

VORMEN SPREKEN

Rede

**op 4 november 1982
in de Aula van de Landbouwhogeschool
gehouden door**

**Prof. Dr. J.D. de Jong
bij zijn afscheid als
hoogleraar geologie
aan de Landbouwhogeschool**

Mijnheer de voorzitter van het afscheidscomité,
Mijnheer de rector magnificus van de Landbouwhogeschool,
Beste studenten,
Waarde afgestudeerde Wageningers,
Collega's, vrienden en belangstellenden.

VORMEN SPREKEN*)

Wat ik U in dit afscheidscollege wil gaan zeggen kunt U zien als een verantwoording van enkele activiteiten gedurende mijn Wageningse periode. Twee aspecten: ten eerste, maar dat zal kort zijn, iets over de functie van de geologie binnen de Landbouwhogeschool en over de taak en de rol van de aardwetenschappen**) in ruime zin, in Nederland; ten tweede een geologisch onderwerp dat ik inderdaad als een afscheidscollege zie, zij het dat dáárin meer de nadruk zal liggen op het afscheid van mijn colleges aan de Landbouwhogeschool dan op een afscheid van de geologie.

Dankbaar ben ik voor het feit dat de Faculteitsraad tot de conclusie is gekomen dat een kroondocentschap geologie aan de Landbouwhogeschool gecontinueerd dient te worden en dat het College van Bestuur en de Minister met het voorstel zijn akkoord gegaan. Ik prijs mij gelukkig mijn functie per 1 september j.l. aan mijn opvolger te hebben kunnen overdragen.

De Landbouwhogeschool maakt er terecht aanspraak op zich te beijveren voor de milieuproblematiek. Van mijn kant stel ik dat er geen studie-object bestaat dat meer milieu-aspecten heeft dan onze aarde. De kennis en het onderzoek van die aarde, de aardwetenschappen, vormen daarom milieu-wetenschap nummer één.

De Wageningse student krijgt dus ook voortaan de gelegenheid om, als een facet van zijn studierichting, in de geologische wetenschappen te

*) De rede werd geïllustreerd met in hoofdzaak landschapsdia's.

**) Onder aardwetenschappen worden in het spraakgebruik geologie en geofysica (de natuurkunde van de vaste aarde) samengevat.

worden onderwezen. Daarover verheugt zich "geologisch Nederland". Om aan dit feit reliëf te geven is de vraag relevant: Wat weet de doorsnee Nederlander nu eigenlijk van de geologie van zijn eigen land? En hieraan verbind ik direct de volgende vraag: Beseft U hoe wij ons vanmiddag in deze ruimte hadden gevoeld zonder de verworvenheden van de aardwetenschappen? - Wel, een discussie met vijfhonderd welkenkende personen lijkt mij hier, en ook nu, niet doenlijk. Ik antwoord dus voor U, en zonder discussie of inspraak: wij hadden hier in het donker en zonder verwarming gezeten, terwijl ook het vooruitzicht op een enigszins verwarmd en verlicht onderdak, vanavond, twijfelachtig zou zijn.

Naast deze nog steeds min of meer vanzelfsprekende eisen die wij op het gebied van energie stellen, menen wij dat in een moderne samenleving met een zeer hoge bevolkingsdichtheid uiterst zorgvuldig en bedachtzaam met het aardse milieu dient te worden omgegaan. In de kring van de aardwetenschappers, in Nederland, bestaat echter zorg over de wijze waarop politici en degenen aan wie beleid is toevertrouwd zich tegenover de aardwetenschappen hebben opgesteld en zich veelal nog opstellen. Wij lezen in veel financieel-economische en vooral politieke beschouwingen hoe essentieel de aardgas-opbrengsten wel voor de inkomsten van de schatkist zijn. En wat gebeurt er? Er werd, in de ons achterliggende jaren, aan de opleidingen voor aardwetenschappers in Nederland heel veel gerommeld, er werd geconcentreerd, één gehele opleiding werd gesloten en in een andere werd enige verdere ontwikkeling beknot. - Bij het stellen van prioriteiten, door onbevoegden, waarbij zelfs overleg nog schijnt te ontbreken, dreigt nu ook ons nationale Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie verminkt te voorschijn te moeten komen. - Het lijkt heel veel op het Kerstfeest van de kip met gouden eieren, kortom het voorbeeld van een kortzichtig beleid. - Maar, gelukkig worden binnen de kring van de aardwetenschappers de wel heel grote zorgen nog steeds vertaald in positieve activiteit.

Binnen de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, raadgevend lichaam voor de regering op het gebied der wetenschap, worden de belangen van de aardwetenschappen behartigd door de Sectie Aardkunde, die uit ter zake kundige leden van de Akademie bestaat, en de Commissie voor de Geologische Wetenschappen. Deze ruim

dertig leden tellende Commissie overkoepelt en bundelt de aardwetenschappelijke activiteiten in de wetenschappelijke, overheids- en industriële sfeer. Uit de leden is in 1981 een ad hoc commissie gevormd om te bereiken, en ik citeer, "dat op korte termijn maatregelen worden getroffen die kunnen bewerkstelligen dat de aardwetenschappen in de toekomst adequaat toegepast blijven worden ten dienste van de Nederlandse samenleving", einde citaat¹⁾. - De directeur-generaal van Wetenschapsbeleid heeft zijn instemming met de inhoud van deze nota bevestigd en steunt personeel en financieel de thans in gang zijnde activiteiten van de Commissie.

In Wageningen worden geen geologen of geofysici opgeleid; er wordt hier echter wel aan een betrekkelijk groot aantal studenten onderwijs in de geologie en de mineralogie gegeven. Met deze kennis gaan zij, met hun Wageningse opleiding, het land en de wijde wereld in. Het aantal studenten in geologische vakken die hier speciale aandacht krijgen, is groot. Dat zijn de geomorfologie, de leer van het ontstaan van de vormen aan het aardoppervlak in verband met de geologische bouw, en de door Dr. Nota verzorgde hydrogeologie. De mineralogie wordt door prof. Van der Plas verzorgd. Begrip van de geologische gesteldheid en daarmee voor het landschap is in verschillende Wageningse opleidingen essentieel. Kennis van de aard en de verbreiding van verschillende bodems, bodembehoud, waterhuishouding, verbetering van het bodemprofiel, zijn maar enkele aspecten waar geologische kennis broodnodig is. Van de in Wageningen opgeleide ingenieurs is niet te verwachten dat zij een belangrijke rol in Nederland spelen in de energievoorziening, zoals het zoeken naar en het exploiteren van grondstoffen zoals steenkool, aardolie, aardgas en aardwarmte. Anders ligt het echter waar het vraagstukken van ruimtelijke ordening en bescherming van het natuurlijke milieu betreft. Voor het meedenken over deze problemen is geologisch mee kunnen denken essentieel, al is dat maar vanuit de geringe studiebelasting van een geologisch bijvak. - Vele in Wageningen afgestudeerden vervullen in de ontwikkelingssamenwerking een speerpuntfunctie; kennis van, maar vooral begrip voor geologische facetten van verschillende door Wageningers vervulde functies zie ik als een uitdaging.

Het beheren van aardse grondstoffen en van formaties geschikt om afval in op te bergen, kan niet langer alleen aan nationale regeringen worden overgelaten; erkende supra-nationale instellingen zijn daarvoor nodig. Geologisch geschoolden dienen bij het oplossen van vele wereldproblemen te worden ingeschakeld. Dit impliceert dat geologie reeds op de scholen dient te worden onderwezen en de kwaliteit van het onderwijs in de geologie niet langer afhankelijk mag zijn van de persoonlijke interesse van de aardrijkskunde-leraar. Meer geologisch onderwijs en daarmee bewustwording van het aardse milieu kweekt een electoraat dat van wanten weet, en politici zullen daarmee rekening moeten houden.

Na deze noodkreet uit de beleidssfeer nu dan het tweede deel: een college over een enkel aspect van de geomorfologie, dat ik de titel heb gegeven: Vormen spreken. Ik wil mij daarbij concentreren op de betekenis van processen die tijdens een klein stukje aardgeschiedenis, namelijk het Tertiair en dan nog in het bijzonder het Laat-Tertiair, hebben plaatsgevonden in Europa, Afrika en Australië. - Verschillende van U hebben de collegebanken al enige tijd geleden verlaten en, zonder U ook maar enigermate te willen onderschatten wat Uw kennis en/of geheugen betreft, breng ik enkele namen uit de geologisch jongste geschiedenis in Uw herinnering.

Het Kwartair beslaat de laatste 2,5 à 3 miljoen jaar; van het Tertiair komen vanmiddag alleen het Mioceen en Pliocceen ter sprake.

Tegelijkertijd noem ik enkele zeer verschillende punten, als een inhoudsopgave, waar dit college zich op zal concentreren. Dat zijn dan allereerst de Tertiair-kwartsieten, internationaal bekend onder de naam van silcrettes, en daarna een geomorfologisch aspect van de Ardennen als voorbeeld van een Europees middegebergte. Vervolgens komen de eilandbergen, met de nadruk op granietbergen, ter sprake, waarna ik nog Uw aandacht hoop te hebben kunnen vasthouden voor enkele wel essentiële details van die eilandbergen. Het is echter de klimaatsverandering gedurende het Laat-Tertiair die vanmiddag de hoofdrol speelt.

Uit deze paragrafen wil ik dan een aldus mentaal geprepareerde conclusie destilleren, die zich hopelijk straks, met behulp van een L.H.-destillaat, zal laten verwerken.

Tertiair-kwartsiet, silcrete.

Over het meest zuidelijke deel van Zuid-Limburg is van de hand van de bodemkundige Van den Broek en de geoloog Van der Waals in 1967 een belangrijke studie verschenen²⁾. Uit de genoemde studie licht ik een ogenschijnlijk detail, de tertiair-kwartsieten. Ik neem U mee naar een zandgroeve in Zuid-Limburg. Onderin wit zand, het miocene zilverzand, daarop het zojuist genoemde kwartsiet-niveau, en daarop weer de kwartaire, grindrijke Maas-terras-afzettingen. - Bovenin het zilverzandpakket komen metersgrote blokken zandsteen voor die qua mineralogische samenstelling tot de miocene zanden behoren, maar die zich slechts onderscheiden doordat in die blokken de zandkorrels door kiezelzuur zijn aaneengekit. Vandaar dat deze stenen ook wel kwartsiet worden genoemd. De verkiezeling moet uiteraard hebben plaatsgevonden ná de afzetting van het zand, maar vóór de afzetting van het erop liggende Maasgrind, omdat daar geen sporen van verkiezeling in voorkomen. Dus tijdens het Laat-Mioceen en/of Pliocéen, d.w.z. in het Laat-Tertiair. - Maar onder welke klimaatsomstandigheden is dit gebeurd? De zilverzanden zijn afzettingen van een strand en een ondiep-marien³⁾ en de terras-afzettingen van een fluviaal milieu. Uit onderzoek van materiaal uit boringen en groeven in Limburg⁴⁾ en de aangrenzende Benedenrijnse Laagvlakte⁵⁾ naar fossiele stuifmeelkorrels uit lagen die met de miocene zilverzanden afwisselen, blijkt dat er toen hier een warm-vochtig, subtropisch klimaat heeft geheerst. In de loop van het daarna volgende Pliocéen is het klimaat meer semi-aride geworden, soms afgewisseld met meer humide tijden. - In het Zuidlimburgse landschap, b.v. tussen Epen en Vaals, worden hier en daar blokken van verkieselde zandsteen aangetroffen. Dit is ook het geval in België, Frankrijk en in de heuvelgebieden van Zuid-Engeland.

Bij de bouw van de megalithische monumenten van Stonehenge en Avebury is, naast keien van een meer problematische herkomst, ook veelvuldig gebruik gemaakt van dergelijke verkieselde blokken. Maar dit terzijde. Tijdens het warm-tropische tot subtropische klimaat waren de omstandigheden gunstig voor het oplossen van kiezelzuur. In het droge deel van het jaar, wanneer verdamping de neerslag sterk overtreft, migreert het kiezelzuurrijke bodemvocht capillair naar hogere niveaus.

Zo heeft zich dicht onder de oppervlakte een kiezelkorst of silcrete kunnen vormen⁶⁾. Silcretes komen in verschillende vormen voor. In het veld kan zo'n silcrete als een relatief resistente laag geomorfologisch een belangrijke rol spelen. Het voorkomen van plateaus langs de Australische oostkust⁷⁾ is gebonden aan het voorkomen over grote oppervlakken van silcrete-platen. - In silcretes komt soms een matrix van opaal of chalcedoon voor. De tafelbergen in en rond de opaalstad Coober Pedy, in South Australia, worden door het voorkomen van zulke resistente silcrete-lagen bepaald.

De Ardennen.

Landschappelijk vormen de Belgische en Luxemburgse Ardennen, in de ondergrond sterk geplooiden formaties, een betrekkelijk hoog gelegen zwak golvend plateau met scherp en diep ingesneden dalen. - Het Ardennengebergte heeft, kort na de plooiing en opheffing, de gebergtevorming dus, en de daarmee beginnende eerste afvlakking in het Perm, ruim tweehonderd miljoen jaar lang, onder tropische, veelal humide omstandigheden, een dichte vegetatie gedragen. Er heeft zich toen een dik verweringsdek gevormd totdat in het Laat-Tertiair, ruwweg op de grens Mioceen - Pliocene het klimaat meer semi-aride werd. Dit betekende dat onder het toen dunner wordende vegetatiedek door de, zij het weinig optredende, slagregens over grote oppervlakken, op enkele kleine gebieden na, de dikke, rode tropische bodems werden geërodeerd. Door sterke laterale erosie trad een afvlakking op. De hoogvlakte werd uiteindelijk tot het zwak golvende plateau zoals we dat nu kennen. En dit is het genetische beeld zoals ons dat o.m. uit de onderzoeken, in de vijftiger jaren, door Gullentops⁸⁾ in de Belgische en door Piket⁹⁾ in de Limburgse Ardennen, duidelijk is geworden. Daarna vond een sterke en snelle opheffing van Sauerland, Eifel en Ardennen plaats wat resulteerde in een diepe insnijding en dat zijn de dalen. - De grens tussen plateau en dal wordt daar gevormd door een knik in de dalwand. Deze grens wordt gemarkeerd door het verschil in bodemgebruik: akkers en grasland op het plateau en bos op de steile dalhellingen.

De eilandbergen.

Na aspecten van de geomorfologische ontwikkeling van enkele gebieden tegen de achtergrond van de klimaatsveranderingen gedurende het Tertiair en vooral het Laat-Tertiair in enkele Europese gebieden zeer in het kort te hebben belicht, richten we nu de blik naar gebieden met een totaal verschillende geologische bouw, de eilandbergen n.l. *granietmassieven*. Ik wil dit doen aan de hand van voorbeelden uit Oost-Afrika en Australië alsmede uit ons excursiegebied Zuid-Engeland. Deze objecten liggen thans in verschillende klimaatzones, en staan in directe relatie tot ons onderzoek door promovendi binnen de Wageningse geologie-groep. Ik moet mij daarbij beperken tot enkele vormen die spreken.

De rijke verscheidenheid van vormen die eilandbergen kunnen vertonen, herinnert mij aan de diepzinnige uitspraak van de Engelse petrooloog Read "there are granites and granites", in een voordracht over de wijze van ontstaan van graniet. Immers, een groot aantal van de eilandbergen bestaan uit graniet. In de geomorfologie van granietgebieden blijkt het niet anders te zijn. Het feit dat graniet, door kristallisatie, op x-duizend meter diepte gevormd is, impliceert dat in gebieden waar graniet nu aan de oppervlakte voorkomt, een minstens even zoveel meters dik gesteente-pakket moet zijn geërodeerd.

Waar granietbergen als eilanden uit de vlakte oprijzen is vroeger wel de vergelijking gemaakt met een rotseiland in zee. De Duitse onderzoeker Bornhardt heeft hier de naam Inselberg voor gebezigd, een term die in de internationale literatuur is overgenomen. Het gaat hier om bergen die zich in een bepaalde fase van evolutie aan ons voordoen en waarbij de geomorfologie zich tot taak stelt te filosoferen hoe deze bergen er in verschillende fasen van het geologisch verleden hebben uitgezien en hoe de vormen van deze bergen zich in de geologische toekomst zullen ontwikkelen. De vormen van de bergen zijn het resultaat van verschillende processen, die op hun beurt in verband staan met de klimaatsveranderingen tijdens het Tertiair.

In granietbergen komen altijd wel barsten, diaklazen genoemd, voor. Er zijn bergen waar in hoofdzaak verticale, andere waar in hoofdzaak horizontale diaklazen en weer andere waar beide systemen voorkomen. - De diaklazen zijn het resultaat van spanningen in het granietlichaam. De

aard en de mate waarin diaklazen voorkomen spelen een belangrijke rol in de evolutie van de vorm van het granietlichaam. Nu moet ik wel stellen dat het voorkomen van diaklazen niet uitsluitend is voorbehouden aan granieten. Ook in andere dieptegesteenten en zelfs in sedimentaire gesteenten komen diaklazen voor. Ik doel hier op de arkosen van de grootste monoliet op aarde, Ayers Rock, en de conglomeraten van de Olga Mountains in Centraal Australië.

Diaklazen zijn dus een uiting van spanningen; U en ik zouden tegenwoordig van stress spreken. Maar we gaan weer terug naar de natuur. Vroeger was men van mening dat spanningen in een granietlichaam uitsluitend het gevolg waren van inkrimping tijdens het afkoelingsproces. Maar nu gaan onze gedachten ook uit naar spanningen die in een geologisch veel later stadium op en in het granietlichaam optreden. Continenten verplaatsen zich niet spanningsloos over duizenden kilometers langs de oppervlakte van de aarde¹¹).

Naast deze regionale diaklaas-systemen, die zich uiteraard over grote gebieden kunnen uitstrekken, kunnen in granieten ook diaklazen zijn ontstaan als een gevolg van het wegnemen van de druk van het dak op het granietlichaam door erosie. Het gevolg van deze last-vermindering is, dat de graniet wel wil opveren; wanneer de interne spanningen nu de elasticiteit van het gesteente overtreffen, zullen er, zeker in het ondiepe deel van het granietlichaam, diaklazen, min of meer evenwijdig aan de toentertijd aanwezige oppervlakte, ontstaan.

Naast deze fysische interpretatie van diaklazen wil ik nu de faktor klimaat een belangrijke rol toekennen. Vóór het Laat-Tertiair heeft over grote delen, zo niet de gehele aarde, als een gevolg van een andere ligging van de polen, gedurende lange tijd een tropisch-humide klimaat geheerst. We spraken reeds over tweehonderd miljoen jaar.

Door de dichte begroeiing met de vorming van humuszuren, hydrolyse en oxydatie van organische stof vond een naar de diepte voortschrijdende sterke chemische verwerking plaats. De verweerde gesteentelaag, rotted rock genoemd, maakte tezamen met de dichte begroeiing, zeker in een gebied met weinig reliëf, dat de erosie door rivieren een weinig belangrijke rol speelde en er werd dus weinig materiaal afgevoerd. Maar, bij een verandering van het klimaat naar meer tropisch aride of semi-aride, waren de omstandigheden voor de afvoer van het verweerde

granietgruis gunstig. En wat ik tot nu toe over graniet heb gezegd geldt ook voor gesteenten met een veelal soortgelijke mineralogische samenstelling zoals gneis, migmatiet en dergelijke, gesteenten die eveneens op grote diepte in de aardkorst zijn ontstaan.

De, weliswaar niet enige, verklaring voor de ontwikkeling van het torverschijnsel is de z.g. twee-fasentheorie van Linton¹⁰⁾: onder warm-humide omstandigheden, dus met vegetatie en het optreden van hydrolyse en oxydatie in de grond, dringt een chemisch agressief bodemvocht langs de diaklazen het gesteente binnen. Van de diaklazen uit vindt chemische verwerking, dus omzetting van verschillende mineralen plaats. Er ontstaan kernstenen, "core-stones", keien van nog frisse graniet, door een scherp contact begrensd, in een verweerde massa. Krijgt het klimaat nu een meer semi-aride karakter, dan zal het verweerde granitische gesteentegruis worden weggevoerd en er blijft een opeenstapeling van frisse granietblokken over. Twee processen van een totaal verschillend karakter spelen hier dus de hoofdrol. - Onder tropisch-humide omstandigheden wordt de veldspaat in de graniet in een klei-rijk materiaal omgezet en kan later worden verspoeld. Komen de frisse kernstenen eenmaal aan de oppervlakte dan houdt de chemische verwerking daar praktisch op. Verwerking van het frisse gesteente, aan de lucht, nu en dan door regen nat, maar onder een tropisch of subtropisch zonnetje ook snel weer droog, is nu verder van een vrijwel uitsluitend fysisch karakter. In graniet-massieven, in Devon en Cornwall, in Zuidwest-Engeland, komen op de toppen en in de flanken opeenstapelingen voor van grote granietkeien, de zogenaamde tors¹⁰⁾. Het woord tor is een waarschijnlijk keltisch woord dat door de bewoners van Zuidwest-Engeland voor deze natuurlijke bouwsels van keien werd gebruikt. - Als tijdstip van de erosie van de klei wordt, zeker in de Zuidwest-Engelse voorbeelden, algemeen het Tertiair aangemerkt. Immers, toen zijn b.v. in het bekken van Bovey Tracey, aan de voet van het Dartmoor-massief, de waardevolle kleien afgezet, die later als grondstof voor ons Delfts Blauw hebben gediend. Naburige granietlichamen, zoals dat van St. Austell, leverden op soortgelijke wijze de kleien voor de keramische industrie van Wedgwood op. Dit slechts terzijde, maar aardig om te weten.

De grootste eilandbergen worden als bornhardts aangeduid. Door de Duitse Afrika-onderzoeker Bornhardt beschreven koepelvormige eiland-

bergen zijn naar hem genoemd. De diaklazen in de frisse graniet komen daar voor op 2 tot 30 m afstand van elkaar. In de gebieden naast de bornhardts komen de diaklazen veelal op afstanden van slechts enkele decimeters tot één meter voor. Rondom de eilandbergen is de graniet, door het voorkomen van een dicht net van diaklazen, veelal sterk en diep verweerd, soms tot 40 à 50 m onder de oppervlakte¹¹).

Details van de eilandbergen.

In de helling van een eilandberg komt soms een knik voor. Op het niveau van die knik heeft vroeger in de geologische geschiedenis het landoppervlak gelegen. Daar bevond zich het grensvlak tussen de kale graniet en de vlakte rondom de berg. De graniet duikt daar onder de vlakte weg. - Komen er nu verschillende van dergelijke knikken boven elkaar in de berghelling voor, dan vertegenwoordigen deze knikken even zovele verschillende niveaus van het landoppervlak. Een knik stelt een afwisseling voor van een stilstand, gevolgd door een tijd van erosie. - De hellingsknikken kunnen dan worden vertaald in klimaatswisselingen van tropisch-humide naar semi-aride omstandigheden.

De aard en de mate waarin diaklazen voorkomen, spelen een belangrijke rol in de evolutie van de vorm van het granietlichaam. Daartoe eerst enkele woorden over de verschillende wijzen van ontstaan van de diaklazen.

Naast de betrekkelijk grootschalige vorming van bornhardts en tors bij de eilandbergen verdient een kleinschaliger verschijnsel onze bijzondere aandacht: de overhangende concave helling¹¹). Als onderdeel van de begeleiding van een promotie-onderzoek in Oost-Afrika heb ik de gelegenheid aangegrepen om onder meer verschijnselen als deze met Dr. Twidale uit Adelaide als gids in een deel van Australië in het veld te bestuderen en te bediscussiëren. Concave hellingen komen in het Eyre Peninsula, in South Australia, tot vijftien meter hoog veelvuldig in de hellingen van bornhardts voor. Het betreft hier ontsluitingen in fris, niet verweerd gesteente. Evenals bij de knik in de helling van de bornhardt wordt de schouder van de overhangende helling als het niveau van het vroegere contact tussen de eilandberg en de omgevende vlakte gein-

terpreteerd. Langs dit contact is de mate van chemische verwerking sterker omdat door het van de kale eilandberg afstromende regenwater de grond aan de voet extra vochtig wordt gehouden. Dit feit is door Pannekoek¹²⁾ wel met een oudhollands huismiddel, het Priessnitzverband, vergeleken: d.w.z. vochtig en warm houden en lekker laten broeien. De tegenwoordige studenten kennen dit middel niet meer.

Bij een meer aride worden van het klimaat vond wederom erosie van de oppervlakte plaats. - Nu zijn er ook overhangende hellingen waarin twee of meer van dergelijke schouders voorkomen. Hier moet dan, in de lijn van de bornhardtts doordenkend, niet meer aan één geomorfologische cyclus van ondergrondse verwerking, opheffing en erosie, maar aan een multicyclische ontwikkeling worden gedacht. De morfologie van deze hellingen kan aldus in een of meer klimaat-wisselingen worden vertaald. Twidale plaatst de ontwikkeling van de overhangende hellingen in het Tertiair dan wel op de overgang van Tertiair naar Kwartair.

Een spectaculair beeld, tenslotte nog, roepen de z.g. tafoni op, ook beschouwd als resultaat van ondergrond-verwerking, maar waarbij soms niet meer dan een schil van een granietblok is gespaard gebleven. Onderzoekingen van Klaer en Waschbisch wijzen hier echter ook op de effecten van eolisch transport van zoutstof. De Centraal-Australische voorbeelden vinden veel steun hiervoor door het veelvuldig voorkomen van zoutmeren.

U zoudt zich af kunnen vragen waarom de genoemde voorbeelden van diepe verwerking zo veelvuldig betrekking hadden op Australië, en in dat geval voorkomen in gebieden die tot het geologisch oudste gedeelte van dat continent, het Oude kristallijne Schild, behoren. Als oorzaak zou kunnen worden genoemd dat na het openbreken van het oude Gondwanacontinent, in het Mesozoïcum, het Australische continent lange tijd in de zone van de humide tropen heeft gelegen, met als gevolg een diepgaande chemische verwerking. De verplaatsing bij de continentverschuiving bracht Australië in de zone van de subtropische aride en semi-aride zone, resulterend in de Grote Erosie.

Samenvattend, is het mijn bedoeling geweest slechts enkele, zeer verschillende, geologische verschijnselen en vormen tegen de achtergrond van klimaatsveranderingen in het Tertiair, en veelal in het Laat-Tertiair,

voor U te laten spreken. We hebben gezien het optreden van de kwartsietblokken in een groeve in Zuid-Limburg, de processen die zich op de Ardennen-hoogvlakte hebben afgespeeld, het uitprepareren van de verschillende eilandbergen en daarna de voorbeelden van ondergrondsvewering in Australië. - Een en ander zou een gevolg kunnen zijn van het opschuiven van droge klimaatszones, aride en semi-aride, in de richting van de equator ten koste van het tropische regenwoud. Het Laat-Tertiair kan worden gezien als de dageraad van het ijstijdvak. - De achter ons liggende twintig jaren hebben ons in de Sahel b.v. geconfronteerd met een soortgelijk verschijnsel, waar dan nog het effect van de activiteiten van de mens op werd gesuperponeerd. De studie van het Tertiair, en van het Laat-Tertiair in het bijzonder, wordt er angstwekkend actueel door.

Mijnheer de Rector,

Ik zou in mijn activiteiten met bijbehorende verplaatsingen wel zijn gehinderd indien ik met behulp van een prikklok mijn geregelde aanwezigheid op de Afdeling had moeten registreren.

Beste studenten en pas afgestudeerde Wageningers,

Ik meen wel begrip te hebben voor de moeilijke positie waarin enkelen van U zich bevinden. U bent de studie begonnen met de bedoeling iets te worden en iets te zijn. Houdt U daarbij voor ogen dat U veel in eigen hand hebt. Ik haal daarbij het gezegde aan: "Every job is a self-portrait of the person who did it".

Geachte aanwezigen,

Ik prijs mij gelukkig een voor mij belangrijke leermeester, eerst bij de Geologische Dienst in Haarlem en later in de Rijksuniversiteit Leiden, professor Pannekoek, onder de hier aanwezigen te kunnen noemen. - Maar de wetenschap gaat door.

In het begin van mijn rede sprak ik mijn tevredenheid erover uit dat in de vervulling van mijn vacature is voorzien. Het estafette-stokje kan worden doorgegeven. Graag wil ik mijn opvolger, professor Kroonenberg, zeer van harte veel succes en genoegen toewensen in deze fijne en dankbare baan. - Ik dank U voor Uw aandacht.

Aangehaalde literatuur

- 1) Voorstel aan het Dagelijks Bestuur van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (K.N.A.W.), van de Commissie voor de Geologische Wetenschappen van de K.N.A.W., betreffende de instelling door de Minister van Wetenschapsbeleid van een Verkenningcommissie voor de Aardwetenschappen, 23 februari 1981.
- 2) Broek, J.M.M. van den & L. van der Waals (1967): The Late Tertiary Penepain of South Limburg (The Netherlands; silicifications and fossil soils; a geological and pedological investigation. - Geol. en Mijnb., 46, 318-332.
- 3) Jong, J.D. de & L. van der Waals (1971): Depositional environment and weathering phenomena of the white Miocene sands of southern Limburg (The Netherlands). - In: Sedimentology (Ed. J.D. de Jong), Geol. en Mijnb., 50, 417-424.
- 4) Muller, J.E. (1943) - Sedimentpetrologie van het dekgebergte in Limburg. - Med. Geol. St., Ser. C-II-2, no. 2.
- 5) Quitzow, H.W. (1953) - Ueber das geologische Alter der jüngeren Braunkohlenablagerungen und den stratigraphischen Wert pflanzlicher Reste. - Zeitschr. deu. geol. Ges., 104, 354-378.
- 6) Goudie, Andrew (1973): Duricrusts in tropical and subtropical landscapes. - Clarendon Press, Oxford.
- 7) Young, R.W. (1978): Silcrete in a humid landscape: The Shoalhaven Valley and adjacent plains of southern New South Wales. In: Silcrete in Australia (Ed. Trevor Langford - Smith), Dept. Geogr. Un. New England, 195-207.
- 8) Gullentops, F. (1957): Contributions à la chronologie du Pléistocène et des formes du relief en Belgique. Louvain.
- 9) Piket, J.J.C. (1960): Het Oeslinglandschap rondom Hosingen; proeve van een geomorfologische interpretatie. Proefschr. Utrecht.
- 10) Linton, D.L. (1955): The problem of tors. - Geogr. J. 121, 470-487.
- 11) Twidale, C.R. (1982): Granite landforms - Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- 12) Pannekoek, A.J. (1967): De voetvlaktes der gebergten - Natuurk. Voordrachten, Nwe Reeks No. 45, 1-8.

- 13) Klaer, Wendelin & Rudolf Waschbisch (1981): Neuere Erkenntnisse über den Prozess der Tafoniverwitterung - Festschrift für Felix Monheim zum 65. Geburtstag. Geogr. Inst. RWTH Aachen, 67-79.