

SILICATE

Mg₂SiO₄

1. Eigenschaften von Silicaten

Die Silicate leiten sich von der Siliciumsäure (=Kieselsäure) Si(OH)₄ ab. Diese neigt spontan zu intermolekularer Kondensation, d. h. sie bildet Dikieselsäuren, Trikieselsäuren usw., wobei jeweils ein Wassermolekül abgegeben wird. Sind alle Moleküle vollständig kondensiert, entsteht polymeres Siliciumdioxid (SiO₂)_x. Diese Kondensation verläuft aber nicht geordnet, also dass zum Beispiel erst zu Ketten kondensiert wird, dann zu Schichten und letztendlich zu einer Raumstruktur, sonder willkürlich. Ersetzt man aber einige Wasserstoffatome durch Metallatome, so können die Strukturen der resultierenden Säureanionen, der Silicate, vorherbestimmt werden. In den Silicaten liegen die Siliciumatome in der Mitte eines Tetraeders. Die Ecken bilden jeweils ein Sauerstoffatom. Der Abstand Si–O beträgt 1,60 Å und die Kantenlänge eines einzelnen Tetraeders 2,62 Å. So dass ein Sauerstoffatom zwei Kieselsäuremoleküle verknüpft und so zum gemeinsamen Eckpunkt von zwei verschiedenen Tetraeder-Strukturen wird.

Im Folgenden sind die verschiedenen möglichen Strukturen dargestellt.

1. Silicate mit selbständigen, „diskreten“ Anionen:

a) Nesosilicate (Insel-Silicate): Dies sind Ortho-Silicate mit dem Anion [SiO₄]²⁻; Beisp.: Phenakit Be₂[SiO₄], Olivin (Mg,Fe)₂[SiO₄], Zirkon Zr[SiO₄], vgl. Abbildung.

b) Sorosilicate (Gruppen-Silicate): Hier sind die [SiO₄]-Tetraeder zu einer endlichen Gruppe verknüpft; dazu gehören u.a. die Di-Silicate mit dem Anion [Si₂O₇]⁶⁻ und eine Anzahl z.T. synthet. hergestellter Tri-Silicate; Beispiel: Thortveitit Sc₂[Si₂O₇], Hemimorphit Zn₄[(OH)₂/Si₂O₇]·H₂O; vgl. Abbildung.

Insel-silicat

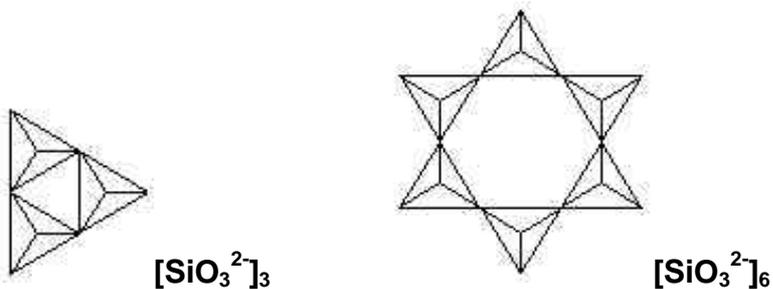


Gruppensilicat



c) Cyclosilicate (Ring-Silicate): In diesen Silicate sind die $[\text{SiO}_4]$ -Tetraeder zu Ringen angeordnet; Beispiel: Benitoid $\text{BaTi}[\text{Si}_3\text{O}_9]$ (Dreier-Ringe; vgl. Abbildung, Beryll $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ (Sechser-Ringe; vgl. Abbildung). Es sind auch Silicate mit Zwölfer-Ringen bekannt.

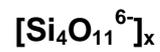
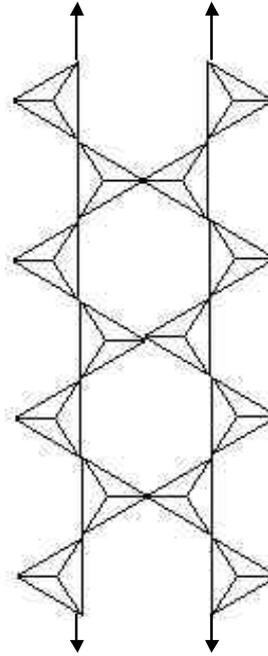
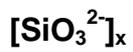
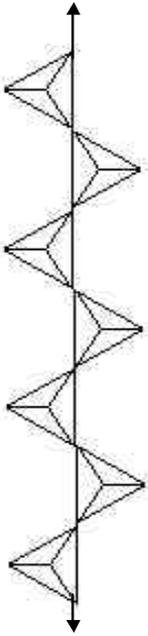
Ringsilicate



2. Ino-Silicate (Ketten-Silicate und Band-Silicate): In diesen Silicate sind die $[\text{SiO}_4]$ -Tetraeder zu Ketten zusammengelagert, d.h. zu eindimensional unbegrenzten Gebilden, die praktisch Polymere des Anions $[\text{SiO}_3]^{2-}$ sind. Hierzu gehört die große Zahl der Meta-Silicate; Beispiel: Diopsid $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$; vgl. Abbildung. Durch die Vereinigung je zweier Ketten entstehen Doppelketten oder Bänder mit dem Anion $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$; Beispiel: Amphibole, z.B. Tremolit $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2]$; vgl. Abbildung; auch Silicate mit Dreifach-, Vierfach- und Fünffach-Ketten sind beschrieben worden.

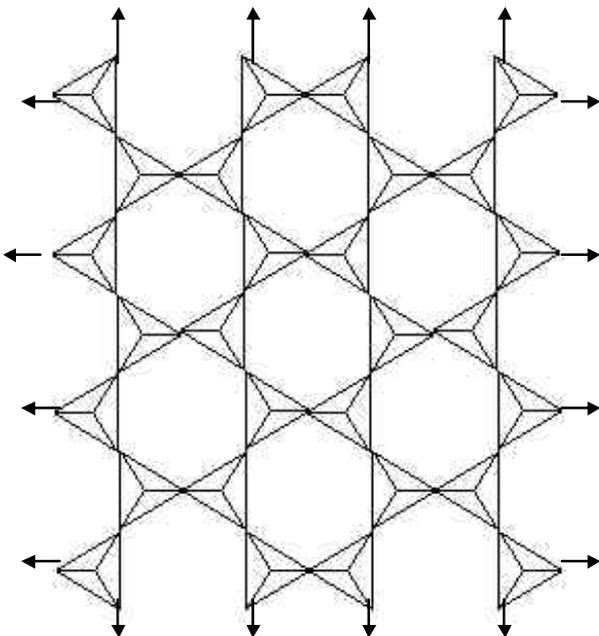
Kettensilicate

Bandsilicate



3. Phyllosilicate (Blatt-Silicate, Schicht-Silicate): In diesen Silicate sind die $[\text{SiO}_4]$ -Tetraeder jeweils in einer Ebene miteinander verkettet; sie bilden also Schichtengitter (Silicate mit doppelt gekoppelten Anionen). Sie sind Polymere des Anions $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$; Beisp.: Talk $\text{Mg}_3[(\text{OH})_2/\text{Si}_4\text{O}_{10}]$, Kaolinit $\text{Al}_4[(\text{OH})_8/\text{Si}_4\text{O}_{10}]$; vgl. Abbildung. Teilweiser Ersatz von Si durch Al in den Tetraedern führt zur Struktur der Glimmer, z.B. Muscovit $\text{KA}_2[(\text{OH})_2/\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$.

Schichtsilicate



4. Tecto-Silicate (Gerüstsilicate): In diesen Silicate setzt sich die Verkettung der $[\text{SiO}_4]$ -Tetraeder in allen drei Raumrichtungen fort (dreidimensionale Netzwerke); Beispiel: Feldspäte und Zeolithe. Hier handelt es sich praktisch um Polymere von SiO_2 , und den Grenzfall der Tecto-Silicate bilden deshalb die SiO_2 -Modifikationen Quarz, Tridymit und Cristobalit.

Die Silicate sind nicht nur die artenreichste Klasse der Mineralien, sondern auch geologisch und technisch außerordentlich wichtig. Über 80% der Erdkruste bestehen aus Silicaten; Glas, Porzellan, Email, Tonwaren, Zement und Wasserglas sind technisch wichtige, aus Silicate bestehende Produkte; Zeolithe und Feldspäte sind Beispiele für technisch wichtige Silicate-Mineralien. Die meisten Silicate sind durch verhältnismäßig hohe Härte, nichtmetallisches Aussehen und weiße bis beige Farbe gekennzeichnet. Die Silicate (mit Ausnahme der reinen Alkali-Silicate, z.B. Wasserglas) sind in keinem anorganischen oder organischen Lösungsmittel unzersetzt löslich, daher sind auch keine gelösten Ionen zu beobachten. Trotzdem darf man die Kristallgitter (Kristallstrukturen) der Silicate in erster Annäherung als Ionengitter betrachten.

2. Darstellung von Mg_2SiO_4

Aus Magnesiumchlorid MgCl_2 wird mit Natronlauge Magnesiumhydroxid $\text{Mg}(\text{OH})_2$ gefällt. Dieses wird abfiltriert und getrocknet. Ebenfalls getrocknetes Siliciumdioxid SiO_2 wird mit dem Magnesiumhydroxid im Mörser vermischt und in einem Tiegel für etwa vier Tage in einen $1000\text{ }^\circ\text{C}$ heißen Ofen gestellt. Jeden Tag wird die Substanz einmal gemörsert.

Mengen:

Für eine theoretische Ausbeute von 2 g werden folgende Mengen an Substanzen benötigt:

$$M(\text{Mg}_2\text{SiO}_4) = 140 \text{ g/mol} \quad \circ \quad n = 2 \text{ g} / 140 \text{ g/mol} = 0,01429 \text{ mol}$$

es werden also $2 \cdot 0,01429 \text{ mol}$ an MgCl_2 benötigt \circ

$$M(\text{MgCl}_2) = 94 \text{ g/mol} \quad \circ \quad m = 0,02858 \text{ mol} \cdot 94 \text{ g/mol} = \underline{2,69 \text{ g}}$$

zum Fällern werden $2 \cdot 0,02858 \text{ mol}$ NaOH benötigt \circ

$$c(\text{NaOH}) = 6 \text{ mol/l} \quad \circ \quad V = 0,05716 \text{ mol} / 6 \text{ mol/l} = 9,5 \text{ ml}$$

es wird ein geringer Überschuß an Lauge verwendet, also insgesamt ca. 10 ml

$$M(\text{SiO}_2) = 60 \text{ g/mol} \quad \circ \quad m = 0,01429 \text{ mol} \cdot 60 \text{ g/mol} = \underline{0,86 \text{ g}}$$

Ausbeute:

$$\text{Ausbeute} = \frac{m_{\text{praktisch}}}{m_{\text{theoretisch}}} \cdot 100 \% = \frac{1,44 \text{ g}}{2 \text{ g}} \cdot 100 \% = 72 \%$$

3. Röntgendiffraktometrie

Die peaks der untersuchten Substanz deuten hauptsächlich auf Mg_2SiO_4 , MgO und MgO_2 hin, da die peaks dieser Substanzen, vor allem die mit den größten Intensitäten, alle in der untersuchten Substanz auftauchen.

4. Toxikologie

Außer der ätzenden Natronlauge werden keine besonders giftigen Substanzen verwendet.

5. Literatur

Gmelin, Band Mg [B], Seite 351

Holleman, Wiberg, Lehrbuch der Anorganischen Chemie, Auflage 91 - 100, Seite 757 - 760