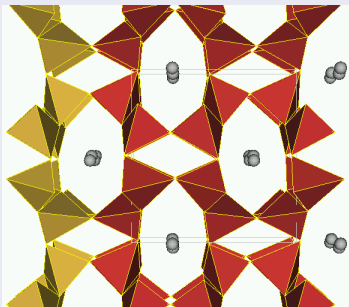


VIII/J: Gerüstsilicate

Systematik

- 4 O_B, 0 O_E: 3-dim. Verknüpfung
⇒ 3-dim. Gerüst
- Alumosilicate: $[Al_xSi_{n-x}O_{2n}]^x$ mit $x = (0,)1, 2$ und $n > x$
- Substitution: $xSiO_{4/2} \rightleftharpoons xAlO_{4/2}^- + A^{x+}$
- offene, weitmaschige Gerüste:
„Ringgröße“ ≥ 8
- Kationen gebunden an
 AlO_4^{5-} -Tetraeder
- Einbau großer Kationen:
 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} ,
auch weitere Anionen und
Wasser



VIII/J: Gerüstsilicate

289

Systematik

- Feldspat-Familie
 - VIII/J.06: Kalifeldspäte $(\text{K,Na})[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$
 - VIII/J.07: Plagioklase $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$
- Feldspatoide
 - VIII/J.02: Nephelin $(\text{Na,K})[\text{AlSiO}_4]$
 - VIII/J.05: Leucit $\text{KAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$
 - VIII/J.11–14: Sodalit-Reihe $\text{Na}_8[\text{Cl}_2|(\text{AlSiO}_4)_6]$
- VIII/J.13: Skapolith-Gruppe $(\text{Na,Ca})_8[(\text{Cl}_2,\text{SO}_4,\text{CO}_3)_{1-2}|\text{Al}_{1-2}(\text{Si}_{2-3}\text{O}_8)_6]$
- VIII/J.21–27: Zeolith-Familie

VIII/J: Gerüstsilicate

290

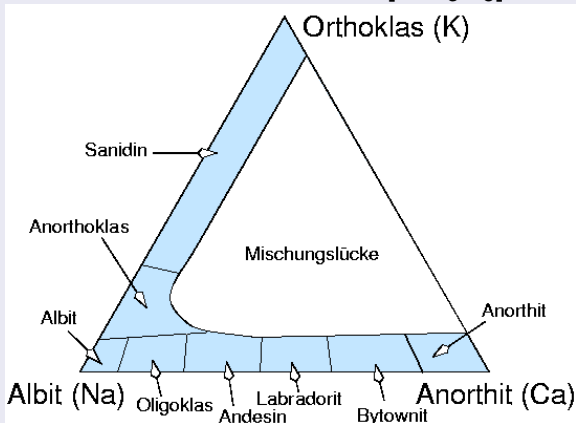
Feldspat-Familie

- >50% aller Minerale der Erdkruste
- nicht im Erdmantel
- Bildung in basischen bis sauren Schmelzen
auch metamorphen Gesteinen
nicht in Sedimenten: Verwitterung
- Alkali-Feldspäte: wichtige Rohstoffe
- niedrige Kristallsymmetrie: monoklin und triklin
- sehr häufig Zwillingsbildung:
Wachstums- und Umwandlungs-Zwillinge
- Si-Al-Ordnungsvorgänge: Al-Verteilung temperatur- und
abkühlratenabhängig, aber kinetisch stark gehemmt

VIII/J: Gerüstsilicate

291

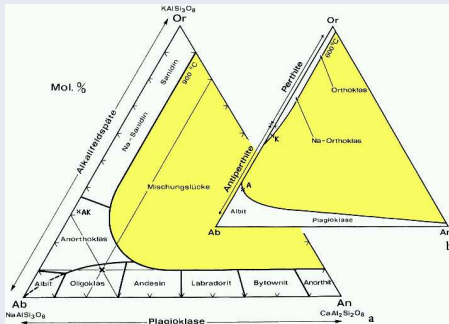
Feldspat-Familie

VIII/J.06-40 Orthoklas $K[AlSi_3O_8]$ VIII/J.07-20 Albit
 $Na[AlSi_3O_8]$ VIII/J.07-70 Anorthit
 $Ca[Al_2Si_2O_8]$

VIII/J: Gerüstsilicate

292

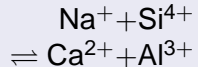
Feldspat-Familie



$$r_{Ca^{2+}} = 1.29 \text{ \AA}$$

$$r_{Na^{+}} = 1.24 \text{ \AA}$$

$$r_{K^{+}} = 1.59 \text{ \AA}$$



- Mischungslücke: temperaturabhängig
- Plagioklas-Reihe: lückenlos mischbar ($>350^{\circ}C$)
- Sanidin: begrenzte Mischbarkeit
 \Rightarrow zwei verschiedene Feldspäte nebeneinander im Gestein

VIII/J: Gerüstsilicate

293

Plagioklas-Reihe

- trikline Na-Ca-Feldspäte

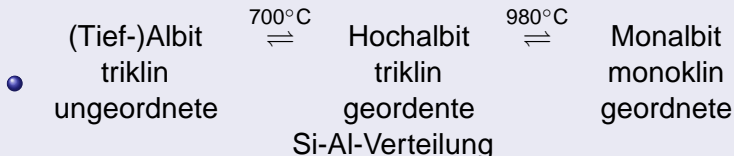
VIII/J.07-20	Albit	$\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	< 10% An
VIII/J.07-30	Oligoklas	$(\text{Na,Ca})[(\text{Al,Si})_4\text{O}_8]$	10–30% An
VIII/J.07-40	Andesin	$(\text{Na,Ca})[(\text{Al,Si})_4\text{O}_8]$	30–50% An
VIII/J.07-50	Labradorit	$(\text{Ca,Na})[(\text{Al,Si})_4\text{O}_8]$	50–70% An
VIII/J.07-60	Bytownit	$(\text{Ca,Na})[(\text{Al,Si})_4\text{O}_8]$	70–90% An
VIII/J.07-70	Anorthit	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$	> 90% An

- schief spaltend (griechisch)
- Albit: wichtiger Keramik-, Glas- und Email-Rohstoff

VIII/J: Gerüstsilicate

Plagioklase

- bei höheren Temperaturen: statistische Si-Al-Verteilung metastabil bei hoher Abkühlrate, aber Si-Al-Ordnung bei kleineren Abkühlraten



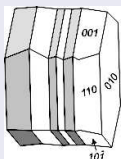
- Anorthit: vollständig geordnete Si-Al-Verteilung
 \Rightarrow Si:Al=1:1 und nur Ca^{2+} -Ionen
 bei statistischer Verteilung
 \Rightarrow lokal elektrostatisch nicht abgesättigt

VIII/J: Gerüstsilicate

295

Plagioklasse

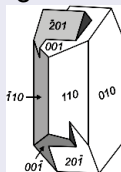
- in der Regel verzwillingt:



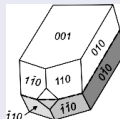
Albit



Periklin



Karlsbader



Manebacher



Bravenoer

oft polysynthetische Verzwilligung und Doppel-Zwillinge

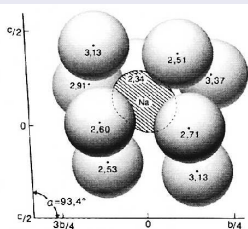
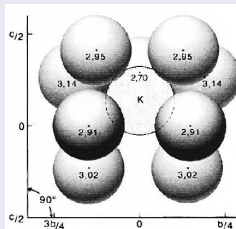
- VIII/J.07-50: Labradorit ($An_{50}-An_{70}$)
submikroskopische Entmischungslamellen:
Labradorisieren (Schmuck- und Ornamentstein)

VIII/J: Gerüstsilicate

296

Alkali- und Ba-Feldspäte

VIII/J.06-20	Sanidin	$(K,Na)[AlSi_3O_8]$	monoklin
VIII/J.06-40	Orthoklas	$K[AlSi_3O_8]$	monoklin
VIII/J.06-30	Mikroclin	$K[AlSi_3O_8]$	triklin
VIII/J.06-60	Celsian	$Ba[Al_2Si_2O_8]$	monoklin
VIII/J.06-50	Hyalophan	$(K,Ba)[(Si,Al)_2Si_2O_8]$	monoklin



VIII/J: Gerüstsilicate

297

VIII/J.06-40: Orthoklas



- monokline, teilweise geordnete Si-Al-Verteilung (zwischen Sanidin und Mikroklin)
- mit Plagioklas das häufigste Silicat
- relativ selten in Granitpegmatiten (hier Mikroklin oder albitisiert)
- Hauptgemenge von hellen Plutoniten: idiomorphe Kristalle
- auch in Gneisen und in wenig umgelagerten Sedimenten
- einfache Zwillinge häufig: Karlsbader Gesetz
- hellrosa bis fleischrot

VIII/J: Gerüstsilicate

298

VIII/J.06-30: Mikroklin



- triklone Tieftemperaturform:
fast vollständig geordnete
Si-Al-Verteilung
- polysynthetische
Zwillingslamellen:
- Perthit: Albitkriställchen im Orthoklas
Antiperthit: Orthoklaskriställchen im Albit
- Größe der Einlagerungen:
Makroperthite (>0.1 mm) bis
„sub-X-ray-perthite“ (<0.15 μm)



VIII/J: Gerüstsilicate

299

VIII/J.06-30: Mikroklin



- „Schriftgranite“: charakteristische Verwachsung von Quarz und Mikroklin
- Vorkommen in sauren Intrusivgesteinen und Pegmatiten, auch in Metamorphiten und Sedimentgesteinen
- Riesenkristalle in Pegmatiten: 49 m lang, Durchmesser 13–35 m, Gewicht 15,9 t (1981 Colorado)
- Rohstoff für Keramik-, Glas- und Emailindustrie mit Orthoklas (Kalirohstoff)

VIII/J.06-20: Sanidin



- monokline Hochtemperaturform
- nicht entmischt in Orthoklas und Albit
durch hohe Abkühlrate \Rightarrow Hochtemperaturform
- Vorkommen in vulkanischen Gesteinen
- ungeordnete Si-Al-Verteilung

VIII/J: Gerüstsilicate

301

Feldspatoide

- geringerer SiO_2 -Gehalt als Feldspäte
⇒ nicht im Gleichgewicht mit Quarz
- Bildung aus alkalireichen, SiO_2 -armen Schmelzen
- VIII/J.02: Nephelin $(\text{Na},\text{K})[\text{AlSiO}_4]$
- VIII/J.05: Leucit $\text{KAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$
- VIII/J.11–14: Sodalit-Reihe $\text{Na}_8[\text{Cl}_2|(\text{AlSiO}_4)_6]$

VIII/J: Gerüstsilicate

302

VIII/J.02-10: Nephelin



- wichtiges gesteinsbildendes Mineral in SiO_2 -untersättigten Vulkaniten und Plutoniten (Nephelinbasalt)
- starker SiO_2 -Unterschuss:
 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ (Albit: $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)
- Si:Al=1:1 (geordnet)
 Na:K \leq 4:1
- Struktur dem Tridymit ähnlich
 (3-dim. verknüpfte 6er-Ringe)
- Feldspatersatz und
 Al-Rohstoff (leichte Säurezersetzlichkeit)

VIII/J: Gerüstsilicate

303

VIII/J.05-10: Leucit



- $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ (Orthoklas: $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$)
- (Tief-)Leucit $\xrightleftharpoons{605^\circ C}$ Hochleucit
tetragonal kubisch
Tief-Leucit: Paramorphose
(Zwillingslamellen)
- „Leucitoeder“ (Ikositetraeder $\{211\}$)
- nur in basischen Vulkaniten, Kristallisation aus der Schmelze
- isotyp: VIII/J.27-10 Analcim $Na[AlSi_2O_6] \cdot H_2O$, aber Zeolith



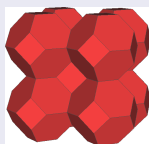
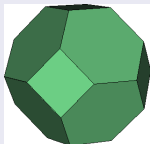
VIII/J: Gerüstsilicate

304

VIII/J.11-10: Sodalite



- „Nephelin·NaCl“: $3\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{NaCl}$
- „Käfig“-Struktur aus SiO_4 - und AlO_4 -Tetraedern
 $6 \times 4\text{er-Ringe}$, $8 \times 6\text{er-Ringe}$
 große Anionen (Cl^- , SO_4^{2-} , S^{2-}) und Kationen



(nur Si- und Al-Atome dargestellt)

- Vorkommen vor allem in effusiven Alkaligesteinen, auch in Plutoniten
- Verwendung als Molekularsiebe
- VIII/J.11-40: Lazurit $(\text{Na,Ca})_8[\text{S}_2|(\text{AlSiO}_4)_6]$
 Verwendung als Schmuckstein (Lapis lazuli)

VIII/J: Gerüstsilicate

305

Zeolith-Familie

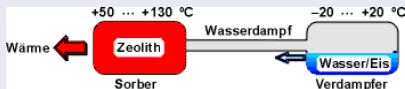
- besonders weitmaschige Gerüste mit großen Hohlräumen
innere Oberfläche weit über 1.000 m²/g, bzw. Kanallänge
150 Mio. km/g
- Einlagerung
 - große Kationen: Na⁺, Ca²⁺, K⁺, Ba²⁺, Sr²⁺
schwache Bindung ⇒ austauschbar
 - H₂O: Zeolithwasser
schwache Bindung: Entwässerung und Wasseraufnahme
(„Kochstein“)
- geringe Härte, Dichte, Brechzahl
- meist farblos, hell
- meist gut kristallisiert in Hohlräumen und Klüften
spät-magamtischen und in jungvulkanischen Gesteinen,
durch niedrigstgradigen Metamorphose

VIII/J: Gerüstsilicate

306

Zeolith-Familie

- große technische Bedeutung
 - regenerative Ionenaustauscher, z. B. Wasserenthärtung
 - Molekularsiebe, Porendurchmesser von 3 bis 10 Å
 - Auftrennung von Stoffgemischen, nicht nach Siedepunkten
 - Trennung azeotroper Gemische
 - auch hohe Adsorptionsrate bei erhöhten Temperaturen
 - Katalysatoren
 - Kühlung: Adsorption von Wasser
 - ⇒ Verdampfungskälte



VIII/J: Gerüstsilicate

Zeolith-Familie

- Einteilung nach Kristallhabitus:

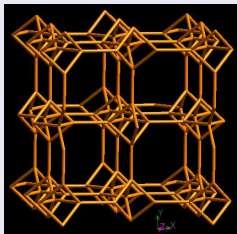
- Würfelzeolithe
- Faserzeolithe
- Blätterzeolithe

- VIII/J.21-10: Natrolit $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- VIII/J.27-10: Analcim $\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$
- VIII/J.23: Heulandit $(\text{Na},\text{K})\text{Ca}_4[\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
- VIII/J.25-50: Phillipsit $\text{K}_2(\text{Na},\text{Ca})_4[\text{Al}_6\text{Si}_{10}\text{O}_{32}] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- viele synthetische Zeolithstrukturen

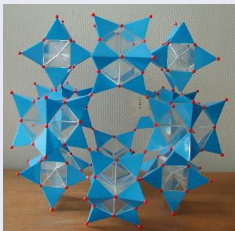
VIII/J: Gerüstsilicate

308

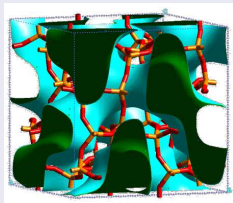
Zeolith-Familie



Natrolit



Zeolith A



Analcim