

Webtips

door Paul Hille

De Palaeontological Association maakt artikelen uit oude nummers van het tijdschrift *Palaeontology* als PDF-file online beschikbaar. Deze artikelen worden gratis beschikbaar gesteld op onderstaande website:
<http://palaeontology.palass-pubs.org/search.htm>

Nog meer oude boeken worden online beschikbaar gesteld door 'Library of 19th Century Science; The Golden Age of Geology' op onderstaande website:

<http://www.geology.19thcenturyscience.org/>

Het betreft publicaties van beroemde wetenschappers zoals: Baron G. Cuvier, William Buckland, Louis Agassiz, Gideon Algonon Mantell, Sir Charles Lyell, Alexander von Humboldt en Ernst Haeckel.

Het betreft trouwens niet alleen 19^e eeuwse publicaties, maar ook enkele publicaties van begin 20^e eeuw.

De maker van de website, Dr. David C. Bossard, stelt het op prijs als een kleine vergoeding gegeven wordt voor het beschikbaar stellen van de online-boeken.

Project Gutenberg heeft momenteel 18.000 boeken online beschikbaar (gratis) op allerlei vakgebieden, waaronder ook de geologie. Zie onderstaande link:

<http://www.gutenberg.org>

Ook de makers van deze site zien graag een donatie tegemoet voor het beschikbaar stellen van de online-boeken.

GEOCOMpositie 2

Mogelijk andere vorm van SiO₂ op andere planeten

Siliciumoxide (SiO₂) komt in diverse vormen voor, onder 'normale' omstandigheden in de vorm van kwarts, het meest voorkomende mineraal op aarde. Bij toenemende druk neemt siliciumoxide echter andere vormen aan. Bekend is stishoviet, dat ontstaat bij de zeer extreme omstandigheden (een druk van meer dan ongeveer 10 GPa) die optreden bij de inslag van een grotere meteoriet, en waarvan de kristalstructuur lijkt op die van rutiel; bij een druk van 70 GPa en een temperatuur van ca. 1600 K (1325°C) gaat deze vorm weer over in een andere vorm, die vergelijkbaar is met die van CaCl₂ (calciumchloride), en deze vorm gaat bij 121 GPa en 2400 K op zijn beurt weer over in een vorm waarvan de kristalstructuur lijkt op die van α-PbO₂ (een vorm van loodoxide). Inmiddels hebben experimenten aangetoond dat er nog meer vormen van SiO₂ kunnen optreden.

Sommige van die vormen kunnen worden verwacht in diepe delen van de aarde, in het bijzonder de aardmantel, waar temperatuur en druk hoog zijn. In de aardkern is geen mineraal met de samenstelling van siliciumoxide te verwachten, omdat de buitenkern vloeibaar is en de binnenkern (vrijwel) geheel uit metalen (vooral ijzer) bestaat. De opbouw van de aarde is echter medebepaald door zijn massa. Ons zonnestelsel kent veel grotere planeten - zoals Uranus en Neptunus - die aan hun buitenkant weliswaar vooral uit ijsmassa's bestaan, maar waarvan de kern volgens theoretische modellen waarschijnlijk uit gesteenten bestaan. Zowel bij Uranus als bij Neptunus moet in die steenachtige kern een druk bestaan van zo'n 800 GPa (8 miljoen atmosfeer), en onder dergelijke omstandigheden zal SiO₂ uiteraard geen kwarts maar een andere mineraalvorm aannemen.

Japanse onderzoekers hebben experimenten uitgevoerd waaruit bleek dat bij een druk van meer dan 268 GPa en een temperatuur van meer dan 1700 K (~ 1425°C) een stabiele vorm van SiO₂ ontstaat met een kristalstructuur die te vergelijken is met die van pyriet (FeS₂). Deze vorm heeft een

grotere dichtheid dan enig ander bekend silicaat: de dichtheid neemt zelfs met ongeveer 5% toe ten opzichte van SiO₂ dat de kristalstructuur heeft die te vergelijken is met die van α-PbO₂.

De oorzaak van al deze veranderingen - en in het bijzonder de toenemende dichtheid bij stijgende temperatuur en druk - hangt samen met de mogelijkheid die de siliciumatomen hebben om zich met andere atomen te verbinden. Bij 'normale' temperatuur en druk kunnen de elektronen van een siliciumatoom vier 'reacties' aangaan met de elektronen van andere atomen. De elektronen van een zuurstofatoom kunnen twee reacties aangaan. Daardoor (4 = 2x2) kan een siliciumatoom zich aan twee zuurstofatomen binden (SiO₂). Bij de temperatuur en druk waaronder stishoviet stabiel is, heeft silicium echter de mogelijkheid om twee reacties meer aan te gaan (dus zes in totaal); overigens zijn er ook bij lagere drukken dan 120 GPa SiO₂-fasen gevonden waarin het silicium dat kan, maar in die gevallen is het SiO₂ niet stabiel. In de fase waarin SiO₂ eenzelfde kristalstructuur vertoont als α-PbO₂, kunnen de elektronen van een siliciumatoom nog steeds zes reacties aangaan. Bij de hoge temperatuur en druk waarbij SiO₂ de kristalstructuur van pyriet krijgt, heeft het silicium weer twee extra 'reactie' mogelijkheden (dus in totaal acht). Dat levert een kristalstructuur op waarin de zuurstofatomen kunnen worden voorgesteld op de hoekpunten van octaeders (twee 'tegen elkaar geplakte' vierzijdige pyramides) waarbinnen silicium in het centrum zit, waarbij de elektronen reacties aangaan met die van de zes zuurstofatomen op de hoekpunten van de octaeder, en met die van twee zuurstofatomen uit een naastgelegen octaeder. De zuurstofatomen maken elk deel uit van vier van deze octaeders, waardoor er voor deze structuur tweemaal zoveel zuurstofatomen nodig zijn als siliciumatomen. De onderzoekers stellen dat deze structuur niet alleen stabiel moet zijn in de kern van de grote planeten uit ons zonnestelsel, maar dat het - omdat siliciumoxide ook een van de meest voorkomende oxiden is buiten ons zonnestelsel - waarschijnlijk ook buiten ons zonnestelsel als mineraal voorkomt.

Kuwayama, Y., Hirose, K., Sata, N. & Ohisi, Y., 2005.

The pyrite-type high-pressure form of silica. *Science* 309, p. 923-925.

A.J. van Loon