



WETENSKAPLIKE BYDRAES VAN DIE PU VIR CHO  
Reeks H: Inougurele Redes Nr. 34

**GEOLOGIE EN DIE MENSLIKE  
BEHOEFTES**

**A.A. Bisschoff**

Potchefstroomse Universiteit vir CHO  
1976

# GEOLOGIE EN DIE MENSLIKE BEHOEFTES

## I. DIE VERSKILLENDE VERTAKKINGS VAN GEOLOGIE

Omdat die woord *geologie* letterlik kennis van die aarde beteken en gevolglik 'n baie wye studieveld dek, is onderverdeling in verskeie vertakkings noodsaaklik en gerieflik. Hierdie studieveld handel oor die stowwe (mineralogie en petrologie), die vorm en strukture van die aarde (struktuur-geologie), die prosesse waardeur 'n verskeidenheid van veranderinge teweeggebring word (fisiese geologie) en die volgorde van hierdie gebeurtenisse (historiese geologie) (Holmes, 1965, p. 8).

Die aard en inhoud van hierdie afdelings maak noue skakeling met die chemie, fisika, biologie en sterrekunde noodsaaklik. Hierdie skakeling lei tot gespesialiseerde afdelings soos geochemie, geofisika en paleontologie, wat gevorderde kennis van chemie, fisika, biologie en wiskunde vereis. Die toepassing van die geologie op verskillende terreine lei tot verdere spesialisasievelde soos die petroleumgeologie, astrogeologie, marine geologie, ingenieursgeologie, ekonomiese geologie ens.

Ten opsigte van die noodsaaklike menslike behoeftes vervul die geologie dus 'n belangrike rol in die eksplorasië en ontginning van mineraal-, water en energiebronne, asook in die toepassing daarvan op probleme wat die *habitat* van die mens raak. Soos die wêreldbevolking toeneem (met die huidige aanwastempo verdubbel dit elke 35 jaar) en die beskawing 'n hoër peil bereik, word die behoeftes aan mineraalprodukte groter (5 tot 7 persent per jaar) en omgewingsprobleme neem 'n groter omvang aan. Met die huidige bevolkingsverspreidingspatrone sal die grootste gedeelte van die wêreldbevolking uiteindelik in stedelike gebiede gekonsentreer wees, soos wat tewens nou alreeds die geval is. Volgens Adams (aangehaal deur Rissér en Major, 1973, p. 442) is omtrent 70 persent van die Amerikaanse bevolking saamgetrek in omtrent 1 persent van die VSA se oppervlakte.

## II. OMGEWINGSGEOLOGIE

Gesien teen hierdie agtergrond van bevolkingsaanwas, toenemende menslike behoeftes en sametrekking in stedelike gebiede, beteken dit dat al meer en groter veranderinge deur die mens in sy fisiese omgewing teweeggebring word wat lei tot groter versteurings van die natuurlike ewewigte. Dit lyk of die moderne mens met die verhoging van sy beskawingspeil en sy moderne tegnologie gedurig te kampe het met dinge wat kan lei tot selfvernietiging. Een van

die grootste gevare waarvoor die mens met sy tegnologiese ontwikkeling self verantwoordelik is, is die vergiftiging en besoedeling van sy omgewing. In sommige digbewoonde en hoogsgeïndustrialiseerde gebiede het dit al so ver gevorder dat die oorspronklike natuurlike ewewig onherstelbaar of moeilik herstelbaar geword het. 'n Voorbeeld hiervan is die Eriemeer waar, as gevolg van industriële afvalprodukte en die ophoping van fosfaatreinigingsmiddels („detergents”), feitlik alle lewe reeds uitgewis is, behalwe slykwurms en 'n mutasie van karp wat aangepas het in die vergiftigde omgewing (Rhodes e.a., 1971, p. 30). In Suid-Afrika het dit nog nie so ver gevorder nie, maar as daar nie spoedig strengere maatreëls vir omgewingsbewing getref word nie, is dit nie moeilik om die moontlike toekomstige gevolge te voorspel nie.

In die hoogsgeïndustrialiseerde lande waar hierdie soort probleme duidelik identifiseerbaar is, word geologie al meer toegepas in omgewingsbewing en word die term omgewingsgeologie in dié verband gebruik. Dit is hoofsaaklik die toepassing van geologie op omgewingsprobleme en handel dus oor die onderlinge verhouding tussen geologiese prosesse, aardstowwe en die mens. Die tradisionele geologie is hoofsaaklik histories gerig, terwyl 'n groot deel van omgewingsgeologie pogings insluit om voorspellings te maak. As die aktualiteitsbegrip naamlik *die hede is die sleutel tot die verlede*, waar is ten opsigte van die historiese aspek van geologie, moet dit ook waar wees dat die *hede die sleutel is tot die toekoms*, wat natuurlik as basis moet dien vir die omgewingsgeologie (Everett, 1971, p. 138). Dit is trouens die basis vir die suksesvolle toepassing van ingenieursgeologie. Omgewingsgeologie vervul, of behoort 'n belangrike rol te vervul, in die beplanning van die menslike aktiwiteite ten opsigte van sy omgewing.

Die drie vernaamste fasette van omgewingsgeologie is

- (1) die voorkoming van, indien moontlik, en waarskuwing teen sekere natuurrampe,
- (2) die eksplorasië vir en ontwikkeling van natuurlike hulpbronne en
- (3) die beste moontlike gebruik van die bodem deur die mens.

Om enigsins uitvoering van en samewerking in verband met omgewingsbeplanning te kry, is dit volgens Dickinson (1970, p. 195) nodig dat die betrokke natuurlike sisteme deeglik verstaan word om gesonde oordele te kan vorm, algemene publieke eenstemmigheid en steun te verkry, wat sterk genoeg is om die beoogde doelwitte duidelik te kan omlin, en politieke organisasies en owerhede te probeer beweeg om uitvoering daaraan te gee. In die laasgenoemde verband het Halbouty (1967, p. 205-208) op die vierde jaarvergadering van die Amerikaanse Instituut vir Professionele Geoloë so ver gegaan as om te sê dat dit die plig is van professionele persone „to participate more in public affairs and to stand up and be proudly counted”.

Van die drie genoemde fasette van omgewingsgeologie is dié van „geologiese rampe en vyandige omgewings” (Tank, 1973, p. 2) die mees dramatiese.

Hierdie sogenaamde rampe is normale natuurverskynsels wat, soos Oakshott (1970, p. 193) dit stel, nie rampe is as die mens nie daarby betrokke is nie en sluit onder andere aardbewings, vulkaniese uitbarstings, tsunami (groot oseaangolwe veroorsaak deur aardbewings), grondverskuiwings, rots- en sneeustortings, erosie, grondwagsakkings, ens. in. In sommige gevalle ontstaan hierdie rampe onder andere ook as onvoorsiene reaksie op die mens se omgewingsaktiwiteite wanneer hy natuurlik ewewigte versteur byvoorbeeld grondverskuiwings en wagsakkings, rotsstortings, ens.

### III. VULKANISME

Vulkane is nie slegs vernietigend ten opsigte van die menslike omgewing nie, maar vervul ook 'n belangrike rol in die opbou van landmassas en oseaaniese eilande, met ander woorde dit vergroot die menslike woongebied. Verwering van lawa en veral vulkaniese sedimente verskaf vrugbare landbougrond. Baie van die wêreld se ekonomiese mineraalafsettings is daargestel deur vulkanisme. Nie alleen verskaf vulkane en die geassosieerde warmwaterbronne en spuitfonteinne 'n groot aantrekkingskrag vir toeriste nie, maar verskaf dit ook in sommige gebiede (byvoorbeeld Lardarello in Italië, Reykjavik in Ysland, Warakei in Nu Seeland en The Geysers in California) geotermale energie in die vorm van stoom wat gebruik word vir die opwekking van elektriese krag (MacDonald, 1972, p. 338). Die stoomenergie wat gebruik word is nie direk met die vulkaniese krater verbonde nie en verteenwoordig slegs 'n geringe deel van die energie wat in vulkaniese aktiwiteite opgesluit is.

Die mees dramatiese aspek van vulkanisme is natuurlik die baie voorbeelde waar vulkaniese uitbarstings gelei het tot swaar lewensverliese en die vernietiging van beskadiging van eiendomme. Nieteenstaande die risiko wat verbonde is aan hierdie *vyandige omgewing*, trek die vrugbaarheid en aantreklikheid van die omgewing die mens om hom daar te vestig. Lewensverliese as gevolg van lawavloeiings is gering omdat lawa relatief stadig voortbeweeg, maar dit vernietig dorpe en landbougebiede wat in die pad daarvan mag lê. Die uitsakking van vulkaniese as uit die lug kan plantegroei vir kilometers ver van die krater af vernietig en waar die as afsettings in die omgewing van die vulkaan baie dik mag word kan dorpe begrawe word (byvoorbeeld Pompeii).

Vulkaniese moddervloeiings het tot dusver ten opsigte van die mens baie meer skade as enige ander vulkaniese proses veroorsaak (MacDonald, 1972, p. 170). Die moddervloeiings kan warm of koud wees en ontstaan deurdat vulkaniese as versadig word met water wat afkomstig is van swaar reëns, kratermere, vinige smelting van sneeu en vulkaniese gloedwolke wat in waterstrome beland en dan teen hoë snelhede teen die hange van die vulkaniese keël afbeweeg, oor die omliggende platter gebiede uitsprei en dan soms tot honderde vierkante

kilometer bedek.

Gloeiende aslawines met die indrukwekkende gloedwolk van stof en gas (*nuée ardente*) daaroor, kom voor by ontploffende vulkane en kan snelhede van meer as 100 kilometer per uur teen die flanke van die vulkaniese keël af bereik. Dit was so 'n gloeiende stofwolk afkomstig uit Mt. Pelée op die eiland Martinique wat St. Pierre in 1902 met sy 30 000 inwoners binne 'n paar minute uitgewis het (MacDonald, 1972, p. 143). As die vulkaan in die see geleë is kan dit vernietigende seegolwe (tsunami) veroorsaak, byvoorbeeld met die ontploffing van Krakatao in 1883 het golwe van ongeveer 35 meter hoog ontstaan wat oor die kuste van Java en Sumatra gespoel het sodat 36 000 mense verdrink het (Holmes, 1965, p. 336).

Om ten minste die verlies aan menseleuens en maklik beweegbare eiendomme in sulke vulkaniese gebiede te voorkom, is dit noodsaaklik om, indien moontlik, vroegtydige waarskuwings uit te reik, met ander woorde pogings moet aangewend word om vulkaniese uitbarstings te voorspel. Hiermee is daar gedeeltelik geslaag, onder andere in Japan en Hawaii, deur die maak van noukeurige geofisiese studies van aardbewings wat vulkaniese uitbarstings gewoonlik voorafgaan, noukeurige opmetings van die uitswelling van die landoppervlak rondom vulkane, die veranderinge in die temperatuur van waterbronne en fumarole, en veranderinge in die magnetiese veld van die omgewing.

#### IV. AARDBEWINGS

Nog 'n voorbeeld van 'n *vyandige omgewing* is die gebiede waarin aardbewings voorkom. Aardbewings ontstaan deur vulkaniese ontploffings of die beweging van gesteentemassas langs verskuiwings, waarvan laasgenoemde tipe die ramspoedigste is (Holmes, 1965, p. 891). Oor die hele aarde geneem, kom daar elke paar sekondes 'n aardbewing voor, maar meeste van hulle is so lig dat dit slegs met behulp van sensitiewe instrumente waargeneem kan word. Aardbewings wat ramspoedig kan wees kom elke paar weke voor, maar meeste van hulle ontwikkel langs die rand van die kontinentale hang en veroorsaak, van menslike gesigspunt, geen skade nie sodat eintlik net daardie aardbewings wat in digbewoonde gebiede voorkom werklik aandag trek. Dan word dit ook hoofsaaklik gesien in terme van leuensverlies en vernietiging van eiendomme byvoorbeeld die totale leuensverlies van 60 van die grootste aardbewings van die laaste 1000 jaar beloop ongeveer 3 miljoen (Hansen en Eckel, 1973, p. 50), waarvan die grootste leuensverliese in Asië in digbevolkte gebiede voorgekom het. Die grootste leuensverlies is hoofsaaklik toe te skryf aan sekondêre oorsake soos die ineenstorting van geboue, brande, tsunami en grondverskuiwings wat deur die aardbewing veroorsaak word (Holmes, 1965, p. 897).

Van die groot aardbewings is die een wat op 27 Maart 1964 in Alaska voorgekom het (8,5 op die Richterskaal volgens Hansen en Eckel, 1973, p. 47) die een waarvan die gevolge die beste bestudeer is. Hoewel die lewensverlies slegs 114 beloop het in die yl bewoonde gebied in vergelyking met die 1920-aardbewing in Kansu (China), wat min of meer dieselfde intensiteit gehad het en waar die lewensverlies op 180 000 geskat is, het dit aan die lig gekom dat die effekte op die kors en die biota (veral die seelewe) geweldig groot was. Nie-bewegende seediere en plante en baie seevloerbewoners is vernietig deur die styging van dele van die strandgebied tot 'n paar meter bo die hoogwatermerk of daling tot onder die laagwatermerk. Soutwater wat in die varswaterkumere in beweging het, strome wat deur grondverskuiwings opgedam is en rotsstortings het aanleiding gegee tot verdere vernietiging van lewe (Hansen en Eckel, 1974, p. 62).

Die katastrofiese aardbewing wat Lissabon in 1755 in puin gelê het (Holmes, 1965, p. 897), het gelei tot allerlei bespiegeling oor die oorsake daarvan, almal van bonatuurlike aard (onder andere is ook die duiwel en sy legioene van bose geeste daarvoor beskuldig). Kant het in dieselfde jaar (1755) die aardbewing toegeskryf aan natuurlike oorsake en voorgestel dat bepaal moet word waar aardbewings voorkom en dan sorg te dra dat daar nie stede gebou word nie. Vandag is die streke waarin aardbewings voorkom natuurlik baie goed bekend, maar nieteenstaande die risiko wat verbonde is aan sulke omgewings, vind ons die digste sametrekkinge van bevolkinge in die gebiede.

Dit word nou ook duidelik dat die mens met sekere van sy aktiwiteite aardbewings aan die gang kan sit byvoorbeeld deur die bou van groot damme soos Kariba, Doyna (Indië), Meadmeer (Arizona) en Hooverdam (Pakiser e.a., 1973, p. 113, 114), ondergrondse kernontploffings (byvoorbeeld Nevada) en die inpomp (injection) van vloeistowwe in diep boorgate (Denver, Colorado, volgens Evans, 1973, p. 76).

Omdat Japan en California in sulke aardbewing-geteisterde gebiede lê en hoë bevolkingsdigtheid het, is intensiewe navorsingsprogramme aan die gang om aardbewings te voorspel. (Pakiser e.a., 1973, p. 109). Hiermee is al heelwat sukses behaal. 'n Voorbeeld hiervan is die voorspelling van die Matsushiro-aardbewing van 1965 in Japan 'n paar maande voor die aardbewing. Die plaaslike owerhede het alles in hulle vermoë gedoen om die moontlike komende skade tot 'n minimum te beperk maar Rakitake (1968, p. 272) merk op dat die hotel- en toeristebedryf nie juis baie ingenome was met die voorspelling nie.

In 1961 is 'n boorgat van meer as  $3\frac{1}{2}$  km diep naby Denver, Coloradi geboor (Evans, 1973, p. 76) waarin afvalwater afkomstig van 'n chemiese fabriek ingepomp is om besoedeling van die grondwater te voorkom. In die tydperk 1962 tot 1965 het daar meer as 700 klein aardbewings (sterkste 4,3 op die Richterskaal) voorgekom in die gebied wat andersins nie deur aardbewings geteister was nie. 'n Ondersoek het aan die lig gebring dat daar 'n noue korrelasie was

tussen die aardbewings en die impomp van die afvalwater en dat die episen- ters van die aardbewings in 'n liniêre gebied in die omgewing van die boorgat voorkom. Na aanleiding van deeglike ondersoekte, onder andere deur Hubert en Davy (aangehaal deur Evans, 1973, p. 86) het dit duidelik geword dat as die vloeistofdruk in gesteentemassas hoog is, 'n baie kleiner skuifskuiwings- spanning nodig is om blokke te laat beweeg as onder droë toestande. Vloeistow- we verminder dus die wrywingsweerstand.

Daar is langs die San Andreas-verskuiwing in California waargeneem dat seke- re geslote segmente daarvan gekenmerk word deur min maar hewige aardbe- wings wat gepaard gaan met groot bewegings langs die verskuiwings en gebie- de tussenin wat weer gekenmerk word deur ligte aardbewings en gepaardgaan- de dikwelse kruipings langs die verskuiwingsvlak (Pakiser e.a., 1973, p. 110). In die geslote gebiede is die kers dus van so 'n aard dat groot hoeveelhede vervormingsenergie nodig is voor beweging plaasvind en in die gebiede tussen- in klein hoeveelhede. In die lig van die ervaring in Denver is dit dus moont- lik om in die geslote gebiede klein bewegings (kruiping) aan die gang te sit sodat groot aardbewings voorkom kan word.

## V. GRONDVERSKUIWINGS EN WEGSAKKINGS

Verdere voorbeelde van die *vyandige omgewings* sluit grondverskuiwings as gevolg van berghangonstabiliteit en wegsakkings in. In sommige van die kata- strofiese voorbeelde waarin verlies van lewens en eiendomme betrokke was, is die grondverskuiwings wat deur menslike aktiwiteite aan die gang gesit, byvoorbeeld Gros Ventre (Wyoming), Frank (Alberta), Viontdam (Italië), ens. en in ander gevalle deur aardbewings, byvoorbeeld Nanga Parbat, Kash- mir (Holmes, 1965, p. 487).

Wegsaakkings kom voor waar gesteentemassas hulle onderliggende steun ver- loor, soos byvoorbeeld oor uitgeputte olievelde. 'n Bekende voorbeeld in Suid-Afrika wat groot opspraak verwek het in die dagblaai is die versakkings en sinkgatvorming in die Dolomiet van die Verre Wesrandse myngebied. Sink- gatvorming is 'n natuurlike proses en kom normaalweg in kalksteen en dolo- mitiese gebiede voor. Met die versteuring van die natuurlike ewewig deur die menslike aktiwiteite in die gebied, is die proses slegs versnel. Met 'n deeglike geologiese studie van die proses en die bepaling van potensieël gevaarlike ge- biede, kon die probleem tot 'n baie hoë mate opgelos word. As gevolg van die sinkgat-probleem in die Carletonville-gebied het dit 'n vereiste van ower- heidsweë geword dat daar vir dorpsaanlegte op dolomitiese gebiede vooraf deeglike geologiese ondersoek gedoen moet word om sodoende die moontlik- heid van wegsakkings uit te skakel of om potensieël gevaarlike gebiede te vermy.

## VI. NATUURLIKE HULPBRONNE

Natuurlike hulpbronne is van drie tipes (Dickinson, 1970, p. 194), naamlik die volop bronne soos sand, gruis en klip, herbruikbare bronne soos water en nie hernieubare bronne soos ertse en brandstowwe.

Wat die eerste kategorie betref kan hulle as *onuitputlik* bestempel word en lei die ontginning en verwerking daarvan nie juis tot chemiese besoedeling nie. In Suid-Afrika word dit egter dikwels ondervind dat veral gruis wat vir algemene bou- en padboudoeleindes gebruik word baie onoordeelkundig uitgegraaf word. Nie alleen word die veld beskadig nie maar in die omgewing van dorpsgebiede en langs ons paaie lê die onooglike gate dikwels as 'n advertensie van menslike slordigheid.

As herbruikbare hulpbron is water 'n belangrike en noodsaaklike lewensmiddel. So noodsaaklik word waterbewaring in Suid-Afrika beskou dat ons 'n paar jaar gelede 'n *waterjaar* gehad het waartydens gepoog was om die publiek hiervan bewus te maak. In sommige streke is die grootste gedeelte van die water wat vir menslike en dierlike gebruik benut word van ondergrondse bronne afkomstig.

In Suid-Afrika is daar baie min beheer oor die ontginning van grondwater. Draaiende windpompe en oorvol damme by die pompe is 'n verskynsel wat 'n mens heel dikwels in ons land aantref. Op sommige plekke word selfs landerye uit boorgate besproei en dan is dit ook nie verbasend om in baie sulke gevalle te verneem hoe die eienaar spog met sy sterk en onuitputlike ondergrondse water nie. Die skrif het alreeds teen die muur verskyn en min van die grondwaterbesproeiërs sien dit raak. Ongelukkig is dit dikwels ook so dat sommige boere om ekonomiese redes genoodsaak is om te neem wat hy kan kry of hy moet 'n ander heenkome vind.

Suid-Afrika beskik nie oor genoeg grondwater om landerye te besproei nie, behalwe miskien in 'n paar klein beperkte gebiede. Die grondwatervlak het oor die algemeen al onrusbarend gedaal. Die aanvulling is baie laer as die ontginningstempo en die behoeftes word al groter. Opgedroogde boorgate is 'n algemene verskynsel.

Beheer oor die onttrekking van grondwater het 'n dringende noodsaaklikheid in Suid-Afrika geword, maar ongelukkig is dit 'n saak waarby 'n owerheid wat dit op groot skaal sou probeer uitvoer, heelwat populariteit sal moet inboet. 'n Sinnvolle beheer vereis 'n publiek wat van hierdie probleme bewus gemaak is en bereid sal wees om 'n bydrae te lewer. Deeglike geologiese studies van ons ondergrondse waterbronne moet gemaak word om die korrekte optrede in verband met waterbewaring te bepaal, maar ongelukkig is daar nie voldoende opgeleide personeel om so 'n opname vinnig af te handel nie. Geoloë moet hulle nie slegs toelê op die aanwys van boorgate nie maar moet ook inligting



oor ondergrondse waterbronne aan die publiek oordra en aanbevelings maak in verband met die ontginning daarvan.

Die derde kategorie wat hierbo genoem is sluit ertse, ekonomiese minerale en energiebronne in, dit wil sê daardie grondstowwe waarop die moderne geïndustrialiseerde beskawing hoofsaaklik gebaseer is. Volgens Lovering (1973, p. 225), 'n bekende Amerikaanse mineraloog, verteenwoordig die totale volume van kommersiële mineraalafsettings van die aarde 'n geringe gedeelte van een persent van die kors van die aarde. Afsettings moet gemyn word waar dit voorkom, dikwels ver weg van verbruiksentra af. Die grootte van elke afsetting is beperk. Soos die mynaktiwiteite na dieper vlakke van die myn verskuif, word die kostes daaraan verbonde al hoër. Mynboutegnieke het nog nie so ver ontwikkel dat daar tot onbeperkte dieptes gedelf kan word nie. Faktore soos temperatuurgradiënte, fisiese kenmerke van gesteentes (rotsmeganika), geologiese strukture, gehalte van die erts, kostes, ens. bepaal die diepte tot waar gemyn kan word. Van die grootste en diepste ondergrondse myne word in Suid-Afrika aangetref, hoofsaaklik as gevolg van die redelike konstante gehalte van die erts, gunstige fisiese kenmerke van gesteentes en lae temperatuurgradiënte.

Omdat die meeste van die myne in die maklik ontdekbare mineraalafsettings nie meer baie lang leeftye het nie of alreeds uitgewerk is, beteken dit dat nuwe mineraalbronne gevind moet word en metodes ontwikkel moet word om die bekende laegraadse bronne ekonomies ontginbaar te maak. Afval- en rommelmetaal moet hergebruik word en plaasvervangers vir sommige mineralematerialê moet gesoek word. Een van die gebiede wat ondersoek en eksplorasie regverdig is die groot dele van die aardkors wat onder die see lê, naamlik die kontinentale bank (tot 'n diepte van 200 meter) waarop tot dusver in 'n beperkte mate olie-eksplorasië gedoen word. Hiervoor is intensiewe navorsing, basies sowel as toegepas, en meer eksplorasië teen hoë kostes nodig.

Die volgende voorbeelde, bereken teen die huidige vermeerdering in verbruikstempo, illustreer die toenemende behoeftes: Die behoefte (produksie) aan olieprodukte verdubbel elke tien jaar (Ely, 1973, p. 293), yster elke twaalf jaar en aluminium elke nege jaar (Pfleider, 1973, p. 7), dit wil sê oor vyftig jaar sal die behoefte aan olieprodukte 32 keer, yster 16 keer en aluminium 64 keer so groot wees as vandag. Waar die wêreldbevolking oor vyftig jaar waarskynlik 3 maal so groot soos vandag sal wees, sal die behoefte aan mineraalprodukte ongeveer 30 keer so groot wees (Lovering, 1973, p. 240), dit wil sê as die bevolkingsaanwas nie kunsmatig of natuurlik beheer word nie, en verbruikersbehoefte nie beperk word deur skaarstes of om ekonomiese redes nie.

Ten opsigte van die mineraalbronne het ons te doen met twee uiterstes van siening, naamlik die optimistiese wat sy sterkste ondersteuning onder die

ekonome het en die meer pessimistiese siening onder die geoloë en die demografe (Weinberg, 1973, p. 214, 216). Presies hoe ver die werklikheid tussen hierdie twee uiterstes lê is moeilik bepaalbaar. Laasgenoemdes glo dat baie mineraalbronne in beperkte hoeveelhede voorkom en dat sommige hulpbronne met onrusbarende tempo uitgeput word. Daar is gelukkig ook sekere bronne, soos byvoorbeeld yster- en titaanertse, veral as die laegraadse reserwes ook in aanmerking geneem word, waaraan tot ver in die toekoms in die behoeftes voorsien kan word, maar dikwels gaan ander probleme gepaard daarmee, byvoorbeeld 'n gebrek aan kookskool om die ertse tot metale te kan reduseer (Park, 1973, p. 341).

Ekonome soos Barnett en sy medewerkers glo dat die idee dat die wêreld se mineraalbronne uitgeput raak 'n versinsel is (aangehaal deur Lovering, 1973, p. 230). Die sleutel tot hulle optimisme is geleë in baie goedkoop energie wat, soos hulle glo, deur tegnologiese ontwikkeling beskikbaar gestel sal word. Die basis vir hulle *happy philosophy* soos Lovering (1973, p. 228) dit noem, spruit uit stellings van Frasche en Lasky. Frasche (aangehaal deur Weinberg, 1973, p. 215) maak die gevolgtrekking dat „... *the total exhaustion of any mineral resource will never occur*” en „... *the extraction of mineral raw materials from low grade rock is a problem in the application of energy at a price*”. Na aanleiding van 'n studie van ertsreserwes ten opsigte van gemiddelde graad van agt soortgelyke laegraadse koperafsettings in die VSA (*porphyry coppers*) kom Lasky (aangehaal deur Lovering, 1973, p. 230-232) tot die gevolgtrekking dat die ertsreserwes volgens 'n meetkundige verhouding vermeerder soos die gemiddelde graad van erts wat gemyn word volgens 'n rekenkundige verhouding afneem op voorwaarde dat die geologiese toestande dit toelaat.

Lovering (1973, p. 22) het 'n deurtastende analise van Lasky se werk gemaak en hy wys daarop dat die genoemde voorbehoud deur die optimiste oor die hoof gesien word en dat die gevolgtrekkings wat Lasky maak uit 'n paar niewillekeurige gekose voorbeelde, op meeste mineraalafsettings nie van toepassing is nie.

Wat die energieprobleem betref wys Lovering (1973, p. 223) daarop dat daar nie verwag word dat kernenergie goedkoper as hidro-elektriese of geotermale energie sal wees nie en dat goedkoop energie nie arbeid en kapitaal in die mynindustrie kan vervang nie. Verder maak hy (p. 242) ook die stelling dat studies hoofsaaklik onder leiding van mineraalekonome aanleiding gegee het tot die denkbêeld van oorvloedige mineraalbronne wat beleidmakers toegelaat het om potensiële mineraaltekorte te veronagsaam.

Dit het nou meer as ooit tevore noodsaaklik geword dat geoloë, ekonome, ingenieurs en beplanners nouer moet saamwerk om leiding aan beleidmakers te verskaf en dat beleidmakers sover dit die mineraalekonomie betref minder afhanklik moet wees van ekonomiese teorieë. Gelukkig is daar 'n kentering te bespeur in Suid-Afrika met die aankondiging van die Eerste Minister,

mnr. B.J. Vorster, dat 'n *mineraalbuero* daargestel gaan word om 'n opname van ons mineraalreserwes te maak en aandag te gee aan die ontginning en bemerking daarvan. Onlangs (Die Volksblad, 26 Junie 1974, p. 11) het die Minister van Mynwese, dr. P. Koornhof, gewaarsku dat die toenemende mineraalbenodigdhede van die Republiek dit noodsaaklik maak dat nuwe afsettings ontdek moet word en dat die land besig is om sy lewensvatbare mineralehulpbronne uit te put teen 'n tempo wat onrusbarend sal toeneem.

Die ou stelling dat roustowwe nie uitgevoer moet word nie maar slegs die verwerkte produkte, kan nie oorbeklemtoon word nie. Of dit altyd moontlik is, hang af van die landseconomie en buitelandse verhoudinge. Minerale waarvan die reserwes baie groot is, kan oordeelkundig vir uitvoerdoeleindes benut word maar minerale met beperkte reserwes behoort glad nie uitgevoer te word nie en soveel as moontlik bewaar te word, dit wil sê die hulpbronne moet so gebruik word dat daar 'n minimum vermorsing is en tot voordeel van die grootste deel van die bevolking. Dr. G.S.J. Kuschke (1969, p. 21 en 69) het in 1969 daarvoor gepleit dat Suid-Afrika se steenkoolreserwes, wat volgens die Departement van Beplanning ongeveer 50 jaar kan hou, bewaar en meer doeltreffend gebruik en ontgin moet word. Omdat ons steenkool hoofsaaklik van 'n betreklike lae graad is, word net die beste gehalte uitgevoer. Die mynboumetodes, bemerking en verbruik daarvan lei daartoe dat baie laegraadse steenkool verlore gaan deurdat dit in die myne agtergelaat word. Met die huidige mynboumetode (kamer-en-pilaar-metode) beloop die herwinningpersentasie ongeveer 40, wat nie die laegraadse steenkool wat in die myne agtergelaat word insluit nie.

Suid-Afrika het in die verlede ongeveer 30 metale en ekonomiese mineraal-soorte geproduseer waarvan slegs een vyfde nog as groot reserwes voorkom, onder andere, platinum, yster, chroom, mangaan, asbes en fosfaat.

In die menslike geskiedenis is die tyd van eksplorاسie verby en leef hy nou in sy tydperk van eksploitasie wat met bewaring gepaard behoort te gaan. Die vraag is of die tyd van bewaring nie al lankal moes begin het nie.

## VII. OMGEWINGSTREFKRAG (Impact)

Meeste nadelige effekte op die natuurlike omgewing is byprodukte van noodsaaklike menslike aktiwiteite, byvoorbeeld bemestingstowwe, insektmiddels, en onkruidodders wat op landerye gebruik word en fosfaat-wasmiddels (detergents) wat besoedeling van oppervlakwater veroorsaak. Ondergrondse sowel as oop myne lei tot die verandering van die omgewing, dikwels tot die ontsiering daarvan of dit kan ook soos die Witwatersrand se mynhoop die trots van baie Suid-Afrikaners wees. Omdat heelwat van ons stede en dorpe om die mineraalnywerheid ontstaan en gegroei het én 'n groot deel van die

bevolking daaglik daarmee saamlewe, word die omgewingswysiging sonder meer aanvaar. Gelukkig word daar in Suid-Afrika die afgelope paar dekades met die ontwikkeling van nuwe myne en meegaande dorpsaanlegte ook aandag gegee aan die omgewing en word selfs ou mynhope verfraai met gras- en boomaanplantings.

In die VSA word oop myne in die omgewing van sekere stedelike gebiede nie toegelaat nie, asook die strookafboumetode omdat dit lei tot insakkings. In Suid-Afrika het dit nog nie voorgekom dat oop myne teen stedelike gebiede ontstaan het nie maar wel andersom byvoorbeeld Kimberley en Phalaborwa. Oppervlak- of oop mynbou bestaan daarin dat die bogrond en oorliggende rots verwyder word waarna die mineraalafsetting in 'n oop gat gemyn word. Dit word veral toegepas as die afsetting vlak lê, soos byvoorbeeld die Suid-Afrikaanse yster- en mangaanerts-afsettings en die alluviale diamantafsettings of in gevalle waar daar 'n groot reserwe laegraadse erts teenwoordig is byvoorbeeld Phalaborwa. In die VSA en in enkele gevalle in Suid-Afrika word vlak steenkoolafsettings volgens die oopstrook-afboumetode gemyn (area strip mining) waar die bogrond in die pas uitgewerkte strook afgelaai word. As die grond nie daarna gelyk gemaak word nie lyk dit veel erger as die verlate delwerye by Lichtenburg en Bloemhof. Hoewel besoedeling van die lug een van die belangrikste probleme van die moderne beskawing is, dra mynbou as sodanig nie veel daartoe by nie behalwe vir stof wat van die afvalhoop afkomstig mag wees. Plantegroei word natuurlik vernietig en in meeste gevalle is die afval ongeskik vir die natuurlike herstel van die plantegroei tensy die mens dit aanhelp. Erosie van die afvalhoop lei tot afsettings van die materiaal in stroomlope.

Chemiese besoedeling van water skep die grootste probleme in verband met mynbou veral waar afvalwater in publieke strome invloei. Opgeloste stowwe kan so 'n hoë konsentrasie bereik dat dit skadelik is vir diere- en plantelewe. Veral waar sulfiedertse gemyn word of steenkool, wat gewoonlik sulfiede bevat, ontstaan sure en soute deur die oksidasie van sulfiede wat in mynwater te lande mag kom. Soortgelyke oplossings ontwikkel ook waar reënwater deur afvalhoop syfer of myn-slikdamme geërodeer word. Ook hierdie aspek geniet die voortdurende aandag van die owerhede en die S.A. Kamer van Mynwese.

## VIII. STEDELIKE GEOLOGIE

Gepaardgaande met die populasiesaamtreкке in stedelike gebiede kan omgewingskomponente soos die atmosfeer, water, grond en plant- en dierelewe in die gedrang kom. Omdat dorp- en stedelike ontwikkeling heelwat konstruksiewerke inhou is geologiese informasie noodsaaklik vir ingenieurs sowel as

beplanners. Spangle (1970, p. 204), wat self 'n stadsbeplanner is, is van mening dat stadsbeplanners 'n redelike agtergrond van geologie behoort te hê. Dit is die kenmerke van die aardstowwe onder die oppervlak wat bepaal water soort landsgebruik die beste en veiligste is (McGill, 1973, p. 380). Nie-geologiese faktore bepaal gewoonlik 'n sekere tipe landsgebruik maar dan is inagneming van die geologie nog soveel meer noodsaaklik.

So noodsaaklik word die dienste van geoloë en ingenieursgeoloë geag in 'n stad soos Los Angeles dat daar 'n paar jaar gelede alreeds meer as 150 geoloë in diens was by die munisipaliteit en ander diensorganisasies in verskillende vertakkings van die beplanning, uitbreiding en instandhouding van hierdie stedelike kompleks. Hier lewer die geoloë diens hoofsaaklik in verband met vloedbeheer, hawe-ontwikkeling, grondwater, ontslae-raak van afval, padbou, fondamente vir damme en geboue, hang-stabiliteit en geologiese kartering.

## IX. OPLEIDING

Vir omgewingsgeoloë is 'n breë vakkennis van geologie noodsaaklik, maar dit hou nie in dat 'n oppervlakkige kennis voldoende is nie. Hy moet in staat wees om omgewingsprobleme te kan identifiseer en oplossings daarvoor te kan aanbied. Hy sal te doen kry met natuurlike fisiese en chemiese ewewigte in die aardkors waaraan daar in die normale opleiding as geoloog voldoende aandag gegee word. Met die oplossing van omgewingsprobleme sal hy gedurig te staan kom voor ekonomiese, sosiale en politieke faktore en moet hy saamwerk met ingenieurs, beplanners, ekonome, en andere, gevolglik moet hy nie onkundig wees ten opsigte van hierdie dissiplines nie. Volgens 'n paneel van die *Council on Education in Geological Sciences* in die VSA (Rhodes, e.a., 1971, p. 32) het dit, sover dit die voorgraadse curriculum betref, tyd geword om die interdisiplinêre grense af te breek en 'n meer buigsame houding in te neem met die opleiding van geoloë.

In sommige van die vertakkings hierbo genoem, byvoorbeeld geofisika, geochemie en ekonomiese geologie is die werk van die geoloog van so 'n aard dat hoofsaaklik gespesialiseerde kennis van die betrokke vertakkings van die vak noodsaaklik is. Dit wil dus voorkom of daar nie 'n antwoord is ten opsigte van 'n omvattende en gespesialiseerde opleiding vir omgewingsgeoloë nie. Hoewel daar gepoog word om sulke kursusse deur sommige instansies, veral in die VSA, aan te bied, bestaan die meer algemene mening dat geoloë as gevolg van hulle opleiding en spesiale bedrewenheid alreeds omgewingsgeoloë is. Daar word egter ook bygevoeg dat daar in die normale opleiding van geoloë meer klem gelê moet word op omgewingsprobleme en veral ook op die dinamiese geologiese prosesse. Vandag word geoloë meesal geassosieer met mynbou en geologiese opnames, gevolglik moet daar gepoog word om 'n

duideliker beeld en groter bewustheid by die publiek te kweek in verband met die rol wat hulle kan en behoort te vervul ten opsigte van menslike behoeftes. Die vraag ontstaan of dit nie lankal tyd geword het om geologie of aardwetenskap (earth science) as skoolvak aan te bied nie. So 'n stap kan baie meehelp om die publieke bewustheid in verband met omgewingsbewaring te stimuleer.

## X. SLOT

In die eerste Goddelike opdrag aan die mens naamlik om die aarde te onderwerp en te heers oor die dierelewe (Gen. 1:28) lê daar ook sekere pligte vir die mens daarin opgesluit. As heerser moet die mens die natuur waaroor hy heers bewaar as hy sy heersersposisie wil bestendig. Die menslike lewe moet nie 'n stryd teen die natuur wees nie maar eerder 'n samewerking om die grootste harmonie tussen *heerser* en *onderhorige* te bewerkstellig. As dit ons houding sou wees, sal hierdie opdrag makliker tot uitvoering gebring kan word en sal die mens met minder omgewingsprobleme te kampe hê, maar om dit te kan doen is die nodige kennis onontbeerlik. In hierdie verband dra die Geologie Departement aan die PU vir CHO ook sy beskeie deel by.

## VERWYSINGS

- DICKINSON, W.R. 1970. Geology for the masses. *J. Geol. Educ.*, 18:194-197.
- ELY, N. 1973. The earth's natural resources budget. (In Tank, R.W. Focus on environmental Geology. London, New York, Oxford University Press. p. 289-297).
- EVANS, D.M. 1973. Man made earthquakes in Denver. (In Tank, R.W. Focus on environmental Geology. London, New York, Oxford University Press. p. 76-87).
- EVERETT, A.G. 1971. Environmental Geology and higher education. *J. Geol. Educ.*, 19:137-139.
- HALBOUTY, M.T. 1967. Our responsibility in public Affairs. *J. Geol. Educ.*, 15:205-208.
- HANSEN, W.R. & ECKEL, E.G. 1973. The Alaska earthquake, March 27, 1964; fields investigations and reconstruction effort. (In Tank, R.W. Focus on environmental Geology. London, New York, Oxford University Press. p. 46-65).

- HOLMES, A. 1965. Principles of physical Geology, 2nd ed. London, Nelson.
- KRUGER, F.C. 1973. Fertilizers. (*In* Park, C.F., *red.* Earth resources. Washington, D.C., United States Information Agency. p. 175-185). (Voice of America Forum Series).
- KUSCHKE, G.J.S. 1969. Die toekomstige ontwikkeling van die mineraalbedryf in Suid-Afrika. Voordrag 19 Aug 1969. PU vir CHO. Eeufeesviering.
- LOVERING, T.S. 1973. Non-fuel mineral resources in the next century. (*In* Tank, R.W. Focus on environmental Geology. London, New York, Oxford University Press. p. 225-243).
- MACDONALD, G.A. 1972. Volcanoes. New Jersey, Prentice Hall.
- MCGILL, J.T. 1973. Growing importance of urban geology. (*In* Tank, R.W. Focus on environmental Geology. London, New York, Oxford University Press. p. 378-385).
- OAKSHOTT, G.B. 1970. Controlling the geologic environment for human welfare. *J. Geol. Educ.*, 18:193-195.
- PAKISER, L.C., EATON, J.P., HEALY, J.H. & RALEIGH. 1973. Earthquake prediction and control (*In* Tank, R.W. Focus on environmental Geology. London, New York, Oxford University Press. p. 108-118).
- PARK, C.F. 1973. Resources for the future. (*In* Park, C.F. Earth Resources. Washington D.C., United States Information Agency. p. 340-349). (Voice of America Forum Series).
- PFLEIDER, E.P. 1973. Population and minerals. (*In* Park, C.F. Earth Resources. Washington, D.C., United States Information Agency. p. 3-15).
- RHODES, F.H.T., FELSHER, M., HUFF, W.D. & STONE, R.O. 1971. Undergraduate Geology; a strategy for design of curricula., CEGS programs publication No. 8. Washington. D.C.
- RAKITAKE, R. 1968. Earthquake prediction. *Earth Sc. Revs.*, 4:245-282.
- RISSER, H.E. 1973. Environmental quality control and minerals. (*In* Tank, R.W. Focus on environmental Geology. London, New York, Oxford University Press. p. 302-311).
- RISSER, H.E. & MAJOR, R.L. 1973. Urban expansion; an opportunity and challenge to industrial mineral producers. (*In* Tank, R.W. Focus on environmental Geology. London, New York, Oxford University Press. p. 441-454).
- SPANGLE, W.E. 1970. A city planner's view of education in environmental geology. *J. Geol. Educ.*, 18:202-205).

TANK, W.R. 1970. Focus on Environmental Geology. London, New York, Oxford University Press.

WEINBERG, A.M. Raw Materials unlimited. (*In* Tank, W.R. Focus on environmental Geology. London, New York, Oxford University Press. p. 214-225).