnetisch und lässt sich aus einem Schwermineralgemisch mit Hilfe eines starken Handmagneten entfernen, sofern man mit dem Magneten die Ilmenitkörner gerade noch berührt. Magnetitkörner hingegen sind viel stärker magnetisch und springen an einen höher darüber gehaltenen starken Magneten.

Ilmenit findet sich im Schilfsandstein und in den Glimmersanden der oberen Süsswassermolasse.

Auffallend häufig ist er in der Sandfraktion des Ornatentons (unterster Malm), aber auch in den Birmensdorfer Schichten.

Rezente Granatseifen am rechten Rheinufer oberhalb des Rheinfalls (siehe Granat) enthalten ebenfalls ziemlich viel Ilmenit.

Kalkspat (siehe Kalzit)

Kalzit

$CaCO_3$

Trigonal. Härte 2—3 (richtungsabhängig), Dichte 2,6—2,8.

Kalzit in feinkristalliner Form ist eines der wichtigsten gesteinsbildenden Mineralien, insbesondere auch im Kanton Schaffhausen (Kalksteine).

In grösseren Kristallen tritt Kalzit vor allem in Klüften und Hohlräumen von Kalksteinen, etwas weniger oft auch in anderen Gesteinen auf. Es können nur die wichtigsten Vorkommen aufgeführt werden.

Steinbruch Wippel, Thayngen: Im Steinbruch Wippel der Zementfabrik Thayngen ist der Malmkalk des Kimmeridge (Ulmensisschichten, Weissjura Zeta 1, vgl. A. SCHREINER, 1970) z. T. bankig-plattig, z. T. massig ausgebildet. Die massigen Partien, die man auch in der weiteren Umgebung findet, bestehen aus zuckerkörnigen bis grobkristallinen, meist milchweissen Kalzitkristallen, die aber stellenweise sehr schön bräunliche und fleischfarbene Partien enthalten.

In dichteren Kalken kommen Drusen mit kleineren, bräunlichen oder wasserklaren Kristallen vor, und gelegentlich findet man ausgesprochen schöne Stufen in Klüften (Abb. 11, 25, 26, 29).

Sonstige Vorkommen im Malm: Schöne Beläge von Kalzitkristallen fanden sich im Massenkalk SW Bargen (Abb. 23).

Igelartige Kalzitgruppen von bräunlicher Farbe kommen gelegentlich im Massenkalk W Büttenhardt vor (Abb. 9), stets in Bolustaschen. Vermutlich sind sie während des Alttertiärs zur Zeit der Bohnerzbildung aus gelöstem und wiederauskristallisiertem Kalk entstanden. Aehnliche Bildungen kommen z. B. in den Malmkalk-Steinbrüchen von Dielsdorf an der Lägern vor.

Kalzit in andern Schichtserien und Gesteinen: Die Kammern von Ammoniten des Randengebietes und des Hallauerberges (Lias) sind oft als Kalzitdrusen ausgebildet. Mehrere cm dicke Kalzitkluftfüllungen und Kalzitbeläge führt der Arietenkalk am Strässchen WSW des Bürgerheims Hallauerberg (Bratelen, Koord. 676'000/284'380/560). Eine quer durch den Posidonienschiefer verlaufende Kalzitkluft mit einzelnen, relativ schönen Skalenoedern fand sich am Buckforen (NE Näppental, nördlich der Siblingerhöhe, Koord. 680'000/287'240/580).

In der Grenzregion Trigonodusdolomit/Lettenkohle im Steinbruch Schärersgraben am Hallauerberg findet man nicht selten kleine, aber oft hübsche Kalzitdrusen.

Kalzit tritt gelegentlich in blasigen Hohlräumen des Basalts an der Halde W Ramsen auf (F. HOFMANN, 1956).

Im Durröhrlestein (S Huebhof im Tal des Chrebsbachs SE Schleitheim, rechter Hang) kommt Kalzit in Form von zahlreichen, meist parallel zur Schichtung verlaufenden Lagen von schön kristallinem, schwarzem Anthrakolith vor, die teilweise auch bizarr verbogen sind. Die schwarze Färbung wird auf Spuren von organischem Material oder Kohlenstoff zurückgeführt (Abb. 27, 33).

Im Schilfsandstein des Seewisteinbruchs finden sich Klüfte, die teilweise mit dichten Krusten von parallelstengelig kristallisiertem, gelblichem Kalzit ausgefüllt sind, meist aber eher in Form von sinterkalkartigen Belägen Kluft- und Spaltenoberflächen des Schilfsandsteins bis zu mehreren cm Dicke überziehen (Abb. 12, 30, 31, 32).

Teilweise kommen auch Klüfte mit sehr schönen, kleinen Kalzitkristallen in Formen vor, die von der üblichen Ausbildung abweichen und einer kristallographischen Bearbeitung wert wären.

Diese Kalzite des Seewisteinbruchs werden im Mineralienhandel teilweise als Aragonit betrachtet. Röntgenographische Untersuchungen von Prof. Dr. E. Niggli, Bern, haben aber gezeigt, dass nur Kalzit vorkommt.

Kalzitkluftausfüllungen und -beläge, die mit jenen von Beggingen weitgehend identisch sind, findet man auch im Schilfsandsteinbruch NW Gansingen im Aargauer Jura; hier sind die parallelstengligen Kalzitkrusten jedoch rein weiss ausgebildet.

Recht hübsche, weisslichgelbe Kalzitkrusten bis zu mehreren cm Dicke kamen im Juni 1973 im höheren Teil der eiszeitlichen Schotter der grossen Kiesgrube SE Beringen zum Vorschein. Der Kalzit, offenbar eine sehr junge Bildung, schied sich in diesem Fall in Hohlräumen zwischen Geröllen ab, die kein sandiges Zwischenmittel enthielten. Sehr viel dünnere Kalzitbeläge findet man auch in der Kiesgrube S Hallau und an anderen Orten.

Viele Kalzite im Kanton Schaffhausen zeigen unter der Ultraviolettlampe sehr schöne Phosphoreszenzerscheinungen. Dies gilt vor allem für die Kalzitklüfte des Seewisteinbruchs, aber auch für bestimmte Typen des Wippelsteinbruchs und für die Kalzite im Schotter von Beringen.

Eine besondere Art von Kalzit ist die Bergseide, die man in Form von weissen Belägen im lockeren Malmkalkgehängeschutt antrifft. Das Aussehen ähnelt oft jenem des weissen Pilzbelages von Camembert-Käse. Sehr oft ist das Material äusserst feinflockig, watteartig, aber noch wesentlich feinfaseriger als Baumwolle (Abb. 34).

Der Verdacht, es könnte sich um Aragonit handeln, bestätigte sich nicht. Die röntgenographische Identifikation durch Prof. Dr. E. Niggli, Bern, ergab eindeutig Kalzit. Aragonit ist bis anhin im Kanton Schaffhausen nicht nachgewiesen. Die feinfaserige Ausbildung der Bergseide im Malmkalkschutt lässt jedoch die Möglichkeit offen, dass das Material zuerst als Aragonit entstand, aber zu Kalzit rekristallisierte.

Die Bergseide muss in feuchtem, nicht aber nassem Milieu entstanden sein. Sie hat den Charakter einer Ausblühung, die jedoch nicht oberflächlich entsteht, sondern in den Hohlräumen des Gehängeschutts.

Eine schöne Fundstelle ist die Grube Räckholterenbuck am Langranden bei Koord. 680'900/287'400/730, wo Malmkalkgehängeschutt («Grien», ein keltischer Ausdruck) zur Beschotterung von Waldstrassen abgebaut wird.

Kaolinit (siehe Tonmineralien)

Leucit

$K[AlSi_2O_6]$

Oberhalb 600° C kubisch, unterhalb 600° C tetragonal, wobei die kubische Form des Kristalls beibehalten wird. Härte 5—6, Dichte 2,45—2,50.

Leucit ist seltener Einsprengling im Hegau-Phonolith. Er kommt deshalb auch in Findlingen und kleineren, risseiszeitlich in unsere Gegend transportierten Blöcken aus Phonolith vor (Reiat, Klettgau). Leucit ist ein Kalifeldspatvertreter, der entsteht, wenn das Kieselsäureangebot zu niedrig ist.

Limonit

$FeOOH \cdot aq.$
Rhombisch. Härte 1—4, Dichte 3,3—4,0.

Limonit ist eigentlich nur eine etwas wasserhaltigere Abart von Goethit (Hydrogoethit), mit dem zusammen er den Brauneisenstein bildet (Bohnerzkörner, Erzkörner der oolithischen Erze des Doggers und des Lias, Brauneisensteinknollen im Arietenkalk und in der Lettenkohle, gelegentlich auch in anderen Formationen).

Weicher, pulverförmiger Limonit (Ocker) hat die gleiche Zusammensetzung wie dichtere Formen, die mehr Erzcharakter zeigen.

Magnetit

Fe_3O_4
Kubisch. Härte 5 1/2—6, Dichte 4,9—5,2.

Magnetit ist in vulkanischen Tuffen des Hegaus und seiner Nachbargebiete immer anzutreffen, teilweise in recht hohen Anteilen bis zu mehreren Prozenten (F. HOFMANN, 1959). Er tritt immer in Sandkorngrösse auf und ist durch Auswaschen und magnetische Trennung sehr leicht zu gewinnen.

Im Kanton Schaffhausen führen Magnetit:

— Die vulkanischen Tuffe der oberen Süsswassermolasse auf dem Herrentisch (relativ reichlich; F. HOFMANN, 1956).

— Die basaltischen Schlottuffe von Karolihof (S Ramsen) und Hofen (wenig Magnetit).

— Der Basalt von Ramsen.

— Die vulkanischen Tuffe in der Gegend von Bibern—Altdorf—Wiechs (obere Süsswassermolasse).

— Die tuffitischen Helicidenmergel der oberen Meeresmolasse im Tal von Bargen—Oberbargen.

Die Magnetitkörner in allen diesen vulkanischen Bildungen zeichnen sich durch relativ hohe Ti-Gehalte aus. Ihre Zusammensetzung schwankt ungefähr wie folgt:

Fe	50 —60 %
Ti	5 — 6 %
Mn	0,6— 0,8 %
CaO	0,1— 0,3 %
MgO	4 — 8 %
Al_2O_3	3,6— 6,5 %

Es handelt sich somit um Titanomagnetit.

Bemerkenswert sind aus vulkanischen Tuffen des Hegaugebiets verschwemmte Magnetitvorkommen in eiszeitlichen Ablagerungen des Kantons Schaffhausen, besonders im Gebiet Thayngen—Fulachtal—Klettgau (F. HOFMANN, 1959).

Ein besonders interessantes Vorkommen ist dabei jenes in der Basiszone des Deckenschotters auf dem östlichen Buchberg E Thayngen (Schliffenhalde, unter P. 540,9), wo überdurchschnittlich grosse Magnetitkörner bis zu 3 mm Durchmesser leicht mit dem Magneten aus dem losen, abgesandeten Zwischenmittel des Schotters unmittelbar über dem darunter aufgeschlossenen Molassemergel herausgezogen werden können (Abb. 28). Auch dieser Magnetit ist titanhaltig. Die magnetitreiche Zone des Deckenschotters enthält grosse Hegaubasaltblöcke.

Malachit

$Cu_2[(OH)_2 \mid CO_3]$ oder $CuCO_3 \cdot Cu[OH]_2$
Monoklin. Härte 3 1/2—4, Dichte 3,9—4,1.
Besondere Kennzeichen: leuchtend grüne Farbe.

Malachit wurde als Körnchen von etwa 1 mm Grösse in einer Barytdruse des Durröhrlesteins im Chrebsbachtal 1,8 km SE Schleitheim (Koord. 679'520/287'780/530) gefunden (Finder: Beda Hofmann, 1972).

Zuvor waren auch im Wutachtal oberhalb Aselfingens (Koord. 676'900/299'950/590) Kristallaggregate von Baryt, Malachit und Kupferkies in deutlichen Mengen nachgewiesen worden. An andern Stellen im gleichen Niveau konnten bis jetzt im Kanton Schaffhausen keine weiteren Malachitfunde gemacht werden.

Manganit

γ-MnOOH
Monoklin. Härte 4, Dichte 4,2—4,33.

Manganit kommt in Knollen von mehreren cm Durchmesser in der altoligozänen Krustenkalkformation vor, die in der Gegend S Lohn die Bohnerzformation in geringer Mächtigkeit überlagert (Abb. 16). Das Manganerz ist stark eisenhaltig. Eine chemische Teilanalyse ergab folgende Zusammensetzung:
Fe 8,2 %, Mn 13,6 %, V 0,04 %.

Bei diesen Manganknollen handelt es sich offensichtlich um Bildungen, die bei trockenem Klima als Ausscheidungen aus aufsteigenden Lösungen entstanden. Sie unterscheiden sich damit entstehungsgemäss von den Manganknollen der Tiefsee, die auf dem Meeresboden vorkommen und in zunehmendem Masse gewonnen werden. Im gleichen Fundgebiet S Lohn kommt Pyrolusit (siehe daselbst) vor. Eiszeitliche Sande über dem Schotter der Kiesgrube S Hallau sind stellenweise mit schwarzem Manganit imprägniert (Ostseite der Grube).

Markasit

FeS_2
Rhombisch. Härte 6—6 1/2, Dichte 4,8—4,9.

Markasit ist chemisch, nicht aber mineralogisch mit Pyrit identisch und kommt oft zusammen mit diesem vor.

Markasitknollen bis 10 cm Durchmesser (Abb. 43) findet man ab und zu in Spalten und Karstlöcherfüllungen im Malmkalk des Steinbruchs Wippel (Thayngen). Er tritt dort aber auch — zusammen mit Pyrit — in Kristallen bis etwa 3 mm Durchmesser oft in grossen Mengen in grünlichen bis weissen Bolustonen auf.

Der Markasit zersetzt sich leicht und erzeugt mit dem Luftsauerstoff und Wasser Schwefelsäure. Durch Reaktion mit dem Kalkgestein, in dem er vorkommt, kann Gips entstehen (Wippel), durch Reaktion mit dem eigenen Eisen Eisensulfat (Melanterit). Pyrit ist wesentlich stabiler als Markasit.

Markasitknollen bis zu einigen cm Durchmesser treten auch im Dolomit der Lettenkohle (Schleitheim) auf.

Melanit (siehe Granat)

Melanterit

$FeSO_4 \cdot 7H_2O$
Monoklin. Härte 2, Dichte 1,8—1,9.

Melanterit entsteht als Zersetzungsprodukt bei der Oxydation von Markasit. Er wurde nachgewiesen im Steinbruch Wippel und in der Lettenkohle von Schleitheim.

Eisensulfat lässt sich durch Lösen in Wasser und Prüfen mit Kaliumferrocyanidlösung (blaue Färbung) leicht nachweisen.

Melilith

$(Ca,Na)_2(Al,Mg)[(Si,Al)_2O_7]$
Tetragonal. Härte 5—5 1/2, Dichte 2,9—3,1.

Melilith ist ein Ca-Feldspatvertreter, der bei zu geringem Kieselsäureangebot anstelle von Plagioklasen in magmatischen Gesteinen entsteht. Er tritt gesteinsbildend in den «Basalten» des Hegaus und damit auch in jenem von Ramsen auf (W. v. ENGELHARDT & W. WEISKIRCHNER, 1962, O. KRAUSE, 1969, F. HOFMANN, 1956). Die Hegaubasalte werden deshalb auch Melilithite genannt. Der Melilith ist darin nur im Dünnschliff zu erkennen, obwohl sein Anteil beträchtlich ist.

Mikroklin (siehe Feldspäte)

Montmorillonit (siehe Tonmineralien)

Muskowit

$KAl_2[AlSi_3O_{10}][OH]_2$
Monoklin. Härte 2—3, Dichte 2,76—3,1.

Muskowit ist heller Magnesiaglimmer, der wie Biotit dank der Schichtgitterstruktur eine extrem gute Spaltbarkeit quer zur c-Achse aufweist und im Idealzustand in dicktafeligen, sechseckigen Kristallen (pseudohexagonal) auftritt. Primär findet man ihn in Pegmatiten als magmatisches Mineral, als sekundäre Neubildung in metamorphen Gesteinen, insbesondere in Gneisen und Glimmerschiefern. In Graniten kommt normalerweise Biotit vor, nicht Muskowit.

Im Kanton Schaffhausen ist Muskowit sedimentär verschwemmt in Sanden und Mergeln enthalten, ebenso in Geröllen, aber auch in vulkanischen Tuffen.

Feine Glimmerschüppchen sind häufig im Schilfsandstein und in feinsandig-tonigen Ablagerungen der Lettenkohle, weniger häufig im Stubensandstein. In den Ablagerungen der Juraformation findet man ihn in fast allen schiefrigen Tonen des Lias und des Doggers und im unteren Malm, viel weniger häufig aber im mittleren und oberen Weissen Jura. Kalksteine führen im Malm keinerlei Glimmer.

In den Bildungen der Bohnerzformation fehlt Muskowit praktisch völlig. Er wurde durch die langdauernde Auslaugungsverwitterung eliminiert.

Muskowit ist auch in allen Molassesanden vorhanden, besonders in den Glimmersanden der oberen Süsswassermolasse (oberer Kantonsteil), in denen er oft lagig angereichert sein kann. Der Glimmer deutet wie der Granat dieser Sande auf ein Einzugsgebiet in kristallinen, aus Sedimenten entstandenen Schiefern.

Molassegefüllte Taschen im Malm des Steinbruchs Wippel sind besonders glimmerreich. Die Muskowite erreichen dort oft einige mm Durchmesser.

Auch die eiszeitlichen Ablagerungen führen immer Glimmer nebst glimmerhaltigen Geröllen.

Muskowit tritt auch in den vulkanischen Tuffen auf dem Herrentisch auf, seltener in den Schlottuffen von Karolihof und Hofen. Er stammt in diesen Fällen teilweise aus durchschlagenen Molasseschichten, teilweise auch aus dem Grundgebirge.

Nadeleisenerz (siehe Goethit)

Nephelin

$Na[AlSiO_4]$

Hexagonal. Härte 5—6, Dichte 2,6.

Nephelin ist ein Natronfeldspatvertreter und kommt als solcher in den Hegaubasalten nebst Melilith vor. Die derzeit vorherrschende Bezeichnung ist Nephelin-Melilithit. Sie sind im Kanton Schaffhausen als Basalt von Ramsen vertreten und mit ihnen auch der Nephelin. Er ist nur mikroskopisch erkennbar.

Nosean

$Na_8[AlSiO_4]_6[SO_4]$

Kubisch. Härte 5 1/2, Dichte 2,28—2,40.

Nosean tritt als stark zersetzter Einsprengling im Phonolith des Hohentwiels auf und damit auch in entsprechenden, eiszeitlich in das Reiatgebiet und den Klettgau vertragenen Findlingen und kleinen Geschieben aus diesem Gestein (Gegend von Lohn, Hofen, Altdorf, Schmerlat, Kiesgruben SE Beringen).

Olivin

$(Mg,Fe)_2[SiO_4]$

Rhombisch. Härte 6, Dichte 3,3—3,5.

Olivin ist in Form flaschengrüner Einsprenglinge nur im Basalt von Ramsen (Melilithit) enthalten. Sie können 10 mm Grösse erreichen. Im basaltischen Tuff des Karolihofs und in jenem von Hofen ist er zu Tonmineralien zersetzt (Abb. 42).

Die Olivine der Hegaubasalte (Nephelin-Melilithite) enthalten nach O. KRAUS (1969) um 40 % SiO_2, um 12 % FeO und um 46 % MgO.

Opal

$SiO_2 \cdot nH_2O$

Amorph. Härte 5 1/2—6 1/2, Dichte 1,9—2,5.

Aus opalartiger Kieselsäure bestand das Kieselgerüst eines alpinen Gerölls aus der Kiesgrube Schmerlat (Koord. 682'400/282'640/430), aus dem die leichtverwitterbaren Anteile (vermutlich Kalk) herausgelöst waren.

Die Kieselsäure von Silexkonkretionen im Muschelkalk, in der Lettenkohle und im oberen Malm kann gelegentlich opalartigen Charakter haben. Diese Silexbildungen finden sich verschwemmt auch in Schottern der Wutach. Opal, wie er im vulkanischen Deckentuff der Rosenegg (W-Seite) auftritt, wurde in vulkanischen Gesteinen des Kantons Schaffhausen bisher nicht gefunden.

Perowskit

$CaTiO_3$

Monoklin/pseudokubisch. Härte 5 1/2—6, Dichte um 4.

Perowskit ist in den Hegaubasalten (Melilithiten) und damit auch im Basalt von Ramsen vertreten. Er ist nur mikroskopisch erkennbar.

Plagioklas (siehe Feldspäte)

Pyrit

FeS_2

Kubisch. Härte 6—6 1/2, Dichte 4,9—5,2.

Besondere Kennzeichen: hellgelb, goldartig, metallisch glänzend.

Pyrit ist ein relativ häufiges Mineral, das man in den verschiedensten Gesteinen antrifft, im Kanton Schaffhausen stets als Neubildung in Sedimenten. Erwähnenswert sind folgende Vorkommen:

Lettenkohle: Nebst Markasit tritt auch Pyrit in Form von Knollen auf, ebenso in Silexkonkretionen.

Posidonienschiefer: Pyritisierte Muschelschalen und flachgedrückte Ammoniten fanden sich häufig im Posidonienschiefer der Baugrube des Wasserreservoirs Gächlingen an der Strasse zur Siblingerhöhe.

Arietenkalk: Pyritknollen (evtl. auch Markasit) sind meist völlig in Brauneisenstein umgewandelt.

Opalinuston: Gelegentlich findet man geringe Mengen von Pyrit. Feinverteilt scheint er darin häufiger zu sein.

Malmkalke: Pyrit (und Markasit?) kommt gelegentlich in Form von meist stark verwitterten Knollen vor (wohlgeschichtete Kalke).

Berühmt sind hingegen die Pyritfunde im Steinbruch Wippel (Thayngen). Stellenweise sind die Malmkalkoberflächen von Bolustontaschen mit Pyritkriställchen übersät, kommen aber mit Markasit auch verteilt in meist weisslichen oder grauen Bolustonen vor.

Pyrolusit

MnO_2

Tetragonal. Härte 5—6 (in Aggregaten bis 2), Dichte 4,7—5,0.

Pyrolusit tritt in feinen, bleiglanzartigen, metallischglänzenden kristallinen Belägen in den oligozänen Krustenkalken S Lohn auf (Abb. 10), in der gleichen Formation, die auch Manganknollen führt (Koord. 692'400/289'980/620). Das Mineral wurde von Prof. Dr. E. Niggli röntgenographisch identifiziert. Es zeigte sich, dass bereits A. Kenngott (1866) die Fundstelle bekannt war.

Pyroxen-Gruppe

Pyroxene treten im Kanton Schaffhausen mehrfach in vulkanogener Form auf:

Gewöhnliche bis basaltische Augite:

$Ca(Mg,Fe,Al)[(Si,Al)_2O_6]$

Monoklin. Härte 5—6, Dichte 3,2—3,6.

Gewöhnliche vulkanogene Augite (Klinopyroxene, W. WEISKIRCHNER, 1967) sind im Basalt von Ramsen enthalten. Er bildet darin einen Hauptbestandteil in Form eines eigentlichen «Filzes» von Augitkristallen. In Kristallen von max. 0,5 mm Grösse ist Augit im basaltischen vulkanischen Tuff von Karolihof häufig (Abb. 36). Im Schlottuff von Hofen ist er jedoch offenbar völlig zu Tonmineralien umgewandelt.

Auch im Tuff des Herrentischs kommen Augite (bis 3 mm Länge) vor (W. WEISKIRCHNER, 1967).

Aehnliche Augite enthalten die Einstreuungen von Bimstuff des Laachersee-vulkanismus im Weier S Thayngen (F. HOFMANN, 1963).

Die Augite der vulkanischen Tuffe des Hegaus kommen verschwemmt auch in eiszeitlichen Bildungen des Kantons Schaffhausen vor.

Aegirinaugit: Diese Na- und Fe-reiche Varietät trifft man im Phonolith des Hegaus und damit im Kanton Schaffhausen in Phonolithgeschieben und -findlingen der Eiszeit (Reiat, oberer Klettgau).

Diopsid: $Ca,MgSi_2O_6$

Monoklin. Härte 5—6, Dichte 3,27—3,38.

Meist etwas chromhaltiger Diopsid (Bestimmung Prof. Dr. Th. Hügi, Bern) findet sich in Form flaschengrüner Körner im basaltischen Tuff von Karolihof, selten in den tuffitischen Helicidenmergeln von Bargen—Oberbargen und etwas häufiger im Tuff des Herrentischs. In den Laachersee-Bimstuff-Einstreuungen im Weier S Thayngen kommt ebenfalls ein diopsidartiger Pyroxen vor.

Diallag: Im bekannten Gabbro von Marmorera (Oberhalbstein, Graubünden) findet sich der metallischglänzende Diallag-Augit als Hauptbestandteil neben grünem, basischem Plagioklas. Dieses Gestein findet man gelegentlich auch als Geschiebe des Rheingletschers im Kanton Schaffhausen.

Quarz

SiO_2

Trigonal. Härte 7, Dichte 2,65.

Quarz ist ein ausserordentlich häufiges gesteinsbildendes Mineral sowohl primär in magmatischen Gesteinen (an erster Stelle der Granit) wie auch sekundär in Sedimenten (an erster Stelle Sande und Sandsteine).

Quarz fehlt im Basalt von Ramsen, weil ihn der Chemismus dieses Gesteins (relativ niedriger Kieselsäuregehalt) entstehungsmässig ausschliesst. Das gleiche gilt für die vulkanischen Tuffe unserer Gegend, wo er lediglich in Form herausgeworfener Quarzkörner aus durchschlagenen Schichten oder eingeschlämmt, nicht aber als magmatogene Komponente vorkommt.

Nachfolgend werden die wichtigsten Arten des Vorkommens von Quarz im Kanton Schaffhausen diskutiert:

Neugebildete Quarzkristalle: Die Voraussetzungen zur Entstehung von idiomorphen Quarzkristallen als Neubildungen sind in den Sedimentserien unserer Gegend nicht gerade günstig. Trotzdem kommen solche Quarze vor:

— Im Quaderkalk des Freudentals (Abb. 45). Zufallsfund einiger, bis 5 mm langer, schön ausgebildeter, aber undurchsichtiger Quarzkriställchen, auf Kalk aufgewachsen (Koord. 691'480/289'540/575). Weitere Funde konnten nicht gemacht werden. Vermutlich handelt es sich um eine Neubildung aus Kieselsäure, die während der Entstehung der Bolustone gelöst wurde und in den tieferen Kalkschichten rekristallisierte.

— Im Boluston des Tirggihat NW Bargen, Koord. 687'000/294'440/700, fanden sich im Schlämmrückstand zweispitzige Quarze bis zu 5 mm Länge, die jedoch wegen der Entstehung im Boluston porös und mit Ton durchsetzt waren. Sie dürften als Neubildung während der Bildung der Bolustone entstanden sein.

— In verkieselten Hölzern im Schilfsandstein von Schleitheim-Hallerberg: Kristalle von 1 bis max. 3 mm Länge, mehr oder weniger durchsichtig.

— Im Wutachschotter (Oberwiesen): Ab und zu findet man nur wenig abgerollte kieselige Geschiebe, die offensichtlich aus Silexlagen des Muschelkalks

stammen. In solchen Geschieben fanden sich 1973 verhältnismässig schöne Quarzdrusen (Abb. 44). Im anstehenden Muschelkalk wurden sie in dieser Form nicht beobachtet.
Diese Art von Quarzgeschieben kommen meist bei Aushubarbeiten zum Vorschein. Eine Grube in Wutachschotter, der auch sehr schöne Gerölle von Gesteinen aus dem Karbon der Lenzkircher Gegend enthält, liegt im Widen etwa 2 km oberhalb Oberwiesens auf schweizerischer Seite im Talboden der Wutach.

Verkieselungserscheinungen: In mikrokristalliner Form (Chalcedon) kommt Quarz in folgenden Schichten vor:

— Hauptmuschelkalk: Silexkonkretionen, rundlich oder lagig, vor allem in der Basiszone. Teilweise auch in lockerer Form (Seldenhöhle im Wutachtal (Koord. 678'400/291'500/515). Die röntgenographische Untersuchung des teilweise tonartig feinen Materials ergab nur Quarz als Bestandteil.

— In der Grenzregion Trigonodusdolomit/Lettenkohle in Form von unregelmässigen Silexbildungen von max. 2 cm Grösse (Schärersgraben).

— Im Massenkalk des Malms in Form von Silexknollen (z. B. Rheinfallgebiet, Abstieg zum Rheinfall von der Strasse, N des Schlösschens Wörth).

— In Form isolierter Silexknollen (Feuersteine) in der Bolus-Bohnerzformation von Lohn (Koord. 692'270/289'870/610), auf dem Bargemer Randen «Uf Soo» auf den Aeckern sehr häufig.

— In Form verkieselter Fossilien (vor allem Terebratula), besonders SE Osterfingen (Koord. 679'850/279'470/610), vgl. W. FELIX, 1967. Verkieselte Fossilien kommen aber auch an andern Stellen vor (Chornberg N Löhningen, mittlerer Häming, nördlicher Wannenberg, öfters in der oberen Grenzzone der mittleren Malmmergel).
Mit Salzsäure können die feinen, ausgezeichnet erhaltenen Kieselschalen aus dem Kalk herausgelöst werden.

— In der Mergelgrube Almenbüel im Bibertal (Betrieb der Zementfabrik Thayngen) war beim Bau der Aufbereitungsanlage die Basis der dort abgebauten Schichten aufgeschlossen: über schrattenartigem Malmkalk lag eine Decke von Bohnerz und Boluston, darüber mit scharfer Grenze die altoligozäne Krustenkalkformation: beige Krustenkalke, teilweise oolithisch, mit Silexlagen bis zu 5 cm Dicke.

— In Juranagelfluhschichten der Gegend N Bargen (Rietbuck-Wolfbüel) findet man in den Geröllhorizonten, die in den Mergeln vereinzelt auftreten,

Trümmer von rotem Karneol, die durch die Flüsse der Juranagelfluhschüttungen verschwemmt wurden und aus dem Buntsandstein stammen.

Quarzsande: Sämtliche Sande und Sandsteine im Kanton Schaffhausen führen Quarz in Form von Körnern: Schilfsandstein, Stubensandsteine, Quarzsande der Siderolithformation, Molasse und eiszeitliche Ablagerungen. Aber auch Tone und Mergel enthalten stets eine quarzführende Sandfraktion.

Besonders erwähnenswert sind folgende Vorkommen:

Ornatentone und Birmensdorfer Schichten:

Die glaukonitreichen Tonlagen dieser Horizonte enthalten sehr reinen, feinkörnigen, weissen Quarzsand.

Quarzitische Bank im Keuper: Die quarzitische Bank des Keupers (F. SCHALCH, 1912) ist ein dichter, feinkörniger, quarzreicher Sandstein mit Körnern der Grösse um 0,1 mm. Auch das Bindemittel dieser feinen Quarzkörner ist Kieselsäure, d. h. Quarz. Gelegentlich enthält diese dünne Schicht bis 15 % Dolomit, teilweise ist sie aber völlig karbonatfrei.

Derzeit erschlossene Vorkommen:

— Muggenbrunnen am oberen Hallauerberg, Koord. 677'210/286'870/545. — Staufenberg N Schleitheim, Koord. 678'200/290'300/560.

Huppererden: Sehr reine Quarzsande sind die Huppererden von Bargen (F. HOFMANN, 1967) und von der Siblingerhöhe: das zweitgenannte Vorkommen ist eine Spaltenfüllung von etwa 10 cm Breite im wohlgeschichteten Kalk bei Koord. 682'100/287'525/820 (vgl. F. SCHALCH, 1916, F. HOFMANN, 1967). Die Spalte enthält Grobsand mit glasglänzenden Quarzkörnern bis 1 mm Durchmesser nebst verkieselten Fossilresten.

Quarzitgerölle: Zur Zeit der oberen Meeresmolasse gelangten zu verschiedenen Zeiten durch katastrophenartige Sturzwellen Sande und Gerölle aus dem grossen Flussdelta des Napfsystems, zwischen Luzern und Bern, bis in unsere Gegend und über den Bodensee hinaus (siehe auch unter Stichwort «Gold»).

Besonders charakteristisch für diese aus Westen stammenden Molassekomponenten sind verwitterungsresistente, helle, dichte, feinkörnige und sehr harte Quarzitgerölle, die Kopfgrösse erreichen können.

Diese Quarzitgerölle findet man vor allem in den Geröllagen der Quarzsandschichten von Benken und Wildensbuch (die begleitenden Grobsande stammen aus dem Osten).

Im Kanton Schaffhausen trifft man sie auf dem Reiat (Büttenhardt—Stetten—Lohn) überall verstreut, besonders aber auch auf dem Klettgauer Rücken (Zieglerhau, Schneeschmelzi, Wasenhütte, Rossberg) und auf den südlichen Hochflächen des Randens (Emmerberg, Chlosterfeld, Griesbach).

Diese Quarzite bestehen aus reinem Quarzsand, der durch Kieselzement zu einem zähen Quarzgestein verbunden ist. Es stammt vermutlich aus Triasschichten, die früher tektonisch über dem heutigen Oberwallis lagerten, aber durch die Erosion der Molassezeit abgetragen und als Gerölle ins Vorland verfrachtet wurden.

Rutil

TiO_2

Tetragonal. Härte 6—6 1/2, Dichte 4,2—4,3.

Rutil ist ein verbreitetes Schwermineral in den sandführenden Ablagerungen der Trias, des Juras und der Bohnerzformation, kommt aber — weniger häufig — auch in den Molassesanden und im Pleistozän vor.

Der Rutil ist stets kaum viel grösser als 0,15 mm und tritt vor allem in der Trias in Form von oft guterhaltenen Kristallen (kleine Prismen mit Pyramidenflächen an den Enden) auf, die dem Zirkon äusserlich gleichen, aber stets rotbraun gefärbt sind. Zwillinge sind nicht häufig zu beobachten.

Rutile findet man häufig im Schilfsandstein und im Stubensandstein. Häufig, aber meist stärker abgerollt sind Rutile in der Lettenkohle, im Ornatenton, in den Birmensdorfer Schichten (Abb. 14) und im Siderolithikum (Huppererden, Quarzsande, Bolustone, Abb. 41). Rutil kommt immer zusammen mit Zirkon vor.

Sanidin (siehe Feldspäte)

Saponit (siehe Tonmineralien)

Silex (siehe Quarz)

Spinell

$MgAl_2O_4$

Kubisch. Härte 8, Dichte 3,5—3,7.

Braune Spinellkörner findet man als relativ seltenes Schwermineral im Schilfsandstein, im Stubensandstein und in der Lettenkohle.

Staurolith

$Fe{\cdot\cdot}Al_4[O|OHSiO_4]_2$ oder $Fe(OH)_2 \cdot 2Al_2SiO_5$

Rhombisch. Härte 7—7 1/2, Dichte 3,65—3,77.

Staurolith ist ein Mineral, das vor allem in metamorphen Sedimentgesteinen vorkommt, oft zusammen mit Disthen (z. B. Staurolith-Disthen-Schiefer der Alpe Sponda am Pizzo Forno, Leventina, Tessin). Im Kanton Schaffhausen findet

man Staurolith als Schwermineral in Form charakteristischer, gelber bis gelbbrauner, nicht idiomorpher Körner.

Staurolith ist, nicht häufig, im Schilfsandstein und im Stubensandstein anzutreffen, selten auch in den Sanden der Bolus-Bohnerz-Formation. Sehr häufig ist er in den Ablagerungen der oberen Meeresmolasse und der oberen Süsswassermolasse (Glimmersande).

Besonders reichlich ist Staurolith in den Feinsanden der Gruben nördlich von Lohn (obere Meeresmolasse) vertreten (Abb. 38).

Steinsalz

NaCl

Kubisch. Härte 2, Dichte 2,1—2,2.

Salzlagerstätten, wie sie im Wellengebirge der Trias im Untergrund von Zurzach, Rheinfelden und Schweizerhalle oder in der deutschen Nachbarschaft (Bad Dürrheim) vorkommen, fehlen im Kanton Schaffhausen.

Salzbohrungen in die Trias (zum Teil sehr spekulativ angesetzt) bei Schleitheim 1823, Beggingen 1832, Unterhallau 1838, Siblingen 1851 und 1913 und Wilchingen—Unterneuhaus 1921 blieben erfolglos.

Steinsalz als dünne Kluftausfüllung wurde in der Anhydritgruppe des ehemaligen Bergbaus Wunderklingen gefunden (Belegmaterial Mineralogische Sammlung der Kantonsschule Schaffhausen, Abb. 46).

Titanit

$CaTi[SiO_4]O$

Monoklin. Härte 5—6, Dichte 3,29—3,56.

Synonym: Sphen.

Titanitkörner vulkanischer Entstehung kommen — allerdings nicht sehr häufig — in den vulkanischen Aschen der Helicidenmergel (Bargen—Oberbargen, Abb. 35) und in den Tuffitlagen der Gegend Bibern-Altdorf vor. Sie fallen durch ihre hohe Lichtbrechung auf und sind stets unregelmässig begrenzt. Eigengestaltige Kristalle, wie in den Phonolithen oder in phonolithischen Bentonitlagen am Hohenstoffeln, findet man nie. Die Körner sind stets höchstens 0,3 mm gross.

Auch im Tuff auf dem Herrentisch ist Titanit nachweisbar. Selten kommt er auch im Schilfsandstein vor.

Tonmineralien

Tone sind glimmerartig aufgebaute, kristallwasserhaltige Schichtsilikate, deren Grundbaustoffe meist Aluminiumhydrosilikate sind und die aus sehr feinen Partikeln von meist weniger als 2 μ Durchmesser bestehen.

Die Grundbauelemente sind zweidimensionale Kristallgitter, zusammengesetzt aus Schichten von SiO_4-Tetraedern, die mit solchen aus $Al(OH)_6$-Oktaedern kombiniert sind: in den SiO_4-Tetraedern ist ein Si-Atom tetraederartig von 4 Sauerstoffatomen umgeben, in den $Al(OH)_6$-Oktaederelementen ein Al-Atom oktaederartig von 6 OH-Gruppen. Diese Grundelemente sind je zweidimensional unter sich zu Gitterebenen verbunden.

Das Aluminium kann durch andere Atome, insbesondere Magnesium oder Eisen ersetzt sein. Die Elementarschichtgittereinheiten sind zu Schichtgitterpaketen wechselnder Dicke übereinandergestapelt.

Die Tonteilchen haben die Eigenschaft, Wasser und darin vorhandene Ionen anzulagern, welche Fähigkeit zusammen mit der besonderen kristallinen Struktur das plastische und klebende Verhalten in Verbindung mit Wasser bewirkt.

Tonmineralien können primär-vulkanisch und sekundär durch Verwitterungs- und Umwandlungsvorgänge entstehen. Es gibt sehr viele verschiedenartige Tonmineralien, von denen zahlreiche auch im Kanton Schaffhausen vorkommen. Die wichtigsten dieser Minerale sind die folgenden:

Kaolinit: Kaolinite sind Zweischichtminerale: sie bestehen aus der Kombination einer SiO_4-Tetraederschicht mit einer $Al(OH)_6$-Oktaederschicht. Die resultierende chemische Zusammensetzung ist $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. Der Al_2O_3-Gehalt liegt je nach Reinheitsgrad bei 35 bis knapp über 40 %. Reine Kaolinite sind feuerfest.

Im Kanton Schaffhausen tritt Kaolinit vor allem in Form der *Bolustone* (Siderolith- oder Bohnerzformation) auf. Sie entstanden aus gewöhnlichen Tonen während der Kreide- und vor allem Alttertiärzeit durch tropisch-humide Auslaugungsverwitterung. SiO_2 wurde abgeführt, und die Tone reicherten sich an Tonerde (Al_2O_3) an und kristallisierten zu Kaoliniten um, die — unter dem Elektronenmikroskop erkennbar — nach Art der Glimmer als sechseckige Blättchen ausgebildet sind (Abb. 47).

Bolustone finden sich vor allem in der Gegend von Lohn. Sie gaben Anlass zur dortigen keramischen Industrie. Wenn auch ihre heutige Bedeutung nicht mehr sehr gross ist, werden sie doch immer noch ausgebeutet. Sie sind nicht so rein und feuerfest wie importierte Kaolinite, vor allem stets mehr oder weniger eisenhaltig.

Ein weiteres Vorkommen ist jenes des Färberwiesli ENE Beringen, das für die Steinzeugfabrik Schaffhausen abgebaut wird.

Boluston kommt auch als Zwischenmittel der Bohnerze vor, vor allem auf dem Klettgauer Rücken (Lauferberg, Häming, Wannenberg, Radegg).

Hohe Gehalte an feinkörnig kristallisiertem Kaolinit sind für die altoligozänen Kaolinitmergel typisch, die oberhalb des Rheinfalls beidseits des Rheins zwischen Molasseuntergrenze und Bohnerzformation und Malmobergrenze vor-

kommen. Im Gegensatz zu den Bolustonen sind diese Gelberden jedoch etwas kalkhaltig. Sie entstanden aus windverblasenen und lokal verschwemmten Bolustonen.

Kaolinit ist auch Bestandteil des Opalinustons und anderer ähnlicher Ablagerungen.

Illit: Illite sind Dreischicht-Tonmineralien. Jedes Elementarkristallgitter besteht aus einer $Al(OH)_6$-Oktaederschicht, die beidseits mit je einer SiO_4-Tetraederschicht verbunden ist. Diese Elementarstrukturen sind wieder zu Paketen aufeinandergestapelt und einigermassen starr miteinander verbunden.

Wegen des höheren SiO_2-Anteils sind Illite nicht feuerfest.

Illite sind Bestandteile vieler Tone unserer Gegend, besonders der Mergel und Tone der Juraformation (Opalinuston, Impressamergel, mittlere Malmmergel), der Molasse und der eiszeitlichen Moränen.

In besonders reiner Form und hohen Anteilen kommen sie in den Keupertonen vor (Schleitheim, Hallerberg, F. HOFMANN & TJ. PETERS, 1969). Vor allem die grünen, karbonatfreien Keupertone sind sehr reine Illite.

Glaukonit: Glaukonit ist ein besonderes Tonmineral illitartiger Beschaffenheit mit hohem Kali- und Eisengehalt (K_2O 4,0—5,0 %, Fe_2O_3 6—28 %, Al_2O_3 5,5—22 %, SiO_2 47—53 %, Kristallwasser 5—13,5 %).

Glaukonit ist charakteristisch dunkelgrün bis grünschwarz gefärbt und kommt als Neubildung in Meeresablagerungen vor. Man findet ihn in Form von Körnchen von Sandkorngrösse, gelegentlich bildet er auch Ueberzüge auf Fossilresten. Glaukonitreich sind der Ornatenton und die unteren Birmensdorfer Schichten (Abb. 20). Weniger konzentrierte Vorkommen finden sich in den wohlgeschichteten Kalken (Crinoidenbänke, z. B. im Steinbruch an der Spitalhalde N Löhningen) und in den mittleren Malmmergeln (kalkige Lagen im Uebergang zum Quaderkalk, Glaukonit in Form von Ueberzügen auf Fossilien oder auf Kalkpartien: Chornberg N Löhningen, Koord. 683'150/285'700/750; mittlerer Häming, Koord. 682'730/281'480/600; Langranden, Weganschnitt, Koord. 681'550/287'800/875).

In der Molasse findet man Glaukonit in den marinen Sandsteinen des unteren Teils der oberen Meeresmolasse, die im Rheindurchbruch Rüdlingen—Eglisau in beträchtlicher Mächtigkeit aufgeschlossen sind. Relativ selten findet man Glaukonitkörner auch im Randengrobkalk (Bargen).

Chlorit: Bestandteil von Tonen in vulkanischen Tuffen (Herrentisch) und des Keupers und Juras.

Montmorillonitgruppe: Montmorillonite sind Dreischicht-Tonmineralien, die ebenfalls aus Tetraeder-Oktaeder-Tetraeder-Schichten aufgebaut sind. Diese zu Stapeln übereinandergeschichteten Elementarstrukturgitter sind jedoch nicht starr miteinander verbunden, sondern haben die Möglichkeit, Wasser dazwischen

einzulagern und sich aufzuweiten. Montmorillonite besitzen eine hohe Ionenumtauschkapazität. Mit Na abgesättigt, sind sie in Wasser unterschiedlich stark, teilweise sehr extrem quellbar.

Die Montmorillonitgruppe umfasst zahlreiche verschiedenartige Varietäten gleichartiger Struktur, aber unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung. Montmorillonite können sekundär als Verwitterungsneubildungen entstehen. Besonders häufig sind sie aber als vulkanisch entstandene Tone.

Sedimentärer Montmorillonit kommt als Bestandteil vieler Tone vor. Er ist insbesondere in Molassemergeln und in jüngeren Ablagerungen enthalten, z. B. im pleistozänen Ton des Hungerbucks W Neunkirch (F. HOFMANN & TJ. PETERS, 1969). Untergeordnet kommt er auch in Tonen des Malms vor.

Beidellit: Die Montmorillonit-Varietät Beidellit kommt mit einem Anteil von rund 90 % in der Tonfraktion des vulkanischen Tuffs auf dem Herrentisch (Hirschenbrunnen) vor (Bestimmung Dr. Martin Frey, Bern).

Saponit: Saponit ist ein montmorillonitisches Tonmineral, bei dem Aluminium weitgehend durch Magnesium ersetzt ist. Er ist Hauptbestandteil des basaltischen Tuffs von Karolihof S Ramsen (F. HOFMANN & E. JÄGER, 1959), vgl. Abb. 42.

Mixed-Layer-Tone: Relativ häufig sind Tone, deren Schichtgitterpakete eine mehr oder weniger gleichmässige Wechsellagerung von Illit und Montmorillonit aufweisen (Mixed-Layer-Tone). Solche Tone kommen auch im Kanton Schaffhausen vor:

Die grünlichen *Rhät-Tone* (Hallauerberg) zeigen nach Bestimmungen von Prof. Dr. Tj. Peters, Bern, Mixed-Layer-Struktur.

Im Gehängeschutt des westlichen Langrandens (Räckholterenbuck) sind braune Tonlagen enthalten, bei denen es sich wahrscheinlich um eingewehten vulkanischen Staub der Chaîne des Puys (Auvergne) handelt (F. HOFMANN, 1972). Die Tonfraktion besteht nach Bestimmungen von Dr. Martin Frey, Bern, zu etwa 60 % aus einem unregelmässigen Wechsellagermineral Illit-Montmorillonit. Daneben kommen 15—20 % Illit und etwa 20 % Kaolinit vor.

Topas

$Al_2[(F,OH)_2|SiO_4]$

Rhombisch. Härte 8, Dichte 3,52—3,57.

Topas findet man als seltenes, aber charakteristisches Schwermineral in relativ grossen Körnern (bis 0,3 mm) nebst Andalusit in den Graupensanden der Grimmelfinger Schichten (obere Meeresmolasse), die in den Quarzsandgruben von Benken/Wildensbuch vorkommen. Im Kanton Schaffhausen sind diese Schichten nur in dünnen Relikten auf dem Reiat vorhanden und meist nicht aufgeschlossen (Stetten, Lohn).

Turmalin

$(Na,Ca)(Mg,Al)_6[B_3Al_3Si_6(O,OH)_{30}]$
Trigonal. Härte 7—7 1/2, Dichte 2,9—3,25.
Turmalin ist ein äusserst verwitterungsresistentes Mineral und kommt fast in allen Sanden als Schwermineral vor.

Je nach der chemischen Zusammensetzung variiert die Farbe stark, was sich auch bei Schwermineralien beobachten lässt. Unter dem Polarisationsmikroskop fällt Turmalin vor allem durch seinen starken Pleochroismus auf: parallel zur c-Achse ist die Farbe im polarisierten Licht hell, quer dazu dunkel.

Turmalin tritt als Schwermineral oft in Form guterhaltener, säuliger Kriställchen auf, zum Teil ist er oft sehr gut kugelig gerundet.

Turmalin ist sehr häufig im Schilfsandstein, etwas seltener im Stubensandstein und in der Bohnerzformation, relativ häufig aber wieder in den Molassesanden, besonders in den Feinsanden der oberen Meeresmolasse N Lohn (Abb. 37).

Zirkon

$ZrO_2 \cdot SiO_2$
Tetragonal. Härte 7—8, Dichte 4,68—4,70.

Zirkon ist wie Rutil und Turmalin ein extrem verwitterungsresistentes Mineral und kommt deshalb praktisch in allen Sanden vor, je nach deren Herkunft mehr oder weniger häufig. Er tritt fast immer mit Rutil zusammen auf.

Guterhaltene Kristalle findet man vor allem im Schilfsandstein (Abb. 48, 49) und im Stubensandstein. Abgerollte Körner dominieren in der quarzitischen Bank des Keupers, in der Lettenkohle, im Ornatenton, in den Birmensdorfer Schichten, in den Sanden und Tonen der Bohnerzformation und in den altoligozänen Kaolinitmergeln (Gelberden). In diesen Schichten ist Zirkon das häufigste Schwermineral, in der Molasse ist er seltener (Abb. 50).

Zirkon vulkanischer Herkunft fand sich in der vulkanogenen Tonlage im Gehängeschutt des Langrandens (F. HOFMANN, 1972).

Zoisit

$Ca_2Al_3[Si_2O_7][SiO_4]O[OH]$
Rhombisch. Härte 6, Dichte 3,25—3,6.

Zoisit ist ein seltenes, aber charakteristisches Schwermineral der Glimmersande der oberen Süsswassermolasse (oberer Kantonsteil).

Literaturverzeichnis

Baumberger, E. (1923): Die Bohnerzgebiete im Kanton Schaffhausen. In: Die Eisen- und Manganerze der Schweiz. Studiengesellschaft für die Nutzbarmachung schweizerischer Erzlagerstätten. Erste Lieferung. Bern.

Betechtin, A. G. (1971): Lehrbuch der speziellen Mineralogie. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.

Eichler, J. (1961): Mineralogische und geologische Untersuchungen von Bohnerzen in Baden-Württemberg, besonders der Vorkommen von Liptingen, Kreis Stockach. N. Jb. Miner., Abh., 97/1, S. 51—111.

v. Engelhardt, W., und Weiskirchner, W. (1961): Einführung zu den Exkursionen der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft zu den Vulkanschloten der Schwäbischen Alb und in den Hegau während der 39. Jahrestagung in Tübingen vom 11. bis 17. September. Exkursionsführer. Tübingen.

Epprecht, W. (1963): Die Bohnerzfunde in den Tiefbohrungen Limberg (Küsnacht, Kt. Zürich) und Eglisau II. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 43/1, S. 313 bis 338.

Fehlmann, H., und Rickenbach, E. (1962): Die Eisen- und Manganerze der Schweiz: Die eisenhaltigen Doggererze der Schweiz. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Serie, XIII/7.

Geiger, E. (1969): Der Geröllbestand des Rheingletschergebietes im Raum nördlich von Bodensee und Rhein. Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg 11, S. 127—172.

Genser, H. (1966): Schichtenfolge und Stratigraphie des Doggers in den drei Faziesbereichen der Umrandung des Südschwarzwaldes. Oberrhein. geol. Abh. 15, S. 1—60.

Geyer, O. F., und Gwinner, M. P. (1968): Einführung in die Geologie von Baden-Württemberg. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Gygi, R. A. (1969): Zur Stratigraphie der Oxford-Stufe (oberes Jurasystem) der Nordostschweiz und des süddeutschen Grenzgebietes. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, N. F., 136.

Guyan, W. U. (1936): Die Gipsstollen von Oberwiesen. Beilage z. Jber. 1935/36 Kantonsschule Schaffhausen. Schleitheim.

— (1967): Gipsmuseum Schleitheim. Wegleitung. Schleitheim.

Heling, D. (1965): Zur Petrographie des Schilfsandsteins. Beitr. Min. u. Petr. 11, S. 272—296.

Hofmann, F. (1956): Die vulkanischen Erscheinungen auf schweizerischem Gebiet in der Gegend von Ramsen (Kanton Schaffhausen). Eclogae geol. Helv. 49/1, S. 85—96.

— (1958): Vulkanische Tuffhorizonte in der oberen Süsswassermolasse des Randens und Reiats, Kanton Schaffhausen. Eclogae geol. Helv. 51/2, S. 371 bis 377.

— (1959): Vulkanische Tuffhorizonte der Schienerbergeruptionen auf dem thurgauischen Seerücken. Eclogae geol. Helv. 52/2, S. 461—475.

— (1959): Magnetitvorkommen in diluvialen Ablagerungen des Kantons Schaffhausen. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 39/1—2, S. 106—113.

— (1960): Beitrag zur Kenntnis der Glimmersandsedimentation in der oberen Süsswassermolasse der Nord- und Nordostschweiz. Eclogae geol. Helv. 53/1, S. 1—26.

— (1962): Ein jungtertiärer Tuffschlot bei Hofen (Kanton Schaffhausen). Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen, XXVII, S. 185—191.

— (1963): Spätglaziale Bimsstaublagen des Laachersee-Vulkanismus in schweizerischen Mooren. Eclogae geol. Helv. 56/1, S. 147—164.

— (1965): Untersuchungen über den Goldgehalt der oberen marinen Molasse und des Stubensandsteins in der Gegend von Schaffhausen. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 45/1, S. 131—137.

— (1967): Ueber die Tertiärbildungen im Kanton Schaffhausen. Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen XXVIII, S. 171—210.

— (1972): Spuren spätquartären vulkanischen Flugstaubs aus der Auvergne und Zeugen eines prähistorischen Waldbrandes im Gehängeschutt des Schaffhauser Tafeljuras (Langranden). Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen XXIX 1968/72, S. 15—27.

Hofmann, F., und Jäger, E. (1959): Saponit als Umwandlungsprodukt im basaltischen vulkanischen Tuff von Karolihof (Kanton Schaffhausen). Schweiz. Min. Petr. Mitt. 39/1—2, S. 117—124.

Hofmann, F., und Peters, Tj. (1962): Kaolinitische Mergel unter der Molassebasis im Rheinfallgebiet. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 42/2, S. 349—358.

Hofmann, F., und Peters, Tj. (1969): Untersuchungen über die Verwendbarkeit schweizerischer Rohstoffe als Bindetone für Giessereiformsande. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Serie, 47.

Hübscher, H. (1962): Einführung in die Erdgeschichte unserer Schaffhauser Heimat. Neujahrsblatt Naturf. Ges. Schaffhausen, 14.

Hübscher, J. (1948): Untersuchungsergebnisse über die Doggererze und die Oelschiefer im Kanton Schaffhausen. Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen, XXII, S. 153—160.

Kenngott, A. (1866): Die Minerale der Schweiz nach ihren Eigenschaften und Fundorten ausführlich beschrieben. Leipzig.

Krause, O. (1969): Die Melilith-Nephelinite des Hegaus. Diss. Univ. Tübingen. Stuttgart.

v. Moos, A. (1935): Sedimentpetrographische Untersuchungen an Molassesandsteinen. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 15/2, S. 169—265.

Parker, R. L. (1973): Die Mineralfunde der Schweiz. Wepf & Co., Basel. Neubearbeitung durch *H. A. Stalder, F. de Quervain, E. Niggli, St. Graeser.*

Peyer, B. (1956): Ueber Zähne von Haramiyden, von Triconodonten und von wahrscheinlich synapsiden Reptilien aus dem Rhät von Hallau, Kt. Schaffhausen, Schweiz. Schweiz. Paläont. Abh. 72, Serie Zoologie, Nr. 148.

Schalch, F. (1912): Erläuterungen zu Blatt Stühlingen (Nr. 144) der Geologischen Spezialkarte des Grossherzogtums Baden. Bad. Geol. Landesanst. u. Schweiz. Geol. Komm.

— (1916): Erläuterungen zu Blatt Wiechs-Schaffhausen (Nr. 145) der Geologischen Spezialkarte des Grossherzogtums Baden. Bad. Geol. Landesanst. u. Schweiz. Geol. Komm.

— (1919): Ueber ein neues Rhätvorkommen im Keuper des Donau-Rhein-Zuges. Vjschr. Naturf. Ges. Zürich 64.

— (1921): Erläuterungen zu Blatt Jestetten-Schaffhausen (Nr. 158) der Geologischen Spezialkarte von Baden. Bad. Geol. Landesanst. u. Schweiz. Geol. Komm.

Schreiner, A. (1970): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung. Geol. Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg i. Br.

Stockar de Neuforn, J. G. (1760): Specimen chemico-medicum inaugurale de succino in genere et speciatim de succino fossili Wisholzensi. Leiden.

Weiskirchner, W. (1967): Ueber die Deckentuffe des Hegaus. Geologie, 16/58, S. 1—90.

Erläuterungen zu den Fotos

1 Apatitkristall mit Einschlüssen (Flüssigkeiten oder Gas) aus den Birmensdorfer Schichten des oberen Churztals, SW Siblinger Randenhaus. Schwermineralpräparat, Vergrösserung etwa 250mal.

2 Apatitkristalle aus roten Helicidenmergeln. Auswürfling im vulkanischen Tuffschlot von Hofen. Obere Süsswassermolasse. Alter des Auswürflings obere Meeresmolasse. Schwermineralpräparat. Vergrösserung etwa 150mal.

3 Fossiler Baumstamm aus dem Posidonienschiefer. Baugrube des Reservoirs N Gächlingen, 1972. Kohlige Randpartie mit zahlreichen kleinen Klüftchen, die mit Baryt ausgefüllt sind. Etwa 1½mal natürliche Grösse.

4 Disthen aus den Feinsanden der oberen Meeresmolasse N Lohn. Schwermineralpräparat. Vergrösserung etwa 600mal.

5 Gipskristalle aus einer Bolustontasche im Malmkalk des Steinbruchs Wippel, Thayngen. Etwa 2mal natürliche Grösse.

6 Schwalbenschwanz-Gipskristall (Zwilling) aus einer Bolustontasche im Malmkalk des Steinbruchs Wippel, Thayngen. Etwa 2mal natürliche Grösse.

7 Schwalbenschwanz-Gipskristall (Zwilling) aus einer Bolustontasche im Malmkalk des Steinbruchs Wippel, Thayngen. Etwa 2mal natürliche Grösse.

8 Gipskristalle aus der Anhydritgruppe. Ehemaliges Bergwerk Oberwiesen. Mineralogische Sammlung der Kantonsschule Schaffhausen. Etwa 2mal natürliche Grösse.

9 Parallelstengelig kristallisierter Kalzit aus einer Bolustontasche im Massenkalk W Büttenhardt. Länge der Einzelkristalle etwa 3 cm.

10 Pyrolusit im Krustenkalk von Lohn. Durchmesser der Pyrolusitgruppe etwa 1 cm.

11 Kalzitkluft aus dem Malmkalk des Wippelsteinbruchs, Thayngen. Breite 2 cm.

12 Kalzitkristalle auf einer Kluftoberfläche im Schilfsandstein des Seewisteinbruchs. Natürliche Grösse.

13 Dichtes Brauneisenerz (Goethit-Limonit). SSW Lohn (Läckwiesli). Maximaler Durchmesser 13 cm.

14 Rutilkristall aus den Birmensdorfer Schichten des Churztals SW des Siblinger Randenhauses. Schwermineralpräparat. Länge des Kristalls etwa 0,2 mm.

15 Brauneisensteinknolle (Goethit dunkelbraun, Limonit als Ocker), gefunden von Herrn Arthur Schachenmann, «Uf Soo», Bargemer Randen. Maximaler Durchmesser 12 cm.

16 Manganitknolle aus der Krustenkalkformation von Lohn. Maximaler Durchmesser 8 cm.

17 Hämatitisches Bohnerz (Roteisenstein). Baugrube der Kläranlage Röti, Neuhausen am Rheinfall. Natürliche Grösse.

18 Coelestin (bläulich, tafelig) und Baryt (rötlich, feinfaserig-strahlig) im Stubensandstein des Seewisteinbruchs. Breite der Kristallgruppe 7 cm.

19 Durröhrlestein mit Coelestindruse. Tal des Chrebsbachs SE Schleitheim. Maximaldurchmesser der Druse 25 mm.

20 Glaukonitkörner aus den Birmensdorfer Schichten des Churztals SW des Siblinger Randenhauses. Korngrösse 0,1—0,2 mm.

21 Oolithisches Eisenerz des oberen Doggers (Macrocephalus-Oolith). Brauneisensteinkügelchen von etwa 1 mm Durchmesser in einer weniger stark eisenhaltigen, kalkigtonigen Grundmasse. Oberes Churztal, SW Siblinger Randenhaus. Etwa 1 1/2 mal natürliche Grösse.

22 Granatkorn aus dem Stubensandstein des Seewisteinbruchs (NE Schleitheim/WNW Beggingen). Schwermineralpräparat. Vergrösserung etwa 150mal. Die kleineren Körner sind Zirkone.

23 Kalzitkristalle. Kluftbelag aus dem Massenkalk SW Bargen. Etwa 1 1/2mal natürliche Grösse.

24 Kalzitkristalle aus einer Kluft im Muschelkalk. Steinbruch SE Wunderklingen. Vergrösserung etwa 2mal.

25 Kalzitdruse aus dem Malmkalk des Wippelsteinbruchs, Thayngen. Etwa 3mal natürliche Grösse.

26 Kalzitkluft aus dem Malmkalk des Wippelsteinbruchs, Thayngen. Etwa 1 1/2mal natürliche Grösse.

27 Typischer Durröhrlestein des Keupers. Tal des Chrebsbachs, S Huebhof, SE Schleitheim. Lagen von schwärzlichem, parallelstengeligem Kalzit («Anthrakolith»). Abstand der Teilstriche des aufgemalten Massstabs 1 cm.

28 Magnetitkristalle an einem Stabmagneten. Basis des eiszeitlichen Deckenschotters der Schliffenhalde, E Thayngen. Länge des Magneten 5 cm, Hauptkorngrössen der Magnetitkörner 1,5—3 mm.

29 Kalzitgruppe aus einer Kluft im Malmkalk des Wippelsteinbruchs, Thayngen. Etwa natürliche Grösse.

30 Kalzit auf einer Kluftoberfläche im Schilfsandstein des Seewisteinbruchs. Breite der Bildung 5 cm.

31 Kalzitkluft aus dem Schilfsandstein des Seewisteinbruchs. Breite etwa 2 cm.

32 Kalzitkristalle auf einer Kluftoberfläche im Schilfsandstein des Seewisteinbruchs. Natürliche Grösse.

33 Durröhrlestein mit etwa 1 cm dicken Anthrakolithlagen (schwärzlicher, parallelstrahlig kristallisierter Kalzit). Tal des Chrebsbachs, Huebhof, SE Schleitheim.

34 Bergseide: feinstfaseriger, watteartiger Kalzit, aus dem Gehängeschutt des Räckholterenbucks, westlicher Langranden. Länge der Faserbüschel etwa 1 cm.

35 Titanitkorn vulkanischen Ursprungs aus dem tuffitischen Helicidenmergel der oberen Meeresmolasse. N Hengstsattel, P. 712, ESE Oberbargen.

36 Augitkristall (Pyroxen) aus dem basaltischen vulkanischen Tuff von Karolihof S Ramsen. Schwermineralpräparat. Länge des Kristalls etwa 0,2 mm.

37 Turmalinkristall aus dem Feinsand der oberen Meeresmolasse des Reiats N Lohn. Schwermineralpräparat. Länge des Kristalls etwa 0,2 mm.

38 Staurolithkörner aus dem Feinsand der oberen Meeresmolasse des Reiats N Lohn. Durchmesser der Körner etwa 0,1—0,15 mm. Schwermineralpräparat.

39 Hornblende aus dem vulkanischen Tuff des Hirschenbrunnens, Herrentisch. Dünnschliffpräparat. Länge des dargestellten Kristalls (Längsschnitt) ca. 3 mm.

40 Querschnitt durch einen Hornblendekristall aus dem vulkanischen Tuff des Hirschenbrunnens, Herrentisch. Durchmesser etwa 2 mm.

41 Schwermineralfraktion eines Bolustons aus einer Spalte im Massenkalk des Freudentals an der Strasse nach Lohn. Relativ stark abgerollte Körner von Zirkon (hell) und von Rutil (braunrot). Mittlere Korngrösse etwa 0,1 mm.

42 Lapilliauswürfling von etwa 5 mm Durchmesser aus dem vulkanischen Tuff von Karolihof S Ramsen. Einsprenglinge von Olivinkristallen, die in das Tonmineral Saponit umgewandelt sind. Dünnschliff.

43 Markasitknollen aus einer Molassespalte im Malmkalk des Steinbruchs Wippel, Thayngen. Etwa 2mal natürliche Grösse.

44 Quarzdruse, vermutlich aus dem Muschelkalk. Geröll aus Wutachschotter. Baugrube, Oberwiesen, 1972. Etwa $1^1/_2$mal natürliche Grösse.

45 Kleine Quarzkristalle im Quaderkalk des Freudentals. Etwa 2mal natürliche Grösse.

46 Steinsalz als dünner Kluftbelag im Gips des ehemaligen Bergwerks Wunderklingen. (Salzkruste an der rechten vorderen Seite des Handstücks, oberer Teil), Mineralogische Sammlung der Kantonsschule Schaffhausen, datiert 1889.

47 Elektronenmikroskopische Aufnahme (Tj. Peters) von Boluston aus der Grube Färberwiesli, ENE Beringen. Sechseckige Kaolinitkristalle. Durchmesser der grössten Exemplare 0,5 μ.

48 Langprismatischer Zirkonkristall mit Einschlüssen. Aus dem Schilfsandstein der Grube Hallerberg E Schleitheim. Schwermineralpräparat. Vergrösserung etwa 300mal.

49 Zirkonkristall aus dem Schilfsandstein der Grube Hallerberg E Schleitheim. Schwermineralpräparat. Vergrösserung etwa 300mal. Die kleineren Körner sind ebenfalls vorwiegend Zirkone.

50 Zirkonkristalle aus mergeligem Sandstein der unteren Süsswassermolasse. Zieglerhau S Guntmadingen. Schwermineralpräparat. Vergrösserung etwa 300mal.

Geologische Karten

Erb, L. (1931): Blatt 146: Hilzingen. Geol. Spez. K. v. Baden, 1 : 25 000. Bad. Geol. Landesamt u. Schweiz. Geol. Komm.

Hantke, R. (1967): Geologische Karte des Kantons Zürich, 1 : 50 000. Vjschr. Naturf. Ges. Zürich, 112/2.

Heim, A., und Hübscher, J. (1931): Geologische Karte des Rheinfalls, 1 : 10 000. Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen, X.

Hofmann, F. (in Vorbereitung): Blatt 1031: Neunkirch. Geol. Atlas der Schweiz, 1 : 25 000. Schweiz. Geol. Komm.

Hübscher, J. (1957): Blatt 1032: Diessenhofen. Geol. Atlas der Schweiz, 1 : 25 000. Schweiz. Geol. Komm.

Schalch, F. (1909): Blatt 144: Stühlingen. Geol. Spez. K. des Grossherzogtums Baden, 1 : 25 000. Bad. Geol. Landesanst. u. Schweiz. Geol. Komm.

— (1916): Blatt 145: Wiechs-Schaffhausen. Geol. Spez. K. des Grossherzogtums Baden, 1 : 25 000. Bad. Geol. Landesanst. u. Schweiz. Geol. Komm.

Schalch, F., und Göhringer, K. (1921): Blatt 158: Jestetten-Schaffhausen. Geol. Spez. K. von Baden; 1 : 25 000. Bad. Geol. Landesanst. u. Schweiz. Geol. Komm.

Schreiner, A. (1970): Geologische Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung, 1 : 50 000. Geol. Landesamt Baden-Württ.

Lieferbare Neujahrsblätter*

Nr. 4/1952: BOESCH, HANS:
Die Unternehmungen von Johann Conrad Fischer. 84 S.

Nr. 9/1957: EGGER, FRITZ:
Wir betrachten den Sternenhimmel. Wegleitung für den Besucher der Schul- und Volkssternwarte. 47 S.

Nr. 16/1964: WALTER, HANS:
«Das Schaffhauser Bauernjahr» (2. Teil), Photoheft. 40 S.

Nr. 19/1967: KNAPP, EGON, und KREBS, ALBERT:
Insekten. Photoheft. 59 Abb.

Nr. 20/1968: Verschiedene Autoren:
«Schaffhauser Heimat» *Heimat- und Volkskundliches aus Neunkirch.* 74 S.

Nr. 21/1969: DUBOIS, FRANCIS:
Die Maschinenanlagen der abgewrackten Schaufelraddampfer der Schaffhauser Rheinflottille.
RUH, MAX:
Die ersten Dampfschiffe auf Untersee und Rhein. 78 S.

Nr. 22/1970: Verschiedene Autoren:
«Schaffhauser Heimat» *Heimat- und Volkskundliches aus Ramsen.* 64 S. und 12 S. Ill.

Nr. 23/1971: Verschiedene Autoren:
«Vom Schaffhauser Rebbau». 64 S.

Nr. 24/1972: Verschiedene Autoren:
«Schaffhauser Wasser in Gefahr?» 79 S.

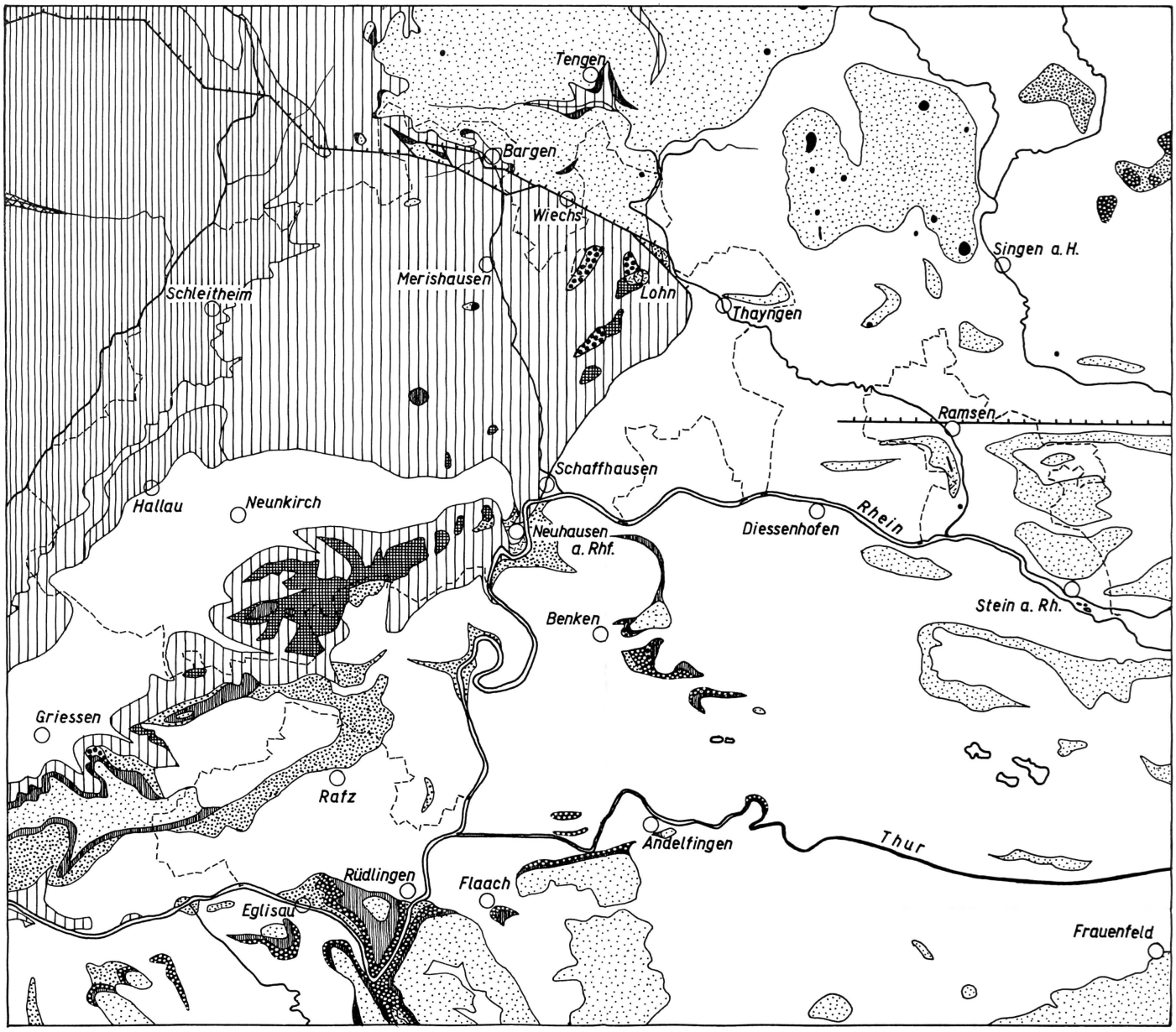
Nr. 25/1973: RUSSENBERGER, HANS:
«Orchideen des Randens». 80 S. (Fr. 15.—)

Nr. 26/1974: HOFMANN, FRANZ
«Mineralien des Kantons Schaffhausen». 72 S. und 16 S. Ill. (Fr. 15.—)

---

* Preis, wo nicht anders vermerkt: Fr. 10.— je Heft.

Die Neujahrsblätter können bezogen werden bei K. Isler, Lehrer, 8211 Dörflingen, sowie bei den Schaffhauser Buchhandlungen.



Quartär

Jungtertiäre vulkanische Eruptionsstellen

Obere Süsswassermolasse, Tortonien-Sarmatien-Pontien

Kirchbergerschichten, Ob. Helvétien
Graupensande, Ob. Helvétien
Randengrobkalk
Glaukonitsandstein, Burdigalien-?Helvétien
} Obere Marine Molasse im weiteren Sinne

Untere Süsswassermolasse, Chattien-Aquitanien

Krustenkalke und Gelberden, Sannoisien-Rupélien

Siderolithformation: Bohnerz-Boluston, (?Kreide)-Eozän

Jura
Trias
Kristallin

0 5 10 km

Geologische Uebersichtskartenskizze
des Kantons Schaffhausen und seiner Umgebung