

PUBLIKASIES VAN DIE UNIVERSITEIT VAN PRETORIA

NUWE REEKS

Nr. 36

**DIE AKTUALITEITSBEGINSEL IN DIE
GEOLOGIESE NAVORSING**

deur

PROF. D. J. L. VISSER

**Intreerede by die aanvaarding van die Mede-Professoraat in die
Departement Geologie,
gelewer op 8 September 1966.**



**UNIVERSITEIT VAN PRETORIA,
PRETORIA
1967**

Hierdie publikasie en die publikasies wat agter in hierdie publikasie
vermeld word, is verkrygbaar by:

Van Schaik's Boekhandel (Edms.), Bpk.,
Burnettstraat 1096,
Hatfield,
Pretoria.

Prys R0.75.

REDAKSIEKOMITEE

Prof. dr. B. F. Nel (*Voorsitter, Navorsings- en
Publikasieskomitee*)

Lede: Prof. dr. D. G. Haylett
Prof. dr. G. Cronje

*Die publikasie van hierdie reeks word moontlik
gemaak deur fondse wat deur die Universiteit
van Pretoria aan die Navorsings- en Publika-
sieskomitee beskikbaar gestel word.*

OUTEURSREG
VOORBEHOU

PUBLIKASIES VAN DIE UNIVERSITEIT VAN PRETORIA

NUWE REEKS

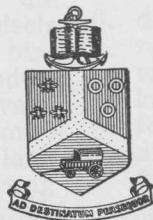
Nr. 36

**DIE AKTUALITEITSBEGINSEL IN DIE
GEOLOGIESE NAVORSING**

deur

PROF. D. J. L. VISSER

**Intreerede by die aanvaarding van die Mede-Professoraat in die
Departement Geologie,
gelewer op 8 September 1966.**



**UNIVERSITEIT VAN PRETORIA,
PRETORIA
1967**

Hierdie publikasie en die publikasies wat agter in hierdie publikasie
vermeld word, is verkrygbaar by:

**Van Schaik's Boekhandel (Edms.), Bpk.,
Burnettstraat 1096,
Hatfield,
Pretoria.**

Prys R0.75.

„Hoe talryk is U werke, O Here! U het hulle almal met wysheid gemaak.”

Ps. 104, vs. 24.

I. INLEIDING

Dit word die geologiese wetenskap dikwels ten laste gelê dat dit nie 'n eksakte wetenskap is nie. Die Fisika en die Chemie het hul beginsels en wette en die Wiskunde sy stellings met behulp waarvan die verloop van prosesse en werkings met juistheid afgelei en bereken kan word. Party van hierdie wette word ook in die Geologie toegepas maar die berekening van die verloop van geologiese prosesse is meestal 'n haas onbegonne taak, aangesien so baie veranderlikes daarin optree, van die aard en omvang van baie waarvan ons heel dikwels beroerd min weet.

Desnieteenstande is reeds sedert die ontstaan van Geologie as wetenskap daarna gestreef om grondbeginsels te formuleer ten einde daardeur die vak op 'n meer eksakte grondslag te plaas. Hier moet met waarding melding gemaak word van die vordering op die gebied van die Geodinamika, veral deur Scheidegger (1958). Nogtans kla hierdie wetenskaplike dat Geodinamika vir die afgelope honderd jaar 'n hoogs spekulatiewe onderwerp was en dat die situasie gedurende die volgende honderd jaar waarskynlik nie veel sal verander nie. Die rede hiervoor is eenvoudig dat dit so uiters moeilik is om werklik relevante gegewens in verband met die meganika van die aarde in te win, deels omdat dit haas onmoontlik is om die bineste van die aarde regstreeks te ondersoek en deels omdat die tydintervalle waarin daar „iets gebeur” van die orde van miljoene jare is, wat reeds te lank is vir enige menslike wese om voor te wag en om mee te eksperimenteer (*ibid.* bl. vi).

Hierteenoor was Bucher (1941, bl. vii) se benadering van die probleem van aardkorsvervorming van 'n meer algemene aard, nl. om al die essensiële feite wat daarop betrekking het te versamel en dan daarvan induktief 'n hipotetiese beeld te verkry van die meganika van diastrofisme wat in ooreenstemming met almal is. Deur daardie feite versigtig in algemene terme te bewoerd, het hy hulle as 46 wette (ek sou liewers sê stelling) daar gestel, met 39 opinies (menings van sy eie) daarby gevoeg.

Hoewel hierdie toedrag van sake net eën vertakking van die geologiese wetenskap geld, toon dit darem dat die geologie nie heeltemal sonder sy wette of beginsels is waarvolgens gewerk word nie. Ek wil by hierdie geleentheid stilstaan by een van die vertakkings van die vak wat eintlik die hele geologiese wetenskap ten grondslag lê, nl. die stratigrafie, d.w.s. die studie van die gelaagde gesteentes in die aardkors, en die beginsels waarop dit gebaseer is. Hier vereenselwig ek my met Weller (1960, bl. 28-29) dat die drie fundamentele beginsels wat ter sprake is, byna net so oud is as die moderne geologie en reeds teen die begin van die negentiende eeu verwerklik is. Hulle is

1. die beginsel van die *oorheenlê* of *superposisie* van lae, waarin die belangrikheid van tyd in die stratigrafiese opeenvolging van lae herken word. 'n Aanduiding hiervan het vir die eerste keer gekom van Nicolaus Steno in 1669 maar die beginsel het eers algemeen sy beslag gekry as gevolg van die werk van Johann Lehmann in Duitsland in 1756 en van Giovanni Arduino in Italië in 1759;
2. die beginsel van *aktualisme*, wat sê dat vir geologiese gebeurtenisse uit die voortyd 'n verklaring gevind kan word in verskynsels en kragte wat tans nog op die aarde aanwesig en werkzaam is, en wat vir die eerste keer gestel is deur James Hutton in 1783; en
3. die beginsel van *opvolging in die diere-ryk*, waarvolgens die tydverhoudings van geologiese gebeurtenisse vasgestel kan word op grond van soortgelyke fossiele in verskillende gebiede. Hierdie beginsel is vir die eerste keer geformuleer deur William Smith in 1790.

Ek wil my vervolgens kortliks by *aktualisme* bepaal aangesien daar by baie navorsers in die geologie tans 'n neiging is om op hierdie beginsel terug te kom. Om dit te kan doen, moet ons by James Hutton as mens en wetenskaplike begin, daarna die beginsel in oënskou neem, en uiteindelik by enkele hedendaagse toepassings stilstaan.

II. HUTTON AS MENS EN WETENSKAPLIKE

James Hutton is in 1726 in Edinburg, Skotland, gebore uit 'n welgestelde familie en het ook aan die plaaslike universiteit

studeer, aanvanklik in die regte maar later in die medisyne. In 1747 gaan hy na Parys vir verdere studie in die anatomie en die chemie en promoveer uiteindelik in Leiden in 1749. Terug in Edinburg in 1750 besluit hy om liewer sy opleiding in en kennis van die wetenskap aan te wend in die verbetering van 'n landgoed in Berwickshire, wat hy geërf het. Vooraf het hy eers vir twee jaar boerderymetodes in Oos-Engeland gaan bestudeer en gedurende hierdie tyd ekskursies na verskillende gedeeltes van Engeland onderneem. Reeds toe is sy belangstelling in geologiese probleme gewek, 'n belangstelling wat uiteindelik sy lewenstaak sou word (Macgregor, 1950, bl. 352). Teen 1768 het sy sake-ondernemings so floreer dat hy hom van die boerdery kon onttrek om sy vry tyd in Edinburg aan wetenskaplike navorsing te wy.

Sy geboortestad het egter in sy afwesigheid nie net 'n nywerheidsomwenteling ondergaan nie, as gevolg van die toenemende gebruik van steenkool en yster

in die land, maar ook 'n intellektuele revolusie, sodat hy hom in uitgelese geselskap bevind het. Onder sy baie vriende moet veral Joseph Black, professor in chemie, John Playfair, professor in wiskunde en later natuurfilosofie, albei aan die Universiteit Edinburg, James Watt, uitvinder van die stoommasjien en later ook Sir James Hall, grondlegger van die eksperimentele geologie genoem word (Bailey, 1960, bl. 365).

Laat ons hierdie tydperk, wat tereg beskryf is as die heldetyd van die geologie (Gillispie, 1951, bl. 41) en wat volgens Tomkeieff (1950, bl. 381) afgebaken word deur die jaartalle 1755 (die jaar waarin James Watt die eerste werkende stoommasjien gebou het) en 1825 (die jaar van die in bedryf stel van die eerste passasierstrein, getrek deur een van George Stephenson se lokomotiewe), van naderby beskou. In 1755 is die bekende Abraham Gottlob Werner aan die Mynbou-akademie in Freiburg-in-Sakse aangestel as hoogleraar in mynbou en mineralogie. Prak-

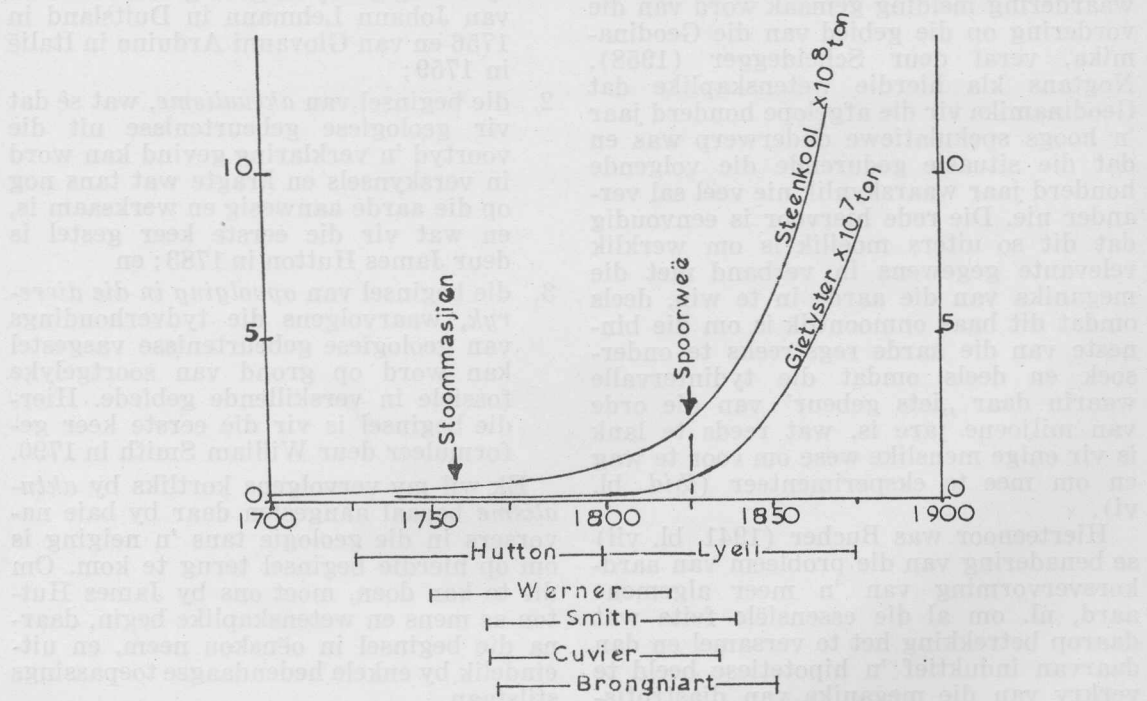


Fig. 1 Die verwantskap tussen die "Heldetyd van Geologie" en die Industriële Revolusie

(volgens Tomkeieff, 1950, met byvoegings)

ties aangelê, het hy heel gou 'n posisionele skema van gelaagde gesteentes uitgewerk waarin die stratigrafiese opeenvolging vasgelê is deur die litologiese kenmerke van die gesteentes. Die skema het onmiddellik byval gevind aangesien dit in die praktyk noodsaaklik was by die soek na ertsafsettings van ekonomiese belang, veral steenskool en ystererts. Werner se skema is spoedig uitgebrei deur die feitlik onafhanklike ontdekking, deur William Smith in Engeland en Georges Cuvier en Alexandre Brongniart in Frankryk, van die nut van fossiele as aanduiders van die relatiewe ouderdomme van gesteentelae, en vorm in werklikheid die kern van die moderne waarnemingsgeologie. Daarmee is dus 'n waardevolle *werkmetode* vir die geoloog ter hand gestel. Wat nog kortgekom het, was die betekenis of *begrip* van die waarnemings en dit is uiteindelik deur Hutton verskaf. Teen 1825 was die raamwerk van die geologiese bouwerk feitlik voltooi en was Charles Lyell reeds besig om sy „Principles of Geology” te beplan, wat die deksteen van die moderne geologie vorm. Hierdie verwantskap tussen die nywerheidsontwikkeling en die opkoms van geologie word in fig. 1 grafies voorgestel.

Daarbenewens is die ontwikkeling van die moderne geologie ook gekondisioneer deur die van die verwante wetenskappe, bv. kristallografie en mineralogie wat aan die begin van die 19de eeu behoorlik gekoördineer is deur die toedoen van Haüy, chemie as gevolg van die ywer van Lavoisier, biologie in die hande van Cuvier en Lamarck en kosmologie deur die werk van Laplace.

Na die stigting van die Koninklike Genootskap van Edinburg in 1783, het Hutton sy gewigtige referaat aldaar gelewer oor die „Theory of the Earth, an Investigation of the Laws observable in the Composition, Dissolution and Restoration of Land upon the Globe”. Daarin is die resultate van sowat dertig jaar se navorsing saamgevat en heelwat nuwe terreine vir toekomstige navorsing oopgestel. Nogtans het dit op daardie tydstip nie veel aandag getrek nie, omdat die geologiese denke van daardie tyd gedomineer is deur die leerstellings van Werner, wat veral daarvoor gegaan het dat die aardkors uit 'n ordelike opeenvolging van gesteenteformasies opgebou is, waarvan elkeen saamgestel is uit gesteentes wat as neerslae uit

'n wêreldwye, dalende oseaan ontstaan het. Deur sy lering het mettertyd die Neptunistiese skool van geologie op die Europese vasteland ontstaan, wat egter heel gou ook tot Skotland deurgedring het, veral met die aanstelling van Robert Jameson as professor in natuurgeskiedenis aan die Universiteit Edinburg. Jameson wat in Freiburg in die geologie studeer het onder Werner, was 'n aktiewe eksponent van laasgenoemde se idees en het selfs 'n Wernergenootskap van natuurgeskiedenis in Edinburg gestig, in die publikasies waarvan Werner se leerstellings sterk propageer is. Vanselfsprekend het dit op 'n geskil uitgeloop tussen die aanhangers van Werner en dié van Hutton en die leerstellings van albei is gevolglik deeglik ondersoek, veral met betrekking tot die toepassing daarvan op die ontsyfering van die geologie van Skotland. Hutton se standpunt het uiteindelik die oorhand gekry en selfs van Jameson word vertel dat hy openlik erken het dat hy tot die sienswyse van sy opponent „bekeer” is (Adams, 1954, bl. 240).

Hutton se eerste belangrike bydrae tot die geologiese wetenskap was sy herkenning dat in die geologiese profiel een groep lae op plekke diskordant rus op die opgeboude kante van 'n ouer groep, 'n verskynsel wat Werner as van plaaslike en toevallige belang beskou het. Hy kon verder vasstel dat die lae van die oudste groep oorspronklik ook horisontaal afgeset was en op 'n later tydstip opgebou, gekantel en geplooi is deur 'n krag wat volgens sy mening ontstaan het in die verhitte binneste van die aarde, waardeur groot massas gesteentes gesmelt is en die oorheenlêende lae binnegedring het. Hier kry ons reeds die kernidee van magmawerking. Volgens hom is 'n vulkaan net 'n veiligheidsklep vir die onderaardse onderaardse „vuur” (waarin reeds sedert die tyd van Pythagoras geglo is) om onnodige opheffing van die land te voorkom en die katastrofiese uitwerking van aardbewings te verlig. Aangesien Hutton dus voorgestel het dat „vuur” sowel as water 'n rol gespeel het in die vorming van opeenvolgende geologiese formasies, het hy en sy volgelinge die bynaam „Plutoniste” verwerf (Adams, 1954, bl. 244).

Hutton het verder waargeneem dat die gekantelde en vervormde gesteentes vervolgens deur die destruktiewe werking van atmosfeer en oseaan tot 'n skiervlak

gelykgemaak is, waarop verdere afsettings plaasgevind het. Elke diskordansie verteenwoordig dus 'n omwenteling in die ontwikkelingsgeskiedenis van die aarde, en van sodanige opmekaarvolgende revolusies vind by verskeie dwarsdeur die geologiese profiel. In plaas van 'n ononderbroke ontwikkeling van die aarde van die begin af tot aan die hede toe, toon Hutton uit die geologiese rekords dat daar 'n herhaling was van tye van betreklike rus, toe afsetting plaasgevind het, afgewissel deur tye van omwenteling. Elke groep afsettings opgebou gedurende die tye van rus

bestaan uit materiaal afkomstig van die puin van ouer formasies, en die hele opeenvolging in die aardkors openbaar op hierdie wyse, soos Hutton dit stel, 'n suksesie van vorige wêreldes (Adams, 1950, bl. 243; Bailey, 1950, bl. 367). Hier kry ons trouens die kerngedagte dat sedimentasie in kringlope plaasvind. Volgens Hutton kan die aarde dus beskou word as 'n georganiseerde liggaam waarin die nodige verval gedurig herstel word by wyse van daardie produktiewe kragte waardeur dit gevorm is. Hierdie idee van Hutton, wat vandag as gemeenplaas aanvaar word,

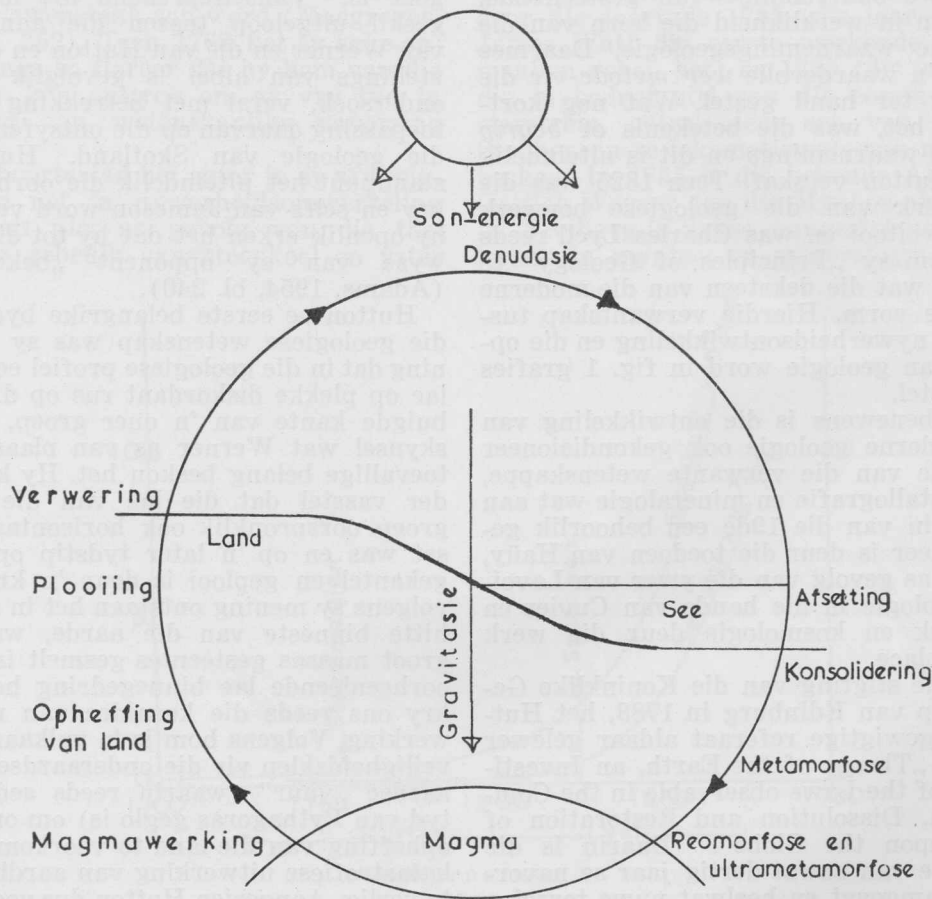


Fig. 2 - Die geostrofiese kringloop van Hutton
(volgens Tomkeieff, 1950)

Energiebronne:-

1. Interne hitte van die aarde
2. Sonenergie
3. Energie van gravitasie
4. Draai-energie van die aarde

staan bekend as die *geologiese kringloop* (waarvan ons 'n baie duidelike uiteensetting kry in afdeling 3 van Playfair (1802, bl. 97-140) se „Illustrations”, of soos Tomkeieff (1950, bl. 390) dit meer korrek bestem het as die *geostrofiese kringloop*, voorgestel in fig. 2.

In elke landskap sien mens dus die *gevolge* van die kragte wat besig is om die aarde te vorm en te vervorm, en indien mens nou die aarde se geskiedenis in oënskou neem, soos vasgelê in die opeenvolging van gesteentes, vind mens, in Hutton se eie woorde „no vestige of a beginning, no prospect of an end”.

Deur middel van sistematiese waarneming het Hutton verder aangetoon dat die kragte en prosesse wat teenswoordig in werking is en besig is om die aardoppervlak te verander, ook vir baie lang tye in die geologiese verlede aktief moes gewees het, en deur die *resultate* van sodanige prosesse te bestudeer, kan mens dus die geskiedenis van die aard in die verlede aflei. Sy stelling: „The present is the key to the past”, staan vandag bekend as die beginsel van Aktualisme („Uniformitarianism”) en is uiteengesit in sy bekende werk „Theory of the Earth with Proofs and Illustrations”, die eerste geologiese sintese van sy soort (Gillespie, 1951, bl. 41), wat in 1795 gepubliseer is, twee jaar voor sy dood. Daardeur het Hutton in werklikheid 'n *begrip* aan die geologie gegee (Tomkeieff, 1950, bl. 387) en tree hy na vore as die grondlegger van die moderne geologie (Bailey, 1950, bl. 365-368; Haarmann, 1935, bl. 272).

Ook hierdie werk sou waarskynlik nie die lig gesien het nie, as dit nie was vir 'n striemende aanval in 1793 op sy referaat van 1788 deur Richard Kirwan, bekende Ierse skeikundige en mineraloog van daardietyd en self 'n geesdriftige volgeling van Werner (Adams, 1954, bl. 240; Geikie, 1905, bl. 296). Dit het die nodige prikkels verskaf om Hutton met sy kenmerkende energie onmiddellik aan die werk te laat spring, terwyl hy besig was om van 'n siekte te herstel, en hy het onverpoosd aan die manuskrip gewerk tot dat hy dit aan die drukker kon besorg.

Aanvanklik is hierdie werk ook nie volmaak begryp nie. Een rede daarvoor was dat die Aktualiteitsbeginsel nie die werk oorheers het nie; baie daarvan was inbegrepe („implicit”) in plaas van uitgesproke („explicit”). Maar daar is ook an-

der redes vir die onpopulariteit daarvan. In die eerste plaas het Hutton in 'n ingewikkelde, moeilik verstaanbare styl geskrywe. Hierdie tekortkoming het John Playfair, destyds professor in die natuurfilosofie aan die Universiteit Edinburg, na Hutton se dood probeer regstel deur die „Theory” in 'n makliker leesbare vorm aan te bied, onder die titel: „Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth” (Playfair, 1802). Die werk was 'n groot verbetering op die oorspronklike. Maar bewustelik of onbewustelik het Playfair die „Theory” op so 'n wyse voorgestel dat dit moes aanpas by die heersende wetenskaplike tradisie van sy tyd — die tradisie van 'n gekompartementeerde gedagte (Tomkeieff, 1950, bl. 388), en om daardie rede kon hy nie deurdring tot die dieptes van die onderliggende filosofiese grondslag van Hutton se teorie nie. Dit is die tweede rede vir sy onpopulariteit. Ten derde was die tyd van die verskyning van sy „Theory” (1795) 'n ongelukkige. Die gruweldade van die Franse Revolusie het almal nog helder voor die gees gestaan en, soos Tomkeieff (1950, bl. 388) hierop laat volg: „heresy-baiting was almost a national sport in this Country”. Beweer is dat Hutton 'n ateïs en 'n vrydenker was en as sodanig dus 'n gevaar vir die gemeenskap. Baie van die kritiek van sy tydgenote moet hieraan toegeskryf word. In werklikheid was hy 'n ware kind van die eeu van die rede, onbevooroordeeld deur dogmatiese partydigheid, wel 'n vrydenker maar in die hart 'n deïs. 'n Vierde rede vir sy onpopulariteit lê in die twisgeskryf wat destyds aan die gang was (Von Zittel, 1901, bl. 12) oor die twee min of meer strydige teorieë, nl. die Neptunisme, waarvan Werner die voorstander gemaak is en wat die oorsprong van *alle* gesteentes aan presipitasie uit 'n waterige oplossing toegeskryf het, en die Plutonisme, met Hutton as die hooffiguur, wat sekere gesteentes, insluitende basalt en graniet, as die produkte van konsolidasie van gesmelte gesteentemateriaal, tans bekend as *magma*, beskou wat binne in die aarde gevorm het en aldaar bestaan. Aangesien die aansien van Werner destyds nog hoog was, was die gevolglike onpopulariteit van sy erkende opponent dus verseker.

Die „Theory” sou egter 'n nog groter voorstander vind in die persoon van Sir Charles Lyell, gebore in die jaar van Hutton se dood, en ook uit 'n gegoede Skotse

familie afkomstig. Hy studeer aanvanklik ook in die regte maar skakel heel vroeg oor na geologie en onderneem uitgebreide reise, ook na Europa, ten einde geologiese verskynsels in die natuur waar te neem. Tydens een van daardie reise het hy in Parys kennis gemaak met baron Georges Cuvier, bekende bioloog van daardie tyd en die vader van die Katastrofeteorie. In 1830 verskyn die eerste van drie dele van sy „Principles of Geology”, waarin hy heel aan die begin sy grondtema stel, nl. *in hoeverre vroeëre veranderinge van die aardoppervlak toegeskryf kan word aan prosesse wat nou nog in werking is*, teenoor twee aannames uit die verlede, nl. (i) dat in vervloë geologiese tye onbekende prosesse werksaam was, en (ii) dat prosesse wat teenswoordig bekend en werksaam is, in die geologiese verlede met groter intensiteit opgetree en groter omvang bereik het. Hy toets vervolgens die stellings teenoor mekaar aan die hand van klimaatsveranderinge in die geologiese voortyd. Daarna bespreek hy die beginsel van eenvormigheid van gewone geologiese prosesse aan die hand van erosie en afsetting, diastrofie en vulkanisme. Vervolgens neem hy ook die geografiese verspreiding van plante en diere in die geologiese verlede in oënskou, aanvanklik nie uit die oogpunt van evolusionistiese opvattinge nie, maar later, nadat hy van Charles Darwin se werk kennis geneem het, het hy ook ’n voorstander van laasgenoemde se Afstammelingsteorie geword. (Interessant in hierdie verband is die feit dat toe Darwin in 1831 aan boord van die navorsingskip „Beagle” gegaan het, hy ’n kopie van Lyell se „Principles” saamgeneem het.) Lyell kon geen bewys ten gunste van Cuvier se wêreldwye natuurrampe en herhaalde skeppings vind om die verspreiding van flora en fauna in die verlede te verklaar nie. Daarenteen kon hy op grond van geologiese waarneming bewys dat daar geen afwisseling van die natuurwette is nie en dat alle waarneembare prosesse in die aardkors bevredigend verklaar kan word op grond van die beginsel van eenvormigheid in die natuur.

Lyell was voorts ’n kragtige en vloeiende skrywer en sy idees het dadelik inslag gevind onder die geleerdes van sy tyd. Veral in die jare ’40 en ’50 het die aktualistiese en evolusionistiese invloede sterk na vore getree terwyl die Katastrofeteorie

van Cuvier geleidelik op die agtergrond geskuif is. Geen wonder dus dat Lyell bestempel word as die hoëpriester van die aktualisme (Geikie, 1905, bl. 403). In werklikheid het Lyell dus op Hutton verbeter. Aangesien sy werke net na die heroïese tyd van die geologie verskyn het, was hy derhalwe in staat om daardie tyd in sy ware perspektief te betrag en om met die dinamiese aspek van Hutton se werk die stratigrafiese prestasies van Werner en Smith te kombineer en sodoende ’n wesentlike fondament vir die moderne geologie daar te stel. (Tomkeieff, 1950, bl. 388).

III. DIE BEGINSEL VAN AKTUALISME.

Soos aanvanklik deur Hutton gestel, beteken dit dat vir alle geologiese gebeurtenisse uit die voortyd ’n verklaring gevind kan word in prosesse en kragte wat tans nog op of in die aarde aanwesig en werksaam is. In die 19de eeu het dit bekendheid verwerf deur die werke van K. E. A. von Hoff en veral Charles Lyell. Vir die ontwikkeling van die moderne geologiese wetenskap was die beginsel van onskatbare waarde en is dit nog steeds. Veral die bestudering *in fyn besonderhede* van die vorming van afsettings in die huidige tyd het baie bygedra tot die begrip van die omstandighede waaronder sedimente in die geologiese verlede gevorm het. Tog is dit wenslik dat ons die beginsel uit ’n prinsipiële oogpunt beskou.

Fisiese prosesse wat op en in die aarde optree, word beskou as onderworpe aan natuurwette wat nie verander nie en dus aanhoudend en eenvormig in die verlede opgetree het. Word hierdie stelling aanvaar, kan werklike geologiese prosesse bestudeer en tot in die geologiese verlede ekstrapoleer word ten einde ’n verklaring van feitelike bevindings te gee. Hierin lê die grondslag van aktualisme, en dit staan dus lynreg teenoor die leerstellings van die Katastrofisme, soos vroeër op die geologiese geskiedenis toegepas. Volgens hierdie teorie is die opeenvolgende toestande van die aardoppervlak, soos deur die geologie ontdek vir gebeurtenisse uit die verlede, so oneindig verskillende *onder mekaar* en van die hede dat net baie groot natuurrampe wat skielik op seker tye in die geskiedenis plaasgevind het, hiervoor ’n verklaring bied. Skielik wêreldwye oorstromings en vulkaniese uitbarstings was

die vernaamste katastrofiese gebeurtenisse (Rutten, 1962, bl. 9).

Uit die voorafgaande uiteensetting moet ons aflei dat die beginsel van aktualisme tweeledig van aard is, 'n saak waaroor selfs Lyell in sy oorspronklike geskrifte vaag en dubbelsinnig was en waaraan baie van die later kritiek daarop miskien toegeskryf kan word. Dit sluit klaarblyklik twee begrippe in, nl. —

- (a) die fisiese wette wat tans in werking is, was altyd in werking, en
- (b) die oorsake van geologiese verandering, d.w.s. die geologiese kragte, wat tans optree was (i) altyd dieselfde en (ii) hul energie was altyd dieselfde. (Hooykaas, 1963, bl. 34.)

Die beginsel van eenvormigheid veronderstel dus nie net dat die werklik optredende geologiese kragte altyd aktief was nie, maar ook dat hul gemiddelde uitwerking en tempo altyd dieselfde was, m.a.w. in dieselfde tydbestek is die mate van verandering ook ongeveer dieselfde. Albei hierdie stellings is inbegrepe in die volgende, dikwels aangehaalde sin van Lyell: „The course of nature has been uniform from the earliest ages, and causes now in action have produced the former changes of the Earth's surface” (Principles I, p. 387 — aangehaal uit Hooykaas, 1963, bl. 37).

Die nut van hierdie beginsel kan dus daarin saamgevat word dat dit vir ons 'n *metode* ter hand stel waarvolgens ons geologiese veranderinge in die verlede kan verklaar na *analogie* van verskynsels wat vandag nog waargeneem kan word. Ons kan dit ook beskou as 'n brug wat ons verbeelding in staat stel om van die hede na die verlede te gaan en met 'n mate van vertroue te visualiseer wat geen menslike oog gesien het nie.

Kritiek op, of afwyking van die engheid van die aktualiteitsbeginsel was daar reeds van vroeg af. William Whewell was waarskynlik die eerste. Hy gee toe dat katastrofes nie somer willekeurig aanvaar moet word nie, maar stel dit baie duidelik dat die *graad* van eenvormigheid in die natuur van feitlike waarnemings afgelei moet word en dat alle vooroordeel ten gunste van kragte wat afwyk in aard en in graad van die wat tans optree, vermy moet word. (Hooykaas, 1963, bl. 45).

In die jongste tyd is nog meer bedenkinge hieromtrent uitgespreek; veral die van Van der Heide (1949, bl. 107-108) is

besonder insiggewend. Volgens hom sal niemand die aktualiteitsbeginsel so ver wil dryf deur te beweer dat *alle* verskynsels en kragte wat in die geologiese verlede aanwesig was kwalitatief en kwantitatief in die teenswoordige terug te vind is nie. Hy haal ook Escher aan dat die aktualiteitsbeginsel geld, mits ons veronderstel dat tempo en intensiteit van die geologiese kragte kan wissel, en hierdie aanhangsel vind ons ingesluit in die moderne definisie van die begrip. Dit wil dus sê dat die aktualiteitsbeginsel uitsluitlik kwalitatief beskou moet word. Indien mens verder die moeilikhede ignoreer wat ontstaan wanneer ons teruggaan tot in die verste verlede van die geskiedenis van die aarde, d.w.s. daar waar ons onder omstandighede beland waar die aktualiteitsbeginsel nie meer van toepassing kan wees nie, bly die vraag of dit geregverdig is om die kwalitatiewe aspek van die beginsel as sodanig te handhaaf. Van der Heide twyfel daaraan op grond van die volgende oorewegings.

Hoe meer 'n mens jou verdiep in die ontwikkelingsgeskiedenis van die aarde en van die ontstaan en ontwikkeling van lewe daarop, hoe meer 'n mens tot die oortuiging kom dat dit alles as een groot geheel beskou moet word, 'n idee wat ook reeds deur Umbgrove in sy bekende boek: „The Pulse of the Earth” uitgespreek is. Ons neem in hierdie ontwikkeling nie net groot en klein ritmes waar nie, maar ook 'n baie duidelike riglyn. Dit sou net moontlik wees indien die kragte wat hul tydens hierdie ontwikkeling laat geld het, ook voortdurend bepaalde wisselinge ondergaan het. Volgens Winkler Prins se Ensiklopedie (1949) het Thomas Huxley reeds in 1869 daarop gewys dat hierdie nuwe denkrigting in die geologie beter beskryf word deur die term *evolusionisme*.

Dit wil egter nie sê dat ons die aktualiteitsbeginsel nie as werkmetode moet toepas nie. Maar in ons soektog na analogieë moet ons daarvan bewus bly dat ons net aanduidings mag vind wat, hoe waardevol ook al, tog geen absolute sekerheid gee nie, ook nie in die kwalitatiewe opsig nie.

Hierdie uiteensetting van Van der Heide is interessant aangesien hy dit in verband bring met vraagstukke wat met die ontstaan van brandstowwe in verband staan en waar oplossings gesoek en gevind

is deur volgens hierdie beginsel te werk. Hy waarsku egter dat verkeerde gevolgtrekkings heel dikwels die gevolg van 'n te letterlike opvatting van die beginsel kan wees en maan tot versigtigheid waar dit op eie interpretasies neerkom.

Nog heftiger aanvalle is gedurende die afgelope tiental jare teen die beginsel geleeds, waarna ek hier net wil verwys. Krynine (1956) reken dat die aktualisme 'n gevaarlike leerstelling is, terwyl Bell (1959) aan die hand van 'n kort beskouing oor die belangrikheid van tyd in die geologiese geskiedenis, die vraag stel of ons nie aktualisme met eenvormigheid moet vervang nie. Simpson (1963) wat hierdie onderwerp baie elegant behandel, verwys na die veranderende prosesse en eienskappe wat spruit uit die basiese aard van materie en energie as *inherent*. Indien aktualisme net die inherensie van hierdie eienskappe en prosesse bevestig, sou daar geen noodsaaklikheid vir verdere argumente wees nie, trouens geen verdere noodsaaklikheid vir die leerstelling nie. Dié eienskappe is oneindig of tydloos in die sin dat die hede die sleutel tot die verlede is. Mens kan net so wel sê dat die verlede die sleutel tot die hede is, of gister die sleutel tot môre. Gould (1965), wat die vraag stel of aktualisme werklik noodsaaklik is, noem hierdie opvatting van aktualisme die *metodologiese aktualisme*.

Aan die ander kant is die interpretasies wat gebaseer is op die huidige toestand van stowwe en prosesse — deur Simpson die *huidige konfigurasie* genoem — en die pogings om hulle aan te wys as bindende eienskappe van 'n konfigurasie van die verlede (d.i. die *substantiewe aktualisme* van Gould) uit die aard van die geskiedenis logies foutief (Simpson, 1963). David Kitts (1963) haal voorbeelde hiervan aan. Valentine (1966), wat hom by hierdie wetenskaplikes skaar, reken dat die populêre stelling van dié beginsel, nl. „The present is the key to the past”, verantwoordelik is vir baie wanvoorstellings, veral in geologiese handboeke, en dat dit meer realisties sou wees om ons moderne insig in die geldige en die nie-geldige aspekte van aktualisme aan te wend om die aard van die historiese wetenskap te illustreer.

Read (1957) neem egter 'n heelwat meer ongebonde houding in teenoor aktualisme in sy bespreking van die Graniet-

strydvraag. Hy reken dat vir gesteentes wat *aan* die aardoppervlak ontstaan het, die aktualistiese metode voldoende en geldig is. In hulle geval verskaf die hede wel die sleutel tot die verlede, aangesien resultate wat die gevolg is van geologiese prosesse wat ons kan waarneem, vergelyk kan word met dié wat bewaar is in gesteentes wat vroeër gevorm het. Baie gesteentes het egter diep *in* die aardkors ontstaan en geen aktualistiese sleutel kan hul geheime ontsluit nie. In hulle geval bied die eksperimentele geologie ook geen aanduiding omtrent hulle ontstaan nie en word hul studie dus net een van ondersoek in die veld. Dit beteken dat die beperkings van die aktualistiese metode duidelik word in gevalle van daardie gesteentes waar *analogie* in 'n groot mate faal, d.w.s. waar nóg 'n vergelyking met prosesse wat in die natuur plaasvind, nóg die wat in die laboratorium uitgevoer kan word, 'n oplossing bied tot die probleem van hulle ontstaan. Die geoloog moet in elke besondere geval deur ondersoek in die veld vasstel onder watter omstandighede daardie dieplêende gesteentes ontstaan het en daarin lê, volgens Read, die primêre rede vir die verskille in hul interpretasie. Hy glo ook nie in 'n eindelose herhaling van dieselfde gebeurtenisse nie; daarvoor is die onmeetlikheid van geologiese tyd 'n toevlug wat nie altyd te veilig is nie. Hy sien dan ook geen rede waarom aktualisme noodwendig op die Argeïkum van toepassing moet wees nie. Hy stem dus saam met Daly en andere dat termale toestande in die aarde tydens die Voor-Kambrium (d.w.s. die Kriptosoïese eeu) verskillend was van wat hulle tydens die Fanerosoïkum (die eeu van sigbare lewe) was, en reken dat, hoewel aktualisme goed aanpas by die gebeurtenisse van die jongste 550 miljoen jaar van die geskiedenis van die aarde, soos vasgelê in die fossielbevattende gesteentelae, dit waarskynlik nie so geldig is vir die +2000 miljoen jaar van Voor-Kambriese tyd nie (Read, 1957, bl. 263; Hooykaas, 1963, bl. 63-64).

IV. ENKELE HEDENDAAGSE TOEPASSINGS

Toe Read bostaande beweer het, is nog vry algemeen aanvaar dat die eerste vorme van lewe sowat 500 miljoen jaar gelede hul verskyn gemaak het. Vandag staan sake anders. Barghoorn en sy medewerkers (1963, 1965) het afdoende bewys

gelewer van die aanwesigheid van primitiewe vorme van lewe, sowel as van koolwaterstofverbindings van biologiese herkoms, in gesteenteformasies wat byna 2000 miljoen jaar oud is, en ons het onlangs verneem dat soortgelyke organismes ook in gesteentes in die Barbertonse bergland angetref is wat waarskynlik heelwat ouer is (+3200 miljoen jaar). Daarbenewens wys Rutten (1962, bl. 10) op 'n ander belangrike aspek, nl. die oneindigheid van geologiese tyd wat die grootste bondgenoot van die aktualis is. Met genoegsame tyd tot hul beskikking kan bewegings in die aardkors, van die orde van 1 mm per jaar of 1 mm per 100 jaar, waarvan ons bewus is dat hulle wel plaasvind, berge en oseane tot stand bring. As voorbeeld hiervan haal Rutten (*ibid.*, bl. 13) die ontstaan van die groot bergkettings van die Alpe, die Himalayas en die Andes aan, wat sowat 50 miljoen jaar geneem het om te vorm en waar die tempo van beweging van die orde van 1 mm per jaar was. Hierdie tyd is voorafgegaan deur 'n tyd van betreklike kalmte en rus, toe erosie en afsetting plaasgevind het en wat sowat 100 tot 200 miljoen jaar geduur het, met die tempo van beweging van die orde van 1 mm per 100 jaar. Oor sulke lang tye, reken Rutten, kon 'n nuwe fauna geleidelik uit 'n oue ontwikkel terwyl die ouer vorme byna ongemerk mag uitsterf.

Rutten beskou dus aktualisme as die neiging in die geologie om die feite in verband met die geskiedenis van die aarde te interpreteer aan die hand van prosesse wat ons weet of aanvaar om tans op of in die aarde aan die werk te wees, met dien verstande dat die intensiteit van sodanige prosesse kon gewissel het oor die tydbestek van die geologiese geskiedenis.

Die implikasies van aktualisme in ons soeke na die ontstaan van lewe op die aarde is dus duidelik, nl. dat ons natuurlike oorsake moet vind, van dieselfde aard as dié wat tans in werking is; dus geen skielike gebeurtenis waardeur die lewe meteens as 'n volwasse verskynsel op elke uithoek van die aarde te voorskyn getree het nie. Die ontstaan en ontwikkeling van lewe dek dus 'n enorme tydbestek indien dit aan menslike standaarde gemeet word. Gedurende hierdie tyd was die ontwikkeling stadig, byna bo 'n mens se verbeelding so, maar dit kon desnieteenstaande oneindig veelsoortig gewees het. Vir al

wat ons weet, kon daar verskeie tendense in die ontwikkeling ewewydig aan mekaar gewees het, waarvan net 'n klein aantal, miskien net 'n enkele rigting gelei het tot die lewe soos ons dit tans ken.

Maar hoe stadig dit ook al mag geskied het, sou die ontstaan van lewe tog aan dieselfde fisiese en chemiese wette onderworpe gewees het as die lewe vandag. Die atmosfeer, riviere en oseane was waarskynlik heeltemal anders in daardie vroeë jare toe die werklike *stryd om ontstaan* plaasgevind het. Tog, al was die omgewing ook verskillend, die natuurwette was dieselfde en dit stel ons in staat om ons bevindings uit die hedendaagse mikrobiologie en biochemie tot in die gryse verlede te ekstrapoleer ten einde 'n aanduiding te vind van die omgewing waarin die lewe sy ontstaan gehad het (Rutten, 1962, bl. 19).

Uit hierdie oorsig kry ons ook 'n goeie idee van die enorme lang tyd wat verloop het sedert die begin van die geologiese geskiedenis. Bring dit in verband met die ouderdom van die aarde — ongeveer 4660 miljoen jaar, volgens Rutten (*ibid.*, bl. 41) of +5000 miljoen jaar volgens die sterrekundiges, bv. Kuiper — sien ons dat die aktualiteitsbeginsel ver genoeg in die biologiese geskiedenis 'n toepassing vind om vry algemene aanvaarding te regverdig.

'n Ander wesentlike beswaar teen die toepassing van die aktualiteitsbeginsel in die Voor-Kambrium is die radikale afwyking wat die Voor-Kambriese gesteentes in die aardkors toon van dié wat daarna afgeset is: kristallyne of infrakrustale gesteentes, bv. skis en gneis, teenoor tipiese gelaagde of suprakrustale gesteentes. Die oorwegende aanwesigheid van granitiese gesteentes met 'n verskeidenheid meetkundige verwantskappe maar baie min chemies-mineralogiese variasie, en hul assosiasie met hoogs veranderlike kristallyne skis dui op toestande geheel anders as in later geologiese tye en totaal verskillend van die hede. Hierdie skerp kontras is vermoed getuienis te wees van 'n ooreenstemmende bedrywigheid van een van Hutton se vier primêre energiebronne van die aardkors, nl. 'n groter uitwerking van die interne hitte van die aarde *op of in* die boonste gedeelte van die kors tydens 'n vroeë fase van die aarde se geskiedenis, m.a.w. hierdie (Voor-Kambriese) gesteentes sou uitsonderlik wees (Bubnoff 1963,

bl. 80-84). Indien hierdie vermoede waar sou wees, sou dit beteken dat (i) alle manifestasies van biologiese kringlope uit die Voor-Kambriese gesteentes uitgesluit moet word, en (ii) dat alle afsettings van ware marine- of meer-oorsprong ook daar uitgesluit moet word weens 'n gebrek aan behoorlike sirkulasie en vervoer oor lang afstande. Daardeur sou ook die ritmiese afwisseling van lae van verskillende korrelgrootte uitgesluit moet word, wat so kenmerkend van afsettingsgesteentes is.

In die voorafgaande paragrawe het ons reeds aangetoon dat die eerste beswaar nou verval. Die tweede beswaar het ook al aan die begin van hierdie eeu verval as gevolg van die navorsing van J. J. Sederholm (Bubnof, 1963, bl. 82, Backlund, 1950, bl. 89) in Finland, wat sy tyd lank vooruit was. Hy het in die kristallyne skiste van Finland konglomeraatlae (lae saamgestel uit rolstene van ouer gesteentes) herken, asook bewys van vroeë Voor-Kambriese vergletsering, en met hulle hulp die Finse vloergesteentes in groepe van verskillende ouderdomme ingedeel, wat geskei word deur tye van bergvorming, marinetransgressie en vulkaniese uitbarsting. Daarmee het hy onomwonde bewys dat die gesteentevormende prosesse dwarsdeur die Voor-Kambriese geskiedenis in geen opsig verskil het van dié wat tans nog in werking is nie, en daarmee het die eksepsionalisme geleidelik van die toneel verdwyn (Bubnoff, 1963, bl. 82).

Backlund (1950) voer hierdie navorsing 'n stap verder en toon aan dat 'n mens aan die hand van die Transformistiese Beginsel, soos toegepas deur dr. Doris L. Reynolds, die Voor-Kambriese kristallyne gesteentes gesamentlik kan interpreteer as die produk van omvorming (transformasie) van al die soorte sedimente wat bekend is, met die gewone tussenlae van mafiese vulkaniese gesteentes en van intrusiewe gange en plate. Die omvorming het plaasgevind gedurende die normale ontwikkeling van die dieper dele van die aardkors om 'n verskeidenheid graniete as eindproduk te lewer. Ons kan dus tereg praat van 'n granitisasieproses wat 'n groep reeds bestaande sedimentêre formasies opgelê is, en die gevolg is van diffusie van elemente deur die vaste gesteente. Die meganika van hierdie diffusie is nog nie te goed bekend nie maar dit is eweredig aan die nuwe opvatting van geologiese

tyd wat miljoene jare tot die beskikking van sodanige prosesse stel, sowel as aan die bekende termale toestande en gradiënte in die aardkors. Ons kan verder van waarnemings in die veld, gepaard met mikroskopiese en chemiese ondersoek in die laboratorium, aflei dat die proses van granitisasie geïmplimiteer word deur vervanging van atome in die kristalralies van die gesteentevormende minerale, sodat die finale produk wat ontstaan deur die fiksering van migrerende atome granities van samestelling is. Elemente wat onversoenbaar is met die gemiddelde samestelling van die granitiese eindproduk word verplaas en beweeg weg na aangrensende gebiede waar hulle gefikseer word om sogenaamde „basiese fronte” of „geochemiese kulminasies” te laat ontstaan (Backlund, 1958, bl. 92). Backlund wys verder daarop dat net 'n klein versameling trekelemente nodig is om die transformasie in 'n stapel afsettingsgesteentes aan die gang te sit. Soos granitisasie voortbeweeg deur die stapel, word die trekelemente meer veelsoortig as gevolg van vervangings en verplasings in en uit sedimentêre gesteentes van verskillende soorte. Die samestelling van die massa trek materiaal by enige punt word egter beheer deur die gemiddelde samestelling van die aangroeiende granitiese eindproduk, sowel as die samestelling en die struktuur van die sedimente wat omvorming ondergaan. Daar moet verder op gelet word dat die finale gevolg van migrering en fiksering die totale som is van klein gebeurtenisse, beheer deur een of ander integrerende beginsel, net soos afsonderlike gebeurtenisse wat aan die oppervlak van die aarde optree gesamentlik neerkom op wêreldwye geologiese prosesse wat beheer word deur drie van die vier energiebronne deur Hutton oorweeg.

Backlund pas dieselfde beginsel toe om die ontstaan te verklaar van die bekende afsettings Voor-Kambriese ystererts van Skandinawië, afsettings wat deur gesaghebbendes op hierdie gebied as van magmatiese oorsprong beskou is. Hy wys uit die staanspoor op vier belangrike kenmerke wat teen so 'n beskouing sou getuig, nl. — (i) die feit dat byna al hierdie belangrike ysterertsafsettings gekenmerk word deur ritmiese gelaagdheid, wat uiteraard 'n sedimentêre kenmerk is; (ii) die Kiruna-ertsliggaam wat plaatvormig is, toon tekens dat dit ouer sowel as

jonger as die graniet van die omgewing is: indringings van graniet het die erts laat verbrokkel (dus 'n ouderdom ouer as die graniet), terwyl uitlopers van die erts weer die graniet binnedring (dus 'n ouderdom jonger as die graniet). Sodanige verskynsels gaan gewoonlik met granitiasie gepaard; (iii) Tesame hiermee toon een van die granitiese omgewingsgesteentes, 'n siëniëporfier, al die mineralogiese en teksturele eienaardighede van 'n gesteente wat 'n alkalikulminasie in reeds bestaande sedimente voorstel; (iv) Spoor-elemente geassosieer met sekere ertsafsettings is van 'n tipe wat nie van magmatiese oorsprong is nie. Hy glo dus dat 'n rasonale interpretasie van hierdie erstafsettings, op aktualistiese grondslag, sou wees dat sedimente met tussenlae singenetiese (primêre) ystererts tektonies vervorm is om 'n vertikale stand in te neem, en daarna gegranitiseer is (Backlund, 1950, bl. 98).

Seker een van die tergendste strydvrage in die geologie, wat dateer uit die dae van James Hall en J. D. Dana, gaan oor die ontstaan van afsettingskomme van regionale omvang — geosinkliene soos ons hulle noem — en hul verwantskap met plooiingsgebergtes. Hall het veronderstel dat afsetting in 'n bepaalde omgewing die kors aldaar laat swig het as gevolg van toenemende belasting daarvan, en so is 'n kom of trog dan gevorm. Hy stel dus belasting deur sedimentasie as eerste vereiste. Dana daarenteen redeneer dat samepersing van die kors 'n kom of trog laat ontstaan, waarheen afsettingsmateriaal onder die invloed van gravitasie beweeg. Hy stel dus tektonisme en die vorming van 'n kom as die eerste vereiste. Robert Dietz (1963), marinegeoloog en oseanograaf, het onlangs weer hierdie probleem oorsigtelik behandel en aangetoon dat die vastelandsplat (vastelandsterras, soos hy dit noem) wat alle vastelande omsoom, opgebou is uit 'n wigvormige stapel tipiese strand-, strandmeer- en getyvlakafsettings wat seewaarts uitgebou word tot op die rand van die vastelandsglooiing. Bo op die terras, en op die vastelingsglooiing self, vind geen afsetting plaas nie, omdat eersgenoemde skoongeveeg word deur sterk seestrome, en vanweë die steil afdraende van laasgenoemde. Alle afsettingsmateriaal wat tot buite die brandingsgebied vervoer word, word aan die voet van die vastelandsglooiing afgeset,

wat struktureel in 'n toestand van rus is. Daar bou dit 'n vastelandsverhevenheid („continental rise”) op, baie soos 'n groot puiwaaier aan die voet van 'n berg, met die verskil egter dat die toevoer van afsettingsmateriaal deur digtheidstrome in plaas van deur gewone strome bewerkstellig word.

Soos hierdie massa landafsettings groter en swaarder word, versteur dit die toestand van ewewig op die seebodem. Die seevloer word dus afgedruk om op die wyse 'n groot afsettingskom aan die kant van die vasteland te laat ontstaan. Hier tree gravitasie dus as die enigste energiebron op. Terselfdertyd word die kant van die aanlêende vasteland deur hierdie afwaartse beweging afgebuig, sodat verdere afsettings nou op die vastelandsterras kan plaasvind. Soos afsetting voortgaan en die kom aan die voet van die vastelandsglooiing al groter en groter word, en ook geleidelik opgevolg word, mag hierdie afsettings later by dié op die vastelandsterras aansluit.

As gevolg van die versteuring van die (isostatiese) ewewig op die oseaanvloer tree sikliese konveksie in die onderlae nou in, waardeur die oseaanvloer in die rigting van die afsettingskom en onder die stapel afsettingsgesteentes in gestoot word. Die sedimente in die kom word dus saamgepers, geplooi, oorgeskuif en afwaarts meegesleur in 'n omgewing waar 'n hoër geotermiese gradiënt heers sodat metamorfose en migmatitisering aldaar plaasvind, terwyl stukke van die ultramafiese seevloer in die geplooië afsettings opgevang word, om later as ultramafiese insluitsels daarin aangetref te word. Die wigvormige stapel sedimente wat die vastelandsterras vorm, word in 'n minder mate deur hierdie bewegings beïnvloed en ondergaan net matige plooiing.

Met aanhoudende konveksie onder die seevloer word die afsettings in die kom verder afwaarts, en gedeeltelik onder die vasteland in, gesleur en ontstaan 'n trog aan die kant van die vasteland. Enige afsettings wat in die trog beland, word ook afwaarts meegesleur, onder die vastelandsblok in en daar gegranitiseer, tesame met die reeds geplooië en gemetamorfoseerde sedimente. Graniet, in die vorm van batoliete, dring nou die vasteland aan sy kant binne, maak dit nog ligter en bring algemene opheffing van die ver-

vormde sedimente mee, om plooiingsgebergtes te vorm. Erosie tree in en bring verdere isostatiese opheffing mee en uiteindelik kom die sikliese konveksie in die onderlae tot stilstand, die plooiingsgebergtes vorm nou deel van die stabiele vasteland en 'n nuwe kringloop van sedimentasie begin.* Hierdie verklaring van Dietz is aktualisties in die sin dat dit die grondreël eerbiedig deur gebruik te maak van kragte en prosesse wat tans nog op en in die aarde optree, ten einde 'n begrip te kry van geologiese gebeurtenisse in die verlede.

V. GEDAGTES OOR 'N TOEKOMSBELEID

Uit die voorafgaande sien ons dat die geologiese wetenskap hoofsaaklik een van waarneming is. James Hutton het die natuur daar buite sy laboratorium gemaak en sy feitelike waarnemings daar gedoen. Daardie feite het hy objektief ontleed, waaruit hy bygevolg in staat gestel is om 'n begrip van die aarde daar te stel wat getrou aan die natuur is. Wat ons as geoloë daaruit leer, is saamgevat in die slagspreek van 'n Switserse geoloog: „Hingehen und gucken” — „gaan kyk”. Read (1953, bl. 95) stel dit effens anders maar die implikasie is dieselfde: „Enige mens wat by 'n venster uitkyk, sien 'n geologiese laboratorium voortdurend en op volle skaal in werking”. Ek wil my dan in die toekoms beywer vir meer veldwerk, en wel op die volgende wyse:-

- (i) Die sistematiese ondersoek deur middel van kartering, aangevul deur die nodige navorsing in die laboratorium, van sleutelgebiede wat met die oog op opleiding van belang is. Wat dit betref kan somer in en om ons Hoofstad begin word en studente wat reeds 'n bietjie gevorderd het, kan met vrug aan sodanige ondersoek deelneem. Dit word trouens reeds gedoen.
- (ii) Die besoek van minder bekende gebiede in ons land ten einde persoonlik kennis daaromtrent in te samel, weer met die oog op onderrig. Hierdie doelstelling kan op baie doeltref-

fende wyse verwesenlik word deur die bywoning van geologiese kongresse en deelname aan ekskursies wat 'n deel daarvan vorm. Hier wil ek by ons universiteite pleit vir finansiële steun ten einde elke jaar 'n personeellid in staat te stel om die jaarlikse kongresse van die Geologiese Vereniging van Suid-Afrika by te woon en aan 'n ekskursie daaraan verbonde deel te neem.**

- (iii) Om die belangstelling van die student in veldwerk te stimuleer, voel ek dat ons met kort ekskursies, wat net 'n dag of hoogstens 'n lang naweek in beslag neem, meer sal uitrig as met 'n lang ekskursie. Ons jaarlikse ekskursie tydens die Paasvakansie verg heelwat organisasie vooraf, wat op stuk van sake op die dosent neerkom en het in die afgelope klompie jare ontaard in verheerlikte vakansie-uitstappies met die meegaande wanpraktyke waarmee ek my nie kan vereenselwig nie.

Praktiese onderrig, veral in veldwerk, kan natuurlik ook langs ander weë aan die student gegee word, bv. by wyse van 'n leertyd gedurende die somer- en die wintervakansie onder toesig van gevorderde studente, professore, dosente of praktiserende geoloë. Die Geologiese Opname van die Republiek, en ook sekere mynmaatskappe verleen in hierdie verband daadwerklik hulp maar ek voel dat meer mynmaatskappye hierby betrek kan word.

'n Ander manier waarop hierdie doel verwesenlik kan word, en wat deur Keller (1963, bl. 120) sterk aanbeveel word, is deur middel van 'n behoorlik georganiseerde opnamekamp wat 6 tot 8 weke behoort te duur. Die probleem in verband hiermee, en dit geld die meeste beskaafde lande van die wêreld, is geskikte terreine, die hoë eise wat dit aan die organiseerders stel, en die koste in verband daarmee.

Veldwerk is natuurlik, volgens Keller (1963, bl. 119), en ek wil dit beaam, ons wetenskaplike geboortereg, want dis daar waar by die student die liefde vir die vak gekweek word. Tereg is hy bekommerd oor die onvoldoende opleiding in velwerk, wat 'n skadelike kringloop van

*Die leser sal die uiteensetting hierbo beter volg m.b.v. Dietz se oorspronklike illustrasies (*ibid.*, 1963, bl. 316).

**Party van ons universiteite, waaronder ook die Universiteit Pretoria, maak reeds voorsiening in hierdie verband.

professionele erosie aan die gang sit, waardeur die sterkte van die geologiese beroep by sy bron ondermyn word, nl. al minder deeglik opgeleide geoloë, minder veldwerk wat die stempel van oorspronklike geologie dra, en dit dra alles daartoe by om die openbare beeld van geologie te laat daal. Om hierdie erosie teen te gaan en uiteindelik stop te sit, doen Keller aan die hand (i) dat die belangrikheid van geologiese veldwerk vir die land as geheel onder die aandag van die publiek gebring en beklemtoon word, m.a.w. 'n bietjie gesonde en oordeelkundige publisiteit, waarvan die meeste geoloë nog altyd weggeskram het, en (ii) dat aan navorsing in die veld ook in die akademiese gemeenskap 'n hoër status verleen word. In verband met laasgenoemde wil ek pleit vir meer finansiële steun van die kant van ons universiteite ten einde elkeen van sy geologiese personeel in staat te stel om aan hierdie noodsaaklike deel van sy roeping as geoloog deel te kan hê, en ook vir middele vir die snelle verspreiding van die resultate van sodanige navorsing. Gebrek aan navorsing moet noodwendig uiteindelik tot stagnasie lei.

Dit bring my onwillekeurig by 'n ander onrusbarende verskynsel onder ons geologiese geleedere in die jongste tyd, nl. die *witjasgeoloog*. Daarmee bedoel ek jongmanne wat begerig is om navorsing te doen en graag die resultate daarvan so gou as moontlik in druk wil sien verskyn. Waar geleentheid daartoe hulle in staatsgeologiese opnames of by mynmaatskappye weerhou word, sluit hulle by statutêre inrigtings aan waar gulde geleenthede vir toegepaste navorsing, en fasiliteite vir die vinnige verspreiding van die resultate van korttermynnavorsing bestaan. Op die wyse gaan hulle vir die geologiese gemeenskap, en veral vir basiese navorsing in die veld, geheel en al verlore.

Met betrekking tot die opleiding van studente in die geologie, het die ondervinding van die afgelope twaalf jaar my geleer dat ons vir ons op voorgraadse vlak tot die grondbeginsels van die vak moet beperk. Mens merk dit by jou oudstudiante wat vir verdere studie vir die magisters- of die doktersgraad inskryf, dat hulle op hoogte is van die allermooiste ontwikkelings op die vakgebied maar die gevestigde beginsels wat die hele vak ten grondslag lê, het hy nooit na behore bemeester nie of van vergeet. Studente wat vir die

eerste maal vir 'n kursus in geologie kom inskryf, kom na ons sonder enige basiese kennis van die vak en ek wil my dan ook beywer vir die invoer van geologie as vak op skool, 'n saak wat tans die ernstige aandag van die Geologiese Vereniging van Suid-Afrika geniet. Ek glo dat dit nie net daartoe sal lei dat meer studente hulle tot die vak aangetrokke sal voel nie, maar ook dat studente van 'n beter gehalte dan 'n tuiste in die Departemente Geologie van ons universiteite sal vind.

Wat die opleiding op nagraadse vlak betref, streef ons doelbewus daarna om dit so prakties en so modern as moontlik te maak sodat dit kan voldoen aan die behoeftes van ons tyd. Ek glo dat kontak met kollegas verbonde aan die Geologiese Opname van die Republiek en van ons buurstate, aan die mynbou en die nywerhede, baie daartoe bydra. Tog is daar gewis nog geleentheid vir uitbreiding. In die afgelope twee dekades is die hulp van veral staatsgeoloë, maar ook van geoloë wat in privaatpraktyk staan, in toenemende mate ingeroep deur ingenieursfirmas om advies te verskaf in verband met 'n verskeidenheid fondamentprobleme en materiaal vir konstruksiedoeleindes, wat regstreeks verband hou met groot damme, tunnels, brûe, groot geboue, lughawens, spoorbane en paaie. Vir hierdie soort werk moet die geoloog kennis hê of inwin omtrent die sterkte van 'n wye reeks gesteentes en grondsoorte en hoe hierdie materiale hulle onder belasting sal gedra, asook omtrent hul doeltreffendheid as boumateriaal. Hierdie kennis, sowel as sy eie bevindings, moet hy aan die ingenieur kan oordra in 'n taal wat laasgenoemde verstaan. Van die geoloog word dus verwag om 'n basiese kennis te hê van sterkteleer en bodemmeganika, wat ingenieursvakke is. Daar het dus in die afgelope tyd hier te lande 'n behoefte ontstaan, en die behoefte is akuit, vir 'n besondere tipe geoloog, nl. die ingenieursgeoloog, en ons moet nou begin beplan vir die opleiding van hierdie mense aan ons eie Universiteit, veral vanweë ons strategiese ligging. Ek stel my voor dat hierdie gespesialiseerde opleiding op nagraadse vlak sal geskied en dat, benewens kursusse in gevorderde mineralogie, gesteenteleer, struktuurgeologie, toegepaste geologie en Suid-Afrikaanse stratigrafie, ook kursusse in grond- en rotsmeganika en sterkteleer daarby ingesluit word, met minstens fisi-

ka I, wiskunde I en toegepaste wiskunde I as voorvereistes. Ek glo dat die tyd nou ryp is om so 'n kursus, wat sal lei tot die graad B.Sc. (Hons.) in Ingenieursgeologie en waarvoor daar reeds 'n behoefte bestaan, so gou as moontlik in oorleg met die Departement Siviele Ingenieurswese te beplan.

Dit bring my verder by 'n beskuldiging wat ons universiteitsmense dikwels moet aanhoor, nl. dat jong geoloë nie 'n tegniese verslag behoorlik kan opstel nie. Die skrywe van tegniese verslae is natuurlik 'n kuns wat 'n mens deur moeisame arbeid en oefening en met verloop van baie jare aanleer, veral die Afrikaner wat in Engels moet skryf. Ek wonder dus of die tyd nie ryp is nie dat by die Departemente Afrikaans en Engels aangeklop word om by wyse van kort kursusse hierdie leemte te help aanvul.

Ek dink in dieselfde verband ook aan 'n verwysing van dr. W. P. de Kock (1944, bl. xlvi) in sy Presidensiële Rede voor die Geologiese Vereniging van Suid-Afrika, nl. „dat kort kursusse oor dissipline, goeie maniere, elementêre besigheidsbeginsels, die filosofie van die lewe, en lojaliteit teenoor werkgewers menige jong geoloog ten goede te staan sal kom in sy later lewe”. En terwyl ek hierdie artikel saamgestel het, het dit herhaaldelik tot my deurgedring hoe nuttig 'n kennis van die grondbeginsels van die wysbegeerte en sy verhouding tot die wetenskap vir my sou gewees het. Ek voel dat die tyd daar is om 'n kort kursus oor, byvoorbeeld die wetenskapsleer in ons nagraadse leerplan in te skakel, nie net as bywoningkursus nie, maar om in te kwalifiseer. Daar mag, en sal waarskynlik gesê word dat ons nagraadse kursus, en ook die voorgraadse, reeds oorvol is, maar wat ek hierbo aangeroei het, is sake van aktuele belang waaromtrent ons beslis iets moet doen.

Ten laaste wil ek my beywer vir die bevordering en die meer korrekte gebruik van Afrikaans as vaktaal, veral in ons Departement. Ons is 'n Afrikaanstalige Universiteit maar so baie van ons magistrerverhandelinge en doktorale proefskrifte word nog in Engels geskrywe. Van die sowat 40 magistrerverhandelinge wat sedert 1950 deur ons Departement afgehandel is, was darem die helfte in Afrikaans maar van die 14 doktorale proefskrifte wat gedurende dieselfde tyd onder behandeling was, was net eën in Afri-

kaans. Daar kan waarskynlik goeie redes aangevoer word waarom aan die Engelse vaktaal voorkeur gegee is, maar dit bly nietemin 'n ernstige aanklag teen ons. Ons vakterminologie is weliswaar nie volledig en volmaak nie maar dit hoef vir geen ander agteruit te staan nie. Daarbenewens het ons die Vaktaalburo van die Suid-Afrikaanse Akademie en die Taaldiensburo van die Departement Onderwys, Kuns en Wetenskap vlak by ons en geen een van die twee liggame het ooit hulp geweier wanneer by hulle aangeklop is in verband met die vertaling van 'n vakwoord. Maar hoe dikwels laat ons na om 'n telefoonoproep na een van hierdie bronne deur te skakel en gebruik liewers die vreemde vakwoord in ons lesings of gesprekke, wat dan so maklik deur ons studente verder gepropageer word. Die woorde van I. C. Russell is insiggewend in hierdie verband: „Geologists should use their mother tongue whenever it can be made to serve, and usually it will be found rich enough to express all the ideas they may have . . .”

VI. WAARIN EK GLO

Ek staan ten slotte kortliks stil by die dinge waarin ek glo met betrekking tot my vak, gesien teen die agtergrond van ons christelike geloof, aangesien hierdie Universiteit ook op daardie beginsels grondves is. Aangesien die geologiese wetenskap handel oor die studie van die aarde, neem dit ons vanselfsprekend terug tot die ontstaan daarvan. Ek glo trouens nie dat 'n mens geologie lewendig en intelligent kan bestudeer sonder om op die een of ander tydstip te dink aan hoe en wanneer die aarde ontstaan het nie. Dit (nl. die kosmologie) is eintlik die spekulatiewe gedeelte van die geologiese wetenskap waaroor daar voor die opkoms van die moderne geologie geskryf is. Ek verwys na die twee denkrigtings, daaromtrent, nl. die *monistiese*, aanvanklik deur Immanuel Kant in 1755 geformuleer, waarin 'n gasnewel as uitgangspunt dien en waaruit die hele plantêre stelsel (en dus ook die aarde) met verloop van tyd gekondenseer het onder die invloed van die bekende natuurwette, en die *dualistiese*, deur Buffon aangevoer, wat twee protoplanete postuleer waarvan een as gevolg van 'n regstreekse botsing met die ander, of deur ontploffing van een van hulle, of onder die invloed van onderlinge aantrek-

king tussen die twee, opgebreek het om oorsprong te gee aan die planeete wat om die ander een (die son) wentel. In die tweede denkrigting merk ons dat die katastrofiese element nog 'n rol speel. Twee onbeantwoorde vrae bly egter nog oor: in die geval van die monistiese beskouing die herkoms van die gasnewel en in die geval van die dualistiese beskouing die herkoms van die protoplanete. Dat hierdie elemente toevallig daar was, kan ek my nie voorstel nie maar dat hulle 'n deel vorm van die ontstaan en die ontwikkeling van die groot heelal, dit wel. Die idee van doelgerigtheid vorm tewens die grondslag van die beginsel van aktualisme, soos aanvanklik deur Hutton geformuleer, en was daarop gemik om die katastrofiese element uit die geologiese wetenskap te weer. Ons vind die idee heel aan die begin van sy Theory of the Earth (1795, I, bl. 3) in die volgende woorde:- „When we trace the parts of which this terrestrial system is composed, and when we view the general connection of these several parts, the whole presents a machine of a peculiar construction by which it is adapted to a certain end. We perceive a fabric erected in wisdom, to obtain a purpose worthy of the power that is apparent in the production of it”. Sy hele beskouing van die aarde was 'n dinamiese, een van voortdurende ontwikkeling, onderworpe aan die gewone natuurwette, en kom veral tot uiting in die volgende woorde van hom (1795, II, bl. 562):- „We are thus led to see a circulation in the matter of this globe, and a system of beautiful economy in the works of nature. This earth, like the body of an animal, is wasted at the same time that it is repaired. It has a state of growth and augmentation; it has another state, which is that of diminution and decay. The world is thus destroyed in one part, but it is renewed in another; and the operations by which this world is thus

constantly renewed, are as evident to the scientific eye as are those by which it is necessarily destroyed”.

Oor die rol van toeval in die geologie het my leermeester, professor S. James Shand eenmaal gesê dat indien 'n geoloog nie in 'n skepping en in 'n Skepper sou glo nie, te veel geologiese gebeurtenisse en prosesse aan die toeval toegeskryf moet word as wat vir die gemiddelde mens aanvaarbaar sou wees. Maar reeds in 1665 het Robert Boyle (Gillispie, 1951, bl. 3) met volmaakte vertrouwe verklaar dat die wetenskap (waarby ook die geologiese wetenskap ingesluit mag word) die verstand verhef tot die aanbidding van God, en wel in die volgende woorde:- „If it were seasonable, to entertain ourselves but with those attributes of God, which are Legible or Conspicuous in the Creation; We might there discern the admirable Traces of such immense Power, such unsearchable Wisdom, and such exuberant Goodness, as may justly ravish us to an Amazement at them, rather than a bare admiration of them. And I must needs acknowledge, that when with bold Telescopes I survey the Old and Newly discovered Stars and Planets that adorn the upper Region of the World; and when with excellent Microscopes I discern in otherwise invisible Objects, the unimitable Subtilty of Nature's curious Workmanship; and when, in a word, by the help of Anatomical Knives, and the light of Chymical Furnaces, I study the Book of Nature . . . I find my self oftentimes reduc'd to exclaim with the Psalmist, *How manifold are Thy works, O Lord? in wisdom hast Thou made them all!*” Die wetenskaplike wat sy vak objektief en toegewyd bestudeer, word dus deur („through”) die natuur heen gelei tot by die Skepper daarvan. Hierdie stelling wil ek heelhartig onderskryf.

VERWYSINGS NA LITERATUUR.

- ADAMS, F. D. (1954). **The birth and development of the geological sciences.** (New Dover Edition). Dover Publications, Inc., New York. 506 p.
- BACKLUND, H. G. (1950). The actualistic principle in geological research. **Fran Filosofiens och Forskningens Fällt**, Stockholm, p. 86-120.
- BAILEY, E. B. (1950). James Hutton, founder of modern geology. **Proc. Roy. Soc. Edinburgh**, Sect. B. vol. LXIII, Pt. IV, p. 357-368.
- BARGHOORN, E. S. (1963). Fossil organisms from Precambrian sediments. **Ann. N.Y. Acad. Sci.**, v. 108, p. 431-452.
- BARGHOORN, E. S. and S. A. TYLER (1965). Micro-organisms from the Gunflint chert. **Science**, v. 147, No. 3658, p. 564-577.
- BELL, W. C. (1959). Uniformitarianism — or uniformity. **Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.**, v. 43, No. 12, p. 2862-2865.
- BUBNOFF, SERGE VON (1963). **Fundamentals of geology** Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 287 p.
- BUCHER, W. H. (1941). **The deformation of the earth's crust** (2nd printing). Princeton University Press, Princeton, N.J. 518 p.
- DIETZ, R. S. (1963). Collapsing continental rises: an actualistic concept of geosynclines and mountain building. **J. Geol.**, v. 71, p. 314-333.
- GEIKIE, SIR A. (1905). **The founders of geology** (2nd edition). Macmillan and Co., London. 486 p.
- GILLISPIE, C. C. (1951). **Genesis and geology** Harvard University Press, Cambridge, Mass. 315 p.
- GOULD, S. J. (1965). Is uniformitarianism necessary? **Amer. J. Sci.**, v. 263, p. 223-228.
- HAARMANN, E. (1935). 150 Jahre Geologie. **Geol. Rdsch.**, Bd. XXVI, H. 4, p. 267-277.
- HEIDE, S. VAN DER (1949). **Steenkool, bruinkool en petroleum.** W. J. Thieme en Cie., Zutphen. 126 p.
- HOOYKAAS, R. (1963). **The principle of uniformity in geology, biology and theology.** E. J. Brill, Leiden. 237 p.
- HUTTON, JAMES (1795). **Theory of the earth with proofs and illustrations.** (2 vols.). Williams Creech, Edinburgh. (Fascimile reprint: Hafner Publishing Co., New York, 1959). 1187 p.
- KELLER, W. D. (1963). Field work: our scientific birthright. **J. Geol. Education**, v. 11, No. 4, p. 119-123.
- KITTS, D. B. (1963). The theory of geology, p. 49-68, in Albritton, C. C., Jr., Editor, **The fabric of geology:** Addison-Wesley Publishing Co., Inc., Reading, Mass. 372 p.
- KOCK, W. P. DE (1949). Geology applied to mining in South Africa, with special reference to the Witwatersrand. **Proc. geol. Soc. S. Afr.**, v. XLVII, p. xxiii-xlvii.
- KRYNINE, P. D. (1956). Uniformitarianism is a dangerous doctrine. **J. Paleont.**, v. 30, p. 1003-1004.
- MACGREGOR, MURRAY (1950). Life and times of James Hutton. **Proc. Roy. Soc. Edinburgh**, Sect. B, v. LXIII, Pt. IV, p. 351-356.
- PLAYFAIR, JOHN (1802). **Illustrations of the Huttonian theory of the earth.** William Creech, Edinburgh (Fascimile reprint: University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1956) 528 p.
- READ, H. H. (1953). Granitization and mineral deposits. **Geol. en Mynbouw**, (Nw. Ser.), 16e jaargang, p. 95-99.
- RUTTEN, M. G. (1962). **The geological aspects of the origin of life on earth.** Elsevier Publishing Co., Amsterdam, 146 p.
- SIMPSON, G. G. (1963). Historical science, p. 34-48, in Albritton, C. C., Jr., Editor, **The fabric of geology.** Addison-Wesley Publishing Co., Inc., Reading, Mass. 372 p.
- TOMKEIEFF, S. I. (1950). James Hutton and the philosophy of geology. **Proc. Roy. Soc. Edinburgh**, Sect. B, v. LXIII, Pt. IV, p. 387-400.
- VALENTINE, J. W. (1966). The present is the key to the present. **J. Geol. Education**, v. XIV, No. 2, p. 59-60.
- WELLER, J. MARVIN, (1960). **Stratigraphic principles and practice.** Harper and Brothers, New York, 725 p.
- ZITTEL, KARL VON (1901). James Hutton, p. 11-17, in White, J. F. Editor, **Study of the earth:** Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1962. 408 p.

THE UNIFORMITARIAN PRINCIPLES IN GEOLOGICAL RESEARCH

by

D. J. L. VISSER

SUMMARY

This principle, formulated in 1783 by James Hutton, states that for all events from the past an explanation may be found in phenomena and forces still in evidence in or upon the earth. It is one of the three principles which forms the basis of the entire geological science, but of stratigraphy in particular, because it not only places a valuable working-method in the hands of the geologist but also lends comprehension and meaning to his observations. At present it is therefore applied in an increasing measure mainly to that part of the geological history which is characterised by the presence of visible forms of life, with this proviso that the rate and the intensity of the geological forces may fluctuate.

To that part of the geological history not characterised by visible forms of or-

ganic life, the Principle has been applied with reservations, because the rocks characteristic of that period are mainly crystalline, have been plentifully intruded by granite, and are for these reasons therefore regarded as exceptional. During the past five years, however, it has been proved beyond doubt that primitive forms of organic life are present in sedimentary rocks which are more than 3000 million years old; also in South Africa. Furthermore, research carried out on the basement-rocks of Finland and of Sweden has indicated that these crystalline rocks may collectively be interpreted as products of transformation of the various types of sediments known to us, with the usual intercalations of volcanic rocks and that they may be subdivided into groups of different ages, separated by periods of mountain-building, marine transgression and volcanic outbursts. Thereby it has been proved beyond doubt that the rock-forming processes during the Cryptozoic Era differed in no respect from those in action at present, so that the principle of uniformitarianism may also be applied to them without reserve.