

Aan golven die langs en door de binnenkern lopen, wordt een verschil in tijd van aankomst waargenomen en een afbuiging van de baan die door de binnenkern gaat. Aangenomen wordt dat de binnenkern zo stijf is dat hier wel transversale golven mogelijk zijn. Als dus een P.-golf op zijn weg door de kern aankomt bij de binnenkern, zou dus zowel de doorgaande P.-golf als ook een nieuwe S.-golf ontstaan. Beiden gaan dan door de kern en in de binnenkern ontstane S golf gaat dan als een P.-golf door de buitenkern. Deze twee P.-golven kunnen dan bij aankomst aan de binnenrand der mantel ook weer twee S.-golven doen ontstaan. (zie fig. 1).

Proeven genomen met materialen onder zeer hoge drukken geven een waarschijnlijk atoomnummer der kern van 23, wat overeenkomt met een samenstelling van een IJzer-Nikkel-legering met een dichtheid van 13,2 tot 14,4.

Verdere gegevens vindt U in het zeer lezenswaardige boekje van Veldkamp: Geophysics, Aula-pocket, 1965.

Biogeochemie.

H.C.G. Langemeyer

Inleiding:

De geochemische methode van prospectie is gebaseerd op systematisch onderzoek naar chemische eigenschappen van mineralen en ander in de natuur voorkomend materiaal. Als deze eigenschappen niet rechtstreeks onderzocht worden, maar wel hun invloed op nabije planten (en dieren, maar die zijn nu eenmaal niet zo aan een vaste plaats gebonden), dan spreekt men van biogeochemie. Deze nog vrij jonge wetenschap volgt het principe dat haast elke jonge wetenschap van de laatste decennia volgt: dat twee of meer oude en eerbiedwaardige enkelvoudige wetenschappen samen één nieuwe, meer gedetailleerde wetenschap vormen. In dit geval werken chemie, geologie en biologie samen en vormen aldus de biogeochemie. Een ander tijdsverschijnsel waarmee wij hier te maken hebben is het vervagen van de scheiding tussen zuivere en toegepaste wetenschap. De tegenwoordig enig overblijvende broedplaatsen van zuivere wetenschap, de Universiteiten en Hogescholen, krijgen steeds meer contact met het bedrijfsleven en de eisen daarvan. Anderzijds ondervinden de grote industrieële researchcentra — waar alle wetenschap gericht moet zijn op het bevorderen van de producten — steeds meer dat elke vinding, hoe abstract aanvankelijk ook lijkend, naderhand wel eens van groot praktisch nut zou kunnen blijken. Daarom, de Hoger-onderwijsinstellingen leggen zich meer en meer op de toepassing van hun bevindingen toe, en de industrieel geënte wetenschappen dienen meer en meer fundamenteel te zijn.

In dit licht is het duidelijk dat bovengenoemd samenspelen van drie vakgebieden niet alleen maar zuiver en ook niet alleen maar toegepast kan worden genoemd. Er heeft een voortdurende wisselwerking plaats en het ligt voor de hand om theorie en experiment, om logisch verband en tabellarische gegevens, om zuivere verba-zing over de spelingen der natuur en toepassing van het gevondene telkens van plaats te zien verwisselen.

De biogeochemie vindt zijn toepassing in de geologische exploratie naar mineralen. Het is een der vele vormen van het pogen der mensen om voor een dubbel-tje op de eerste rang te zitten. Dat wil zeggen om op goedkope wijze dure grondstoffen te

vinden. Immers de eerste opzet was om simpelweg de biosfeer, vooral de planten, in een gebied te observeren en daaruit te concluderen of er al of niet bijzondere en waardevolle grondstoffen (uranium, molybdeen, goud of iets anders) in de bodem van die streek voorkwamen. Al gauw ondervond men dat het zo eenvoudig niet ging. Men diende bepaalde onderdelen van dezelfde planten in zeer grote aantallen te verzamelen, te verbranden en de as te onderzoeken, waarna de resultaten niet zelfstandig bestudeerd, maar in hun verhouding tot elders gevonden resultaten bekeken moesten worden. Deze moeizame en tijdrovende, maar diepgaande studie maken de biogeochemie tot een tak van wetenschap, gelijkwaardig aan zo vele moderne vertakkingen van de geologie. Maar, zoals gezegd, het onderscheid zuiver-toegepast is niet krachtig meer in de wetenschap. Zo heeft zich de biogeochemie omhooggetrokken van het toegepaste tot het zuivere. Laat ons luchtigjes verwijlen in dat zuivere: ons verwonderen over de veranderingen die de chemie van de ondergrond heeft aangebracht in de levende natuur. Hoe merkwaardig is niet het zinkvioletje, of bloemen die duidelijk verkleurd worden door koper of planten die extreem dicht uitgroeien onder invloed van ijzer in de bodem? En wie weet of niet één van ons, amateurs, door ongedachte aanleg of toewijding of door een toevalstreffer het praktische nut van de biogeochemie weer een eindje verder brengt.

Methodie

Boomwortels zijn waargenomen in tunnels 20 m onder het aardoppervlak en gebleken is dat de omgeving van een zeker mineraalgebied beïnvloed kan zijn tot op een straal van 4 tot 50 keer die van dat gebied zelf. De invloed van een bepaald mineraal op één bepaalde plant is anders dan op andere planten; bovendien is dit verschil systematisch, daar kan men van te voren op rekenen. Zo is de dwergberk erg gevoelig voor zink. Maar zink is toch al een element dat abnormaal goed opgezogen wordt, onder bepaalde invloeden van zonlicht, uitdroging e.z. Dus een gebied met veel dwergberken hoeft nog niet te betekenen een economische hoeveelheid zink. Verder is in één en dezelfde plant de aanrijking in verschillende functionele delen — wortels, stam, schors, twijgen, bladeren — verschillend en ook zijn jongere delen weer anders dan oudere. Voor een grondig biogeochemisch onderzoek moet men methodisch te werk gaan. Men moet in het te onderzoeken gebied een plant uitkiezen die veelvuldig voorkomt. Dan moet men van die planten steeds dezelfde functionele delen bij elkaar zoeken. Daar de omstandigheden van vochtgehalte, zuurgraad, zonlicht, wind, regen enz. van meter tot meter kunnen verschillen, moet men vele honderdtallen planten onderzoeken, teneinde plaatselijke verschillen te nivelleren. De aldus in grote hoeveelheden verzamelde plantendelen moet men nu drogen en verbranden; de as wordt geanalyseerd, evt. op straling. De gevonden kwantiteiten verdelende over een aantal (tien of meer) vindplaatsen in het onderzochte gebied, ziet men dan soms een geleidelijke toe- en weer afname in een bepaald element, d.w.z. de stations liggen buiten — op — binnen de rand — vlak naast — op — vlak naast het centrum — binnen — op — buiten de rand van een bepaald mineralisatiegebied.

Men geeft het gehalte aan een bepaald element aan in parts per million (ppm), dus in tienduizendsten van procenten. Om een zeker bindingsgetal tussen verschillende planten aan te geven, kan men verder de kwantiteit in de ene plant over het hele gebied vergelijken met die van een bepaalde andere plant in datzelfde ge-

bied; zodoende kan men evenveel gegevens verkrijgen uit twee soorten of uit minder talrijke planten. Van zulke verhoudingsgetallen geeft de volgende tabel voorbeelden.

I	II			III
	zink	lood	koper	
dennetakken	0,5	1,2	1,1	36
denneschors	0,3	3,8	1,0	36
wilgetakken	0,4	1,1	0,9	25
varens	0,2	0,8	0,9	26

In kolom II staat de verhouding telkens t.o.v. de wrattenberk, een ter plaatse veel voorkomende plant.

In kolom III staat het aantal malen dat die verhouding waargenomen is.

Hieruit ziet men ook dat de dennetakken soms heel andere uitkomsten geven dan de schors.

Resultaten

Het is vooral in verschillende delen van de Sovjet-Unie en van de V.S. dat men de biogeochemie ontwikkeld en toegepast heeft. Maar ook in Zweden, Polen, Groot-Brittannië en andere landen. Hij is van belang in de gebieden waar de bijzondere mineralen tot op enkele meters onder, maar het niet aan de oppervlakte komen tengevolge van een (niet te dikke) verweringslaag. Om voorbeelden te noemen: zo zijn in 1939 tinvoorkomens ontdekt in Cornwall en in 1948 een wolframafzetting in Zweden. Zo worden uraan en vanadium systematisch opgespoord in Colorado. Zo gaf het zinkviooltje o.a. in Siberië de plaatsen aan waar de bodem rijker was aan zink. En er zijn tientallen gevallen aan te wijzen, waarin de biogeochemie zijn geld opricht. De normaalste invloed van de geologie op de biosfeer is wel de veranderingen in vorm en kleur der planten, en wel speciaal het verkleinen, zelfs het doen verdwijnen van planten. In Centraal-Afrika kon men soms bepaalde metalen vinden omdat ze in hun gebied plantengroei geheel onmogelijk maakten; dus een kale plek betekende metalen. Op een plaats in Noorwegen bemerkte men dat zekere gewone planten afwezig waren en dat andere planten van de ruimte gebruik maakten om welig te tieren; zo ontdekte men een soort pyriet.

Dat is waar men in de practijk op letten moet: een ongewone verandering of vermindering. Een verandering kan zijn een bepaalde vergroeiing, een bepaalde verkleuring, een bepaalde combinatie of eenzijdigheid van flora, of wat dies meer zij. Een vermindering kan opvallen door een bepaalde verbleking, een achterblijven in ontwikkeling, zelfs geheel wegblijven van een bepaalde te verwachten plant of andere vergiftigingsverschijnselen. Zo kan men bij vergiftiging denken aan het fluorgas van raffinaderijen. Water — geologisch immers zeer belangrijk — kan ingrijpende wijzigingen veroorzaken, evenals de mineralen die het vervoert. Dit om aan te duiden dat men niet alleen in verre streken — de Oeral of Californië — hoeft te zijn om de biogeochemie te beoefenen; en dat men het ook niet direct op hoog wetenschappelijk niveau hoeft aan te pakken. Biogeochemie begint gewoon met op een wandeling of b.v. in de vakantie kritisch en nauwkeurig rond te kijken; met de prettige bijgedachte dat het ook nog practisch nut kan hebben.