

De onzekere bodemkundige

Martin Knotters

In 2010 vieren de bodemkundigen dat zij al 75 jaar in verenigingsverband kennis over de bodem vergaren. Het moet inmiddels een indrukwekkende stapel kennis zijn die de verenigde bodemkundigen hebben opgebouwd, en dat ze dat willen vieren kan ik me goed voorstellen. Het moment en de aanleiding om een essay te schrijven over twijfel en onzekerheid in de bodemkunde lijkt daarom misschien niet zo handig gekozen. Toch meen ik met dit essay het feest extra luister te kunnen bijzetten. De wetenschap dat we niet alles weten over de bodem, en dus onzeker zijn, moet een nieuwsgierige bodemkundige immers vreugde schenken, naast werk. Om een onzekere bodemkundige te typeren zal ik volgens goed bodemkundig gebruik een classificatie maken, niet van de bodem maar van het mensdom, en dus ook van bodemkundigen, zekere en onzekere. Vervolgens ga ik in op waar een onzekere bodemkundige zoal aan twijfelt. De grote betekenis van de onzekere bodemkundige voor wetenschap en samenleving blijft niet onvermeld. Ik laat niet na een vooruitblik te geven. Dat doen de andere essayisten vast ook, dus dan hoor ik er toch ook een beetje bij. Ik sluit mijn essay af met enkele woorden van de Amsterdamse filosoof Han Kleinloog (1916-2009), over 'kennis van datgene wat je onmogelijk weten kan'.

Typering van de onzekere bodemkundige

Laat ik beginnen met een definitie van onzekerheid. Onzekerheid beschouw ik als de gemoedstoestand die voortkomt uit het besef dat er een verschil is tussen de werkelijkheid en wat je ervan weet. Onzekerheid is menselijk, denk ik. Je leest weleens in wetenschappelijke artikelen dat bijvoorbeeld de grondwaterstand zich onzeker gedraagt. Dat is onzin. Grondwaterstanden gedragen zich niet, en ze gedragen zich al helemaal niet onzeker. Het zijn mensen die zich onzeker gedragen als ze het over grondwaterstanden hebben, simpelweg omdat ze er te weinig vanaf weten. Onzekerheid heeft in mijn definitie dus maar één bron: gebrek aan kennis.

Naast gebrek aan kennis zou ook 'variabiliteit' een bron van onzekerheid zijn (bijvoorbeeld volgens Van Asselt *et al.*, 2001). De variabiliteit van bijvoorbeeld het lutumgehalte van de bovengrond als bron van onzekerheid. Ons gebrek aan kennis over de variatie van het lutumgehalte is de bron van onzekerheid, het lutumgehalte van de bovengrond zelf heeft er part noch deel aan. Daarmee zijn we ook meteen van dat lelijke woord 'variabiliteit' af. Variabiliteit lijkt het vermogen tot variatie aan te duiden (*vari-ability*), terwijl het zou moeten gaan over ons onvermogen om de variatie te beschrijven.

Een onzekere bodemkundige is iemand die deskundig is op het gebied van de bodem, maar als gevolg van gebrek aan kennis in een gemoedstoestand van onzekerheid verkeert. Ik laat mij niet in met privézaken van bodemkundigen, en doel hier uitsluitend op onzekerheid als gevolg van gebrek aan kennis over de bodem. Hier stuiten wij op een paradox: een onzekere bodemkundige is een deskundige met gebrek aan kennis over de bodem. Dat hij of zij zich hier allerminst voor hoeft te schamen zal in het navolgende blijken.

Om de onzekere bodemkundige te kunnen onderscheiden van andere mensen zal ik eerst enige structuur moeten aanbrenge in de variatie binnen het menselijk geslacht. Naar bezit van kennis en mate van onzekerheid kan het mensdom in vier klassen worden ingedeeld.

Klasse één bestaat uit mensen die weinig weten en onzeker zijn. Het geeft geen pas om over deze mensen meewarig te doen of met *dédain* te spreken. Nee, zij dwingen respect af. Ze weten weliswaar weinig, maar net genoeg om te onderkennen dat ze weinig weten. Dit bepaalt hun gedrag en handelen.

Klasse twee is voor de mensen die weinig weten, maar toch zeker zijn. Zij beseffen niet dat ze weinig weten, of beseffen het wel maar overschreeuwen het door op hoge toon allerlei

baarlijke nonsens uit te kramen. U kent ze wel van verjaardagsfeestjes, maar ook in de politiek tref je deze lieden steeds vaker aan dan je lief is. Ik wil er niet teveel woorden aan vuil maken.

Klasse drie bevat de mensen die veel weten en toch onzeker zijn. De onzekere bodemkundige behoort tot deze klasse, samen met alle andere onzekere deskundigen. Zij weten veel, maar dat hindert hen niet om te erkennen dat de wereld zo prachtig mooi complex is gecomponeerd dat ze eenvoudigweg niet alles kunnen weten. Er is veel waarover ze onzeker *durven* zijn, in een omgeving die van deskundigen verwacht dat zij zekerheid verschaffen. Onzekerheid zie ik dan ook niet als een capitulatie maar als een overwinning. Er is moed voor nodig. De deskundigen in klasse drie beschikken over dat lef. Onzekere deskundigen hebben een bovengemiddelde belangstelling voor statistiek. Zij zetten hun statistische kennis over onzekerheid graag in om anderen te behoeden voor foute beslissingen en hen te leiden op het pad naar goede beslissingen. Dat scheelt veel narigheid en belastinggeld. De mensen in klasse drie dwingen groot respect af. Ondanks al hun kennis zijn ze toch in staat onzeker te zijn. Dapper! In alle bescheidenheid reken ik mijzelf tot klasse drie.

Resteert nog **klasse vier**, zij die veel weten en daarbij ook zeker zijn. Als we dan toch meewarig moeten doen, dan over de mensen die klasse vier vullen. Zij beschikken weliswaar over veel kennis, maar zien niet, of willen niet zien, wat de mensen van klasse één en drie wel zien: hun gebrek aan kennis. Zij spreken graag zelfverzekerd over wat zij weten of menen te weten, niet zelden met de intonatie en het volume dat we eerder bij klasse twee tegenkwamen. Ze zwijgen echter over wat ze niet weten, ze verdringen het, of maken zichzelf en - nog erger - anderen wijs dat ze alles weten. Ze zouden beter moeten weten. Statistiek komt vooral in hun kraam te pas als er hun gelijk mee kan worden aangetoond. Het lef ontbreekt hen om onzekerheid te tonen. Het doet mij verdriet te moeten vaststellen dat onder deze zelfverzekerde deskundigen zich ook bodemkundigen bevinden.

Waar twijfelt een onzekere bodemkundige zoal aan?

Het is ondoenlijk om hier alle twijfels over de bodemgesteldheid te bespreken. Ik beperk me tot de twijfels die je kunt hebben bij de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000. Deze kaart beschrijft 3.412.193 hectare. Ongeveer 330.000 hectare is ingedeeld als bebouwing, dijken, mijnstort en dergelijke. Blijft over 3.082.193 hectare. Daarin zijn 342.457 boringen verricht. Een Edelmanboor heeft een diameter van 8 centimeter, dus aan amper 0,2 hectare van Nederland zijn waarnemingen verricht door middel van boringen. Verder zijn er gelukkig nog 3.223 profielkuilen gegraven, laten we zeggen van 1 bij 2 meter. Dan komt de totale oppervlakte van de waarnemingen toch nog op 0,8 hectare. Dus 0,00002 % van de bodemkaart (0,8 hectare) berust op waarnemingen aan de bodem zelf, en 99,99998 % (3.082.192,2 hectare) berust op ruimtelijke voorspellingen. De boringen en kuilen zijn natuurlijk niet gemaakt op één perceel van 0,8 hectare, dat zou me een mooie toestand hebben gegeven, maar liggen verspreid over heel Nederland. Bij hun ruimtelijke voorspellingen maakten de karteerders gebruik van allerlei kenmerken van het landschap, van informatie over de historie en het grondgebruik, en van hun kennis en ervaring. Verder verrichtten zij veel niet-beschreven 'tussenboringen'. Ik ben overigens diep onder de indruk van de hoeveelheid werk en *expert knowledge* die ten grondslag ligt aan de bodemkaart, ook al neemt dit mijn onzekerheid over de werkelijke bodemgesteldheid niet weg.

Waarnemingen aan boringen en profielwanden zijn niet foutloos. Het gehalte aan organische stof, de grofheid van het zand en dergelijke worden geschat. Diktes van horizonten worden afgeleid uit een uitgeboord, enigszins verrommeld profiel. En dan interpreteren bodemkundigen de profielen verschillend, getuige de verhitte discussies bij profielkuilen. In de geostatistiek komen deze fouten terecht in het *nugget effect*, variatie op zeer korte afstand als gevolg van bijvoorbeeld meetfouten.

Een onzekere bodemkundige twijfelt dus al aan de waarnemingen die in 0,00002 % van de Nederlandse bodem zijn verricht. Voor wat betreft de overige 99,99998 % van de oppervlakte

neemt de twijfel nog verder toe met de afstand tot de boringen. Hoe groter de afstand tussen twee punten, hoe minder gelijkenis de bodems zullen vertonen. Geostatistici beschrijven met een variogram dit verschijnsel van ruimtelijke samenhang die afneemt met de afstand.

Het bovenstaande geeft aan dat een bodemkundige met de bodemkaart schaal 1 : 50.000 in de hand redenen heeft om onzeker te zijn over de *werkelijke* bodemgesteldheid. Ook niet-bodemkundigen zouden deze onzekerheid moeten voelen. Het probleem is dat de bodemkaart geen informatie geeft die de onzekerheid voedt. Dat is jammer, want deze informatie kan heel nuttig zijn, zoals later in dit essay zal blijken.

Marsman en De Gruijter (1986) onderzochten de nauwkeurigheid van de bodemkaart, schaal 1 : 50.000, in een deel van het zandgebied (omgeving Laren, Gelderland). Het percentage van de kaart dat op *alle* kenmerken overeenstemt met de werkelijkheid (*strict purity*) bleek 12,5 % te zijn. Voor de afzonderlijke kenmerken bleek de kaartzuiverheid aanmerkelijk hoger te liggen: de informatie op de bodemkaart over de bodemsubgroepen (veldpodzolgrond, beekerdgrond etc.) bleek bijvoorbeeld voor 50,8 % overeen te stemmen met de werkelijkheid. Gemiddeld over de afzonderlijke kenmerken was de kaartzuiverheid 67,2 %.

De grote betekenis van de onzekere bodemkundige

Foute informatie kan leiden tot foute beslissingen. De gevolgen daarvan variëren van verkeerde investeringen tot en met de val van een kabinet. Vooral verkeerde investeringen zijn erg vervelend voor de samenleving: belastinggeld wordt wel uitgegeven maar doelen worden niet bereikt, of doelen worden pas bereikt nadat er teveel belastinggeld is uitgegeven.

Uit de vorige paragraaf blijkt dat een bodemkaart niet foutloos *kán* zijn. Uitputtend en foutloos waarnemen is niet mogelijk. Bovendien zou de grond in exact omgekeerde volgorde in de boorgaten moeten worden teruggestopt als hij er uit kwam. Onzekerheid *reduceren* is dus maar beperkt mogelijk, het kost veel inspanning en je schiet er weinig mee op.

Het kan echter wel heel nuttig zijn om onzekerheid te *kwantificeren*. Want als je weet hoe onzeker je bent over de werkelijke situatie, dan kun je daar rekening mee houden bij het nemen van beslissingen.

Een voorbeeld van een beslissing is of je nu wel of niet moet investeren in reductie van onzekerheid. Bijvoorbeeld: rond een waterwinstation ondervinden boeren schade omdat de grondwaterstand is verlaagd. Hoe gedetailleerd moet je karteren om die schade zodanig vast te stellen dat boer niet tekort wordt gedaan en de burger niet teveel betaalt aan schadeuitkeringen? Als je de nauwkeurigheid kent van de bodemkaart, schaal 1 : 50.000, dan kun je beoordelen hoe fouten in die kaart doorwerken in de schadeuitkeringen, en kun je inschatten of een investering in een gedetailleerde kartering, bijvoorbeeld schaal 1 : 25.000, opweegt tegen de risico's van foute beslissingen die je ermee vermijdt.

Een ander voorbeeld komt uit het natuurherstel. Elk 'natuurdoeltype' stelt randvoorwaarden aan bodem en grondwaterstand. Je moet beslissen of maatregelen al hebben geleid tot de gewenste randvoorwaarden, en beoordelen waar nog geïnvesteerd moet worden in extra maatregelen. Je kunt dan met behulp van statistiek een kaart maken die aangeeft hoe *waarschijnlijk* het is dat aan de gewenste randvoorwaarden wordt voldaan. Is het waarschijnlijk dat de randvoorwaarden zijn bereikt, dan zijn geen extra maatregelen nodig. Op plekken waar het onwaarschijnlijk is dat de gewenste randvoorwaarden zijn bereikt moeten extra maatregelen worden genomen. Daar waar het ongeveer even waar- als onwaarschijnlijk is dat de randvoorwaarden zijn bereikt (waarschijnlijkheid rond 50 %) moet eerst extra onderzoek worden gedaan voordat er over maatregelen wordt besloten.

Op het gebied van bodemkwaliteit zijn vele voorbeelden te noemen waarbij kennis over onzekerheid van nut kan zijn. Bij het toetsen van de kwaliteit aan wettelijke normen, bijvoorbeeld, kan kennis van steekproeftheorie goede diensten bewijzen.

Een mooi voorbeeld van het kwantificeren van onzekerheid geven Brus e.a. (2008). Met behulp van *Bayesian Maximum Entropy* (BME) maakten zij niet één bodemkaart, maar een oneindig lange reeks van kaarten. Je ziet de twijfels van de onzekere bodemkundige aan je voorbij trekken. Dergelijke simulaties zijn zeer bruikbaar bij onzekerheids- en risicoanalyses.

Vooruitblik

Op dit moment wordt statistische kennis over onze onzekerheid over de werkelijke bodemgesteldheid naar mijn mening niet voldoende benut bij het nemen van beslissingen. Ik denk dat kennis over onze onzekerheid positief bij kan dragen aan rationele beslissingen. Er is dus nog een wereld te winnen voor de onzekere bodemkundige. Dat gaat niet van vandaag op morgen, maar geleidelijk aan.

Zowel beleidsmakers en politici als wetenschappers twijfelen te weinig. Niet zelden wordt de bodemkaart als een foutloze weerspiegeling van de werkelijke bodemgesteldheid gezien. Om te bereiken dat statistische kennis over de nauwkeurigheid van de kaart wordt benut moeten we dus eerst twijfel zaaien. Dat is sympathieker dan het klinkt, want deze twijfel staat aan het begin van een rationeel beslisproces.

Uit eigen ervaring weet ik hoe moeilijk het is om de huidige generatie bodemkundigen aan het twijfelen te brengen. Toch geven mijn geestverwanten en ik het niet op. Met cursussen en artikelen waarin we de relevantie van statistische informatie laten zien hebben we al aardige resultaten geboekt.

Meer en meer raken wij ervan overtuigd dat de kiem voor twijfel en onzekerheid over de bodem moet worden gelegd in het onderwijs. Dit kan door statistiek niet alleen op een abstract-theoretisch niveau, maar ook op een concreet-praktisch niveau te doceren. Met dat laatste bedoel ik dat je laat zien dat je betere beslissingen neemt als je statistische kennis over onzekerheid gebruikt.

John Allen Paulos (1992, blz. 55) zegt: *'De statistiek is, meer nog dan de meeste andere takken van de wiskunde, weinig meer dan geformaliseerde boerenslimheid, in getallen uitgedrukt gezond verstand.'* Daar ben ik het helemaal mee eens. Wil een slimme boer met een gezond verstand zich staande houden in een omgeving waarin beslisprocessen meer dan eens anders dan rationeel verlopen, dan is het belangrijk dat hij zich verdiept in beslissingstheorie, in de psychologie van denken en beslissen en de rol van getallen daarin. Dat lijkt me een mooie uitdaging.

Naschrift

Het bovenstaande had een aardig slot kunnen zijn, ware het niet dat het veel mooier kan. Ik las namelijk in het dagblad Trouw (27 april 2009) een artikel ter nagedachtenis aan Han Kleinloog (1916-2009), dat op mij een bijzondere indruk maakte. Han Kleinloog beschikte over grote intellectuele talenten, maar groeide op in een tijd dat studeren iets voor de rijken was, en niet was weggelegd voor de zoon van een metselaar uit de Vrolijkstraat in Amsterdam. Vandaar dat Han zijn leven lang metselaar was, maar wel één van grote eruditie. Hij las de werken van Hegel, Schopenhauer, Kant en Locke in hun eigen taal, en verdiepte zich in het werk van Sartre en Kierkegaard. Hij nam deel aan de Amsterdamse Gesprekskring en gaf daar ook lezingen, over Spinoza of over *'De filosofie in ons dagelijkse leven'*.

Dit essay wil ik graag afsluiten met de woorden die Han Kleinloog op 14 augustus 1986 schreef in een briefje aan zijn dochter:

'Gedurende je afwezigheid heb ik mij maar weer eens verdiept in de filosofie – om mijn kennis van datgene wat je onmogelijk weten kan te vergroten. Dat klinkt nogal paradoxaal hè. Nou dat is het ook! Niettemin brengt het je tot bewustzijn dat alles maar niet zo gewoon is, maar dat wij in feite lopen te dromen op betoverde grond.'

Referenties

- Asselt, M.B.A. van, R. Langendonck, F. van Asten, A. van der Giessen, P.H.M. Janssen, P.S.C. Heuberger en I. Geuskens, 2001. *Uncertainty & RIVM's Environmental Outlooks. Documenting a learning process*. Bilthoven, RIVM report 550002001.
- Brus, D.J., P. Bogaert en G.B.M. Heuvelink, 2008. Bayesian Maximum Entropy prediction of soil categories using a traditional soil map as soft information. *European Journal of Soil Science* **59**: 166-177.
- Marsman, B.A. en J.J. de Gruijter, 1986. *Quality of soil maps. A comparison of survey methods in a sandy area*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering, Soil Survey Papers 15, 103 blz.
- Paulos, J.A., 1992. *De gecijferde mens* (vertaling: Bettelou Los). Amsterdam, Bert Bakker, 334 blz.