

De huid van de aarde

Salomon Kroonenberg

Enkele maanden geleden hoorde ik Midas Dekkers vertellen wat wij mensen eigenlijk zijn: een dode zak met leven erin. De buitenkant van onze huid bestaat uit dode huidcellen, die voortdurend afschilferen en als stofdeeltjes door de lucht gaan zweven. Pas daaronder zit de levende materie. Wie zijn geliefde streelt, streelt alleen het dode omhulsel van het warm kloppend hart.

Bij de aarde is het precies andersom: de huid van de aarde, de bodem, is springlevend, daaronder begint de dode aarde, op een paar exotische bacteriën na die het lekker vinden in grondwater, in onderzeese vulkanen en in spleten van gesteenten te leven. Wat zouden wij niet doen aan huidverzorging als dat ons enige levende deel was geweest! Als wij ons moesten voeden door onze huid, als onze huidcellen net als wortelcellen ademden, water opzogen en nutriënten opnamen, zouden we er dan niet veel zorgvuldiger mee omspringen? Misschien moeten we ook betere huidverzorgingscrèmes voor de bodem ontwikkelen: dagcrèmes, nachtcrèmes, vochtinbrengende crèmes, voedingscrèmes, crèmes tegen verdroging, verzilting, vernatting en vermesting, en bodembotox tegen verzakking en klink. Bodemkundigen zijn uiteindelijk geodermatologen, een van hun toptijdschriften zegt het al.

Mijn eerste echte 'bodem' zag ik toen ik als kind in de weekends ondergrondse hutten groef in ons zandlandje in Hoogerheide, weinig meer dan een kuil van lichaamslengte met een paar met zand bedekte planken erop. Daar verstopte ik me in, hopen dat mijn ouders mij niet zouden kunnen vinden als ik werd geroepen om terug naar huis te gaan. Bij het graven zag ik een bruinzwarte bovenlaag, daaronder een grijze laag en daaronder een hardere zwartbruine laag waar ik niet makkelijk doorheen kwam met mijn kinderschopje. Niet dat die bodem verder bijzondere gedachten bij mij opriep, maar mooi vond ik het wel. Nog steeds vind ik de podzol de allermooiste bodem die er is, en dat de landbouw daar weinig aan heeft interesseert mij eigenlijk niet zo.

Maar ik ben geen bodemkunde gaan studeren, wou eigenlijk geologie gaan doen, want ik vond kristallen en mineralen nog veel mooier dan podzolen, maakte thuis in mijn scheikundelabje zelf mooie kristallen van cadmiumjodide, thalliumsulfaat en uraniumzouten, stofjes die je toen gewoon bij de drogist kon kopen. Maar bij de beroepskeuzevoorlichting zei de aardrijkskundeleraar Ed Prins dat ik beter fysische geografie kon studeren, er waren net 165 geologen bij Shell ontslagen, en met fysische geografie kon ik altijd nog aardrijkskunde leraar worden zoals hij. Ik was achttien, en liet mij ompraten. Veel later is mij gebleken dat de man zelf uiteindelijk bankdirecteur is geworden, zo tevreden was hij dus ook niet. Gelukkig maar dat hij mij dát toen niet heeft aangeraden, want voor bankdirecteur had ik zeker niet gedeugd.

Als fysische geografiestudent aan de Universiteit van Amsterdam kwam ik voor het eerst in aanraking met de échte bodemkunde, via Pim Jungerius die toen net als opvolger van J.P. Bakker benoemd was. Hij had een aantal jaren in Nigeria gewerkt, en vertelde interessante verhalen over cycli in het landschap die je af kon lezen aan begraven bodems. Dat vond ik wel leuk, al kroop ik met mijn bijvakken toch weer naar mijn oude liefde toe, de gesteenten en mineralen. Hoezeer ik mij zijn filosofie had eigen gemaakt

heb ik elders verteld (zie <http://www.digiter.it/lulofs/> onderaan, een column uit *Intermediair*). Later volgde ik college's bij A.P.A. Vink over landclassificatie en landevaluatie, maar dat sprak mij niet erg aan, ik miste de natuurwetenschappen in zijn verhalen. En het uiteindelijk beschrijven van bodemprofielen in het veld vond ik dodelijk saai, wie kan het nu schelen of een kluitje hoekig of afgerond is? Er was veel "gelul rond de kuil", zoals het werd genoemd, en ik begreep de essentie van de heftige meningsverschillen tussen de bodemkundigen maar zelden. Ik ben toen zelfs nog kort omgezwaaid geweest naar Italiaans (zie *Het verhaal* op <http://www.salomonkroonenberg.nl/persoonlijk.html>).

Pas toen ik studentassistent micromorfologie bij Herman Mücher werd begon ik het écht leuk te vinden. Voor het eerst zag ik de bodem door de microscoop, voor het eerst zag ik wat de wormen die fatale dag hadden gegeten, voor het eerst zag ik dat dat glimmende laagje op de kluitjes geen huidverzorgingscrème was, maar een kleihuidje. En ik zag in de microscoop dezelfde mineralen terug die ik ook in het petrologiepracticum bij professor De Roever en het practicum sedimentpetrografie bij Tom Roep had gezien. De brug naar de geologie was geslagen. Ik studeerde af op de micromorfologie van granietverwerking en landschapscycli in Galicië, dat vond ik leuk om te doen, maar baanbrekend was het niet, want kort daarvoor was E.B.A. Bisdom al in Leiden op granietverwerking gepromoveerd. En wat ik achteraf het meest gemist heb is het dateren van de begraven bodems die ik tegenkwam. Ik zag de cycli wel, maar wist niet hoelang ze hadden geduurd en wat de oorzaak was. Ik miste de tijd in het verhaal.

Pim vond het uiteindelijk maar matig, hij vond het te geologisch, hij had liever gezien dat ik mee zou doen aan het hellingonderzoek: blokjes marmer ingraven boven in de helling, midden op de helling en onder aan de helling, en dan de volgende zomer wegen welk blokje het sterkst was verweerd. Ik zag er niets in, was eigenwijs, geloofde niet dat je de blokjes ongestoord kon ingraven en ook niet dat je in een jaar al betekenisvolle resultaten zou kunnen behalen. Ook daar miste ik de tijd als factor. Ik was bovendien afgeschrikt door de verhalen van een medestudent die voor een soortgelijk onderzoek houten paaltjes in een helling had geslagen en ingemeten, om het jaar erop te kijken op welk deel van de helling er het meeste bodemmateriaal tegenaan was gespoeld. Maar Galicische boeren hadden in de winter de paaltjes gevonden en waren blij geweest met het extra brandhout. Zoiets zou mij niet overkomen. Echt goedgekomen is het niet meer tussen Pim en mij. Ik was blij dat ik een baan kreeg in Suriname waarin ik mij met echte gesteenten bezig kon houden. Maar ik heb nu wel een huisje gekocht op diezelfde verdomde helling in Galicië..

Mijn baan bij de Geologisch Mijnbouwkundige Dienst van Suriname was een baan naar mijn hart: veldwerk in het tropisch regenwoud, spannende vaartochten in de korjaal over de watervallen, en veel microscopie aan interessante hoogmetamorfe gesteenten, waar ik uiteindelijk zelfs op ben gepromoveerd. Twee miljard jaar oud waren die granulieten – tijd had ik nu genoeg. Verder weg van de bodemkunde kon nauwelijks. Mijn Iers-Guyanese collega Christopher Barron zei, doelend op het hele Fanerozoicum: "everything on top of the Precambrian is soil". En toen ik aan het eind van mijn tienjarige Zuid-Amerikaanse loopbaan aankondigde dat ik naar Wageningen zou gaan zei de Braziliaanse geoloog Umberto Cordani minachtend, "so now you're going to work with dirt".

Ik wist amper waar Wageningen lag, ik moest op de Nederlandse ambassade in Bogotá waar ik toen woonde een ANWB wegenkaart van Midden-Nederland kopiëren om te weten waar ik eigenlijk naar toeding. Maar nu, op de Vakgroep Bodemkunde en Geologie, kon ik zelf de tijd inbrengen in ons onderzoek. Ik vond samen met Leen Pons een mooi veldwerkgebied in de Limagne in Frankrijk. Daar lagen wel tien rivierterrassen boven elkaar, en naarmate ze ouder waren, was het basalt- en granietrijke Alliersediment steeds dieper verweerd en waren de bodems steeds sterker ontwikkeld, van entisol tot planosol. Een prachtige chronosequentie, waar Toine Jongmans en Tom Veldkamp uiteindelijk deels op zijn gepromoveerd. En met de vele dateerbare vulkanische assen in de sedimenten kon je ook meten hoe lang die cycli van terrasvorming, versnijding en bodemvorming duurden: precies wat ik miste in Galicië. En het aardige was dat ook het landgebruik samenhang met de ouderdom van de bodem: hoe ouder, hoe dichter de kleiïnspoelingshorizont, hoe slechter de drainage, hoe minder bouwland en hoe meer grasland. Zo kreeg het landgebruik ineens de geologische dimensie die ik er bij Vink in had gemist.

Misschien was het hoogtepunt van mijn Wageningse tijd wel het werk in Costa Rica. Dat was het enige project waar de drie hoogleraren van onze vakgroep, Van Breemen, Bouma en ik, intensief in samenwerkten, terwijl we anders nogal onze eigen gang gingen: Van Breemen in de zure regen, Bouma in de landevaluatie en bodemhydrologie, en ik in de sedimentgeochemie en de zeespiegelveranderingen in de Kaspische Zee. Ook hier in Costa Rica hing bodemkwaliteit samen met geologische ouderdom: de jonge vulkanische zandgronden waren vruchtbaar, de oude diepverweerde kleigronden niet - een aardige omkering van het Hollandse axioma dat kleigronden rijk en zandgronden arm zijn. Samen met andere vakgroepen dwars door de hele Landbouwniversiteit heen, van tropische agronomie tot marktkunde, ontwikkelden wij een op GIS gebaseerd land use planning systeem voor de Zona Atlántica waarvan ik hoop dat het nog steeds werkt. Een van de hoogtepunten was dat de lokale boeren de Wageningse studenten complimenteerden met hun bodemkaart, want de studenten hadden precies gekarteerd wat de boeren allang wisten.

Als ik nu naar de bodemkunde kijk dan vind ik dat die wel erg in een utilitair straatje terechtgekomen is. Bodemkundigen roepen om het hardst dat de bodem zo nuttig en belangrijk is, maar water, lucht, planten, dieren, geld en liefde zijn dat ook. Er zit meer koolstof in de bodem dan in het hele aardse plantenkleed, belangrijk! De sponswerking van de bodem is essentieel! De bodem moet schoon zijn, anders moet hij gesaneerd! Zonder de bodem kunnen we de groeiende wereldbevolking niet voeden! U kunt al die zinnetje zelf wel verder bedenken, want u schrijft ze elke dag om mogelijke geldschietters te overtuigen van het belang van uw onderzoek, of van uw persoonlijke successen.

Het komt natuurlijk omdat er misschien wel duizend bodemkundigen in Nederland bezig zijn met bodem*beleid*, en hooguit tientallen met fundamenteel bodemkundig onderzoek. Het zou me niets verbazen als al die mensen die in hun gemeente

bodemsaneringsplannen maken voor een nieuwe woonwijk het verschil niet kennen tussen een podzol en een eerdgrond. Die halen dat uit de digitale database, maar de bodem zelf kennen ze niet meer. Maar ze hebben wel geld nodig om hun plannen uit te voeren, en dus wordt er geslagen op de trommel van de bodemrelevantie.

En als ik dan op de website van de WUR lees dat zij zich bezig houden met “Behoud, herstel en ontwikkeling van natuurlijke en landschappelijke waarden”, en “onderzoek doen naar de mogelijkheid om het leefgebied van zeldzame plant- en diersoorten te vergroten door natuurgebieden aan elkaar te koppelen”, dan denk ik, jakkes, de tijd is wéér verdwenen uit Wageningen. Wat een modieus gepraat! Mogen zeldzame planten dan niet zeldzaam blijven? Hoezo, herstel van natuurgebieden? Naar zoals het er vroeger uitzag? Zoals wanneer dan? Zoals in de Kleine IJstijd? Of in de Middeleeuwen vóór de grootschalige ontbossing, of vóór de bedijking en de ontwatering? Of in de grote ijstijd? Weten moderne bodemkundigen dan niet dat de huidige biodiversiteit veel groter is dan voor de komst van de mens? Dat al die beschermde weidevogels helemaal niet hier thuishoren, maar in de steppen van Zuid-Oost-Europa, en dat die hier alleen maar naartoe gekomen zijn omdat wij het bos hebben gekapt zodat weiden en heidevelden ontstonden? Dat 8000 van de 12000 plantensoorten in Duitsland exotisch zijn, dat driekwart van de Nederlandse plantaardige biomassa exotisch is? Met het bodemleven zal het niet anders zijn. Natuur is nog steeds datgene wat je krijgt als je er afblijft met je vingers. Al het andere is tuinieren. Bodemverbetering, grondwaterregulering, natuurwaarden, groeiplaatsfactoren creëren: het is allemaal een moderne vorm van landbouw om de recreërende mens te behagen. Van mij mag je het Hollandse tuintje zo maken als je wilt, we willen trouwens toch elke vijftig jaar weer iets anders, maar waar is de wetenschap?

Ik was in 2000 op het Internationaal Geologisch Congres in Brazilië en heb daar veel geologen ontmoet die ik vijftientig jaar daarvoor had leren kennen toen ik nog in Suriname werkte aan mijn mooie twee miljard jaar oude gesteenten. Ik had mij daar al die tijd niet meer mee bezig gehouden, en was nieuwsgierig wat er allemaal voor nieuws ontdekt was op dat vakgebied. Maar dat viel tegen. Bijna iedereen was nog met dezelfde problemen bezig, er waren wat nieuwe dateringsmethoden, nieuwe geochemische indicatoren van druk en temperatuur in de aardkorst bijgekomen, maar dat was alles. Ik had het gevoel: je kunt rustig vijftientig jaar wegzijn uit dit vakgebied, als ik een maandje mijn best doe kan ik er zo weer inspringen, ik heb eigenlijk niets gemist in die tijd. Dat moet je eens proberen in de genetica of in het hersenonderzoek: na vijftientig jaar herken je het niet meer terug. Maar op een gegeven moment krijg je in een vakgebied de wet van de verminderde meeropbrengst. Of moet je constateren dat een wetenschap is uitonderzocht.

Hoe staat het daarmee in de bodemkunde? Wat zijn de wetenschappelijke *hotspot* onderwerpen nu? Zijn er nog onderwerpen in de bodemkunde waarmee je in *Nature of Science* kan scoren? In welk opzicht is de bodemkunde onherkenbaar veranderd de laatste vijftientig jaar? Waarom neemt het aantal leerstoelen in de bodemkunde af? Is er soms sprake van de wet van de verminderde meeropbrengst?

Ik heb wel een beetje gegoogled voordat ik dit verhaal schreef, en wat ik vooral zie is onderwerpen als de rol van de bodemkunde in de koolstofcyclus, en bodembiodiversiteit. Men is het er kennelijk nog steeds niet over eens of de bodem wereldwijd gezien nu een *source* of een *sink* is voor koolstof. Alsof de legitimiteit van de bodemkunde afhangt van

de mate waarin zij het klimaatprobleem kan oplossen. En als zou blijken dat de rol van het koolzuurgas in de klimaatverandering toch niet zo groot is als iedereen nu denkt, hoe belangrijk worden die vragen dan nog gevonden?

Wat je in elk geval kunt doen is reconstrueren of de bodemvorming in het verleden parallel heeft gelopen met de klimaatveranderingen. Kunnen we die kleihuidjes inmiddels dateren? Kunnen we de variaties in de inspoelingsnelheid in een podzol door het Holoceen heen al bepalen? Ik dacht het niet. En wat weten we van de veranderingen in bodembiodiversiteit in het Holoceen? Moeten we dat niet eerst weten voordat we praten over herstel van de natuurlijke bodem?

De bodemkunde is voor mijn gevoel ook op het verkeerde been gezet door degenen die de Gaia theorie hebben omarmd. Het leven reguleert zijn eigen omstandigheden niet, dat is een bijna anti-Darwinistische gedachte. Het leven heeft zich aan te passen aan externe veranderingen, door de Milanković- en zonnecycli, door plaattektoniek, aardbevingen, erupties, zeespiegelveranderingen, overstromingen, allemaal zaken waar het leven zelf geen invloed opheeft. Dat leidt tot natuurlijke selectie en tot de natuur zoals wij die nu kennen: het gevolg van de voortdurende strijd om te overleven. Als het leven zijn eigen milieu kon reguleren zou er geen evolutie optreden, dan bleef alles in evenwicht, en dan waren wij er ook niet geweest. Maar er bestaat geen evenwicht in de natuur. Bodemkundigen, ecologen en natuurbeschermers die dat beweren begrijpen de geschiedenis van de natuur niet.

Nu ik in Delft werk met mensen die alles *soil* noemen wat geen vast gesteente is, ook al zit het honderd meter diep, ben ik opnieuw ver weg van de eigenlijke bodemkunde geraakt, en ik heb de ontwikkelingen in de bodemkunde niet erg meer gevolgd. Maar toch zie ik een aantal zaken waar ook de bodemkunde zijn voordeel mee zou kunnen doen. Toen ik uit Wageningen vertrok naar Delft zei men gekscherend: *from soil to oil and from grass to gas*. Maar nu dus even *from oil to soil*.

Oliegeologen bestuderen het continentaal plat de laatste dertig jaar met driedimensionale seismiek: zij varen er eerst overheen in een netwerk van seismische lijnen, maken daar een 3D *data cube* van, waarin je de voornaamste lagen en structuren kunt zien, weliswaar met lage resolutie. Breuken, zoutkoepels, plooistructuren zijn zo prachtig zichtbaar, en als je de geologische opeenvolging een beetje kent weet je precies op welke plek je naar olie moet boren. Logisch om het zo te doen, want een olieborings kost al gauw dertig miljoen dollar, en dan kan je beter eerst even seismisch vooronderzoek doen. Het succespercentage van de boringen is sindsdien gestegen van 20-30 naar 60 procent. Het grote voordeel is bovendien dat je zo een continuüm van waarnemingen over de ondergrond hebt. Als je alleen op informatie uit geïnterpoleerde puntwaarnemingen zoals boringen vertrouwt, zonder de seismische informatie erbij, heb je geen flauw idee van hoe het er in de werkelijkheid uitziet.

Het valt mij op dat in de bodemkunde en in de geotechniek voor de ondiepe ondergrond, dit principe nog niet goed is doorgedrongen. Grondradar wordt steeds meer gebruikt, electromagnetische technieken ook, maar zou het niet aardig zijn om nu eens een flinke akker te hebben waarin we in 3D kunnen zien op welke diepte die ondoorlatende kleïnspoelingshorizont zich bevindt? Zouden we dan niet veel beter begrijpen hoe de grond in elkaar zit dan wanneer we alleen afgaan op geïnterpoleerde handboringen? Bodemgeofysica is volgens mij een nog nauwelijks ontgonnen vakgebied.

Er zijn nog veel problemen om door klei, veen, zoutwater heen te komen, maar dat is omdat dit vakgebied nog aan het begin van de ontwikkelingscurve staat. Wij hebben zelf met ondiep mariene seismiek in de Wolga delta in Rusland en de Mahakam delta in Indonesië zoveel fantastische beelden met centimeter tot decimeter resolutie gekregen, dat ik niet begrijp dat ik ooit iets over die deltas heb durven opschrijven zonder dit soort gegevens gezien te hebben.

Maar het blijft niet bij het registreren van de structuur van de ondergrond in drie dimensies. Oliegeologen leggen daar een productiemodel overheen: wat gebeurt er in je reservoir als je er eenmaal olie of gas uithaalt? Waar stroomt de olie naar toe, en hoe lang kun je doorpompen totdat je in plaats van olie water omhoogkrijgt? En waar gebeurt dat het eerst? Als het veld eenmaal in productie is, wordt wat er aan de boorkop gebeurt op drie kilometer diepte, direct elektronisch doorgegeven via satellietverbindingen aan het boorplatform. Als er werkelijk water komt kan de betreffende klep onmiddellijk met *remote control* of automatisch worden gesloten. Er zijn genoeg oliereservoirs waarin de productie al jaren wordt gemonitord, en dan kan je de voorspellende modellen uit het verleden vergelijken met wat er echt is gebeurd: *history matching* heet dat. Zo ontdek je de zwakke plekken in je model. En tegenwoordig herhaalt men regelmatig de seismische opnames van hetzelfde veld, om te zien wat er ten gevolge van de onttrekking van olie in het veld is veranderd: *time lapse seismics*, of 4D seismiek.

Uiteindelijk wil je ook in de bodemkunde voorspellen, en niet alleen maar registreren hoe diep je ondoorlatende laag zit. Daarvoor heb je *real-time monitoring* nodig van wat er nu in de bodem gebeurt, bijvoorbeeld met microsensors, en simulatiemodellen die voorspellen hoe snel die kleiënspoelingshorizont naar omlaag migreert of dichtslibt bij veranderende klimaatomstandigheden. Het liefst wil je dat ook nog visualiseren in 4D *data cubes*. Misschien vindt de boer dat niet nodig of te duur. Misschien bestaat het ook al en loop ik achter. Maar er is nog genoeg dat *soil* van *oil* kan leren.