

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

**Artikel:** Mineralien des Kantons Schaffhausen  
**Autor:** Hofmann, Franz  
**Kapitel:** Mineralienverzeichnis  
**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:** 09.02.2026

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

## 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 $\frac{1}{2}$ —6, Dichte 3,9.

Als Schwermineral. Pyramidale Formen, oft mit Prismen verbunden, braun bis gelbbräun, 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 Büttenthal und des übrigen Reiats (nach A. v. MOOS, 1935). Anatas kommt ebenfalls im Siderolithikum vor und wurde von T. J. PETERS (in

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

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

### Andalusit



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, Grimelfinger 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



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

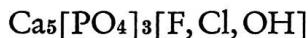


Rhombisch. Härte 3—4, Dichte 2,8—3,0.

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



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 zersetzenen, 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 Seewsteinbruchs 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 Ornamentone 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 Hofemerhöhlzli 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**



Rhombisch. Härte 3—3 $\frac{1}{2}$ , 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 Gählingen 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 Anschwemmmhorizonten 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  $2\frac{1}{2}$ —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 Schwerminerale 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. 68°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 Schlotttuff von Hofen.

### Bittersalz

$MgSO_4 \cdot 7 H_2O$

Rhombisch. Härte 2— $2\frac{1}{2}$ , 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

$\text{TiO}_2$

Rhombisch. Härte  $5\frac{1}{2}$ —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  $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ , 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



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



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

Chromit ist ein Mineral der Spinellgruppe. Er wurde in einem Karbonatit auswürfling 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



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 Seesteinbruchs seinem Namen alle Ehre (Abb. 18).

### Cyanit (siehe Disthen)

### Diopsid (siehe Pyroxen)

### Disthen



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: Bargent, Siblinger Randen, Lohn, Freudental.
- In den granitischen Sandsteinen der unteren Süsswassermolasse (Neuhauen, 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 erkennbar. 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



Trigonal. Härte  $3\frac{1}{2}$ —4, Dichte 2,8—2,9.

Dolomit ist gleichartig strukturiert, 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  $\text{CO}_2$ -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 Kugelchen 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



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*  $\text{K}[\text{AlFeSi}_3\text{O}_8]$

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

*Sanidin*, monoklin, vor allem in jungvulkanischen Ergussgesteinen.

*Kalk-Natron-Feldspäte (Plagioklase):*  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  oder  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$  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.

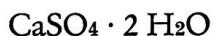
Im Kanton Schaffhausen enthalten die vulkanogenen Tufflagen der rötlichen Helicidenmergel von Bargen—Oberbargen wechselnde Mengen an Sanidin, der schön tafelig ausgebildet ist, aber kaum grösser als 0,5 mm wird.

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 Blöcken von Phonolith des Hohentwils vor (Findlinge, vor allem im Reiatgebiet, grössere Blöcke in risszeitlichen Moränen des südlichen Klettgau-Talhangs SE Beringen und am Schmerlat (Kiesgruben). Man findet Sanidin darin in Form leistenförmiger Einsprenglinge bis 6 mm Länge.

## Gips



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 Schwälbenschwanzzwillingen gefunden (Abb. 8).

*Keuper:* Der Keupergips tritt in nicht sehr mächtigen Schichten wechselseitig 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<sub>4</sub>-Ionen verdrängen aus dem Boden Kaliionen und andere adsorbierte Düngestoffe und ergeben kurzfristig eine Dungewirkung, 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 Schwalbenschwanzwillige 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 zerstzliche 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 Büttenthal (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

$\alpha$ -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 Siderolithiums 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» (Bargeimer 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*  $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$

*Grossular*  $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$

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 Schwerminerale 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



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



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 Kantonsgelände und weit darüber hinaus.

*Vulkanogene, basaltische Hornblende* (meist braun) ist reich an  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und  $\text{TiO}_2$  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



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

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

Die Bohnerzkörper 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**



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**



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 waserklaren 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 Posidonienschiefen 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 Schärergraben 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 bizarre 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 dunnere 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 Seewsteinbruchs, 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



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



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



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 Bargent—Oberbargent.

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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	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 Magnetit aus dem losen, abgesandten 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



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



Monoklin. Härte 4, Dichte 4,2—4,33.

Manganit kommt in Knollen von mehreren cm Durchmesser in der altoligo-zänen 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 da-selbst) vor. Eiszeitliche Sande über dem Schotter der Kiesgrube S Hallau sind stellenweise mit schwarzem Manganit imprägniert (Ostseite der Grube).

### Markasit



Rhomisch. 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.

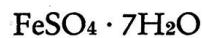
Markasitknollen bis 10 cm Durchmesser (Abb. 43) findet man ab und zu in Spalten und Karstlöcherfüllungen im Malmkalk des Steinbruchs Wippel (Thayngen). Er tritt dort aber auch — zusammen mit Pyrit — in Kristallen bis etwa 3 mm Durchmesser oft in grossen Mengen in grünlichen bis weissen Bolus-tonen auf.

Der Markasit zersetzt sich leicht und erzeugt mit dem Luftsauerstoff und Wasser Schwefelsäure. Durch Reaktion mit dem Kalkgestein, in dem er vor kommt, 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



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



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 Melilitite genannt. Der Melilith ist darin nur im Dünnschliff zu erkennen, obwohl sein Anteil beträchtlich ist.

Mikroklin (siehe Feldspäte)

Montmorillonit (siehe Tonminerale)

### Muskowit



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 Gerölle.

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**



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-Melilit. Sie sind im Kanton Schaffhausen als Basalt von Ramsen vertreten und mit ihnen auch der Nephelin. Er ist nur mikroskopisch erkennbar.

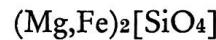
#### **Nosean**



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

Nosean tritt als stark zersetzer 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**

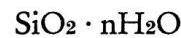


Rhombisch. Härte 6, Dichte 3,3—3,5.

Olivin ist in Form flaschengrüner Einsprenglinge nur im Basalt von Ramsen (Melilit) 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-Melilit) enthalten nach O. KRAUS (1969) um 40% SiO<sub>2</sub>, um 12% FeO und um 46% MgO.

#### **Opal**

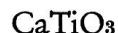


Amorph. Härte 5 1/2—6 1/2, Dichte 1,9—2,5.

Aus opalartiger Kieselsäure bestand das Kieselgerüst eines alpinen Gerölles 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



Monoklin/pseudokubisch. Härte  $5\frac{1}{2}$ —6, Dichte um 4.

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

### Plagioklas (siehe Feldspäte)

### Pyrit



Kubisch. Härte 6— $6\frac{1}{2}$ , 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 weissen oder grauen Bolustonen vor.

## Pyrolusit



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:*



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:*  $\text{Ca},\text{MgSi}_2\text{O}_6$

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



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 eingeschlammmt, 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 Quarzkristallchen, 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 Boloston des Tirggiat 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 Boloston 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 Wutachschorter (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 Wutachschorter, 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.

**Verkieselungerscheinungen:** 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 Schlosschens 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 Silex-lagen 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 Bargent (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 katastrophenumartige 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 Gerölllagen 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



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



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



Rhombsch. 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 gelb-brauner, 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

$\text{CaTi}[\text{SiO}_4]\text{O}$

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  $\mu$  Durchmesser bestehen.

Die Grundbauelemente sind zweidimensionale Kristallgitter, zusammengesetzt aus Schichten von  $\text{SiO}_4$ -Tetraedern, die mit solchen aus  $\text{Al(OH)}_6$ -Oktaedern kombiniert sind: in den  $\text{SiO}_4$ -Tetraedern ist ein Si-Atom tetraederartig von 4 Sauerstoffatomen umgeben, in den  $\text{Al(OH)}_6$ -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 übereinander gestapelt.

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.

Tonminerale können primär-vulkanisch und sekundär durch Verwitterungs- und Umwandlungsvorgänge entstehen. Es gibt sehr viele verschiedenartige Tonminerale, 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  $\text{SiO}_4$ -Tetraederschicht mit einer  $\text{Al(OH)}_6$ -Oktaederschicht. Die resultierende chemische Zusammensetzung ist  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Der  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -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.  $\text{SiO}_2$  wurde abgeführt, und die Tone reichertensich an Tonerde ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 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 ausgebaut. 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  $\text{Al}(\text{OH})_6$ -Oktaederschicht, die beidseits mit je einer  $\text{SiO}_4$ -Tetraederschicht verbunden ist. Diese Elementarstrukturen sind wieder zu Paketen aufeinander gestapelt und einigermassen starr miteinander verbunden.

Wegen des höheren  $\text{SiO}_2$ -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 Keuper-tonen vor (Schleitheim, Hallerberg, F. HOFMANN & T.J. 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 ( $\text{K}_2\text{O}$  4,0—5,0 %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  6—28 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  5,5—22 %,  $\text{SiO}_2$  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. Glaukonitreiche 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 Stäben übereinander geschichteten 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 & T.J. 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 eingeweichten 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



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



Trigonal. Härte 7—7 1/2, Dichte 2,9—3,25.

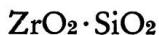
Turmalin ist ein äusserst verwitterungsresistentes Mineral und kommt fast in allen Sanden als Schwermineral vor.

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 Molasse-sanden, besonders in den Feinsanden der oberen Meeresmolasse N Lohn (Abb. 37).

## Zirkon



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



Rhombisch. Härte 6, Dichte 3,25—3,6.

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