

In het spoor van Hutton – op zoek naar discordanties in Schotland

Dr. Anne Rutger Fortuin

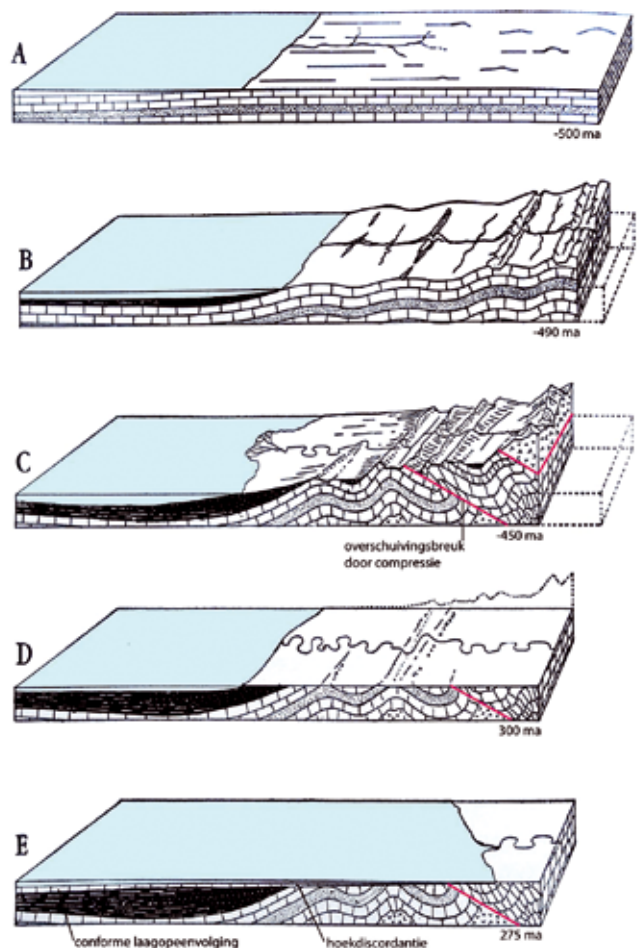
Afdeling Sedimentologie, Faculteit voor Aard-en Levenswetenschappen, Vrije Universiteit, Amsterdam

Jaren geleden, tijdens een van mijn eerste eerstejaarscolleges Historische Geologie, projecteerde de professor (het was G.H.R. von Koenigswald) een plaatje met een aantal blokdiagrammen (Afb. 1). Bij de uitleg daarvan realiseerde ik me voor het eerst hoe reliëfvorming, erosie en sedimentatie de aarde vormgeven. Maar wat een eindeloze hoeveelheid tijd moest daarvoor nodig zijn! Ik ben het plaatje nooit helemaal vergeten. Pas later kwam ik erachter dat degene die deze cyclus voor het eerst bevroedde de Schot James Hutton (1726–1797) was. Deze bijdrage is gewijd aan deze ontdekker van 'deep time', zoals dergelijke enorme tijdsverlopen tegenwoordig wel geduid worden in de literatuur. Als grondlegger van de fundamenteën van de stratigrafie is de voor hem ook wel gebruikte benaming 'Vader van de Geologie' geheel terecht, ook al was Hutton niet de enige grote pionier die de geologie tot een belangrijke tak van de natuurwetenschappen hielp verheffen.

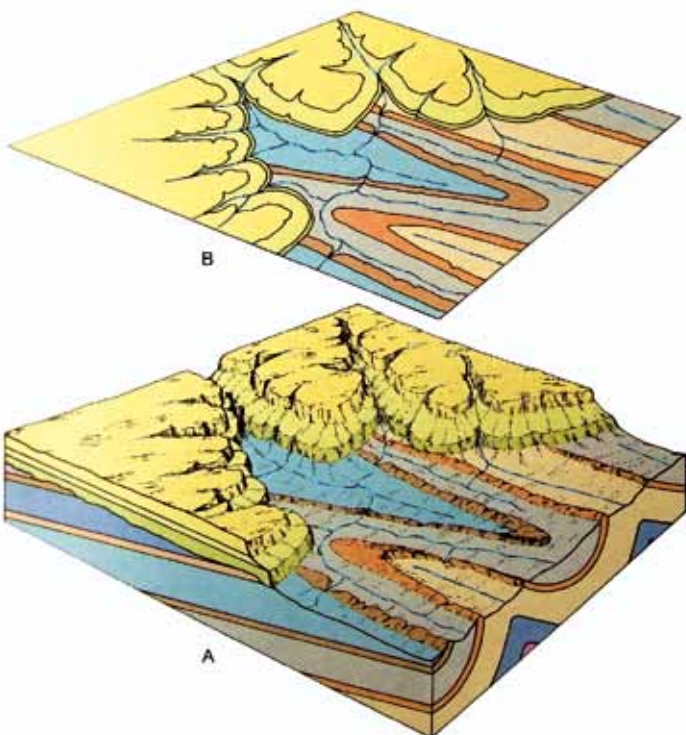
Het idee voor deze bijdrage ontstond als gevolg van een recente vakantiereis naar Noord-Engeland en Schotland. Naast het gewoon kunnen genieten van alle landschappelijke en culturele rijkdom daar bood zich de gelegenheid aan om enkele van de door Hutton beschreven locaties te bezoeken. Over Hutton en zijn werk is uiteraard veel geschreven, waarbij Repchecks boek 'The Man who found Time' een aanrader is voor de geïnteresseerde leek. Door zijn oorspronkelijke werk erbij te betrekken, hoop ik de lezer te kunnen meevoeren naar zijn beleving van

Afb. 1. Blokdiagram dat schematisch de ontwikkelingsgang van een gebied door de tijd toont. Rechts onder elk diagram geeft een getal (in Ma = miljoen jaar) aan in welk (willekeurig gekozen) tijdverloop we ons dit voor moeten stellen. Vanuit situatie A, die van een groot laaglandgebied met een beginnend rivierstelsel, begint in stadium B gebergtevorming (druk van rechts). De gebergtevorming gaat door en door kortstverkorting ontstaan overschuivende breuken (in rood). Daarbij zijn granieten vanuit de diepere ondergrond over jonger gesteente heen geschoven (C). De stippellijntjes geven de mate van korstverkorting aan. Het gebergte wordt blootgesteld aan erosie en afbraak, een rivierstelsel voert het sediment af naar zee, waar een rivierdelta zich in zee uitbouwt (C). Het proces van afbraak gaat net zolang door tot er weinig reliëf meer over is (D), maar er is inmiddels een dikke stapel sediment in zee afgezet. Wat eens berg was ligt nu als zand en klei in zee. De dikke sedimentlast in zee laat de korst langzaam dalen en bij afnemende sedimentaanvoer dringt de zee diep het voormalige landgebied binnen (E). Dit jongste mariene sediment ligt met een hoekdiscordantie op de veel oudere, afgesleten ondergrond, terwijl verderop in zee, waar de korst in al die tijd niet vervormd raakte, een normale, 'concordante' laagopeenvolging is, dus zonder noemenswaardig tijdshiaat. Naar C.O. Dunbar, *Historical Geology*, 6e dr., 1956.

enkele van Schotlands geologische bijzonderheden. Dat Hutton een beroemde Schot is geworden, blijkt wel uit het feit dat hij nu zo gepromoot wordt dat je bij de VVV-kantoren van een beetje Schotse plaats (en ook met een beetje geluk) een folder kunt aantreffen genaamd 'The Scottish Borders James Hutton Trail'. Deze service maakt het voor iedere geïnteresseerde mogelijk om in elk geval zijn meest beroemde ontsluitingen in Zuidoost-Schotland te bekijken.



Het kunnen denken in verandering door de tijd heen – oftewel vierdimensionaal denken – is een belangrijk aspect van de geologie. Jaren later – zelf docent geworden – trof ik de bewuste blokdiagrammen (afb. 1) aan in een inmiddels flink verouderd boek over Historische Geologie (Dunbar and Rodgers, 6e druk, 1956; figuur 3, hierbij aangepast). Als je deze blokdiagrammen bekijkt met de blik van nu valt er het nodige op aan te merken. Zo blijft bijvoorbeeld de positie van de kust tijdens gebergtevorming en plooiing echt niet op vrijwel dezelfde plek liggen. Maar dat hindert niet, de bedoeling is duidelijk: je ziet goed dat er iets wezenlijks verandert van blokdiagram A naar E. De zee, die heerste tijdens afbeelding A, kan pas weer haar door de gebergtevorming verloren terrein innemen als de opgeduwde en geplooiide bergen zijn afgebroken en door de kracht van de branding ook nog eens verder zijn afgevlakt. Wat eens berg was, is nu zand en klei ergens in zee. Miljoenen jaren zijn inmiddels gepasseerd tussen A en E. Het contactvlak tussen de lagen afgezet voor de plooiing en erna (afb. 1E) noemen we een hoekdiscordantie en markeert dus een groot tijdsverloop. Verderop in zee, waar de sedimentatie gewoon door kon gaan, is geen hiaat en daar is, zoals dat heet, een concordante laagopvolging. Er blijken met andere woorden belangrijke tijdvlakken in de sedimentaire opeenvolging van een afzettingenbekken te bestaan. Een voor terreinoefening ontworpen blokdiagram (Afb. 2) laat duidelijk zien hoe een hoekdiscordantie door geplooid terrein kan verlopen.



Afb. 2. Blokdiagram met een hoekdiscordantie tussen de geplooiide ondergrond (blauw-bruin gekleurde formaties) en jongere eenheden in groene tinten. Diagram A toont de werkelijke situatie en B de weergave als op een geologische kaart. Naar Hamblin & Howard, *Exercises in Physical Geology*.

Een jonge Aarde?

Dankzij de moderne geologische tijdschaal en vele technieken en methodes weten we veel over tijdsverlopen die met afbraak en sedimentatie gemoeid zijn. Hoe anders was het in de begintijd van de geologie. De pioniers moesten met vallen en opstaan (lees: met het bedenken en vaak weer verwerpen van hun denkbeelden) zien te doorgronden wat Aarde ons over haar ontstaan en ontwikkeling vertelt. Hoe briljant is dus die onderzoeker die als eerste begrijpt wat hij of zij ziet en, in het geval van Hutton, ook nog het geweldige tijdsverloop doorgrondt dat

met aardse processen gemoeid kan zijn. Nog meer bewondering verdient zo'n persoon als deze tegen de geest van zijn tijd in de geobserveerde feiten en hun betekenis bekend wil maken. Zo durfde Copernicus zijn waarnemingen dat de zon en niet de Aarde het centrum van het heelal is pas te publiceren toen hij zijn einde voelde naderen. Hij wist dat het om een halszaak ging. Zo erg was het in de 18e eeuw, de tijd van de Verlichting, gelukkig niet meer, want naar die tijd gaan we. Wel liet Hutton zich liever maar niet in het openbaar uit over zijn geloofsopvattingen. Volgens zijn biografen was hij zeker geen ongelovige, eerder een Deïst.

De Schot James Hutton (afb. 3) was dus een onafhankelijke geest. Want het is niet niks om in een tijd, waarin het letterlijke Bijbelgeloof in een jonge schepping in slechts zeven dagen nog vrijwel onaangetast was, het aan te durven om nieuwe geologi-



Afb. 3. Hutton, zoals afgebeeld in een spotprent uit 1787. Hutton staat met zijn geologenhamer gereed om een stuk graniet af te hakken, waarin hij tot zijn schrik ineens de gezichten van zijn tegenstanders ziet.

sche inzichten te ontwikkelen. Inzichten die niet alleen in strijd waren met de leer van de kerk, maar ook met toen populaire, 'moderne' opvattingen over het ontstaan van de Aarde. Een succesvolle verkondiger van dat inzicht was Abraham Gottlob Werner van de Bergakademie in Freiberg bij Dresden. Deze welbespraakte docent droeg het standpunt uit dat graniet het oergesteente is ('het Primitieve'), neergeslagen uit een voorwereldlijke oeroceaan. De sedimenten daarboven waren ook uit een krimpende zee neergeslagen en vulkanisme had met brandende steenkool te maken. Ook Goethe hing Werners theorie aan.

Zoals alleen sommige 'hardcore' creationisten nog vasthouden aan een aarde die zo'n 6000 jaar geleden werd geschapen, zo onwrikbaar was die opvatting nog in de late 18e eeuw. Dit inzicht stond in de kantlijn van de Anglicaanse huisbijbels vermeld op gezag van bisschop James Ussher, een groot kenner van de Heilige Schrift. Ussher baseerde zich op het uiterst scrupuleus natrekken en interpreteren van alle genealogische gegevens over de stamvaders in het Oude Testament. Zijn berekening kwam uit op een eerste scheppingsdag van 23 oktober in het jaar 4004 voor Christus. En Hutton? Hij had inmiddels het nodige gezien, wilde logische verklaringen en gebruikte kortom zijn scherpe geest en zijn geologenhamer. "*Mente et Malleo*" dus, niet voor niets de wapenspreuk van de geoloog.

James Hutton

Voor de lezers die niet zo op de hoogte zijn van Huttons leven en werk volgt hieronder een overzicht. Velen kennen tenminste zijn in 1788 in druk verschenen en beroemd geworden uitspraak

“dat er noch iets resteert van een eerste begin van de aarde (hij kon daarover niets vinden in Schotland), noch iets wijst op een naderend eind”. Al kent de wetenschappelijke wereld Hutton vooral als de grondlegger van het zogenaamde actualiteitsbeginsel (“het heden is de sleutel tot het verleden”, oftewel de natuurwetten gelden nu en toen), zijn ontdekking en beschrijving van hoekdiscordanties en de relaties tussen stollingsgesteente en sediment spreken velen – en zeker ook ondergetekende – het meest aan.

James Hutton, geboren in Edinburgh uit niet onbemiddelde ouders, geniet daar een brede opleiding in de natuurwetenschappelijke inzichten van die tijd. Pas daarna begint zijn echte studie. Eerst een jaar in Parijs (chemie en medicijnen) en dan in Leiden, waar de medicijnenstudie, vrij kort na Boerhaave's dood, nog altijd tot de wereldtop behoort. Daar behaalt hij in 1749 zijn doctorstitel in de medicijnen. Geneesheer worden trekt hem echter niet. Dat is ook niet nodig, want hij bezit al een bescheiden landgoed met boerderij ('Slighhouses') in Berwickshire, hem nagelaten door zijn jong overleden vader. Hij ontwikkelt en past daar moderne landbouwmethoden toe en wordt ook partner in een door een vriend opgezet chemisch bedrijfje. Zonder geldzorgen krijgt Hutton de vrijheid om zich verder in allerlei aspecten van de natuurwetenschappen en landbouwmethoden te ontwikkelen, waaronder dus ook gesteente- en mineralenkennis. Het is een gestudeerd en opmerkelijk man, die tijdens vele reizen vooral aandacht ontwikkelt voor landbouw en de grond daaronder. Zo is het geen geheim voor hem dat vruchtbare grond bij regen in de rivier kan verdwijnen en zo in zee terecht komt. De ondergrond in Berwickshire is maar matig ontsloten, maar bestaat o.a. uit mariene Silurafzettingen, iets wat hem niet ontging. Zijn boerderij lag niet zo ver van de kust, waar de prachtige kliffen van St. Abbs Head in Silurische grauwwackes (Hutton noemde dit 'alpine schistus') hem bekend waren (afb. 4).

In 1764 maakt Hutton voor het eerst kennis met de Schotse Hooglanden. Hij vergezelt een vriend die zijn mineralogische kennis goed kan gebruiken om zo beter de waarde van door de staat geannexeerde landgoederen te bepalen. In 1767 vestigt hij zich definitief in het dan in wetenschappelijk opzicht bloeiende Edinburgh en woont daar een huis samen met drie zussen (Hutton zou altijd ongehuwd blijven). De vrijgezel Hutton is een aangenaam mens in de omgang en wordt een algemeen

gewaardeerd lid van zijn wetenschappelijke genootschap. Langzaam maar zeker verwerft hij de geologische inzichten die hem tot formulering van een 'theory of the earth' zullen voeren. Onder de titel "Concerning the Systems of the Earth, its Duration and Stability", presenteert hij in 1785 deze inzichten voor het plaatselijke wetenschappelijke genootschap. Pas in 1788 worden deze gepubliceerd als 'Theory of the Earth'. Hutton is tot het inzicht gekomen dat we te maken hebben met een oude Aarde, waarvan de korst veel tijd nodig heeft om bergen te vormen en dat deze door erosie geheel afgebroken kunnen worden. Daarbij komt het slib uiteindelijk op de zeebodem terecht en vormt daar dikke pakketten die onder grote druk verharderen. Warmte uit de Aarde zorgt voor de gebergtevormende bewegingen en is ook de bron van stollingsgesteenten. Zo moet er een schier eindeloze cyclus bestaan van 'opgaan blinken en verzinken'. De toehoorders zijn verbluft. Een zo oude Aarde, niet te geloven! Onder het gehoor zit ook de 27-jarige John Playfair, een als dominee begonnen, uiterst begenadigd wiskundige, die later beroemd zal worden om zijn kennis van de euclidische meetkunde en nog weer later de trouwste vriend van Hutton zal blijken te zijn. Ook Playfair is vooralsnog sceptisch.

Het valt op dat Hutton pas na het verkrijgen van deze inzichten gericht op zoek gaat naar die waarnemingen die zijn gelijk zullen bevestigen. Vermoedelijk maakte zijn gehoor hem duidelijk dat hij zonder harde bewijzen weinig navolgers voor zijn ideeën zou krijgen. Volgens zijn latere biograaf Playfair speelde vooral mee dat Hutton zelf ook keiharde gegevens wilde, het liefst in meervoud. Zo reist hij in 1787 (Hutton is dan 61 jaar) naar het eiland Arran in gezelschap van vriend John Clerk, die naast een kundig tekenaar ook een goede discussiepartner is. We weten van deze en diverse andere reizen het nodige, omdat ze beschreven worden in het derde deel van zijn definitieve 'Theory of the Earth'. De eerste twee delen van de 'Theory' verschenen pas in 1795, twee jaar voor zijn dood. Het derde deel kwam jammer genoeg niet op tijd gereed voor publicatie. Dat manuscript is pas een eeuw later (1899) na de nodige omzwervingen, zonder de al deels gemaakte afbeeldingen, maar met verklaarende notities door Sir Archibald Geikie, door de Geological Society of London uitgegeven. Het is een zeldzaam boek dat echter de tekeningen die erbij hoorden moest missen; die waren

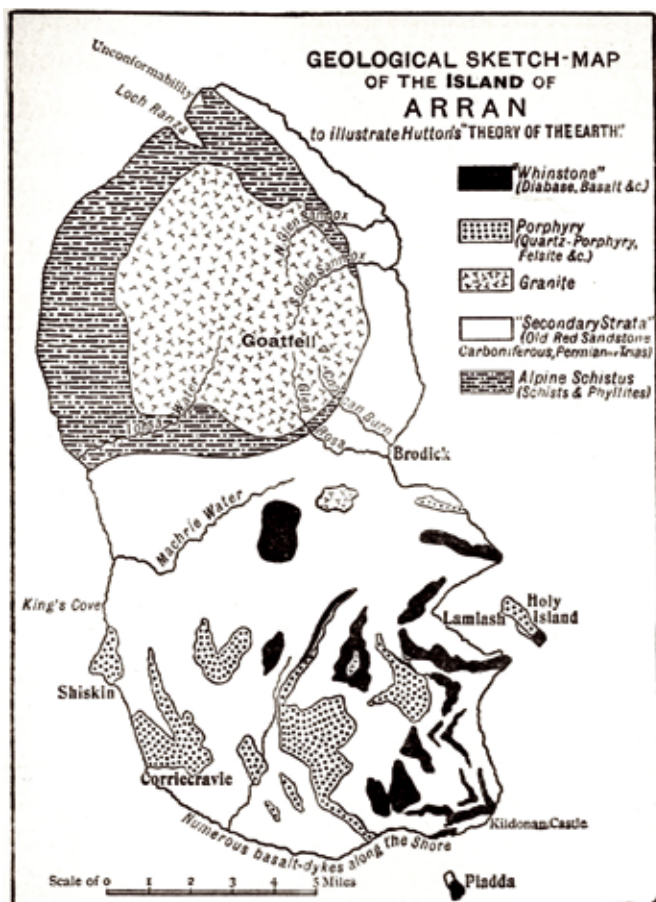


Afb. 4. Kustklif bij St. Abbs Head iets verder oostelijk van Siccar Point. Hutton merkte over deze kust op dat dit klif met zijn in zee uitstekende harde lagen een bolwerk tegen de oprukkende zee vormt, die een makkelijker prooi heeft aan de verder westelijk gelegen vlakliggende zandstenen. De knik in de stand van de lagen is hier niet het gevolg van een discordantie, maar het gevolg van een verschuiving (breuk) in de as van een synclinale plooi.

verdwenen. Een aantal daarvan zijn een 30 jaar geleden teruggevonden tussen nagelaten documenten van de familie Clerk. Omdat Huttons 'Theory I en II' geen prettig leesbare tekst boden en weinig verspreiding en dus bekendheid kregen (er zijn maar 500 ex. gedrukt), heeft John Playfair zich geroepen gevoeld om het zo belangrijke gedachtengoed van Hutton tot een leesbaarder geheel te verwerken. Deze 'Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth' verschenen in 1802 en hebben Hutton uiteindelijk (maar dan wel vele jaren na zijn dood) het pleit doen winnen in de toen zo verhitte discussie tussen de Wernerianen (de 'neptunisten') of the Huttonianen (de 'plutonisten'). Voor deze bijdrage werd zowel geput uit Playfairs boek, waarvan ik een facsimile uitgave bezit en uit een origineel deel III (met dank aan Dr. H.A. van Lunsen voor het ter beschikking stellen van dit werk). De Hutton publicaties zijn overigens ook op het web te vinden.

Arran

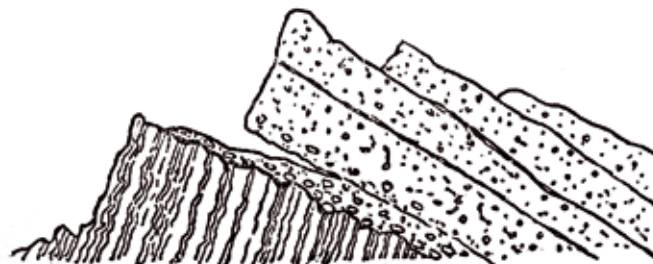
Arran, het meest zuidwestelijke eiland van Schotland was al in Huttons tijd bekend om zijn 'Alpiene morfologie'. Dit ondanks het feit dat de hoogste granietberg, Goat Fell maar 874 m hoog is. Arran wordt wel Schotland in het klein genoemd, wat niet zo verwonderlijk is door de mengeling van oudere en jongere Paleozoïsche gesteenten, doorsneden door een vroeg-Tertiaire granietbatholiet, die de harde kern van het eiland vormt (afb. 5). Hutton kiest dit eiland doelbewust. De geologische veelzijdigheid en kleinschaligheid bieden hem meer kans om zijn 'Theory' verder te onderbouwen dan door grote delen van het moederland af te struinen. Met vooral deze grote wens vaart hij af naar Arran: "Bij de voorbereiding van deze expeditie had ik maar één doel voor ogen; dit was de aard van de graniet en de relatie met het omringende gesteente".



Afb. 5. Geologisch schetskaartje van Arran, als getekend door A. Geikie (1899) voor het derde deel van Hutton's 'Theory of the Earth'. De 'alpine schistus', zoals Hutton dit noemde is het metamorfe Dalradian (Laat Precambrium-Cambrium). De term 'whinstone' gebruikte Hutton voor sills en dykes, dus vulkanische intrusiefgesteenten.

Vandaag de dag vaar je in een uur vanuit Ardrossan naar Brodick op Arran. Enorme windmolens zwaaien je uit vanaf het oprijzende achterland. Je kunt het eiland in één dag op je gemak met de auto ronden, al heb je dan geen tijd om afgelegen Huttoniaanse punten te bezoeken. Maar alleen al het indrukwekkende landschap ondergaan is de moeite van een dagreis waard.

Eenmaal op Arran aan het werk blijkt het eiland al gauw wetenschappelijk interessant genoeg om het toch maar in zijn geheel te onderzoeken. Hutton en zijn jonge vriend blijken echte veldgeologen te zijn: overal kijken waar je denkt dat er wat te

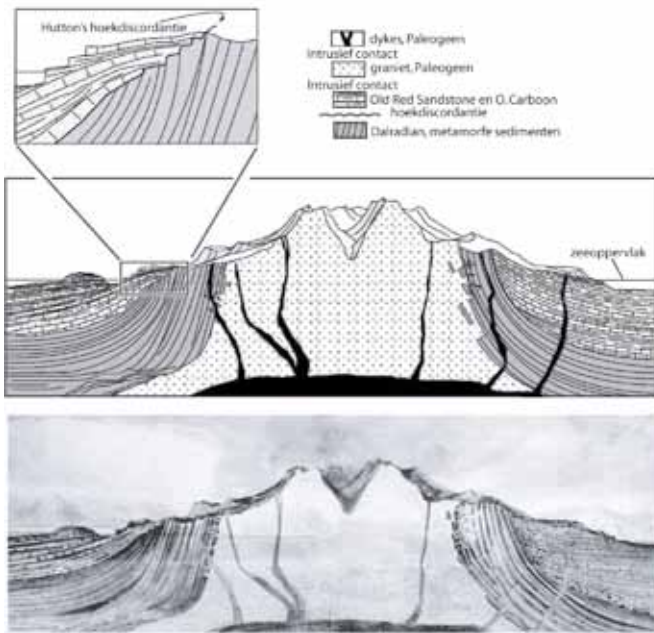


Afb. 6. De eerst waargenomen hoekdiscordantie bij Lochranza, zoals door A. Geikie (1899) afgebeeld.

ontdekken valt. Geen moeite is hen te veel, al duurt het even voor het langverwachte contact tussen graniet en de 'alpine schistus' (hier schisten van het Dalradian, het jongste Precambrium-Cambrium van Schotland) gevonden wordt. Ze zien duidelijk hoe granietaders in de schist zijn gedrongen. Hutton laat zelfs een enorm brok bewijsmateriaal naar Edingurgh verschepen (waar het nu niet meer bekend is) en concludeert op basis van deze contactrelatie ".....dat daarom dit grote graniet lichaam in een gesmolten staat verkeerde door middel van onderaardse hitte". Het op sommige plekken door diaklazing bijna gelaagde karakter van de graniet wordt bovendien uitgelegd als een afkoelingsfenomeen. Hutton is duidelijk niet erg ingenomen met tijdgenoten die graniet als "het primitieve oergesteente beschouwen". Een citaat: "Dat primitief zijn is



Afb. 7. Een foto van dit punt, ontleend aan een website. De personen staan op de Dalradische schisten, met op de achtergrond de zeewaarts hellende O. Carboon zandstenen. De eerste harde bank bestaat uit door langdurige bodemvorming zwaar verweerden omgezet Dalradisch gesteente.



Afb. 8. Dwarsdoorsnede door Arran (geen schaal en oriëntatie aangegeven). A. Huttons verloren gewaande, maar teruggevonden illustratie, als getekend door zijn vriend John Clerk (uit Craig, 1987) en B lijntekening op basis van A (naar Young en Caldwell, 2009). De hoekdiscordantie, zie B linksboven, is niet correct afgebeeld, want de Dalradische gesteenten zijn sterk geplooid en gebroken (wat Hutton nog niet wist) en bovendien hellen de twee gesteentepakketten in de Hutton ontsluiting - zoals hijzelf al zei - in tegen-gestelde richting. Wel geeft deze tekening duidelijk aan dat de graniet in het omringende gesteente binnendrong.

louter een veronderstelling; het komt uit geen enkele waarneming voort en het drukt alleen een mate van onwetendheid uit met betrekking tot de natuurlijke geschiedenis van deze bergen”.

Na deze zo fundamentele waarneming ziet Hutton verlangend uit naar een ontsloten contact tussen de schisten en jonger gesteente en vertelt hoe hij er lang, ook elders in Schotland zonder succes naar gezocht heeft. Met gevoel voor humor zegt hij “Op het eiland Arran heb ik er zorgvuldig naar gezocht zonder het te vinden op de plek waar ik het zeker dacht dat het gevonden zou worden; en ik vond het op een plek waar ik er bijna niet eens aan dacht om er naar uit te kijken”. Deze plek ligt aan het uiterste noordpuntje van Arran, net noordoostelijk van de mooie baai van Lochranza. Op de Dalradische schisten volgt daar een zandsteen van vroeg-Carboon ouderdom. Hutton zelf vond deze bescheiden ‘junction’ van lagen niet 100% overtuigend (het woord hoekdiscordantie is als stratigrafische term pas later ontstaan). Hij zegt erover “Deze twee verschillende soorten

van gelaagde lichamen (waarvan hij vastgesteld had dat ze tegengesteld hellen met een hoek van rond de 45°) lopen op om elkaar te ontmoeten; en was het niet vanwege de geringe overlap van de lagen op de schisten, dan zou het onmogelijk geweest zijn om te zeggen welke van deze twee laagpakketten bovenop de ander ligt”. Maar volgens Geikies schets (afb. 6) en foto’s die via het web te zien zijn (afb. 7) is dit een heel echte hoekdiscordantie, zij het van bescheiden afmetingen. Young et al. (2009) vermoeden dat Hutton de gedachtengang die aan het verklaren van een hoekdiscordantie vastzit nog niet helemaal had uitgewerkt en dit punt daarom nog niet helemaal naar waarde wist te schatten. Overigens wordt deze discordantie wel aangegeven in de gelukkig later teruggevonden tekening van een noord-zuid doorsnede door het ruim 30 km lange eiland (afb. 8).

Dit discordantievlak omvat dus een tijdsinterval van ergens in het Cambrium tot rond het begin van het Carboon, oftewel rond 150 miljoen jaar. Een getal waar we nu niet meer van schrikken, maar toen...! Had Hutton daarbij ook nog geweten dat dit stukje Arran feitelijk een korstfragment van Laurentia is (Laurentia is het vroeg-Paleozoïsche continent dat vooral Noord-Amerika besloeg), oftewel dat door Schotland de sporen van een oude continentbotsing tussen Amerika en Europa lopen – de Caledonide gebergtevorming – hij zou totaal verbluft en super enthousiast zijn geweest.

Pladda

Bij het rondnemen van de zuidkant van Arran kijk je op een gegeven moment neer op het kleine, lage en afgeplatte eiland Pladda, met daarop een vuurtoren (afb. 9) en naar het schijnt zelfs een zoetwaterbron. Nog 20 km verder in zee ligt het veel opvallender eiland, Ailsa Crag. Dit is een steile, tot 120 m hoge granietplug, eveneens van vroeg-Tertiaire ouderdom. Voor de liefhebbers van curling is Ailsa een begrip. Dit vanwege de geschiktheid van de daar voorkomende micrograniet voor het maken van hoogwaardige curlingstenen. Deze fijnkorrelige micrograniet is niet alleen uiterst hard, maar ook bestand tegen splinteren en barsten door een zekere porositeit. Ook Hutton heeft zijn gedachten gewijd aan dit uitzicht. Nadat hij heeft vastgesteld dat de geologische samenstelling van Pladda identiek is met die van de zuidkant van Arran, concludeert hij dat Pladda ooit aan Arran heeft vastgezet, maar door weer, wind en golfslag daarvan is losgeraakt. Dan vraagt hij zich – strict logisch – af in hoeverre je wat je nu ziet naar het verleden kunt interpreteren. Zou bijvoorbeeld het nog verder afgelegen Ailsa (afb. 8, achtergrond) ook ooit aan Arran hebben vastgezet? Dan komt hij met een nogal cryptisch klinkende uitspraak (p. 260): “Aldus de vroegere staat van dingen ziende worden we met een wetenschappelijke blik geleid naar de huidige; en zullen we de natuurlijke wijze van opereren van de aarde onderzoeken voor een tijdspan van verbazingwekkende afmetingen als het waargenomen wordt”. Dit klinkt ons wat vreemd in de oren, maar toont wel hoe hij actualistisch redeneert en er naar streeft

het grote geheel te duiden. Het houdt meteen ook een soort toekomstvisie in vanwege het “zullen onderzoeken van grote tijdsverlopen”. Wat weten we inmiddels niet allemaal over de geologische geschiedenis van Schotland en de rest van de wereld.

Even verderop in zijn betoog (p. 262) over vroegere samenhang formuleert hij zijn paleogeografische visie zo: “Dus Pladda is voor het eiland Arran wat Arran is voor de Britse eilanden en wat de Britse eilanden zijn voor het continent Europa”. Hier wordt nog duidelijker dat Hutton niet alleen oog heeft voor de details, de

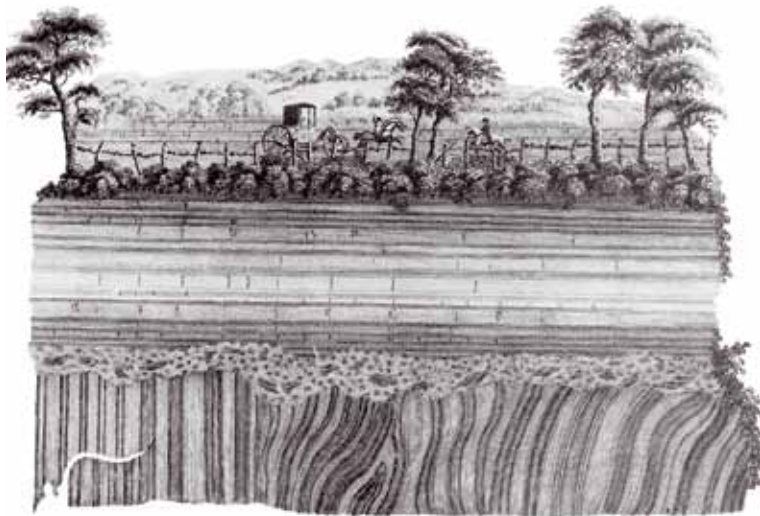


Afb. 9. Panorama vanaf de zuidkust van Arran, met rechts het eilandje Pladda en links op de achtergrond de granietpuist Ailsa Crag (eigen opname). Let op de rondlopende steile rand onder de vuurtoren van Pladda. Dit markeert de positie van de kustlijn voor de postglaciale opheffing.

veldgeologie, maar zijn gegevens ook grootschalig wil kunnen toepassen. Alweer een bewijs voor zijn denkvermogen. Pas pagina's verderop in zijn betoog (p. 266) concludeert hij dat Arran in het verleden wel degelijk vastgezetten moet hebben aan Schotland zelf, omdat de geologie daarmee sterk verwant is. Dan eindigt Deel III met deze slotconclusie (p. 267 vrij vertaald): *... "De natuurlijke historie van Arran bevestigt de principes die uitgangspunt zijn van de Theorie van de Aarde"*. Wat Hutton echter niet bewust heeft gezien en gerapporteerd zijn de effecten van de toen nog niet ontdekte IJstijd. Naast glaciële landschapsfenomenen zijn overal rond Arran (en elders in Schotland) postglaciële opgeheven kusten te zien. Ook Pladda illustreert dit mooi (afb. 9). De vuurtoren staat namelijk bovenop een rondlopende steilkant. Dat is de oude kustlijn, een duidelijk brandingsklif, terwijl de kustlijn van nu een stukje lager ligt. Mooi zichtbaar effect van het postglaciële terugverenen van de korst na het afsmelten van een flinke ijskap.

Jedburgh

Na afloop van zijn Arranreis logeert Hutton een tijdje bij een vriend in Jedburgh en vindt daar tijd om zijn Arrangegevens uit te werken. Al rondwandelen in de omgeving merkt hij dat er zowel subhorizontale rossige en zachtere afzettingen voorkomen, als ook veel oudere gesteenten, zoals bij Melrose in het dal van de Tweed. Er moet dus ergens, zoals hij dat noemt, een 'junction' van die twee formaties zijn. Inderdaad zal hij korte tijd later de vlak onder de hoofdweg van Edinburgh naar het zuiden



Afb. 10. Jedburgh hoekdiscordantie, als getekend door John Clerk. Het aardige is dat hier duidelijk is weergegeven hoe de Silurische gesteenten niet alleen steil staan gesteld, maar daarbij ook wat geplooid en gebroken zijn. De huidige provinciale weg loopt nog steeds net boven achter de steile oeverontsluiting.

gesitueerde hoekdiscordantie aantreffen. Deze ligt bovendien niet ver van de bekende Jedburgh Abdijruïne. Hutton schrijft hierover:

"..., Wandelend in de mooie vallei boven de stad Jedburgh werd ik verrast door de verschijning van verticale lagen in de bedding van de rivier (de Jed), waar ik er zeker van was dat de oevers bestonden uit horizontale lagen. Ik werd spoedig tevredengesteld met betrekking tot dit verschijnsel en was verheugd met mijn goede geluk om op een zo interessant verschijnsel voor de natuurlijke geschiedenis van de aarde te stuiten en waar ik tevergeefs zo lang naar had gezocht. Hier verschijnen dezelfde verticale lagen als die in de bedding van de Tweed voorkomen; en boven deze verticale lagen zijn de horizontale lagen geplaatst, die zich over de hele streek uitstrekken".



Afb. 11. Idem, de situatie zoals deze zomer aangetroffen door de schrijver. Loep voor schaal (rechts). De onderste, wat verstoorde Siluur lagen lijken goed te passen in het middendeel van de oorspronkelijke tekening (Afb. 10).

Deze tekst met bijgaande illustratie (afb. 10) mocht ik graag vertonen bij het stratigrafie onderwijs. Nu is het de uitdaging om dit punt zelf te vinden. Een verrassend aanwezig Hutton informatiebord in het park bij de Abdij raadt het overigens geïnteresseerden af om die plek op te zoeken vanwege de locatie op een privéterrein aan een steil en glibberig riviertallud langs de Jed. In plaats daarvan heeft de gemeente Jedburgh een kunstenaar een artistieke discordantie laten uitbeelden in het park. Hoe aardig ook, nu wil ik de echte zien. Een liefhebber laat zich niet snel afschrikken, dus snel in de bergschoenen stappen en kijken waar je uitkomt. En inderdaad, als ik zuidwaarts loop langs de drukke hoofdweg volgen al snel vlakliggende rode zandsteen-silt lagen (de jongere Old Red Sandstone formatie, B.-Devoon). De zoekende blik moet dus omlaag gericht blijven, waar bomen en dicht struikgewas de steile rivieroever afschermen. Tot er opzij van een te koop staand huis ineens een gemaaid graspaadje richting Jed-oever verschijnt. Een geologenpaadje? Inderdaad, maar de ontsluiting blijkt toch wat teleurstellend. Van een ooit geschoonde wand resteert een nauwelijks 3 m lange en 2 m hoge ontsluiting, de rest is overgroeid en overstort. Maar, er is een duidelijk contact zichtbaar tussen verticaal staand Siluur en aan de basis nogal siltige 'Old Red Sandstone' met rolsteenfragmenten (afb. 11). In vergelijking met de originele afbeelding is dit een treurige plek die erom vraagt beter in ere gehouden te worden. Daarom stel ik me maar Huttons gelukzaligheid voor dit zo gezochte punt ineens aan te treffen en te beseffen iets te zien wat de kijk op de aardgeschiedenis zal doen veranderen.

Driemaal is scheepsrecht... Siccar Point

Hutton is dan wel oprecht voldaan, maar nog niet helemaal tevreden. Dit fenomeen moet ergens nog overtuigender te zien zijn. Omdat hij beseft dat de strekkingsrichting van het discordantievlak noordoostwaarts verloopt moet deze ergens bij de zee uitkomen.

Hij vraagt zijn jonge vriend James Hall (later 'Sir' en met veel verdiensten voor geologie en geofysica) om vanuit zijn dichtbij zee gelegen landgoed in Dunglass bij Cockburnspath in het doelgebied alvast eens uit te kijken naar een geschikte plek om verder te zoeken. In juni 1788 is het zover. Een kleine expeditie, bestaande uit Hutton, John Playfair en James Hall verkennt met een bootje vanuit het havenkje van Dunglass de kust zuidwaarts. Het is prachtig weer. Eerst zien ze alleen maar Old Red Sandstone, maar bij Siccar Point wordt het gesteente ineens anders en het bootje wordt afgemeerd.

"Maar, bij Siccar Point vonden we een prachtig beeld van dit contact, geheel schoongewassen door de zee. De zandsteenlagen zijn deels afgespoeld en deels nog bovenop de uiteinden van de verticale "schistus" liggend (in hedendaagse termen zijn dit Silurische grauwwackes); en op veel plaatsen kun je zien hoe



Afb. 12a (links). Huttons derde en duidelijkste discordantie, die van Siccar Point. Van boven af is goed te zien hoe de oudere Siluur gesteenten verticaal staan (de strekking van de lagen is in het verlengde van de kijkrichting) en hoe daar bovenop rossig gekleurde zandstenen volgen die een zwakke helling naar links vertonen. De alleronderste rode laag is rijk aan grovere gesteente-fragmenten.

Afb. 12b (onder). Het materiaal aan de basis van de hoekdiscordantie: vooral silurische zandsteen.

de punten van de schistlagen uitsteken in de bedekkende zandsteen, waarvan een groot deel is afgeërodeerd. Daarachter hebben we weer een natuurlijke aansnijding van deze zandsteenlagen, die fragmenten van de onderliggende schistus bevatten”.

Tegenwoordig kun je dit nu wereldberoemde punt (afb. 12 en de voorplaat) ook wandelend bereiken, geleid door de ‘Hutton Trail’ bordes met goede informatie. Het weer is bij mijn bezoek net zo prachtig als destijds en al ben ik alleen, afgezien van een paar uitrustende aalscholvers, afdalen is niet riskant dankzij een aanwezig touw langs het steilste stuk van het kustklif. Deze ontsluiting is inderdaad een ‘droom’ vanwege het driedimensionale aspect van de discordantie. Het verticaal staande Siluur bestaat uit siltige tot fijnzandige wackes. Zoals Hutton al opmerkte, vertoont dit een zeker paleoreliëf, afgedekt door een dun basisconglomeraat en vervolgens door rossige zandsteen, waarvan men een ouderdom zo rond de grens Devoon-Carboon aanneemt. Deze eveneens Caledonische discordantie omvat volgens huidige berekeningen circa 50 miljoen jaar. Huttons beide vrienden stonden vooralsnog enigszins sceptisch tegenover zijn revolutionaire denkbeelden. Maar nu, bij Siccar Point erkennen ze Huttons zeer overtuigende gelijk (afb. 11), getuige dit relaas van Playfair over het zien van het discordantievlak:

“Een nog veel verder weg verwijderd tijdperk diende zich aan, toen zelfs het meest oude gesteente in plaats van rechtop te staan in verticale lagen, nog in horizontale lagen lag op de bodem van de zee en nog niet verstoord was door die onmetelijke kracht die de vaste korst van de aardbol uiteen barstte. Nog verder verwijderde revoluties (van de aardkorst) verschenen in de verte van dit buitengewone perspectief. Het verstand leek duizelig te worden door zover in de afgrond van de tijd te kijken”.

Zou de vrolijk huiswaarts kerende Hutton beseft hebben welk een weerstand hij met zijn ontdekking zou oproepen bij het gevestigde kerkelijke leergezag? Een goede kans dat de drie heven in het bootje langs de kust naar huis varend dit onderwerp geanimeerd bespraken. Hoe het ook zij, het zou Hutton aange-naam verrassen als we hem nu, ruim twee eeuwen later, konden influisteren dat de aarde 4.5 miljard jaar oud is en dat de huidige geologische tijdschaal zeer verrijnd in elkaar steekt. Nog wat nahijgend van de steile gang klifopwaarts wandelt deze tevreden geologische pelgrim terug naar zijn lezende vrouw in auto, om vervolgens samen St. Abbs Head te gaan bewonderen (afb. 4).



Literatuur en webgegevens:

- Craig, G.Y. 1987. Episodes and engravings: James Hutton and John Clerk. Episodes 1, 3–5.
- Craig, G.Y. James Hutton and his theory of the Earth, 1787-1987. Endeavour, New Series, vol. 11 (2): 88-93.
- Hutton, J., 1795. Theory of the Earth: With Proofs and Illustrations, I and II. Cadell and Davies, London.
- J. Hutton, Theory of the Earth, with Proofs and Illustrations, vol. III, Edited by Sir Archibald Geikie, 1899. Uitg. Geological Society of London, 278 p.
- Repcheck, J. 2003. The Man Who Found Time - James Hutton and the Discovery of the Earth's Antiquity. Uitg. Simon & Schuster UK Ltd., 247 p.
- Young, G.M. and Caldwell, W.G.E., 2009. A new look at an old unconformity: field and geochemical data from James Hutton's original unconformity on the isle of Arran, Scotland. Proceedings of the Geologists' Association, 120: 65-75.

Geologisch-archeologische informatie over Arran:

http://www.scran.ac.uk/packs/exhibitions/learning_materials/webs/43/, of <http://www.castlekirk.co.uk/geology.html>.