

oorzaak de stofwolk van een eruptie van de Hekla. Ook in Scandinavië hing deze mist; dat jaar mislukte vrijwel de gehele oogst, de gewassen stierven af bij aanraking door de mist. In Italië en Zuid-Frankrijk werd de zon door de mist zo ver versluierd dat zonder voorzorg recht in de zon kon worden gekeken. De mist werd ook in Syrië en westelijk Siberië opgemerkt.

De samenstelling van deze merkwaardige mist is uit beschrijvingen van die tijd niet af te leiden. Afzettingen in de ijskap van Groenland gaven echter de oplossing; de mist bestond grotendeels uit druppeltjes zwavelzuur met daarbij een aantal andere verbindingen die ontstonden uit vulkanische gassen. Uit de afzetting van de Laki-eruptie in het ijs van Groenland is afgeleid, dat er tijdens deze zogenoemde *Skaffár Vuren* een enorme hoeveelheid SO₂ uitgestoten werd die in de atmosfeer een aërosol vormde, een wolk van fijne, in de lucht zwevende druppeltjes van rond de 80 miljoen ton zwavelzuur. Daarnaast waren vooral de chloor- en fluorzuren uit het magma de oorzaak van de veesterfte.

Berekend is dat de basische lava van de Laki een zwavelgehalte had van 800 tot 1000 delen per miljoen en een fluorgehalte van enkele honderden ppm.

De klimaatseffecten van de Laki zijn duidelijk waarneembaar geweest: de gemiddelde temperatuur in de wintermaanden van 1783 en 1784 in het oosten van de Verenigde Staten was 4,9°C lager dan over de periode van 225 jaar dat regelmatige temperatuursmetingen bekend zijn. Het heeft waarschijnlijk ongeveer vijf jaar geduurd voor de temperaturen weer op een normaal niveau waren teruggekomen.

Bij de Laki-eruptie is de zure mist vlak boven het aardoppervlak blijven hangen omdat de kracht van de eruptie gering was: lavafontein werden niet meer dan rond één kilometer hoog en luchtstromingen hebben de zure wolk niet verder dan tot rond de 6 kilometer hoogte gebracht.

De zure aërosol die in de troposfeer blijft hangen wordt daar snel door de regen uit weggevoerd. Hierdoor treedt een weliswaar sterke, maar zeer kortstondige verzuring van grote gebieden op, die in het geval van de Laki weinig blijvende effecten had.

Een ander probleem ontstaat als er óf een veel grotere hoeveelheid zwavelzuur in de atmosfeer terecht komt, óf als er een belangrijke hoeveelheid tot in de stratosfeer wordt geblazen. Dit laatste kan gebeuren bij een zeer grote eruptie, waarbij door de hitte sterke turbulente oprijzende luchtstromen ontstaan. Het SO₂-gas dat in de stratosfeer terecht komt reageert met waterdamp tot zwavelzuur, net zoals dit in de troposfeer gebeurt. De reactie gaat echter in de stratosfeer veel langzamer en daarnaast blijft het zwavelzuur lange tijd in de stratosfeer zweven. Zo blijft de stratosfeer vele maanden, mogelijk jaren lang een bron van zuur.

Eén van de allergrootste vulkanische erupties die bekend is, is die van het Toba-meer van noordelijk Sumatra. Hier werd 75.000 jaar geleden de onbeschrijfelijk grote hoeveelheid van rond de 2800 km³ tefra uitgestoten, waarbij een zeer grote hoeveelheid in de stratosfeer terecht is gekomen. Tot nu toe zijn er weinig duidelijke aanwijzingen voor klimaatseffecten van de Toba-eruptie gevonden, hoewel het einde van het Brørub Interstediaal wel met deze eruptie in verband wordt gebracht. Eén van de redenen is dat dit zure magma een veel geringer zwavelgehalte heeft dan het bazaltische magma van IJsland.

Merkwaardig is wel, dat de twee grootste bekende erupties die sinds het jaar 550 optraden, althans die welke de grootste hoeveelheid zuur in de atmosfeer brachten, op IJsland voorkwamen: de Laki, en de Eldgja in 935.

Bekend is echter dat basische lava's veel meer zwavel in oplossing kunnen opnemen dan zure lava's. De oplosbaarheid van zwavel in lava's hangt samen met het ijzergehalte. Zure lava's bevatten minder ijzer dan basische en daardoor is het gehalte aan zwavel ook lager. De dacitische lava van de St.-Helens bevatte rond 100 ppm zwavel, terwijl de bazaltische Laki-lava 8 tot 10 maal zo veel zwavel bevatte.

De grootste invloed op het leven op aarde hebben de grote uitvloeiingen van bazaltische lava waardoor de plateaubazalten worden gevormd. De beroemde plateaubazalten van noordwestelijk India, de Deccan Trapps, zijn meer dan 3 km dik en strekken zich uit over meer dan een miljoen km². Het volume bedraagt enkele miljoenen km³! De uitstroming van deze enorme hoeveelheid basische lava zal massale hoeveelheden zwavelzuur in de atmosfeer hebben gebracht. Bij dergelijke enorme hoeveelheden zal dan de vraag of het SO₂-gas alleen in de troposfeer terecht is gekomen of opgestegen is tot in de stratosfeer van minder belang zijn. De aantasting van de ozonlaag door de zwavelzuur-aërosol zal natuurlijk ook een belangrijke factor zijn voor de beïnvloeding van het leven op aarde.

De hoeveelheid zure regen zal tijdens een heftige fase in de activiteit van de bazaltische spleetvulkanen zo groot kunnen zijn, dat grote delen van het aardoppervlak volledig worden vergiftigd. Deze zure regen zal de vegetatie over enorm uitgestrekte gebieden doden, waarbij de enige organismen die zonder veel problemen kunnen overleven de paddestoelen zijn, alsmede de varens. Er zijn maar weinig organismen die op een dieët van paddestoelen kunnen leven en het uitsterven van vele groepen organismen kan door deze extreme verzuring dan ook gemakkelijk worden verklaard.

De Deccan Trapps werden gevormd tussen 69 en 65 miljoen jaar geleden, rond de grens van Krijt en Tertiair, en hebben waarschijnlijk een cruciale rol gespeeld in het uitsterven van vele soorten organismen, zowel op het land als in de zee.

Een andere en veel grotere extinctiefase dan die aan het einde van het Krijt is die op de grens tussen Perm en Trias, waarbij rond 90 (!) procent van alle leven op aarde verdween, onder meer vrijwel alle amfibieën. Ook de oorzaak van dit uitsterven wordt wel gezocht in de inslag van een meteoriet, die nog veel groter moet zijn geweest dan die van de Krijt/Tertiair-grens. De inslag zou dan gevolgd zijn door wereldwijde branden. Er zijn echter op de Perm/Trias-grens tot nu toe nog weinig of geen tekenen gevonden die deze aanname van inslag en branden bevestigen. Een meer voor de hand liggende oorzaak is de verzuring door de eruptie van de enorme hoeveelheden plateaubazalten van Oost-Siberië, die een nog veel groter volume hebben dan die van de Deccan Trapps. Een gevolg was een afsterven van de vegetatie over enorme oppervlakten van Pangea. Het verdwijnen van veel vegetatie en het daarop volgende stadium van begroeiing met niet meer dan paddestoelen en varens was voor het landleven fataal; ook werd het chemisch evenwicht van de oceanen aangetast, wat het uitsterven van veel zeeleven tot resultaat had.

Het bemonsteren en analyseren van fijn grind

door dr. Leen Krook

Inleiding

Zandverzamelaars halen hun zandmonsters vaak uit klastische sedimenten die ook grind bevatten. Dit grind blijft

achter in één of meer zeven, waarvan de fijnste ± 2 mm is. Het grind wordt over het algemeen niet nader bekeken, het gaat immers om het zand! De samenstelling van grind hangt, uiteraard, af van de herkomst van het sediment,

evenals de samenstelling van de zware mineralen in zand.

Voor de sediment-geoloog is het voordeel van het analyseren van grind dat men, behalve de zeven, geen dure (en giftige) scheidingsmiddelen nodig heeft, zoals zware vloeistoffen, voor het verkrijgen van zware-mineralenfracties. Grof grind kan met het blote oog worden bekeken, terwijl voor fijn grind een eenvoudige microscoop voor opvallend licht voldoende is.

Een methode, die destijds door de heer J.G. Zandstra op de Rijks Geologische Dienst (thans Nederlands Instituut voor toegepaste Geowetenschappen TNO) ontwikkeld is, omvat de bestudering van de fractie van 3-5 mm. Deze methode werd (en wordt nog steeds) vooral gebruikt voor de lithostratigrafische onderverdeling van niet-mariene Boven-Tertiaire en Kwartaire afzettingen. Het gebruik van deze methode is mogelijk omdat veel riviersedimenten grind van deze afmeting bevatten. Ook zandverzamelaars kunnen deze werkwijze toepassen.

Methode van verzamelen

Voor het verkrijgen van de 3-5 mm-fractie zijn twee zeven nodig met openingen van 3 respectievelijk 5 mm. Er hoort bovendien een opvangbak bij voor het materiaal kleiner dan 3 mm. De fractie van 2-3 mm, het zg. "grit", kan men hier nog uitzeven voor het verkrijgen van de zuivere zandfractie.

De zeven zijn heel eenvoudig te maken. Ik kocht hiervoor drie plastic bakjes (merk Curver) van 15 x 30 cm in een winkel voor huishoudelijke artikelen voor het totale bedrag van tien gulden. In één hiervan boorde ik gaten van 5 mm, in het tweede van 3 mm, terwijl uiteraard de opvangbak intact bleef. De relatief grote lengte van de zeven is handig voor het schudden van de monsters. De zeven werden voor het eerst gebruikt tijdens de excursie van de Werkgroep Zand naar de groeve Marspolder bij Rheden op 14 juni j.l. Ook tijdens de excursie naar Wieringen op 20 september werden een paar grindmonsters genomen. Dit laatste materiaal is van glaciële herkomst.

De bestanddelen van het grind

In landen met glaciële afzettingen, waartoe ook Nederland behoort, is veel onderzoek gedaan aan zwerfstenen. Hierbij worden een paar honderd verschillende gesteenten onderscheiden, voornamelijk afkomstig uit Scandinavië. Het herkennen van al deze gesteenten en vooral van de kristallijne gesteenten (die kenmerkend zijn voor de gebieden van herkomst) is geen sinecure en het vereist heel wat tijd en doorzettingsvermogen voor men dit onder de knie heeft. Bij de bestudering van het fijne grind ligt de zaak heel anders. Van de fijne kristallijne fragmenten kan men meestal niet meer opmaken uit welk gesteente ze afkomstig zijn. Kwarts en veldspaat uit deze gesteenten komen vaak afzonderlijk voor. Ook van zandstenen en kwartsieten is het moedergesteente niet na te gaan. Zandstra, een groot kenner van zwerfstenen, verdeelt het grind in ongeveer twintig verschillende typen, waarvan sommige in een bepaalde groep thuishoren. Het zijn:

kwarts: gangkwarts (melkkwarts, ondoorzichtig), restkwarts (donker, doorzichtig, voornamelijk afkomstig van dieptegesteenten),
vuursteen: niet afgerond, afgerond (omdat afgeronde vuurstenen over het algemeen enkele centimeters groot zijn, komt men die in het fijne grind uiterst zelden tegen),
kristallijn: porfier, witte en grijze veldspaat, kwarts met witte veldspaat, rode veldspaat, micropegmatiet (schriftgraniet) en het "rest-kristallijn" (niet tot de bovengenoemde bestanddelen behorend),

lydiet en **radiolriet**,

kiezeloëliet (gesilicificeerde kalkoëlieten),

ringenkiezel,

rest: verkiezelingen en chalcedoon, Bontzandsteen, cementkwartsiet, grijze en groene Paleozoïsche zandsteen, kalksteen,

diversen (men kan ook verkiezelingen en chalcedoon als aparte groep nemen, evenals kalksteen en de andere als "rest" kwalificeren).

Voor foto's van de verschillende elementen zie onderstaande literatuur.

Werkwijze

Over het algemeen telt men per monster, indien aanwezig, 300 korrels, een compromis tussen nauwkeurigheid en beschikbare tijd. Dit gaat als volgt: men zondert uit het totale monster 300 korrels af, bepaalt dan onder de microscoop tot welk type of groep elke korrel behoort, pikt de korrels er met een pincet uit en legt ze in voor hen bestemde bakjes. Is het hele monster geanalyseerd, dan worden de korrels geteld en de percentages bepaald. Men kan natuurlijk ook turven en alles weer bij elkaar gooien, maar vooral in het begin is het aardig om van alle verschillende componenten een kleine verzameling aan te leggen.

De samenstelling van de monsters, genomen tijdens de excursies naar de Marspolder en naar Wieringen, is als volgt:

	Marspolder, Form. van Kreftenheye (vnl. Rijn)	Wieringen, Form. van Drenthe (glaciaal)
gangkwarts	39,3 %	4,3 %
restkwarts	22,0	33,0
vuursteen (niet afgerond)	0,3	6,0
porfier	3,0	0,3
veldspaat	0,3	1,0
kristallijne rest	3,3	29,7
lydiet	1,0	0,7
kiezeloëliet	0,3	
kalksteen		0,3
rest	<u>30,3</u>	<u>24,7</u>
	99,8 %	100,0 %

Duidelijk is dat er hier van geheel verschillende associaties sprake is. In het monster van de Marspolder overheerst gangkwarts over restkwarts, terwijl in het monster van Wieringen slechts zeer weinig gangkwarts voorkomt. Grote verschillen zijn er voorts bij de vuursteen (resp. 0,3 en 6,0%), de porfier (3,0 resp. 0,3%) en de kristallijne rest (3,3 en 29,7%).

Bij de bepaling van de herkomst worden vaak beide, elkaar aanvullende methoden: grind en zware mineralen, gebruikt. Al met al kan men zeggen dat het bestuderen van grind een boeiende bezigheid kan zijn, die uitstekend beoefend kan worden door zandverzamelaars.

Enige literatuur:

Doppert, J.W.Chr., G.H.J. Ruegg, C.J. van Staalduinen, W.H. Zagwijn en J.G. Zandstra, 1975: Formaties van het Kwartair en Boven-Tertiair in Nederland - In: W.H. Zagwijn en C.J. van Staalduinen: Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland, p. 11-56 (met samenstelling van de zware-mineralenfracties en deels van het grind).

Zandstra, J.G., 1975: Einführung in die Feinkiesanalyse - Der Geschiebesammler 12, 2/3, p. 21-38 (inleiding, overzicht van samenstelling van Boven-Tertiaire en Kwartaire formaties, duidelijke foto's van de verschillende bestanddelen).

Zandstra, J.G., 1983: Fine gravel, heavy mineral and grain-size analysis of Pleistocene, mainly glaciogenic deposits in The Netherlands - In: Jürgen Ehlers (ed.): Glacial deposits in North-West Europe, p. 361-377, Balkema, Rotterdam (o.a. zeer fraaie foto's).