

Bylaag 3 tot „Koers”, April en Junie, 1955.

DIE BELANG VAN TOEGEPASTE GEOLOGIE EN DIE WERK VAN DIE GEOLOOG IN ONS MINERAAL- AFHANKLIKE BESKAWING

(Inougurele Rede gehou by die aanvaarding van die professoraat in Geologie aan die P.U. vir C.H.O., op 15 Oktober 1954, deur prof. P. B. Ackermann).

Die toekomstige ontwikkeling, welvaart en sekuriteit van ons land en die handhawing en verbetering van ons huidige lewenstandaard hang tot 'n groot mate af van die doeltreffendste gebruik van ons oorvloedige mineraalhulpbronne, maar beperkte watervoorrade. Met die oog op die belang van die Unie se natuurlike hulpbronne vir die welvaart van die land, het die Raad vir die Ontwikkeling van Natuurlike Hulpbronne deur Wet Nr. 51 van 1947 tot stand gekom, met die opdrag om „. . . beter en meer doeltreffende gekoördineerde ontginning, ontwikkeling en gebruik van die natuurlike hulpbronne van die Unie te beplan en te bevorder . . .” (R.O.N.H., 1951).

Die belangrike rol wat ons mineraalhulpbronne in die Unie se welvaart speel, is baie duidelik deur verskeie Suid-Afrikaanse outoriteite in die afgelope paar jaar aangedui (De Kock, 1953; Haughton, 1951; 1952; Malherbe, 1950; Mitchell, 1949;; Moolman, 1952; Stitt, 1952; Stratten, 1949; Van Eck, 1951; Venter, 1950; 1952). Mynbou is vandag die vernaamste primêre nywerheid in ons land. Onder die groot aantal minerale wat in die Unie gedelf word, loop die produksie van goud so ver voor, dat ons land se ekonomie fundamenteel daarop gebaseer is (De Kock, 1953; Malherbe, 1950; Mitchell, 1949; Stitt, 1952; Van Eck, 1951). Volgens De Kock (1953) kan die toekomstige lewensduur van ons goudmynnywerheid op ongeveer 70 tot 80 jaar gestel word. Maar Malherbe (1950) en Stratten (1949) wys daarop dat, wanneer ons goudmyne uiteindelik uitgeput is, die hoofstut van ons huidige ekonomie sal verval. Om voorsiening te maak vir die toekomstige welvaart van ons land, is dit dus nodig om nou al ander industrieë te begin ontwikkel, wat later die plek van goud sal kan inneem. Met uitsondering van water en kookskool, het ons groot reserwes van al die vernaamste minerale wat nodig is vir die produksie van staal en metaalalloeie. Die aangewese oplossing vir die ekonomiese moeilikheid wat deur die uitputting van ons goudmyne sal ontstaan, is dus die vroegtydige uitbouing van 'n swaarindustrie en 'n uitvoerhandel in

verwerkte en vervaardigde produkte, wat onafhanklik van die goudmynbou sal wees en wat sterk genoeg sal word om later die plek daarvan in te neem. Soos Van Eck (1951) aandui, is ons egter vandag besig om ons chroom- en mangaanertse teen sulke lae spoorwegtariewe uit te voer, dat ons die plaaslike ontwikkeling van eie metaalindustrie tot 'n groot mate in die wiele ry.

Maar alle moontlike toekomstige industriële uitbreiding moet in die lig van ons land se beperkte waterhulpbronne gesien word. In die jongste tyd het verskeie owerhede die aandag daarop gevestig dat ons beskikbare bo- en ondergrondse watervoorrade die vernaamste beperkende faktor in die toekomstige ontwikkeling van die Unie gaan wees (Enslin, 1949; Frommurze, 1943; 1949; 1953; Hartley, 1948; Kanthack, 1946; Leslie, 1951; Mackenzie, 1949; Nel and Frommurze, 1949; Raikes, 1848; Sutton, 1951). Met die eerste streekskonferensie wat deur die Raad vir die Ontwikkeling van Natuurlike Hulpbronne in 1948 in Bloemfontein belê is (R.O.N.H., 1951), is die belangrike gevolgtrekking gemaak dat die ekonomiese ontwikkeling van die Unie fundamenteel van watervoorrade afhanklik is en dat daar derhalwe voorsien moet word in die voordeligste en mees ekonomiese gebruik van die land se waterhulpbronne. Dit is dus essensieel dat 'n noukeurige hidrografiese opname van die Unie se beskikbare watervoorrade gemaak word. Die moontlike stigting van 'n buro vir hidrologiese navorsing word tans deur die Departement van Besproeiing ondersoek.

Alhoewel die meeste nadruk tot dusver op die ontwikkeling van ons riviersisteme en bogrondse water gelê is, moet die belang van ondergrondse water vir die welvaart van die land, volgens Enslin (1949), nie onderskat word nie. Sewentig persent van die Unie se oppervlakte is afhanklik van ondergrondse water, wat grotendeels uit boorgate verkry word. Uit die ongeveer 135,000 watergewende boorgate in die Unie word jaarliks drie keer soveel water verkry as wat beskikbaar is in die 37 hoofbewaringsskemas (Nel and Frommurze, 1949). Volgens Bateman (1950) was die ontwikkeling van die beskawing in baie dele van die wêreld vanaf die vroegste tyd afhanklik van ondergrondse water en moet dit dus, uit die standpunt van die ekonomiese geologie, as 'n mineraalhulpbron van primêre belang beskou word (ook Frommurze, 1943).

Die huidige belang van mineraalhulpbronne in ons moderne beskawing is 'n gevolg van die opkoms en ontwikkeling van die metaalnywerheid gedurende die afgelope honderd jaar. Dit is dus miskien wenslik om 'n kort oorsig te gee van hoe die mineraalindustrie saam met die swaarindustrie in die afgelope honderd jaar gegroei het, voordat gepoog word om aan te dui hoe afhanklik die mens vandag van mineraalhulpbronne ge-

word het en watter belangrike rol die hedendaagse geoloog speel by die opsporing en ontginning van mineraalhulpbronne wat essensiël is vir die voortbestaan van ons Westerse beskawing.

OPKOMS VAN DIE METAALNYWERHEID

Die fondament vir die hedendaagse yster- en staalindustrie is in 1713 deur Darby in Engeland gelê met sy ontdekking dat steenkool in die vorm van kooks in plek van houtskool bydie smelt van yster gebruik kan word (Stanley, 1947). Met Bessemer se bekendstelling van die welbekende vinnige proses vir die maak van goedkoop staal in 1856, het ons die begin van die gemeganiseerde metaaleeu waarin ons vandag lewe. In dieselfde dekade het die wêreldproduksie van steenkool van ongeveer 50 miljoen metrieke ton na 136 miljoen metrieke ton gestyg (Woytinski and Woytinski, 1953). Met die ingebruikneming van die metallografiese mikroskoop en die toepassing van mikroskopiese metodes by die studie van metaalstrukture teen die einde van die negentiende eeu, is vinnige vordering met die ontwikkeling van allooistale gemaak. Hierdie belangrike ontwikkeling was hoofsaaklik te danke aan Sorby, wat ook een van die stigters van moderne petrografie is, in sover hy reeds in 1849 die eerste bruikbare slypplaatjies van gesteentes gemaak het (Stanley, 1947; Woytinski and Woytinski, 1953; Holmes, 1930).

Vandag vorm yster en staal die ruggraat van ons industriële beskawing. Die ekonomiese belang van ysterertsmynbou word nie soseer bepaal deur die waarde van die erts self nie, as deur die feit dat hierdie erts die beginpunt is van 'n lang en uiteenlopende vervaardigingsproses. Van al die metaal wat vandag in die wêreld geproduseer word, is meer as 90 persent yster en staal. Daar is omtrent nie een van die artikels wat ons daaglik gebruik, wat nie óf van yster, staal, of 'n staalalooi gemaak is, óf wat nie met behulp van een van hierdie produkte gemaak of gekweek is nie. Ons is so afhanklik van yster en staal, dat die lewe daarsonder skaars denkbaar is. Maar yster en staal kan nie sonder ystererts, steenkool en water gemaak word nie (Bateman, 1950; Lovering, 1943; Stanley, 1947; Woytinski and Woytinski, 1953).

Alhoewel allooistale aanvanklik maar 'n klein persentasie van die totale staalopbrings uitgemaak het, was hulle ekonomiese belang relatief baie groter. 'n Amerikaanse motorkar, bv., bevat vandag ongeveer 125 verskillende staalalooie. Om ferroalooie te kan maak is ferroalooi-ertse egter nodig. Die vernaamste allooie-elemente is mangaan, chroom, nikkel, wolfram, molibdeen, kobalt, vanadium, silikon en fosfor. Dan word daar ook nog in klein hoeveelhede gebruik gemaak van boor, sirkonium, titaan, tantalum, kolumbium en kadmium. Mangaan is onontbeerlik by die maak

van enige staal, afgesien van tipe, en daar is geen geskikte plaasvervanger daarvoor nie (Bateman, 1950; Lovering, 1943; Woytinski and Woytinski, 1953).

Afgesien van yster en die ferroalloori-metale, wat saam met steenkool en water die grondstowwe van die wêreld se staalindustrie vorm, is daar nog die belangrike nie-yster-metale, nl. koper, aluminium, lood, sink en tin, wat onontbeerlik in ons huidige beskawing geword het. Na yster is hulle die vernaamste metale in vrede en oorlog en hulle verbruik neem vinniger toe as wat nuwe bronne ontdek word (Leith e.a., 1943; Lovering, 1943; Bateman, 1950; Woytinski and Woytinski, 1953).

Ander metale wat in betreklik klein hoeveelhede deur moderne industrieë gebruik word, maar wat nogtans in baie gevalle 'n onontbeerlike rol speel, is die ligte metale, magnesium, berillium en titaan; die edel metale goud, platinum en silwer; die radioaktiewe metale, uraan en torium; en die unieke metale antimoon en kwik, om maar net die vernaamstes te noem (Bateman, 1950; Leith e.a., 1943).

Volgens Woytinski en Woytinski (1953) oortref die belang van metale die geldelike waarde van die opbrings en is hulle inderdaad die basiese grondstowwe vir die industrieë, waarop ons moderne gemeganiseerde beskawing vandag gegrond is.

NIE-METALE IN DIE MODERNE NYWERHEID

Afgesien van metale, is daar ook 'n groot verskeidenheid nie-metaalminerale, waarsonder ons materiële beskawing vandag nie kan klaarkom nie. Onder hulle is die mineraalbrandstowwe verweg die vernaamste, en wel tot so 'n mate dat hulle vandag vir meer as 60 persent van die waarde van die wêreld se mineraalopbrings verantwoordelik is (Woytinski and Woytinski, 1953). Die mineraalbrandstowwe is ook van besondere belang vir die geologiese professie, aangesien die opsporing daarvan vandag die vernaamste werk van meer as helfte van alle geoloë is (Gilluly e.a., 1952).

Onder die mineraalprodukte van die wêreld loop petroleum voor en beklee steenkool die tweede plek in waarde van jaarlikse opbrings. Alhoewel petroleum 'n belangrike mededinger van steenkool as bron van energie en industriële grondstof geword het, is steenkool nog die vernaamste bron van energie en kan dit by die smelt van yster nie vervang word nie. Steenkool is ook een van die belangrikste grondstowwe van die chemiese nywerheid. Die vernaamste belang van petroleum lê in sy gebruik in die veroerwese en by die maak van smecrolies (Gilluly e.a., 1952, Woytinski and Woytinski, 1953).

Die ander nie-metaal-minerale kan ingedeel word in strukturele en boustowwe, metallurgiese en vuurvaste stowwe, industriële en fabriseer-stowwe, keramiese materiale, slypmiddels, chemiese minerale, bemesting-stowwe, edel- en ornamentele gesteentes, en grondwater (Bateman, 1950; Leet and Judson, 1954). In waarde is boustowwe (sement, steen, sand, gruis, klei en gips) verantwoordelik vir meer as tweederdes van die wêreld se totale jaarlikse opbrings van nie-metaal minerale, as mineraal-brandstowwe en grondwater uitgesluit word (Woytinski and Woytinski, 1953).

In 1949 was die waarde van die totale mineraalopbrings van die wêreld ongeveer \$30,200 miljoen. Hiervan is \$9,700 miljoen gelewer deur petroleumprodukte en natuurlike gas, \$9,400 miljoen deur steenkool, \$5,700 miljoen deur alle nie-metaal-minerale, en \$5,400 miljoen deur alle metaalertse (Woytinski and Woytinski, 1953).

DIE MINERAALNYWERHEID VANDAG.

Die voortbestaan van die mens hang vandag hoofsaaklik af van twee basiese aktiwiteite, nl. landbou en mynbou (Leet and Judson, 1954). Saam met die landbou vorm die mineraalindustrie die basis van moderne handel en nywerheid. Alhoewel die waarde van die wêreld se landbou-opbrings vandag nog soos altyd die opbrings van alle ander grondstowwe gesamentlik oorskadu, word die huidige wêreldpolitiek en -handel tot 'n baie groot mate deur die verspreiding van strategiese, kritieke en essensiële minerale bepaal en is die landbou tans ook tot 'n baie groot mate afhanklik van die produkte van die mineraalindustrie en die voorsiening van voldoende watervoorrade (Bateman, 1946; 1950; Gilluly e.a., 1952; Krauss e.a., 1951; Leith e.a., 1943; Lovering, 1943; 1953; Woytinski and Woytinski, 1953).

Sedert Bessemer se uitvinding van 'n vinnige proses vir die maak van goedkoop staal, het die aanvraag vir minerale en mineraalbrandstowwe gedurende die laaste dekades van die negentiende eeu en die eerste dekades van die twintigste eeu so fantasties toegeneem dat industrië nie meer kon staat maak op die toevallige ontdekking van mineraal- en energiebronne nie, maar gaandeweg die toevlug begin neem het tot geologiese, geofisiese en geochemiese metodes van opsporing (Bateman, 1950; Boutwell, 1945; Gilluly e.a., 1952; Leet and Judson, 1954; Woytinski and Woytinski, 1953).

Waar die prehistoriese mens maar slegs 'n halfdosyn metale gebruik het, maak ons moderne gemeganiseerde beskawing ekstensiewe gebruik van oor 'n honderd verskillende minerale, onder die produkte waarvan

daar oor die dertig metale is (Leet en Judson, 1954). Die gebruik van metale en minerale het met die ontwikkeling en uitbreiding van die industriële beskawing gegroei. Sedert die begin van die Eerste Wêreldoorlog het die volume van die wêreld se mineraalopbrings meer as drievoudig vermeerder, met die gevolg dat die hoeveelheid mineraalprodukte, wat in die laaste vyftig jaar verbruik is, verweg die hoeveelheid oortref wat die mens gedurende sy hele vorige bestaan op aarde verbruik het. Daar is vandag ook geen teken van enige afname in die vraag na 'n steeds toenemende hoeveelheid en verskeidenheid minerale nie. Die mens is besig om die aardkors te fynkam op soek na nuwe voorradebronne, terwyl hy die reeds bekende minerale met steeds toenemende spoed daaruit verwyder (Gilluly e.a., 1952; Leith e.a., 1943; Woytinski and Woytinski, 1953). Soos sir Henry Tizard (1949) dit uitgedruk het: „We discover the places where nature has concentrated minerals in a way that we do not understand; we extract them, concentrate and refine them still further, and then dissipate them completely in use. This obviously cannot go on for ever”.

Alhoewel minerale in die aardkors die beste voorbeelde van natuurlike hulpbronne is, verskil hulle, met uitsondering van grondwater, van alle ander natuurlike hulpbronne daarin dat hulle nie hernubaar is nie (Bateman, 1950; Gilluly e.a., 1952; Leet and Judson, 1954; Lovering, 1953; Nolan, 1950; Woytinski and Woytinski, 1953).

Die sorgwekkende vertering van die wêreld se mineraalhulpbronne en die uitputting van bekende reserwes, veral in die hoogs geïndustrialiseerde lande van die Westerse beskawing, beteken dat nuwe voorrade ontdek moet word as ons beskawing op sy huidige peil wil voortgaan. Met afname in die ontdekking van in die ooglopende mineraalblootstellings, moet opsporing vandag toegespits word op die ontdekking van verborge mineraalafsettings. Hiervoor is al die metodes van die geologie nodig, en dit sal waarskynlik die vernaamste taak van die ekonomiese geoloog van die toekoms word (Bateman, 1950; Davidson, 1954; Haughton, 1952; Lovering, 1953; Nel e.a., 1949; Nolan, 1950).

Die toekoms van ons mineraalindustrie, wat vandag in belang vir die samelewing slegs deur die landbou oortref word, hang dus grotendeels van die funksionering van die ekonomiese geologie af (Bateman, 1950) en die verantwoordelikheid vir die toekomstige voorsiening van mineraalgrondstowwe rus op die skouers van die ekonomiese geoloog (Wrather, 1951).

TOEGEPASTE GEOLOGIE EN DIE FUNKSIES VAN DIE GEOLOOG

Die toenemende aanwending van die toegepaste geologie het natuurlik gelei tot die ontwikkeling van verskeie vertakkings (Boutwell, 1945).

Volgens algemene gebruik is die term „ekonomiese geologie” van toepassing op die algemene terrein van die toegepaste geologie, alhoewel dit soms ook in enger sin gebruik word vir daardie besondere geologiese studieterrein wat op mineraal-afsettings betrekking het. Volgens Boutwell (1945) sluit die verskillende afdelings van die ekonomiese geologie, in die breë sin van die woord, vandag myngeologie, petroleumgeologie, watergeologie, grondgeologie, ingenieursgeologie, militêre geologie en geregtelike geologie in.

Meeste geologiese wetenskaplikes is ekonomiese geoloë, afgesien daarvan of hulle met hulle opleiding op een van die hoogs gespesialiseerde afdelings van die geologiese wetenskap gekonsentreer het of nie. Dit is omdat die oorgrote meerderheid van geoloë, afgesien daarvan of hulle vir die staat of vir private ondernemings werk, hulle geologiese kennis vir ekonomiese doeleindes aanwend, naamlik by die opsporing, waardering en ontginning van afsettings van waardevolle en bruikbare aardmateriale. 'n Kleiner aantal geoloë is besig met fundamentele navorsing van die aard en oorsprong van die aarde en sy stowwe, of met die onderwys van die geologie (Amer.geol.Inst., 1952).

Soos Beard (1954) dit uitdruk:

„It was the custom in earlier days to divide geologists according to their predilections and training into two main groups, pure or academic geologists and applied or commercial geologists. This distinction, happily, is largely outmoded. Academic geologists are to-day directing their attention to the discovery of useful minerals, while their colleagues in industry are in turn carrying out more and more fundamental research. The search for minerals is indeed a challenge, not merely to one particular branch of geological knowledge, but to geology itself, and requires high scientific skill and penetrating enquiry”.

'n Soortgelyke mening word deur Weiss (1948) daarop nagehou.

Frost (1948) wys daarop dat meeste geologiese werk navorsingswerk is, as 'n mens „navorsing” in die breedste sin van die woord gebruik. Volgens hom is die uiteindelijke doel van alle vertakkings van die geologie „. . . to understand as completely as possible the Earth's Crust and all that it contains with a view to using the knowledge for man's benefit in an infinite variety of ways”. Hy meen dan ook dat dit die hoof funksie van geoloë is om vir die mensdom sulke stowwe as wat uit die aardkors verkry kan word, te vind en om inligting omtrent die struktuur en inhoud van die aardkors te verskaf.

Alhoewel Haughton (1952) daarop wys dat die funksies van die geoloog nie eindig met die ontdekking van die aarde se geheime, of met die toepassing van sy kennis by die ontsluiting van die aarde se natuur-

like hulpbronne nie, is hy nogtans van mening dat, met die noodgedwonge verskerping van die opsporing van nuwe bruikbare mineraalbronne in die aardkors, die geoloog se werk uiteindelik toegespits sal wees op die ontdekking en bepaling van die moontlikhede van sulke nuwe afsettings.

Volgens Lovering (1953) egter is daar vandag 'n gans te sterk neiging om alle pogings te konsentreer op die onmiddellike praktiese doelwit van ekonomies belangrike minerale teen lae koste te vind. Hy meen dat daar meer basiese ondersoek na die prosesse wat mineraalafsetting bepaal, ingestel moet word, afgesien van die moontlike praktiese toepassing van die resultate van sulke navorsing. Hy wys daarop dat, net soos wat die resente praktiese ontwikkelings in die kernfisika gebou is op jarelange basiese navorsing sonder enige gedagte aan die praktiese toepassing daarvan, die mineraalindustrie by die opsporing van nuwe mineraalbronne baie voordeel uit basiese navorsing van die geologie van mineraalafsettings behoort te kan put, maar dat, tenspyte daarvan, dit vandag nog byna onmoontlik is om voldoende finansiële ondersteuning van die mineraalindustrie vir sulke navorsing te kry. Soos Weiss (1948) dit uitdruk: „The purely theoretical subject of to-day is the economic factor of to-morrow”.

Tot watter mate die praktiese en veral die ekonomiese aspekte van die geologie vandag op die voorgrond is, blyk bv. baie duidelik uit die samestelling van die geologiese professie in die Verenigde State van Amerika. Van die ongeveer 15,000 geoloë in die V.S.A., werk omtrent 60 persent vir die petroleumindustrie. 'n Tweede groot groep werk in die Geologiese Opname van die Verenigde State en die geologiese opnames van die afsonderlike state. 'n Derde groot groep doen diens in die kolleges en universiteite (Amer. Geol. Inst., 1952).

Die werkverdeling onder die ongeveer 900 professionele geoloë op die personeel van die Geologiese Opname van die Verenigde State, wat hoofsaaklik 'n „ . . . fact-finding and research organization . . .” is, illustreer die belang van die praktiese en ekonomiese aspekte van die geologie nog verder. Omtrent 5 persent van die personeel doen administratiewe werk; 10 persent doen hoofsaaklik mineralogiese, petrologiese en paleontologiese navorsing; 17 persent is besig met grondwaterondersoek; 30 persent is direk betrokke by die ondersoek van metaal en nie-metaal-mineraalafsettings; 16 persent is besig met brandstofgeologie; 9 persent doen militêre geologie; 5 persent ingenieursgeologie en algemene geologiese studies, 2 persent bewarings- en waarderingswerk; en 2 persent is besig met mineraalondersoek buite die V.S.A. Dit wil sê, meer as 80 persent van die personeel is betrokke by die ondersoek van probleme met 'n praktiese of ekonomiese strekking (Bannerman and Pecora, 1950).

In Suid-Afrika is daar, afgesien van die universiteite, slegs twee hoofwerkgewers vir geoloë, nl. die Staat en die mynbedryf (Haughton, 1949; 1952).

Aan die end van 1952 was daar 88 goedgekeurde geologiese poste op die diensstaat van die Afdeling Geologiese Opname van die Departement van Mynwese. Sewentig van die poste was toe gevul (U.G., 1953). Dat die werk van ons Geologiese Opname vandag noodgedwonge tot 'n baie groot mate op die meer praktiese en ekonomiese aspekte van die geologie toegespits is blyk baie duidelik uit sy werkverdeling en die jaarverslae van sy Direkteur. Daar is vyf Takke, nl. Regionale Geologie; Ekonomiese Geologie; Brandstofgeologie; Ondergrondse Water, Geofisika en Ingenieursgeologie; Mineralogie en Geologiese Museum; en verder ook vier Seksies, nl. Administratief en Klerklik; Tekenkantoor; Biblioteek; en Redaksie (U.G., 1952).

Volgens Weiss (1948) het byna al die myngroepe vandag geologiese departemente met 'n halfdosyn of meer geoloë elk en volgens Gevers (1949) was die totale aantal geoloë in die mynbou 115 in 1949.

Funksies en Belang van Geologiese Opnames

Die hoofdoel van 'n geologiese opname is die samestelling van 'n geologiese kaart van die gebied wat hy dek (U.G., 1948). In die opsig is 'n geologiese opname in die eerste plek 'n navorsingsorganisasie, wat hoofsaaklik besig bly met objektiewe of agtergrondnavorsing van 'n regionale aard, ten spyte daarvan dat die grootste deel van die werk van geologiese opnames vandag op definitiewe ekonomiese doelwitte toegespits word. Byvoorbeeld, alhoewel meer as 80 persent van die werk van die Geologiese Opname van die Verenigde State van Amerika vandag definitiewe ekonomiese doelwitte het, is sy program van werksaamhede nie primêr een van toegepaste geologie nie, maar het die grootste deel daarvan betrekking op sulke aktiwiteite soos regionale kartering en breë stratigrafiese en strukturele studies van hele myngebiede, brandstofprovinsies, of streke wat belowend lyk vir die ontdekking van minerale of brandstowwe, asook navorsing, wat die ontwikkeling en verfyning van moontlik bruikbare opsporingstegnieke beoog, of wat bedoel is om noodsaaklike agtergrondgegevens vir die beplanning van die ontwikkeling en ontginning van ander natuurlike hulpbronne te voorsien. Elke eenheid van so 'n opname is tot 'n groot mate ook besig met agtergrondnavorsing kenmerkend van sy eie besondere arbeidsveld. Verder doen meeste van die eenhede ook navorsing van meer basiese en fundamentele aard (Bannerman and Pecora, 1950).

Die werksaamhede van 'n geologiese opname is veral daarop toegespits om die kennis van die geologie en mineralogie van die land te bevorder met die oog op die aanwending daarvan by die ontwikkeling, ontginning en bewaring van mineraal- en ander natuurlike hulpbronne (U.G., 1951). 'n Grondige geologiese opname is inderdaad 'n noodsaaklike vereiste by sulke ondernemings (Leighton, 1951; U.G., 1950). In enige land hang die vooruitsigte op die ontdekking van minerale en die ontwikkeling van natuurlike hulpbronne grotendeels van 'n deeglike kennis van sy geologie af. Veral by die opsporing van nuwe mineraalafsettings, brandstofvoorkomste en waterbronne is voortdurende fundamentele geologiese, mineralogiese, geofisiese, geochemiese en hidrologiese navorsing essensiël (Dixey, 1951; McLintock, 1951; Leighton, 1951; U.G., 1951).

Volgens Leighton (1951) behoort die naam „geologiese opname” meer 'n aanduiding van die studieterrrein as van die personeel waaruit dit bestaan te wees, en gevolglik behoort die personeel van 'n moderne geologiese opname, behalwe spesialiste in geologie, ook noodwendig spesialiste in chemie, fisika, ingenieurswese en mineraalekonomie in te sluit, om aan die behoeftes van die huidige ekonomiese patroon te kan voldoen. Hy meen verder dat „. . . the survey should insist upon its functions as a research institution and avoid becoming a regulatory agency or a service agency, for routine analyses and other work at the sacrifice of research, and in competition with commercial laboratories”.

Soos Houghton in 1952 aangedui het en soos ook byna jaarliks uit die verslae van die Direkteur van die Geologiese Opname blyk, is ons Geologiese Opname nie in staat om behoorlik uitvoering aan sy essensiële funksie van langtermyn-, agtergrond- en fundamentele navorsing te gee nie. Hierdie onwenslike toestand is hoofsaaklik die gevolg van die steeds toenemende aanvraag vir die dienste en advies van staatsgeoloë en die feit dat die Geologiese Opname, vanweë die betreklik swak salarisse wat deur die Staat betaal word, nie in staat is om sy personeel op volle sterkte te kry of te hou nie.

In sy jaarverslag vir 1950 (U.G., 1951) spreek die Direkteur van die Geologiese Opname die mening uit dat die Opname „. . . sy begroting deur direkte besparing van Staatsgeld dubbel en dwars terugbetaal, om die baie groter indirekte bydrae tot die land se inkomste deur die uitbreiding van die mynbou as gevolg van sy werksaamhede nie eens te noem nie”. Houghton (1952) reken ook dat die waarde van die Opname se advies aan die Staat en privaatondernemings nie maklik in terme van geld gemeet kan word nie.

Volgens McKinstry (1948) is dit onwaarskynlik dat die ekonomiese geologie sy huidige status as 'n wetenskap sou kon behaal het sonder die

werk wat deur die staatsopnames gedoen is. Hy meen ook dat die staatsopnames 'n besonder nuttige diens aan die nywerheid bewys, in sover hulle die raamwerk verskaf waarin die myngeoloë hulle meer gelokaliseerde studies kan pas.

Aangesien ons land se toekomstige welvaart en vooruitgang tot 'n groot mate bepaal gaan word deur die voordeligste benutting van sy mineraal- en waterhulpbronne, behoort ons Regering toe te sien dat sy Geologiese Opname op volle sterkte gehou en, indien moontlik, ook selfs uitgebrei word. Ook, omdat dit onmoontlik is om vooraf te bepaal wanneer en watter mineraalafsettings in die toekoms van ekonomiese belang gaan word, is dit in die land se eie belang dat hy 'n opname moet maak van al sy blootgestelde en bedekte mineraalafsettings, afgesien daarvan of hulle nou al as hulpbronne geklassifiseer kan word of nie. Soos Leighton (1951) dit uitdruk: „Our natural resources deserve the highest and most devoted study. They constitute the foundation of our well being, the means for our protection, our hope for the future”.

Sonder om besonderhede oor die funksies van die ander takke van ons Geologiese Opname te verstrek, moet daar miskien net gelet word op die fundamentele aard van die werk wat deur die Tak Regionale Geologie gedoen word en wat die basis vir die werk van die ander takke vorm. Om vir mineraalopsporing en ander geologiese ondersoeke van praktiese waarde te kan wees, moet regionale geologiese kaarte op 'n skaal van minstens 1:125,000 uitgeteken word. Tot dusver is maar nog net omtrent 'n kwart van ons land se oppervlakte so gekarteer (Haughton, 1952; U.G., 1948).

Haughton (1952) is van mening dat die spoed waarmee opnames van hierdie aard in Afrika gemaak word baie versnel behoort te word, as ons 'n denkbild van sy minerale potensialiteite wil hê, binne die bestek van die tyd waarin bekend bronne op ander plekke waarskynlik ernstige uitputting sal ondergaan. Aan die end van 1952 het die Tak Regionale Geologie van ons Geologiese Opname uit slegs 13 geoloë bestaan (U.G., 1953). Tensy hierdie tak van die Geologiese Opname binnekort baie versterk word, kan ons nie verwag om binne afsienbare tyd 'n regionale geologiese kaart van die Unie op die gewenste skaal te hê nie.

In dié verband is dit dan ook van belang om daarop te let dat maar nog net omtrent die helfte van die Unie se oppervlakte deur lugfotos en maar net omtrent 'n kwart daarvan deur geskikte topografiese basiskaarte gedek is. Aangesien lugfotos en topografiese kaarte die basis vir moderne geologiese kartring vorm, is dit, afgesien van ander belangrike oorewegings, in die hoogste belang van ons land dat die lug- en topografiese opname van Suid-Afrika so spoedig moontlik voltooi word.

Toegepaste Geologie en die Funksies van die Geoloog by die waardering van Mineraalafsettings

Onder mineraalafsetting word verstaan 'n voorkoms van een of meer minerale in so 'n konsentrasie en vorm dat dit moontlik is om die mineraal of minerale met wins te verwyder en vir gebruik gereed te maak. 'n Afsetting van metaalhoudende minerale, waaruit 'n metaal of metale met wins gehaal en vir gebruik gereed gemaak kan word, staan bekend as 'n erts of ertsafsetting (Bateman, 1950; Leet and Judson, 1954; Lindgren, 1933).

Eenvoudige ontdekking van 'n mineraalafsetting dui nie aan of die afsetting van waarde is nie. Dit moet bepaal word deur versigtige opsporing om die aard, vorm, grootte en beskikbare tonnemaat van die afsetting vas te stel. Die totale uitgestrektheid, volume en gehalte van 'n mineraalafsetting bepaal die ekonomiese moontlikhede daarvan (Bateman, 1950).

Aangesien die eerste stap by die beraming van tonnemaat en die bepaling van posisie en struktuur van 'n mineraalafsetting die maak van 'n geologiese kaart is, en die ekonomiese geoloog beste weet hoe om dit te doen, speel hy 'n belangrike rol by hierdie aanvanklike toetsing van die afsetting. Min mineraalafsettings oorleef hierdie stadium (Bateman, 1950; Kuhn, 1950; McKelvey, 1950; McKinstry, 1948).

Die waarde van 'n mineraalafsetting word verder bepaal deur verskeie fisiese, chemiese en ekonomiese faktore. Aangesien hierdie faktore nie almal geologies van aard is nie, word hulle gesamentlike belang beste deur die geoloog, die myningenieur en die metallurg in medewerking met mekaar bepaal. As gevolg van wisseling in hierdie faktore mag dit gebeur dat 'n afsetting wat voorheen nie ontginbaar was nie, wel ekonomies ontginbaar mag word, of omgekeerd. Die ekonomiese faktor is in hierdie opsig altyd oorwegend (Bateman, 1950; Lindgren, 1933; McKelvey, 1950; McKinstry, 1948).

By die bepaling van die waarde van 'n myneïendom is die hulp van die geoloog ook tot 'n groot mate nodig. Meeste myne het gewoonlik maar net 'n paar jaar se erts uitgeblok op enige gegewe datum, gevolglik hang 'n myn se waarde grotendeels af van moontlike uitbreidings en toekomstige erts, waarvan die volume en gehalte alleen bepaal kan word deur geologiese faktore in ag te neem (Bateman, 1950; McKinstry, 1948). By die waardering van 'n nuwe mynboumoontlikheid of 'n oliebron speel geologiese oorwegings 'n nog belangriker rol.

Alhoewel verdienkrag die enigste rasionele basis van waardering is, is dit nie die huidige verdienkrag wat die waarde van 'n myn bepaal nie,

maar eerder die vooruitsig op toekomstige opbrings. Om hierdie rede is mynwaardering meer 'n soort profesie as 'n feitlike inventaris. As die waardering deur een persoon gedoen moet word, is daardie persoon gewoonlik óf 'n myningenieur óf 'n geoloog. As dit 'n myningenieur is, het hy 'n goeie kennis van geologie nodig om die waardering te kan maak (Bateman, 1950; McKinstry, 1948).

Uiteindelik kom die waardering van enige mineraaleiendom neer op 'n beraming van wat die opbrings daarvan gedurende sy toekomstige lewe vandag werd is. Die vernaamste bydrae van die geoloog is by die bepaling van toekomstige moontlikhede, nl. of die myn of mynboumoontlikheid 'n kans het om in 'n groter produsent te ontwikkel al dan nie, en of sy lewe lank of kort sal wees (McKinstry, 1948).

Toegepaste Geologie en die Funksies van die Geoloog in die Mynbou

Byna alle mynmaatskappye het geoloë in hulle diens, óf in deelydse raadgewende hoedanigheid, óf as voltydse lede van hulle personeel, en dit geld vandag ook vir die Unie van Suid-Afrika (Haughton, 1952; McKinstry, 1948).

So kort gelede as die begin van die huidige eeu was geologiese werk in verband met mynbou nog altyd beskou as myningenieurswese. . Maar, hoofsaaklik as gevolg van die werk van ekonomiese geoloë in die diens van die staatsopnames, het mynoperateurs mettertyd begin besef dat wetenskaplike geologiese ondersoek van mynprobleme praktiese resultate lewer en onnodige verspilling van tyd, energie en geld verhoed. Daar is ook mettertyd besef dat die hantering van mynbouprobleme in verband met die opvolging van die rif of ertsliggaam, werk vir 'n geoloog is en nie vir 'n myningenieur nie (Bateman, 1950; Boutwell, 1945; McKinstry, 1948; Nel e.a., 1949).

Hier in ons eie land het die publikasie van Mellor se kaart van die Witwatersrand deur die Geologiese Opname in 1917, volgens Haughton (1952), die aandag gevestig op die belang van geologiese ondersoek vir die toekomstige ontwikkeling van die goudmynbou. Volgens hom het die mynkorporasies van toe af begin insien hoe wenslik dit is om geoloë permanent in diens te neem en geologiese eenhede as integrale dele van hulle tegniese organisasies op te bou. Die gevolg is dat min mynbouondernemings van enige aansien vandag nie so 'n geologiese personeel het nie. Herness (1950) wys verder daarop dat die kleiner mynbouondernemings dit die minste kan bekostig om sonder die dienste van 'n bevoegde geoloog klaar te kom.

Aanvanklik het die myngeologie gewoonlik onder die beheer van die hoofingenieur geval as 'n ondergeskikte deel van die myningenieursdiens.

Mettertyd is dit egter besef dat die myngeologie so belangrik is, dat aparte geologiese afdelings gestig is wat, vanweë die praktiese diens wat hulle gelewer het, later uitgebrei is om die neem van monsters en die beraming van ertsreserwes in te sluit (Boutwell, 1945).

Volgens McKinstry (1948) is dit nie net die ingewikkeldheid van ondergrondse ertsverspreiding wat bepaal of 'n mynmaatskappy die dienste van 'n geoloog nodig het of nie. Selfs al het 'n myn geen huidige probleme by die opvolging van sy erts nie, is dit seker dat hy vroeër of later nuwe ertsliggame nodig sal hê en sal moet opspoor om te kan voortbestaan. Wanneer daardie dag aanbreek mag dit dan té laat blyk dat die kritiese gegewens van hoe die erts voorkom, in die jare toe die myn sonder 'n geoloog oor die weg gekom het, uitgedelf is en dat daar geen bruikbare rekord daarvan vir nuwe ertsopsporing beskikbaar is nie. Wanneer 'n myn uiteindelik by dié stadium kom dat dit finaal gesluit moet word, behoort dit seker te wees dat daar geen redelike kans bestaan om meer erts uit die myn te haal nie. Dit sal alleen moontlik wees as die probleme van ertsvoorkoms en -ontstaan deeglik bestudeer is gedurende die ontwikkeling van die myn. Dit is dan vandag ook byna algemeen die gebruik om die myngeoloog 'n finale studie in besonderhede te laat maak van enige deel van die myn wat op die punt staan om afgesluit te word, sodat seker gemaak kan word dat geen delfbare erts in daardie deel van die myn agtergebly het nie (Frost, 1948).

By die ontsluitingswerk in 'n myn stel die geoloog se kennis van ertsliggame, die faktore wat hulle voorkoms bepaal, hulle gedrag in drie dimensie en hulle verwagbare deurlopendheid hom in staat om permanente skagte en gange aan te beveel, wat die afsetting met die kortste voetafstand, die meeste bruikbaarheid en die minste gevaar sal bereik en van vlak tot vlak sal ontsluit (Bateman, 1950). Dit is ook sy taak om die ontsluiting so te rig dat die werk so na as moontlik op die rif bly. Hy moet naamlik die myningenieur onthef van die las en verantwoordelikheid om die geologie van die myn as 'n bysaak te probeer behartig en hy kan dit beste deur noukeurige geologiese kartering doen (Frost, 1948; McKelvey, 1950; McKinstry, 1948).

Gedurende die mynbou is die geoloog se taak dan die kartering en vertolking van die myn se geologie, die opsporing van verskuifde dele van die ertsliggaam, die aanwysing van erts wat oor die hoof gesien mag word, die bepaling van waar monsters geneem moet word, die beplanning van nuwe delfplekke, die vermyding van delfplekke wat moeilikheid mag oplewer, die beraming van tonnemaat en ertsgehalte, die reëling van die opsporing van verlengings van die ertsliggaam of nuwe voorkomste daarvan en die instelling van ondersoek en navorsing wat tot aanhoudende

suksesvolle mynbou sal lei (Bateman, 1950; McKelvey, 1950). In die meer ontwikkelde lande en onder die meer ingeligte en vooruitstrewende maatskappye word ondergrondse opsporing en die reëling van ondergrondse ontsluiting vandag ook deur die myne se hoofgeoloë beheer (Haughton, 1948).

McKinstry (1948) dui verder aan dat, afgesien van die ontsluiting van erts, wat die hoofwerk van die myngeoloog is, hy ook behulpsaam kan wees by die oplossing van verskillende ander probleme, waarvan elke myn sy eie kenmerkende verskeidenheid het. Voorbeelde van sulke probleme is die verskillende soorte moeilikheid wat ondervind mag word met die skoonafbou van afbouplekke, die konsentrasie of behandeling van die erts nadag dit gedelf is, die konstruksie van delfplekke, ondergrondse en bogrondse water, wegsakkings en rotsbarstings en die verkryging van mineraalgrondstowwe, wat vir die mynbou nodig mag wees.

Toegepaste Geologie en die Funksies van die Geoloog by Mineraalopsporing

Dit word steeds moeiliker om nuwe mineraalafsettings te ontdek, aangesien meeste van die maklik ontdekbare afsettings reeds gevind en ontwikkel is en nie-geprospekteerde gebiede geleidelik uitgeskakel word. Intensiewe wetenskaplike opsporing van minerale in alle dele van die wêreld is vandag een van die kenmerkende eienskappe van die beskawing, en dit word van die geoloog verwag om 'n al groter en groter aandeel daarin te neem (Bateman, 1946; 1950; Broderick, 1949; Davidson, 1954; Dixey, 1951; Haughton, 1952; Jeppe, 1946).

Ook in ons eie land is die mees in die ooglopende mineraalafsettings reeds ontdek en moet die moderne prospekteerder nou staat maak op wetenskaplike metodes van opsporing. Die maak van 'n geologiese kaart en die toepassing van geologiese kennis en metodes, bygestaan deur opnames uit die lug, geofisika, geochemie en ander nuwe tegnieke, verskaf vandag die beste middels vir die opsporing van nuwe mineraalafsettings (Nel e.a., 1949).

In die vroegste stadium was mineraalopsporing 'n nie-georganiseerde soektog na 'n sekere of enige waardevolle erts, brandstof, of ander ekonomies belangrike mineraal. Hierdie werk was byna uitsluitlik onderneem deur individuele prospekteerders, met wel praktiese ondervinding van die voorkoms van ekonomies belangrike minerale, maar dikwels min of geen geologiese opleiding nie. Hulle het die oppervlakte van die gebiede waarin hulle gewerk het, met groot inspanning baie noukeurig en deeglik ondersoek, maar die metodes wat hulle gebruik het, het baie nuttelose verspilling van tyd, kragte en kapitaal meegebring, ten spyte daar-

van dat meeste van die afsettings wat vandag gedelf word, deur prospekterders ontdek is, of uitbreidings is van mynboumoontlikhede wat deur hulle ontdek is. Alhoewel alleenwerkende prospekterders vandag grotendeels van die toneel verdwyn het, dien baie van hulle vondse vandag nog as die vernaamste leidrade by die opsporing van nuwe mineraalafsettings (Fitch e.a., 1949; Jeppe, 1946; McKelvey, 1950).

Teen die einde van die negentiende eeu het die steeds toenemende vraag na minerale dit noodsaaklik gemaak om opsporing op 'n meer sistematiese en wetenskaplike basis aan te pak. Die toepassing van geologiese kennis het dit moontlik gemaak om sekere plekke as gunstiger as ander aan te wys, maar die opsporing was nog steeds van 'n direkte aard, in sover die doel van die soektog die betrokke mineraal self was (Fitch e.a., 1949; Jeppe, 1946).

Die tweede fase in die ontwikkeling van mineraalopsporing word goed geïllustreer deur die metodes wat vandag by die soek na olie gebruik word. Direkte opsporing van oppervlakkige oliesyferings is vandag heeltemal onbeduidend. In plek daarvan het die petroleumgeoloog mettertyd geleer om sedimentêre omgewings, waarin olie verwag kan word, te spesifiseer. Die gevolg is dat petroleumopsporing heeltemal indirek geword het en daar vandag, in plek van olie, 'n omgewing met geofisiese metodes gesoek word, wat later emt boorgate getoets kan word (Fitch e.a., 1949). Volgens Beers (1950) word die sukses van 'n olie-opsporingsprogram vandag as vanselfsprekend beskou, mits dit oor 'n breë genoeg basis gesprei word en is daar ook 'n direkte verhouding tussen die hoeveelheid olie wat ontdek word en die fondse wat aan die opsporing bestee is.

McKinstry (1948) wys egter daarop dat by olie-opsporing die doelwitte nie alleen baie groter en die strukture ook heelwat eenvoudiger is as in die geval van erts- en ander mineraal-opsporing nie, maar ook dat 'n addisionele rede vir die sukses van die geologie by die opsporing van olie die aansienlike beloning vir ontdekking is, wat gedien het om die neem van groot kanses, die ontwikkeling van opsporingsapparaat en die uitvoering van duur navorsing en eksperimente aan te moedig.

Alhoewel die opsporing van metaalertse en ander minerale, volgens Fitch, Christie, Johnstone en Whittle (1949), nog grotendeels in die direkte fase is, is daar belangrike tekorte aan sommige metale en, soos die drang om dié aan te vul al groter word, sal dit ook al meer nodig word om van indirekte opsporingsmetodes gebruik te maak. McKinstry (1948) haal die weswaartse uitbreiding van die Randse goudveld deur strukturele projeksie en geofisiese opname en die uitbreiding van die Noord-Rhodesiese

koperstreek deur soortgelyke metodes aan as pioniervoorbeeld van indirekte opsporing van ertsliggame.

Ons staan dus op die voorpunt van hierdie nuwe ontwikkeling in die metodes van mineraalopsporing. Soos Papenfus (1951) dit uitdruk:

„We here in South Africa have witnessed over the last fourteen years a remarkable event, unprecedented in the long history of gold mining: the discovery and subsequent proving of an entirely new goldfield not contiguous to or connected in any way with an existing gold-producing area; a goldfield which is covered and completely hidden by hundreds, and in many places thousands, of feet of younger rocks. This is the Orange Free State goldfield, where to-day many millions of pounds are being spent on opening up simultaneously no fewer than 13 large gold mines before an ounce of gold has been produced by any one of them.

.

„This great goldfield was discovered in the first instance by a combination of geophysics and borehole drilling, backed up by a great deal of careful geological work and study”

Die feit dat ons geoloë, volgens Taylor (1950), gedurende die afgelope vyftig jaar hoofsaaklik verantwoordelik was vir die beplande goud-opsporingprogramme, asook vir die noodwendige korrelasies wat daarmee gepaard gegaan het, is miskien die hoofrede vir die verbasende sukses wat behaal is.

Oor die algemeen is die ertsafsettings wat vandag ontgin word grotendeels dié wat aan die begin van die eeu as onbetalend beskou is, of dié wat opgespoor is deur noukeurige geologiese studie van gebiede wat verafgeleë of vroeër onbelowend was, asook deur groot verbetering in booren geofisiese metodes. Prospektering het 'n hoogs geskoolde werk geword, wat uitgevoer word deur groepe geofisici in medewerking met bevoegde en ervare landmeters en geoloë (Jeppe, 1946).

Die algemene lae graad van die ertse wat vandag gedelf word vereis grootskaalse mynbou om doeltreffendheid hoog en koste laag te hou (Jeppe, 1946). Die laergraadse afsettings wat die bron van metale in die toekoms gaan wees, moet dan noodwendig ook groot wees gedurende die tyd waarin hulle nog met die oorblywende hoëgraadse afsettings moet wedywer. Gevolglik is daar 'n neiging vir die ertsafsettings van die wêreld om in minder maar groter hande te beland (Broderick, 1949; Davidson, 1954). Dit gaan gepaard met die groot onkoste en risiko verbonde aan die opening van 'n groot nuwe myn. Dit is dus nie raadsaam om groot somme geld aan ontginning uit te gee tensy die ekonomiese moontlikhede sover as moontlik deur voorlopige prospekterwerk bevestig is nie (Jeppe,

1946; McKelvey, 1950). In die nuwe Vrystaatse goudveld bv., is daar, met die oog hierop, al oor die 500 gate geboor wat, volgens Papenfus (1951), gesamentlik 'n afstand van omtrent 2,200,000 liniêre voet verteenwoordig.

Byna alle mineraalopsporing is gebaseer op een of ander teorie of idee (Davidson, 1954; McKinstry, 1948). Selfs die outydse prospekterder, met geen kennis van geologie nie, het sy soektogte op een of ander teorie, hoe fantasties ook al soms, gebaseer. Die teorieë van mineraalafsettings en -voorkoms wat die agtergrond vir geologiese denke vorm is volgens McKinstry (1948) egter nie onfeilbare gidse by mineraalopsporing nie, omdat dit onwaarskynlik is dat selfs die beste teorie in alle besonderhede korrek is, aangesien dit op „circumstantial evidence” gebaseer moet word. Soos Frost (1948) ook aandui, beskik die geoloog gewoonlik maar ten dele oor die gegewens wat nodig is vir 'n korrekte oplossing van die betrokke probleem.

Afgesien daarvan of 'n voorgestelde opsporingsprogram op suiwer teorie of op empiriese waarneming gebaseer is, is die enigste vraag van praktiese belang of die onkoste in verhouding is met die waarskynlikheid van die betrokke mineraal te vind (McKinstry, 1948). Maar, ten spyte daarvan dat geologiese teorie vandag nog nie in staat is om mineraalvoorkomste so presies te voorspel as wat die steeds toenemende koste van mineraalopsporing vereis nie, is dit nogtans die beste gids wat by die opsporing van mineraalafsettings beskikbaar is (McKelvey, 1950).

Mineraalopsporing is van twee algemene tipes, nl. (1) die soek na nuwe afsettings of nuwe gemineraliseerde distrikte en (2) die soek na uitbreidings van bekende afsettings of addisionele afsettings in 'n bestaande myn of myndistrik (Chace, 1947; Jeppe, 1946; McKelvey, 1950).

Volgens Nolan (1950) is die metodes van opsporing van addisionele mineraalafsettings in bekende mynboudistrikte of uitbreidings van bekende mineraalafsettings al ver ontwikkel.

Opsporing van heeltemal nuwe mineraalafsettings en nuwe gemineraliseerde distrikte is egter besig om steeds by toeneming essensieel te word vir die voortbestaan van ons beskaving en die versekering van sy sekuriteit. Soos aangedui deur Bateman (1946), het dit gedurende die Tweede Wêreldoorlog veral baie duidelik geword in die Verenigde State van Amerika, waar versnelde oorlogsproduksie en die uitbreiding van die oorlogsgebruik van strategiese minerale ernstige uitputting van bekende afsettings en voorrade veroorsaak het, en wel tot so 'n mate dat die V.S.A. op een stadium 'n stuk of 60 verskillende metaal- en mineraal-soorte uit 53 verskillende lande moes invoer. Volgens Boutwell (1945)

het die belangrike bydrae van geologie tot die Verenigde State se oorlogspoging, waarop Bateman (1946) ook die aandag vestig, 'n gewaarwording van die steeds uitbreidende gebruike van die ekonomiese geologie by die nywerheid gestimuleer. „Thus industry is coming mor and more to depend upon economic geology to maintain present mineral resources, to find needed new minerals, and to meet the steadily growing requirements for new raw materials”.

In die jongste tyd is daar herhaalde male gewys op die steeds groeiende behoefte aan die ontdekking van nuwe mineraalafsettings om die uitputting van bekende afsettings aan te vul en die toenemende vraag na minerale te bevredig (Bateman, 1946; Beard, 1951; Boutwel, 1945; Broderick, 1949; Davidson, 1954; Haughton, 1952; Lovering, 1953; McKelvey, 1950; Nolan, 1950). Ook is die belangrike rol wat die geoloog, veral in die vroeë stadia van opsporing, ontsluiting en waardering, hierby sal speel baie sterk beklemtoon. Soos Bateman (1946) dit uitdruk: „ . . . every art and device of scientific ore finding must be employed. This involves not merely advanced technologic procedures, but fundamental studies of the theories and controls of ore deposition, and of structure, petrology, stratigraphy and geomorphology”.

Volgens Nolan (1950) begin enige oorweging van die faktore wat betrekking het op die soek na nuwe myndistrikte, met die feit dat 'n baie groot deel van die wêreld se oppervlakte, veral in die meer ontwikkelde lande, al taamlik deeglik deur geslagte van prospekteerders ondersoek is. Afgesien van die moontlike ontdekking van nuwe mineraalafsettings in die nog nie geprospekteerde dele van die wêreld, beteken dit dus dat nog nie-ontdekte mineraalafsettings grotendeels onder die huidige landoppervlakte moet lê, óf omdat hulle nie dagsome vorm nie, óf vanweë bedekking onder jonger gesteentes.

Vir die opsporing van mineraalafsettings wat nie onder jonger gesteentes bedek is nie en wat na aan die oppervlakte lê maar net nie blootgestel is nie, het ons, volgens Nolan (1950), opvattinge en tegnieke wat dit onwaarskynlik sal maak dat meeste van hulle nie binne die volgende geslag of twee ontdek sal word nie. In die geval van potensiële mineraalafsettings wat onder jonger gesteentes bedek is, is die vooruitsigte, volgens hom, egter minder gunstig. Waar daar statisties die moontlikheid van sulke afsettings bestaan, is geologiese beginsels die enigste wat as leidraad by die opsporing daarvan kan dien, want geen ander beginsels bied enige vooruitsig op die uitskakeling van wat groot oppervlaktes nie-gemineralseerde gebied ondergrond moet wees nie (vgl. ook Herness, 1950).

Die koste verbonde aan die ontdekking van 'n mineraalafsetting is gewoonlik baie minder as dié verbonde aan die toetsing en ontsluiting daarvan (Lovering, 1953). Maar mineraalopsporing is besig om steeds duurder te word, aangesien dit op steeds minder en minder definitiewe aanduidings van moontlike mineraalafsetting gebaseer moet word en daar dus ook al meer tyd en geld aan voorlopige studie bestee moet word, voordat duur boordery en ondergrondse werk onderneem word (Broderick, 1949). Bowendien is tyd vandag kosbaar en aangesien meeste kommersiële opsporing van minerale onder een of ander vorm van konsessie uitgevoer word, is dit noodsaaklik dat metodes gebruik word wat soveel as moontlik informasie so gou as moontlik sal lewer (Frost, 1948; McKinstry, 1948).

Hierdie faktore en die lesse van die ondervinding het gelei tot die ontwikkeling van min of meer standaard-patrone van prosedures wat by moderne mineraalopsporing gevolg word (Davidson, 1954).

Vir die sistematiese ondersoek van 'n gebied is een of ander vorm van kaart essensieel, en by mineraalopsporing in onontwikkelde of nie-gekar-teerde streke is die eerste stap dan gewoonlik die maak van 'n geologiese kaart, met behulp van lugfotos indien moontlik. Die ideale volgorde is dan ook om die betreklik goedkoop oppervlak-gegewens eerste in te samel (Frost, 1948). Ook omdat fisiese opsporing duur, en geologiese werk relatief goedkoop is, sal die laagste ontdekkingskoste waarskynlik verkry word deur meer geld te bestee aan geologiese werk en aanverwante opsporingstegnieke en aan navorsing ter ondersteuning daarvan (Lovering, 1953).

Gelyktydig met die geologiese kartering, of kort nadat 'n begin daarmee gemaak is, word die gebied ook geofisies of geochemies opgeneem. Sodra potensiële mineraalafsettings as gevolg van hierdie werk aangewys kan word, word die mynboumoontlikhede daarvan met 'n sistematiese boorprogram uitgetoets. Die verskillende metodes vul mekaar aan en dra beide gesamentlik en afsonderlik by tot die ontsyfering van die struktuur en die mynboumoontlikhede van die gebied. Die neiging is dan vandag ook om 'n kombinasie van al hierdie metodes, waar hulle van toepassing is, te gebruik (Davidson, 1954; Frost, 1948; Jeppe, 1946; Nel e.a., 1949).

Alhoewel geofisiese opsporingsmetodes al sedert die eerste suksesvolle aanwending daarvan, by die aanwys van olie in 1926 (Dobrin, 1952), vinnige vooruitgang gemaak het, het die ander opsporingsmetodes wat vandag saam met geologiese kartering gebruik word, eers gedurende en sedert die jongste Wêreldoorlog meer algemeen in gebruik begin kom.

Moderne Geologiese Kartering met Behulp van Lugfotos:

Geologiese kartering is fundamenteel vir enige sistematiese en doeltreffende opsporing van nuwe mineraalafsettings of die bepaling van moontlike uitbreidings van bekende afsettings (Dixey, 1951; McLintock, 1951; Nel e.a., 1949). Herness (1950) is van mening dat die mate van sukses by mineraalopsporing gewoonlik 'n faktor is van die vermoë om geologiese besonderhede te karteer en so effektief weer te gee, dat die versamelde feite geïntegreer en geredelik vertolk kan word. Deur 'n studie van die empiriese of statistiese verhoudings van die geologiese gegewens te maak, word dit dan moontlik om mineraallokaliserings te voorspel, sonder dat die teoretiese faktore of prosesse, wat daarvoor verantwoordelik mag wees, noodwendig bekend is of hoef te wees.

Alhoewel geologiese kartering geen kwantitatiewe gegewens omtrent mineraalmoontlikhede in die een of ander gebied kan verskaf nie, is dit tog gewoonlik moontlik om potensieel mineraalhoudende dele af te baken. Dit verskaf baie waardevolle gegewens omtrent die geologiese struktuur, stratigrafie en afsettingsomgewings van die gebied, op grond waarvan dit moontlik mag wees om 'n empiriese bepaling te maak van die verskille tussen hierdie kenmerke in bekende mineraalhoudende distrikte en nie-geminaliseerde gebiede. Hierdie gegewens is ook nodig vir strukturele, stratigrafiese of ander projeksies uit blootgestelde na bedekte gebiede, met die oog op die opsporing van soortgelyke geskikte omgewings van mineraalafsetting. 'n Ander belangrike funksie van geologiese kartering lê daarin dat dit die basis gee vir 'n intelligente beplanning van die opsporingsprogram in sy latere stadia. Dit verskaf ook die enigste betroubare basis vir die interpretasie van die resultate van geofisiese en geochemiese opnames. Met 'n geologiese kaart aangevul deur geofisiese en geochemiese opnames is die geoloog dan later in staat om die mees geskikte plekke vir die baie duurder boorprogram aan te wys (Fitch e.a., 1949; Frost, 1948; Grantham, 1953; Johnstone, 1953; Lundberg, 1951; McKinstry, 1948; Nel e.a., 1949, Nolan, 1950).

Geologiese kartering word vandag meesal met behulp van lugfotos onderneem (Lundberg, 1951; Nel e.a., 1949). Die gebruik van lugfotos vir geologiese doeleindes en vir die maak van geologiese kaarte staan bekend as fotogeologie, en 'n geoloog wat in die studie van lugfotos spesialiseer is 'n fotogeoloog (Lahee, 1952). Fotogeologie kan nie dien as plaasvervanger vir geologiese veldwerk nie, maar is 'n tegniek vir die vinnige en ekonomiese voltooiing van die stadia van beplanning en veldondersoek in 'n opsporingsprogram (Fitch e.a., 1949; Haughton, 1952, Johnstone, 1953). Lugkartering is 'n middel tot 'n doel en kan nie op

sigself as 'n metode van mineraalopsporing beskou word nie. Alhoewel dit byna onontbeerlik by moderne mineraalopsporing is, moet dit deur geologiese werk in die veld opgevolg word, anders het dit maar min kans om die onkoste daaraan verbonde te regverdig (Baumann and Huntly, 1949; Grantham, 1953; McKinstry, 1948).

Die gebruik van fotogeologie vir mineraalopsporing is van meeste nut in onontwikkelde streke waar geologiese kartering nog nie gedoen is nie. Onder gunstige omstandighede kan fotogeologie 'n verbasende hoeveelheid nuttige geologiese informasie onder byna enige soort klimaat verskaf. By mineraalopsporing word die meeste voordeel uit fotogeologie gekry as die werk deur ervare veldgeoloë vroeg in die opsporingsprogram gedoen word (Fitch e.a., 1949; Johnstone, 1953; Lahee, 1952). Die groot voordeel van lugkartering vir die veldgeoloog lê daarin dat dit, soos Weatherhead (1950) dit uitdruk, hom in staat stel „ . . . to look at an area as if with the eyes of a giant standing many thousands of feet high, and with clearer sight providing a greater sense of relief than human eyes can obtain from the same altitude”.

Met die oog op geologiese kartering en mineraalopsporing in die Britse kolonies, veral in Afrika, het die Britse Koloniale Geologiese Opnames ongeveer vyf jaar gelede 'n spesiale Fotogeologiese Seksie in werking gestel (Dixey, 1954).

Volgens Nel, Simpson en De Villiers (1949), verskaf die fotogeologiese kartering van ongeveer 10,000 vierkante myl langs die Oranjerivier gedurende die Tweede Wêreldoorlog 'n uitstekende Suid-Afrikaanse voorbeeld van die toepassing van hierdie metode by die opsporing van strategies of kritiek belangrike minerale—in hierdie geval wolframerts. Hulle wys egter daarop dat, alhoewel lugfotos al sedert 1935 vir geologiese kartering in die Unie gebruik word, die toepassing van hierdie tegniek baie bemoeilik word deur die byna algehele gebrek aan betroubare topografiese basiskaarte. Nogtans was daar in 1949 al ongeveer 37,000 vierkante myl fotogeologies gekarteer en was daar ook omtrent al 228,000 vierkante myl uit die lug afgeneem (Baumann and Huntly, 1949).

Baumann en Huntly (1949) is van mening dat, aangesien lugkartering vandag die basis vorm van baie soorte navorsing wat tot 'n groter kennis van die natuurlike hulpbronne van 'n land en tot beter gebruik van daardie hulpbronne lei, die tyd aangebreek het dat regerings in Afrika sistematiese lugfotografering as 'n essensiële diens behoort te beskou. Veral hier in ons land, met sy watergebrek en gronderosieprobleme, behoort volle fotografiese dekking en periodieke herfotografering van onskatbare waarde te wees, afgesien van die fotogeologiese toepassings daarvan. Volgens die Kantoor van Driehoeksmeting se Algemene Indeks-

kaarte van September 1953, was daar toe reeds 'n bietjie meer as die helfte van die Unie se oppervlakte deur lugfotos gedek, maar topografiese kaarte op die lugfotos gebaseer het maar nog net omtrent een kwart van die land se oppervlakte ingesluit.

Geofisiese Metodes van Mineraalopsoring: Geofisiese opsporing kan definieer word as die prospektering vir mineraalafsettings en geologiese strukture deur die meting van betekenisvolle fisiese eienskappe van ondergrondse gesteentes met instrumente op die landoppervlakte (Dobrin, 1952; Heiland, 1940). Sistematiese variasie in hierdie eienskappe staan bekend as anomalieë en gee dikwels aanduidings van strukture of afsettings wat van ekonomiese belang mag wees.

Meeste geofisiese mineraalopsoring is van 'n indirekte aard in sover die onmiddellike doelwit die opsporing van gunstige geologiese strukture is. Sels in die mynbou, waar dit dikwels moontlik is om mineraalafsettings deur hulle inherente fisiese eienskappe te vind, is die primêre oogmerk met geofisiese prospektering eerder die kartering van die ondergrondse geologiese struktuur as die direkte opsporing van die betrokke minerale (Dobrin, 1952; Heiland, 1940).

Geofisika, net soos lugfotografie, is 'n hulpmiddel vir die geoloog, maar dit kan nie as plaasvervanger vir die geologie dien nie. McKinstry (1948) wys daarop dat die afleiding van geologiese struktuur uit geofisiese waarnemings altyd 'n kwessie van vertolking is. Die instrumente meet die ondergrondse fisiese eienskappe, maar dui nie op sigself aan watter gesteentes of minerale aanwesig is nie. Gewoonlik is 'n stel geofisiese gegewens vatbaar vir verskeie alternatiewe interpretasies, sommige waarvan geologies waarskynlik, maar ander ook heeltemal onwaarskynlik is. Verskeie ander outoriteite beaam die opvatting dat geologies moontlike vertolkings van geofisiese resultate en die bevredigende funksionering van geofisiese opsporing uiteindelik berus op inagneming van alle beskikbare geologiese gegewens (Billings, 1954; Dobrin, 1952; Heiland, 1940; Jeppe, 1946; Frost, 1948; Stommel, 1950).

Die finale vertolking van geofisiese resultate behoort dus die verantwoordelikheid van die geoloog te wees, of van iemand wat „geologies dink”, soos Nel, Simpson en De Villiers (1949) dit uitdruk, tensy die geofisikus natuurlik self as geoloog opgelei is. As die werk deur 'n geoloog gedoen word, moet hy ten minste 'n deeglike kennis van geofisiese beginsels en metodes hê. Die geoloog moet die probleem spesifiseer op grond van wat geologies aanvaarbaar is, en die geofisikus moet dan 'n fisies redelike antwoord daarvoor vind (Dobrin, 1952).

Dobrin (1952) is van mening dat daar bemoedigende aanduidings is dat die verskil wat teenswoordig tussen geoloog en geofisikus by mine-

raalopsporing gemaak word, met die loop van tyd sal verdwyn, mits studente wat vir geoloog studeer meer gevorderde wiskunde en teoretiese fisika in hulle leergange insluit as wat vandag vereis word. Ook behoort fisici wat as geofisici wil praktiseer, beter opleiding in die geologie te kry as wat nou die geval is. Na gelang dit al moeiliker word om nuwe mineraalsettings te vind, sal die noodsaaklikheid vir hierdie kombinasie al dringender word. Enslin (1952) is van mening dat die tekort aan geofisici met die nodige opleiding in gevorderde fisika, wiskunde en geologie, baie groter is as in ander beroepe. Volgens hom is daar nie meer as 10-12 persent van die aantal geofisici wat nodig is, in die Unie beskikbaar nie en hy meen dat die universiteite graadkursusse in die geofisika behoort in te stel (soos nou ook reeds aan 'n paar van ons universiteite gedoen is), of die geleentheid behoort te skep vir studente om beide geologie en fisika as hoofvakke te kan neem.

Heiland (1940) onderskei tussen hoof- en ondergeskikte geofisiese metodes. Die vier hoofmetodes van geofisiese opsporing kan verder breedweg ingedeel word in dié wat anomalieë in die aarde se magnetiese of swaarteveld meet (magnetiese en swaartemetodes) en dié waarby 'n meetbare reaksie kunsmatig op die oppervlakte veroorsaak word deur die toepassing van elastiese of elektriese energie (seismiese en elektriese metodes). In die geval van die magnetiese en gravimetriese metodes is die meetbare effekte permanent, spontaan en onveranderbaar en het die ondersoeker gevolglik geen kontrole oor die diepte waarvan hulle opgeneem word nie. Vertolkings gebaseer op opnames volgens hierdie twee metodes mag twyfelagtig wees, aangesien enige aantal ondergrondse toestande mag bestaan, wat die waargenome effekte sal gee. In die geval van die seismiese en elektriese metodes, waarby energie kunsmatig in die grond gebring word, kan die dieptebereik daarvan ook gekontroleer word, wat dit dan moontlik maak om 'n unieke vertolking van die ondergrondse geologiese struktuur te kry (Stommel, 1950).

By opsporing wat in verband met die mynbou staan, word meeste gebruik gemaak van die magnetiese en elektriese metodes, terwyl die seismiese en gravimetriese metodes weer hoofsaaklik by petroleumopsporing gebruik word (Dobrin, 1952; Heiland, 1940; McKinstry, 1948). Die magnetiese en gravimetriese metodes is essensiële vinnige en betreklik goedkoop verkenningsmetodes (Stommel, 1950). Die magnetiese metode veral is een van die goedkoopste en vinnigste opsporingsmetodes wat vandag beskikbaar is, en 'n voorlopige magnetiese verkenning is dan ook altyd 'n gesonde uitgangspunt vir enige opsporingsprogram (Nel e.a., 1949).

Die vinnige ontwikkeling van lugvervoerde magnetometers gedurende en na die Tweede Wêreldoorlog het die spoed, noukeurigheid en algemene

nuttigheid en algemene nuttigheid van die magnetiese metode vir groot-skaale verkenningsopsporing baie verbeter en die koste daarvan ook baie verlaag (Dobrin, 1952; Labee, 1952; Lundberg, 1951; McKinstry, 1948; Nel e.a., 1949; Stommel, 1950).

Lundberg, wat die eerste bekende lug-magnetiese opname in 1921 uit 'n ballon in Swede gemaak het (Dobrin, 1952), het verlede jaar bekend gemaak dat sy opsporingsmaatskappy in Kanada vandag drie geofisiese metodes gelyktydig uit die lug toepas, nl. magneties, elektromagneties en radioaktief (Geological Liaison Office, 1953). Oppervlaktes van meer as 200 vierkante myl kan daagliks volgens hierdie metodes opgeneem word.

Daar is ook 'n groot verskeidenheid ondergeskikte geofisiese metodes wat in vaste gebruik is of nog in die ontwikkelingstadium verkeer. Dit is nie moontlik om hulle almal hier te noem nie.

Voorbeelde van suksesvolle toepassing van geofisiese metodes by mineraalopsporing in Suid-Afrika word deur Nel, Simpson en De Villiers (1949) behandel en hulle gee ook 'n lys verwysings na Suid-Afrikaanse geofisiese werk wat voor 1949 gepubliseer is. Verdere voorbeelde word beskrywe deur Bouwer (1952), Enslin (1948; 1950; 1952), Frommurze (1953), Jeppe (1946), Nel en Frommurze (1949), Paver (1950), Simpson en Bouwer (1950), Simpson (1951; 1952a; 1952b), Van Eeden en Enslin (1950) en Weiss en Frost (1950). In die jongste jaarverslae van die Direkteur van die Geologiese Opname word plek-plek ook melding gemaak van die gebruik van geofisiese metodes deur die Opname, veral in verband met die aanwys van ondergrondse water.

Die vernaamste voorbeelde van suksesvolle toepassing van hierdie metodes in Suid-Afrika is seker die magnetometriese opsporing van die Witwatersrandse goudriwwe ten suidweste van Randfontein, die gravimetriese en magnetometriese opsporing van die Witwatersrandse goudriwwe in die Vrystaat, die elektriese, elektromagnetiese en magnetometriese opsporing van ondergrondse water en die gebruik van die magnetometer by die afbakening van die Waterbergse steenkoolveld.

Geochemiese Metodes van Mineraalopsporing: Die ontwikkeling van chemiese tegnieke vir die bepaling van spore van die minder algemene elemente in gesteentes, gronde, plantegroei, water en stroomsedimente het die geoloog voorsien van 'n belangrike nuwe opsporingsmiddel. Dit is gevind dat, deur die sistematiese analise van sulke materiaal, dit moontlik is om verspreidingspatrone van elemente rondom of bo ertsafsettings, wat geen ander tekens van hulle teenwoordigheid wys nie, te gebruik om die afsettings te ontdek (Hawkes, 1949;

1950; Webb, 1953). Hierdie geochemiese verspreidingspatrone, wat met ertsafsettings geassosieër is, mag primêr of sekondêr wees.

Geochemiese metodes vir die opsporing van minerale is ongeveer 1932 deur Soviet-geoloë in gebruik gebring. Met en na die Tweede Wêreldoorlog het geochemiese opsporingsmetodes vinnig in gebruik begin kom, veral in Noord-Amerika waar die Geologiese Opname van die Verenigde State se Geochemiese Prospekteersekse 'n aantal nuwe geochemiese tegnieke ontwikkel het (G....., 1951; Hawkes 1949; Webb, 1953). Volgens Webb (1953) is daar vandag ten minste vyftien kommersiële organisasies in die V.S.A. en Kanada wat eksperimentele en toegepaste geochemiese opnames in hulle opsporingsprogramme insluit, en onder gunstige omstandighede het sulke opnames reeds aansienlike hulp verleen by die ontdekking van nuwe mineraalafsettings. Hierdie suksesse was grotendeels die gevolg van milde fondse wat deur die Regering aan die Geologiese Opname van die Verenigde State vir navorsing op hierdie gebied beskikbaar gestel is.

Geochemiese metodes is tot dusver mees algemeen toegepas in die later stadia van opsporingsprogramme en is dan hoofsaaklik gebruik om gunstige geologiese strukture of geofisiese anomalieë, wat deur vorige verkenning aangewys is, te toets. Die metodes is oor die algemeen egter nog in die eksperimentele stadium, alhoewel analise van residuele gronde al standaard-praktyk in sommige distrikte van Noord-Amerika geword het. Die vernaamste resultaat van die werk tot dusver is die aanduiding dat sekondêre geochemiese dispersies, wat in nou verband met bedekte mineralisasie staan, algemeen in residuele gronde ontwikkel en dat dit deur die sistematiese neem van monsters en analise vasgestel kan word. Algemene ondervinding dui verder aan dat anomalieë wat deur grondanalise ontdek is, gewoonlik meer definitief en oortuigend is as dié wat deur plantanalise gevind word (Webb, 1953).

Alhoewel geochemiese ondersoek op verskeie plekke in Afrika, soos bv. deur Mufulira Copper Mines, Limited in Noord-Rhodesië en deur Webb, Millman en Roberts in Nigerië (G....., 1951; Roberts, 1953) reeds gedoen is, is daar tot dusver nog geen gebruik van geochemiese opsporingsmetodes in Suid-Afrika gemaak nie. Haughton (1949), Nel (1953) en Walker (1953) is egter van mening dat die moontlike toepassing van sulke metodes, vanweë hulle groot moontlikhede, hier in ons land ook baie sterk nagevors behoort te word.

DIE OPLEIDING VAN GEOLOË

Uit die voorafgaande oorsig van wat die funksies van die moderne geoloog in ons mineraalafhanklike samelewing is, behoort dit duidelik te

wees dat ons universiteite 'n groot verantwoordelikheid dra, in sover hulle manne met die nodige basiese opleiding en wetenskaplike bekwaamheid moet lewer, wat aan die hoogs uiteenlopende vereistes van werk in die minerale industrie en die staatsdiens sal kan voldoen. Om af te sluit is dit dan miskien wenslik om kortliks aan te dui hoe die universiteite toekomstige geoloë vir hulle lewenstaak behoort voor te berei.

In 1948 het die Geologiese Vereniging van Suid-Afrika 'n verslag oor die opleiding van geoloë saamgestel, waarin besondere nadruk op die volgende punte, as hoofvereistes vir die kweking van bekwame geoloë, gelê is:

- (i) opleiding in die basiese wetenskappe van die wiskunde, fisika en chemie,
- (ii) deeglike opleiding in die grondbeginsels van die verskillende vertakkings van die geologie,
- (iii) meer nadruk op die kwantitatiewe aspekte van die geologie,
- (iv) meer nadruk op die belang van voorgraadse veldwerk, en
- (v) die noodsaaklikheid van nagraadse studie.

Horberg (1949) is van mening dat die geologie as 'n wetenskap eerder as 'n professie bestudeer en gedoseer behoort te word. Met die oog hierop behoort die primêre nadruk op die basiese beginsels van die geologie en aanverwante wetenskappe te val, en behoort ook alle moontlike pogings aangewend te word om 'n drang na wetenskaplike ondersoek by die student te kweek en te ontwikkel. Dat voorgraadse spesialisasie, ten koste van meer deeglike opleiding in die grondbeginsels van die hoofvertakkings van die geologie en die basiese wetenskappe van die wiskunde, fisika en chemie, 'n swakker fondament vir die lewenstaak van die toekomstige geoloog vorm, as 'n breë, goed gebalanseerde opvoedkundige opleiding, word byna algemeen deur ervare geoloë aanvaar (Bannerman and Pecora,, 1950; Behre, 1948; Boutwell, 1945; Broderick, 1949; Frost, 1948; Gilluly e.a., 1952; Haughton, 1952; Scholtz, 1949). Hulle is dit ook taamlik algemeen eens dat voorgraadse oefening in veldwerk 'n noodsaaklike vereiste is want, alhoewel die geologie as wetenskap sy vroeëre suiwer beskrywende hoedanigheid tot 'n groot mate ontgroeï het en besig is om al meer fisies-chemies kwantitatief van aard te word, is dit nog essensieel op waarneming in die veld gebaseer.

Dit is vandag onmoontlik om hierdie breë opvoedkundige fondament deeglik te lê in die drie jare wat die Suid-Afrikaanse universiteitsdosent vir die doel tot sy beskikking het, veral in die geval van die geologie,

waar dit 'n vak is wat nie op skool aan ons kinders geleer word nie. In oorsese lande word die voorgraadse studie vandag gewoonlik oor ten minste vier jaar as die minimum vereiste versprei (Bannerman and Pecora, 1950; Amer. Geol. Inst., 1952; Behre, 1953; Raikes, 1952). Maar al sou dit moontlik wees om so 'n breë basiese studie in drie jaar te voltooi, sou dit nog nie vir die suksesvolle student moontlik wees om op grond daarvan aan die vereistes van werk in die staatsdiens of die mineraalindustrie sonder meer te voldoen nie (Horberg, 1949).

'n Voorvereiste vir werk in die staatsopnames is ten minste twee jaar van nagraadse studie en die gevolglike kweking van die vermoë om selfstandige wetenskaplike werk te kan doen (Bannerman and Pecora, 1950; U.G., 1950). As die aspirant-geoloog in die mineraalindustrie wil gaan werk, moet hy bereid wees om op een of ander stadium 'n leertyd van ten minste 'n jaar deur te maak; voordat hy kan verwag om sy taak behoorlik te kan verrig (Boutwell, 1945; Broderick, 1949; Herness, 1950).

Ten slotte is daar nog die kwessie van hoeveel navorsing deur 'n klein geologiese departement, soos die wat ons hier het, onderneem kan en moet word. Op 'n konferensie wat verlede jaar deur die National Science Foundation in die Verenigde State belê is met die doel om geologiese navorsing in kolleges en universiteite met klein geologiese departemente te bespreek, was daar ongeveer 150 geologie-departemente, elk met nie meer as vier dosente op die personeel nie, verteenwoordig. Die volgende belangrike gevolgtrekkings is gemaak:

- (1) 'n Hooffunksie van klein geologie-departemente is die ontdekking, aanmoediging en ontwikkeling van 'n gevoel vir navorsing by studente wat daartoe in staat is.
- (2) Die gemiddelde doseerverpligtings van ongeveer 16 les- en praktiese ure per week per dosent in die geologie-departemente wat op die konferensie verteenwoordig was, laat te min tyd vir navorsing deur die personeel.
- (3) Om navorsing deur dosente moontlik te maak moet deel van hulle akademiese verpligtings op die skouers van addisionele werknemers geplaas word.
- (4) Veldopleiding is die fondament van geologiese navorsing.
- (5) Voldoende uitrusting is een van die basiese vereistes, en een van die vernaamste aspekte hiervan is die voorsiening van voldoende vervoergeriewe vir veldwerk.
- (6) Voldoende biblioteekfasiliteite is essensieel vir navorsing.

Die toestand aan ons eie universiteit, soos ek dit sien, is baie duidelik in 1949 deur prof. D. L. Scholtz, Hoof van die Departement Geologie aan die Universiteit van Stellenbosch, in die volgende woorde saamgevat:

„In general our geological departments have neither the funds nor the staff to permit intensive specialisation in one or other branch of a composite science like geology, unless, of course, we are prepared to do so at the expense of other equally essential branches of the subject. Hence it is clear that the principal duty of the South African professor or lecturer must necessarily be the instruction of undergraduates and the training of research workers. Research on the part of the staff is therefore relegated to a secondary position, otherwise tuition suffers, and if it does adverse reflection will not fail to illuminate the institution. Every department should aim at providing a thorough, well balanced undergraduate and masters' courses in the fundamental principles of the subject, upon which foundation the post-graduate student will be in a position to conduct geological investigations or research”.

Hooggeagte Here Lede van die Raad van die Potchefstroomse
Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys,

Alhoewel ek graag op 'n innige wyse my dank teenoor u wil uitspreek vir die vertroue wat u in my gestel het met my benoeming as professor in die Geologie aan hierdie Universiteit, wat homself die Christelike hoër onderwys van ons Afrikanerjeug en die beoefening van die wetenskap in die Lig van Gods Woord ten doel stel, is dit vir my besonder moeilik om paslike woorde te vind, waarmee ek dit oortuigend kan doen. Graag wil ek u egter verseker dat my opregte dank vir die eer wat u my hiermee bewys het, geensins te kort skiet nie.

Ek onderneem dan ook weer by hierdie geleentheid om my afdeling van die wetenskap na die beste van my vermoë en met die hulp en genade van God, in die Lig van Sy Woord te beoefen. Vir my as geoloog lê die sleutel hiervoor in die agt-en-twintigste hoofstuk van Job.

Hooggeleerde Rektor, Here Professore en Dames en Here Lektore,

Daar is talle van u aan wie ek dank verskuldig is vir vriendelike of kollegiale medewerking, advies, bystand en bemoediging. Alhoewel ek hier nie aan elkeen afsonderlik my dank kan betuig nie, mag ek dit nie nalaat om aan twee persone in besonder 'n woord van erkentlike dank te rig nie.

Aan prof. Frederick Walker, my vroeëre leermeester en huidige vriend, het ek besonder baie te danke. Dit is op grond van sy aanbeve-

ling dat ek destyds hierheen gekom het en in al die jare wat sedertdien verloop het, het hy tot 'n groot mate my pad help rig en my gedurige bystand verleen met advies en bemoediging, veral toe ek by tye selfs lus gehad het om heeltemal tou op te gooi. Die bietjie wat ek tot dusver op my vakgebied geprester het, het ek grotendeels aan sy ervare belangstelling te danke.

Aan u, professor Jan van der Merwe, my vriend en vroeëre departementshoof, wil ek my dank betuig vir alles wat u vir my gedurende die afgelope jare beteken het. U vriendelike hulp en ervare advies gedurende die jare van my akademiese leertyd in u departement, het vir my ontsaglik veel beteken en het ook in 'n baie groot mate tot my vorming as dosent bygedra. Ek bly u steeds my innige dank daarvoor skuldig.

Geagte Dames en Here Studente, en Dames en Here Toehoorders,

Ek dank u vir u aanwesigheid en u vriendelike en gewillige aandag.

VERWYSINGS.

- American Geological Institute (1952) Shall I study geological science? 8 p. Washington 25, D.C.
- Bannerman, H. M. and Pecora, W. T. (1950) Training geologists: a United States Geological Survey viewpoint. U.S. geol. Surv. Circ. 73, 6 p. Washington, D.C.
- Bateman, A. M. (1946) Wartime dependence on foreign minerals. *Econ. Geol.*, 41, 308-327.
- (1950) Economic mineral deposits. 2d ed., 916 p. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Baumann, H. A. and Huntly, N.G. (1949) The use of air photographs and air survey for scientific purposes in Africa. *Afr. reg. sci. Conf., Johannesburg*, vol. II, commun. A(b)1, 1-4.
- Beard, E. H. (1951) Editorial. *Colon. Geol. min. Res.*, 2, 1-2.
- (1951) Editorial. *Colon. Geol. min. Res.*, 4, 1-2.
- Beers, R. F. (1950) Geophysical problems in applied sedimentation, 72-92, in Trask, P.D., editor, *Applied sedimentation*. 707 p. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Behre, C. H. (1948) What the graduate school asks of the college teacher of geology. *Ass. Geol. Teachers, Proc. 8th ann. mtg.*, 9-14.
- (1953) The college geology teacher. *Jour. geol. Education*, vol. 1, no. 5, 11-25.
- Billings, M. P. (1954) *Structural geology*. 2d ed., 514 p. New York: Prentice-Hall, Inc.
- Boutwell, J. M. (1945) *Economic geology*. *Econ. Geol.*, 40, 431-448.

- Bouwer, R. F. (1952) Measurement of borehole temperatures and the effect of geological structure in the Klerksdorp and Orange Free State areas. *Geol. Soc. S. Afr., Trans.*, 55, 89-119.
- Broderick, T. M. (1949) Exploration for ore deposits. *Econ. Geol.*, 44, 357-375.
- Chace F. M. (1947) The search for ore deposits—geologic methods and concepts. *Econ. Geol.*, 42, 414-415.
- Davidson, D. M. (1954) Human relationships in future mineral procurement. *Econ. Geol.*, 49, 345-350.
- De Kock, W. P. (1953) Die rol van die minerale hulpbronne in die ekonomiese ontwikkeling van Suid-Afrika. *Tydskr. Wet. Kuns, nuwe reeks, deel 13, tweede afl.*, 108--141.
- Dixey, F. (1951) Mineral resources: outlook for future discovery, 42-44, in United Nations Scientific Conference on the Conservation and Utilization of Resources, 1949, Proc., vol. II, Mineral resources. 303 p. New York: United Nations, Dept. of Economic Affairs.
- (1954) Progress report of the Colonial Geological Surveys, 1952-53. *Colon. Geol. min. Res.*, 4, 44-86.
- Dobrin, M. B. (1952) Introduction to geophysical prospecting. 435 p. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc.
- Enslin, J. F. (1948) Lateral effects on electrical resistivity depth probe curves. *Geol. Soc. S. Afr., Trans.*, 51, 249-263.
- (1949) Die beperkte ondergrondse watervoorraad van die Unie. *Tydskr. Wet. Kuns, nuwe reeks, deel 9, tweede afl.*, 143-164.
- (1950) Geophysical methods of tracing and determining contacts of dolerite dykes in Karroo sediments in connection with the siting of boreholes for water. *Geol. Soc. S. Afr., Trans.*, 53, 193-204.
- (1952) Waterare en 'n nuwe tegniek om dit op te spoor vir die aanwys van boorgate. *Tydskr. Wet. Kuns, nuwe reeks, deel 12, tweede afl.*, 256-271.
- Fitch, A. A., Christie, D. F., Johnstone, W. E. and Whittel G. (1949) Aerial photography in petroleum and mineral prospecting. *Empire min. metall. Cong.*, 4th, Proc., pt. I, 219-247.
- Frommurze, H. F. (1943) Scientific methods of water-finding. *Geol. Soc. S. Afr., Proc.*, 46, xxiii-xxxviii.
- (1949) Receding underground water levels. *S. Afr. Jour. Sci.*, 46, 51-57.
- (1953) Hydrological research in arid and semi-arid areas in the Union of South Africa and Angola. Unesco. Reviews of research on arid zone hydrology, Arid zone program—I, 58-77.
- Frost, A. (1948) Some thoughts on the functions of geology and geologists. *Geol. Soc. S. Afr., Proc.*, 51, xxv-xxxiii.
- G , A. W. (1951) Geochemical prospecting. *Colon. Geol. min. Res.*, 2, 333-337.

- Geological Liaison Office (1953) Aerial geophysical prospecting. British Commonwealth Geological Liaison Office Newsletter, BCGLO (54) NL. 3, 3-5.
- Geologiese Vereniging van Suid-Afrika (1948) Interim report of the sub-committee on the training of geologists. 3 p. Johannesburg.
- Gevers, T. W. (1949) Geology as a career. Univ. Witwatersrand Circ. 5 p.
- Gilluly, J., Waters, A. C. and Woodford, A. O. (1952) Principles of geology. 631 p. San Francisco: W. H. Freeman & Co.
- Grantham, D. R. (1953) Aerial photography, vegetation, and geology. Min. Mag., London, 88, 329-337.
- Hartley, Sir Harold (1948) Limiting factors in world development: what is possible? Ass. sci. tech. Soc. S. Afr., Ann. Proc. 1947-48, 42-53.
- Haughton, S. H. (1949) Geological research in Southern Africa. Afr. reg. sci. Conf., Johannesburg, vol. II, commun. A(c)1, 20-23.
- (1951) South Africa's coal resources. Optima, vol. 1, no. 2, 23-26.
- (1952) Geology and the development of Southern Africa. Ass. sci. tech. Soc. S. Afr., Ann. Proc. 1951-52, 11-21.
- Hawkes, H. E. (1949) Geochemical prospecting for ores: a progress report. Econ. Geol., 44, 706-712.
- (1950) Geochemical prospecting for ores, 537-555, in Transk., P.D., editor, Applied sedimentation. 707 p. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Heiland, C. A. (1940) Geophysical exploration. 1013 p. New York: Prentice-Hall, Inc.
- Herness, S. K. (1950) Subsurface and office representation in mining geology, 989-1037, in LeRoy, L. W., editor, Subsurface geologic methods. 1156 p. Golden: Colorado School of Mines.
- Holmes, A. (1930) Petrographic methods and calculations. 515 p. London: Thomas Murby & Co.
- Horberg, L. (1949) Geology at the University of Chicago. Ass. Geol. Teachers, Proc. 9th ann. mtg., 3-5.
- Jeppe, C. B. (1946) Gold mining on the Witwatersrand. Vol. I. 1000 p. Johannesburg: Transvaal Chamber of Mines.
- (1951) Shaft sinking and development in the Orange Free State goldfields. Optima, vol. 1, no. 2, 8-19.
- Johnstone, W. E. (1953) Photogeology and mineral exploration. Min. Mag., London, 88, 265-270.
- Kanthack, F. E. (1946) Industrial development in the Union of South Africa in relation to water resources. Ass. sci. tech. Soc. S. Afr., Ann. Proc. 1946, 19-36.
- Krauss, E. H., Hunt, W. F. and Ramsdell, L. S. (1951) Mineralogy. 664 p. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc.

- Kuhn, T. H. (1950) Subsurface methods as applied in mining geology, 969-988, in LeRoy, L. W., editor, Subsurface geologic methods. 1156 p. Golden: Colorado School of Mines.
- Lahee, F. H. (1952) Field geology. 5th ed., 883 p. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc.
- Leet, L. D. and Judson, S. (1954) Physical geology. 466 p. New York: Prentice-Hall, Inc.
- Leighton, M. M. (1951) Natural resources and geological surveys. *Econ. Geol.*, 46, 563-577.
- Leith, C. K., Furness, J. W. and Lewis, C. (1943) World minerals and world peace. 253 p. Washington, D. C.: The Brookings Institution.
- Leslie J. P. (1951) Water—the key to South African industrial progress. *Optima*, vol. 1, no. 3, 7-11.
- Lindgren, W. (1933) Mineral deposits. 4th ed., 930 p. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc.
- Lovering, T. S. (1943) Minerals in world affairs. 394 p. New York: Prentice-Hall, Inc.
- (1953) Safeguarding our mineral-dependent economy. *Geol. Soc. Amer., Bull.*, 64, 101-125.
- Lundberg, H. (1951) Modern geophysical methods as aid in mineral exploration, 64-66 in United Nations Scientific Conference on the Conservation and Utilization of Resources, 1949, Proc., vol. II, Mineral resources. 303 p. New York: United Nations, Dept. of Economic Affairs.
- Mackenzie L. A. (1949) Surface water—its measurement, control and use in Southern Africa. *Afr. reg. sci. Conf., Johannesburg*, vol. II, commun. A (f)2, 53-55.
- Malherbe, D. G. (1950) The importance of mining in the economy of South Africa and the scope offered for better utilization of mining products for industrial expansion. *Jour. chem. metall. min. Soc. S. Afr.*, 50, 235-246.
- McKelvey, V. E. (1950) The field of economic geology of sedimentary mineral deposits, 485-505, in Trask, P.D., editor, Applied sedimentation. 707 p. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- McKinstry H. E. (1948) Mining geology. 680 p. New York: Prentice-Hall, Inc.
- McLintock, W. F. P. (1951) Outlook for mineral discovery in Great Britain, 44-47, in United Nations Scientific Conference on the Conservation and Utilization of Resources, 1949, Proc., vol. II, Mineral resources. 303 p. New York: United Nations, Dept. of Economic Affairs.
- Mitchell A. R. (1949) Some notes on the mineral resources (excluding coal) of the Union of South Africa. *Empire min. metall. Cong.*, 4th, Proc., pt. I, 55-64.
- Moolman J. H. (1952) Die natuurlike hulpbronne van Afrika. *Tydskr. Wet. Kuns*, nuwe reeks, deel 12, tweede afl., 192-209.
- National Science Foundation (1953) Geologic research in colleges. NSF-Beloit Conf., Rept. 16p. Beloit: Beloit College.

- Nel, L. T. en Frommurze, H. F. (1949) The occurrence, location and exploitation of underground water in South Africa. Afr. reg. sci. Conf., Johannesburg, vol. II, commun. A(f)3, 56-60.
-, Simpson, D. J. and De Villiers, J. (1949) Modern methods of mineral exploration in South Africa. Empire min. metall. Cong., 4th, Proc., pt. I, 248-268.
-, 1953) Vote of thanks. Geol. Soc. S. Afr., Proc., 56, xlii-xliii.
- Nolan, T. B. (1950) The search for new mining districts. Econ. Geol., 45, 601-608.
- Papenfus, E. B. (1951) The importance of borehole results in prospecting and developing a new goldfield. Optima, vol. 1, no. 1, 31-34.
- Paver, G. L. (1950) The application of the electrical resistivity method to the location of underground water: a geological analysis. Internat. geol. Cong., Rept. 18th Sess., Great Britain 1948, pt. V, 120.
- Raikes, H. R. (1948) Liquid fuel from coal. Ass. sci. tech. Soc. S. Afr., Ann. Proc. 1947-48, 20-38.
- (1952) Vote of thanks. Ass. sci. tech. Soc. S. Afr., Ann. Proc. 1951-52, 22-23.
- Roberts, R. O. (1953) Geochemical investigations in Nigeria in 1948 and 1949. Colon. Geol. min. Res., 3, 347-357.
- R.O.N.H. (1951) Raad vir Ontwikkeling van Natuurlike Hulpbronne, derde jaarverslag, 1 Jan. tot 31 Des. 1950. Unie van Suid-Afrika, Dept. van Handel en Nywerheid.
- Scholtz, D. L. (1949) Acceptance of Draper Memoria Medal. Geol. Soc. S. Afr., Proc. 52, xxv-xxvii.
- Simpson, D. J. and Bouwer, R. F. (1950) Radioactivity logging. Geol. Soc. S. Afr., Trans., 53, 1-9.
- (1951) Some results of radiometric logging in the boreholes of the Orange Free State gold fields and neighbouring areas. Geol. Soc. S. Afr., Trans., 54, 99-133.
- (1952a) Correlation by means of radioactivity logging in the Witwatersrand System in the Klerksdorp area. Geol. Soc. S. Afr., Trans., 55, 33-52.
- (1952b) Correlation of the sediments of the Witwatersrand System in the West Witwatersrand, Klerksdorp and Orange Free State areas by radioactivity borehole logging. Geol. Soc. S. Afr., Trans., 55, 133-152.
- Stanley, G. H. (1947) Milestones in metallurgy—some outstanding developments. Ass. sci. tech. Soc. S. Afr., Ann. Proc. 1946-47, 15-34.
- Stitt, D. D. (1952) Notes on the metallurgy and the resources of the rare metals of South Africa. Jour. chem. metall. min. Soc. S. Afr., 53, 33-39.

- Stommel, H. E. (1950) Subsurface methods as applied in geophysics, 1038-1119, in LeRoy, L. W., editor, Subsurface geologic methods. 1156 p. Golden Colorado School of Mines.
- Stratten, T. P. (1949) The relative claims of mining and secondary industry for the limited resources of South Africa. *Ass. sci. tech. Soc. S. Afr., Ann. Proc.* 1948-49, 21-36.
- Sutton, W. G. (1951) Water as a basic factor in the development of the natural resources of South Africa. *Ass. sci. tech. Soc. S. Afr., Ann. Proc.* 1950-51 17-39.
- Taylor, J. H. (1950) Brief history of the correlation of the Witwatersrand System. *Geol. Soc. S. Afr., Proc.*, 53, xxix-xxxviii.
- Tizard, Sir Henry (1949) Presidential address. *Empire min. metall. Cong.*, 4th, *Proc.*, pt. I, 3-7.
- U.G. No. 48 (1948) Staatsmyningenieur en Geologiese Opname, Jaarverslag, 1947. Dept. van Mynwese. Unie van Suid-Afrika. Pretoria.
-No. 53 (1950) Staatsmyningenieur en Geologiese Opname, Jaarverslag, 1949. Dept. van Mynwese. Unie van Suid-Afrika. Pretoria.
-No. 43 (1951) Staatsmyningenieur en Geologiese Opname, Jaarverslag, 1950. Dept. van Mynwese. Unie van Suid-Afrika. Pretoria.
-No. 50 (1952) Staatsmyningenieur en Geologiese Opname, Jaarverslag, 1951. Dept. van Mynwese. Unie van Suid-Afrika, Pretoria.
-No. 31 (1953) Staatsmyningenieur en Geologiese Opname, Jaarverslag, 1952. Dept. van Mynwese. Unie van Suid-Afrika, Pretoria.
- Van Eck, H. J. (1951) Science and our natural resources. *S. Afr. Jour. Sci.*, 48, 147-161.
- Van Eeden, O. R. and Enslin, J. F. (1950) Notes on the influence of dykes on underground water, with special reference to the Odendaalsrust area in the Union of South Africa. *Internat. geol. Cong., Rept. 18th Sess., Great Britain 1948, pt. V*, 131.
- Venter, F. A. (1950) Die steenkoolreserwes van die Unie van Suid-Afrika. *Tydskr. Wet. Kuns.*, nuwe reeks, deel 10, eerste afl., 116-127.
- (1952) Coal in the Union of South Africa. *Geol. Soc. S. Afr., Proc.*, 55, xxix-lviii.
- Walker, F. (1953) Chemical analysis as a geological tool. *Geol. Soc. S. Afr., Proc.*, 56, xxxi-xli.
- Weatherhead, T. D. (1950) Air survey and geology. *Internat. geol. Cong., Rept. 18th Sess., Great Britain 1948, pt. VI*, 92-97.
- Webb, J. S. (1953) A review of American progress in geochemical prospecting and recommendations for future British work in this field. *Inst. Min. Metall., Bull.* 62, 321-348.

- Weiss, O. (1948) Vote of thanks. *Geo. Soc. S. Afr., Proc.*, 51, xxxv-xxxvii.
- and Frost, A. (1950) Geological results of geophysical prospecting for water on the new goldfields of the Orange Free State of the Union of South Africa. *Internat. geol. Cong., Rept. 18th Sess., Great Britain 1948, pt. V.* 133-137.
- Woytinski, W. S. and Woytinski, E. S. (1953) *World population and production.* 1250 p. New York: The Twentieth Century Fund.
- Wrather, W. E. (1951) Outlook for future mineral discovery in North and South America, 48-50, in *United Nations Scientific Conference on the Conservation and Utilization of Resources, 1949, Proc., vol. II, Mineral resources.* 303 p. New York: United Nations, Dept. of Economic Affairs.