

**Amfibolen en pyroxenen zijn twee mineraalgroepen die overal ter wereld voorkomen. Beide groepen zijn, elk voor zich, zeer gevarieerd in samenstelling. Om die reden zal ik het verhaal beperken tot de basisbegrippen en enkele voorkomende mineralen. Het is een verhaal van een amateur voor amateurs (en professionals).**

# Amfibolen en pyroxenen

## Twee complexe mineraalgroepen

Cees de Jong

C. de Jong, Tapuitlaan 96, 7905 CZ Hoogeveen, 0528-267014,  
e-mail [jonghij@home.nl](mailto:jonghij@home.nl)

### Naam

De naam 'amfibool' komt vanuit het Grieks. Het woord 'amphibolos' betekent 'dubbelzinnig'. Dit heeft te maken met haar vergelijkbaarheid met pyroxeen. Pyroxeen is al heel lang bekend als mineraal in vulkanische gesteenten (pyr = vuur, xenos = vreemdaling).

### Eigenschappen

Amfibolen en pyroxenen zijn twee grote mineraalgroepen die beide behoren tot de inosilicaten (inos = vezel). De amfiboolgroep heeft een naaldvormig of vezelig uiterlijk. De leden van deze groep splijten onder een hoek van 60°. De afzonderlijke ketens (waarover verder in het verhaal meer) zijn van boven gezien (in de richting van de ketens) breder en platter dan die van de pyroxeen-

groep. De ketens zijn evenwijdig aan de prismarichting van de kristallen.

De pyroxeengroep komt voor als korte prismatische kristallen en splijt onder een hoek van 90°. De splijting van de beide groepen is perfect en is onder een loep goed zichtbaar. Beide groepen zijn op deze wijze goed van elkaar te onderscheiden (Afb. 1). De dwarsdoorsnede van de amfiboolgroep is zes-zijdig, die van de pyroxeengroep acht-zijdig. De amfiboolgroep heeft een hardheid van

5 - 6 en een dichtheid van 2,9 - 3,3. De pyroxeengroep heeft eveneens een hardheid van 5 - 6 en een dichtheid van 3,3 - 3,5. Beide groepen vertonen een glasglans.

### Samenstelling

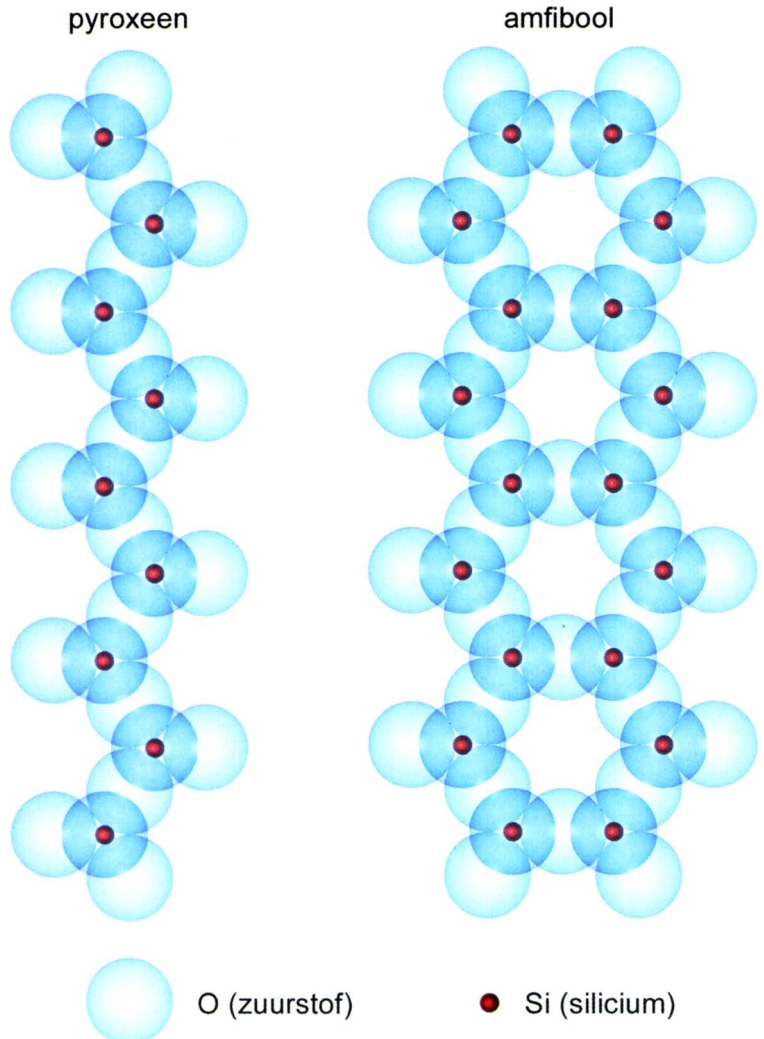
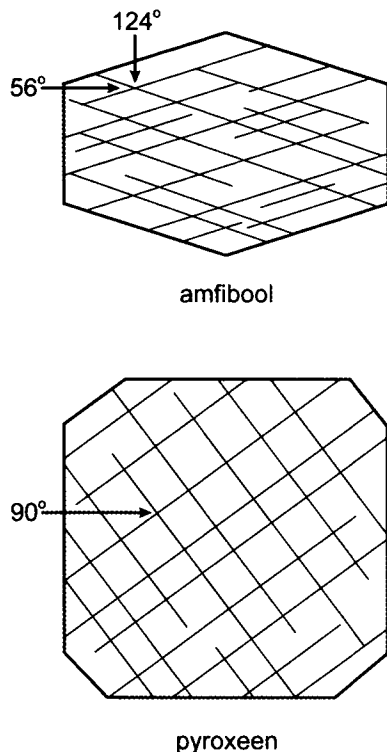
Beide groepen bestaan uit SiO<sub>4</sub>-tetraëders. De amfiboolgroep is opgebouwd uit dubbele ketens van deze tetraëders. De pyroxeengroep is uit enkele ketens opgebouwd (zie Pannekoek en van Straaten, blz. 76) (Afb. 2).

De algemene formule van de amfiboolgroep kan worden aangeduid als: W<sub>0-1</sub>X<sub>2</sub>Y<sub>5</sub>Z<sub>8</sub>O<sub>22</sub>(OH,F)<sub>2</sub>. Hierin staat W voor Na<sup>+</sup> (natrium) of (zelden) K<sup>+</sup> (kalium). De X staat voor Ca<sup>2+</sup> (calcium), Na<sup>+</sup>, Mn<sup>2+</sup> (mangaan), Fe<sup>2+</sup> (ferro), Mg<sup>2+</sup> (magnesium). De Y staat voor Mn<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup> (aluminium) of Ti<sup>4+</sup> (titanium).

Afbeelding 2.

Ketens van amfibolen (dubbele ketens) en pyroxenen (enkele ketens). De ketens bestaan uit SiO<sub>4</sub>-tetraëders.

Afbeelding 1.  
Splijtingshoeken van amfibolen en pyroxenen.



Afbeelding 3.  
Actinoliet uit het  
Zillertal.



Afbeelding 4.  
Tremoliet uit Langban,  
Zweden.



Afbeelding 5.  
Hoorblend met  
magnetiet uit  
Langban, Zweden.



Z is  $\text{Al}^{3+}$  en  $\text{Si}^{4+}$  (silicium). De groep (OH,F) is de hydroxylgroep met af en toe een spoor fluor.

De amfiboolgroep kan onderverdeeld worden in de *aktinolietreeks* en de *hoornblendereeks*. De aktinolietreeks bevat geen aluminiumoxide ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) terwijl in de hoornblendereeks het  $\text{Al}_2\text{O}_3$  wel aanwezig is.

De pyroxeengroep heeft als algemene formule  $\text{XYZ}_2\text{O}_6$ . Hierin staat X voor  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  of  $\text{Mg}^{2+}$ . De Y is  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  (chrom) of  $\text{Ti}^{4+}$ . Z staat voor  $\text{Si}^{4+}$ . De pyroxeengroep kan worden onderverdeeld in *orthopyroxenen* (orthorhombisch) en de *klinopyroxenen* (monoklien). De hoeveelheden ijzer ten opzichte van magnesium variëren in de orthopyroxenen. De variaties worden begrensd tussen enerzijds ferrosiliet ( $\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ ) en enstatiet ( $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ ). Klinopyroxenen bestaan uit 3 subgroepen die variëren in het gehalte aan aluminiumoxide, dan wel aan het gehalte aan natrium. De diopsiedgroep is arm aan aluminium. De augietgroep bevat enig aluminium met ijzer. De alkali-pyroxeengroep is natriumhoudend met wat meer aluminium.

Gelet op deze grote variatie in samenstelling zal duidelijk zijn dat, vooral bij de amfiboolgroep, sprake is van een zeer complexe materie.

#### Ontstaan

Het ontstaan van de beide mineraalgroepen is beschreven in Algemene Geologie (Pannekoek en van Straaten) hoofdstuk 14. De amfiboolgroep is ten dele onderdeel van een regionaal metamorf gesteente. Het mineraal ontstaat op een diepte van 15 - 35 kilometer bij een temperatuur van 500 - 700°C en kan vele honderden vierkante kilometers beslaan. De groep is ontstaan uit basaltisch gesteente, zoals gabbro, diabaas, basaltlava en tuf en wordt ook wel de *amfibolietfaciës* genoemd (onder het woord 'faciës' wordt verstaan de beschrijving van de omstandigheden bij het ontstaan, te weten: de materiaalomstandigheden, de temperatuur, de druk c.q de diepte). In de amfiboolgroep is tevens sprake van de *hoornblendehoornrotsfaciës*. Dit is een contactmetamorf gesteente.

Pyroxeen komt voor in ijzer- en magnesiumrijke intrusieven en extrusieve stollingsgesteenten, in zowel regionaal- als contact metamorfe

gesteenten. In de pyroxeengroep is sprake van de *granulietfaciës*. Het is een regionaal metamorf gesteente. Daarnaast bestaat de *pyroxeenhoornrotsfaciës* wat een contactmetamorf gesteente is.

In tegenstelling tot regionale metamorfose beperkt contactmetamorfose zich tot een meer lokaal gebied, namelijk het oppervlak waar het magmalichaam het omgevend gesteente raakt. Dit vindt plaats op enkele kilometers diepte. Op het contactoppervlak vindt warmteoverdracht plaats, waarbij de temperatuurgradiënt loodrecht op het contactoppervlak zeer steil is. Dit wil zeggen dat in het omgevend gesteente sprake is van een snelle temperatuurafname. Het gevolg is dat, in tegenstelling tot de regionale metamorfose, hier sprake is van beperkte gebieden waarin deze metamorfose plaats vindt.

#### Amfiboolvariëteiten

**Aktinoliet** (Afb. 3) is een donker-groen amfibool met de samenstelling  $\text{Ca}_2(\text{Mg Fe})_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$ . Het komt voor in prismatische aggregaten. Het is doorgaans doorzichtig en heeft een glasglans. De kristalvorm is monoklien. Het is in Tirol een zeer algemeen voorkomend mineraal.

**Tremoliet** (Afb. 4) is een variant van aktinoliet met dezelfde samenstelling. Het verschil bestaat hierin dat aktinoliet meer ijzer bevat en tremoliet meer magnesium. Tremoliet heeft een monokliene kristalvorm. Het komt voor als prisma's en als waaivormige aggregaten. Het wordt gevonden in Tirol, het Binntal in Zwitserland en in het Bergslagenland in Zweden.

**Hoornblende** (Afb. 5) is wel de meest voorkomende amfiboolsoort. Het komt wijdverbreid voor in gabbro's en diorieten. Ook in Nederland wordt het in deze gesteenten, voorkomend als zwerfstenen, aangetroffen. De kristalstructuur is monoklien. De algemene chemische formule is  $\text{Ca}_2(\text{MgFe})_4\text{Al}(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ . Er bestaat een grote variatie in samenstelling. Hoornblende is heel mooi zichtbaar in het gesteente 'garvenschist' (Afb. 6).

**Glaucofaan** (Afb. 7) is een lid van de amfiboolgroep dat zich onderscheidt door haar blauwachtige kleur. De formule is  $\text{Na}_2(\text{Mg,Fe})_3(\text{Al,Fe})_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$ .



Afbeelding 6.  
Garvenschist uit  
Zillertal.



Afbeelding 7.  
Glaucofaan uit de  
Franse Alpen.



Afbeelding 8.  
Augietkristal van de  
Paskapole Pas,  
Tsjechië.

De kristalvorm is monoklien. Het wordt onder andere gevonden in Zwitserland (Zermatt) en in de Franse Alpen.

#### Pyroxeenvariëteiten

**Augiet** (Afb. 8). Kenmerkend is het kort prismatische uiterlijk van het kristal. De kristalvorm is monoklien. De samenstelling is  $(\text{Na,Ca,Mg,Fe,Al,Ti})[(\text{Si,Al})_2\text{O}_6]$ . Augiet komt zeer algemeen voor als

onderdeel van basalt, gabbro en melafier. Het wordt veel gevonden in de Eifel, de Kaiserstuhl en in Auvergne.

**Jadeiet** (Afb. 9) is een monoklien mineraal. Het is een doorgaans massief gesteente. Kenmerkend is de vaak optredende groene kleur. De kleur kan echter ook rose, wit, grijs of geel zijn. Jadeiet is een belangrijke edelsteen en wordt vooral gevonden in Myanmar.

**Diopsied** heeft als formule  $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ . Het vormt korte kristallen van monokliene vorm, die vaak vergroeid zijn. De kleur is wit, grijs of groen. Het komt voor in het Zillertal, Zweden (Nordmark) en Italië. Een variant van diopsied is chroomdiopsied. De variant is helder-groen, als gevolg van de aanwezigheid van circa 2% chroomtrioxide ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ). Het wordt gevonden in Finland (Afb. 10).

Afbeelding 9.  
Jadeït uit Myanmar.



Afbeelding 10.  
Chroomdiopsied uit Finland.

#### Verantwoording

Ik heb, zoals vermeld, mijn bronnen aangeboord uit Algemene Geologie van Pannekoek en Van Straaten. Voorts zijn diverse algemene mineralenboeken geraadpleegd en verschillende websites. Er is een poging gedaan de nogal ingewikkelde materie wat toegankelijk te maken. Ik wil Henk Helmers, Geologisch Museum te Laren (NH) dank zeggen voor zijn begeleiding bij het schrijven van het artikel. Voorts wil de ik mijn dank uitbrengen aan Ipe de Vries die het fotowerk voor zijn rekening heeft willen nemen. De afgebeelde gesteenten/mineralen behoren tot de collectie van de auteur.

