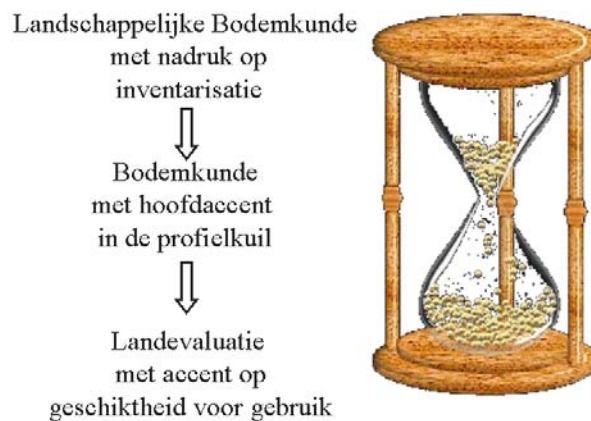


Inaugurale rede van Prof. Dr. Ir. A. Veldkamp bij aanvaarding van het ambt van hoogleraar Bodeminventarisatie en landevaluatie aan Wageningen Universiteit op 13 november 2003

Landschap, Bodemschap, Vakmanschap: dynamiek in ruimte en tijd

Mijnheer de rector, geachte aanwezigen,

Van oudsher heeft de Nederlandse bodemkunde zijn wortels in de geologie. De eerste bodemkundige publicaties zoals "*De bodem van Nederland, de samenstelling en het ontstaan der gronden in Nederland*" door Staring in 1856 (Staring, 1856), en het vervolg hierop door van Baren in 1920 (van Baren, 1920) waren dan ook voornamelijk geologische verhandelingen met aandacht voor bodem en landgebruik. Pas met de benoeming van Edelman in 1933, tot hoogleraar in de mineralogie, de petrologie, de geologie en de agrogeologie aan de Landbouwhogeschool te Wageningen, werd het fundament voor de huidige landschappelijke bodemkunde gelegd. Geïnspireerd door zijn medewerker Oosting, richtte Edelman zich na verloop van tijd op wat tegenwoordig ook wel de veldbodemkunde of fysiografische bodemkunde wordt genoemd. Hij hield zich zowel bezig met de bodeminventarisatie als de landevaluatie en was tevens medeoprichter van de STIBOKA en het ITC.



Figuur 1. Zandlopermodel van bodemkundig onderzoek

De oorspronkelijke werkwijze binnen de landschappelijke bodemkunde volgde het klassieke zandlopermodel (Fig.1). Na een eerste brede landschappelijke analyse en beschrijving werd ingezoomd door een representatief profiel uit te zoeken en deze uitgebreid te beschrijven en te classificeren. Hierna werd weer uitgezoomd naar het landschap en werden de bodemeigenschappen gekoppeld aan het landgebruik, op basis waarvan men dan een geschiktheidbeoordeling maakte. Met name de laatste stap was erg afhankelijk van de ervaring van de bodemkundige, zijn vakmanschap. In de loop van de tijd zijn voor elke stap in de zandloperbenadering specialismen ontstaan. De bodemkunde heeft zich in de tweede helft van de vorige eeuw opgesplitst in subdisciplines wat er uiteindelijk heeft toe geleid dat het vakgebied versnipperd is geraakt.

Maar wat is nu typisch bodemkunde eigen?? Deze vraag is niet zo makkelijk te beantwoorden. Ik zie daar twee mogelijke antwoorden op. Aan de ene kant is er de fysieke afbakening van het bodemkundige domein, bijvoorbeeld als de bovenste 1.2 m van het aardoppervlak. Alle processen die daar in en op plaatsvinden behoren tot het bodemkundige domein. Aan de andere kant kun je het systeem bodem karakteriseren, als de interactie van de geo-bio-hydro-atmo-anthrosfeer. Met andere woorden een interdisciplinaire Bètaonderzoeksveld vertegenwoordigt. Ikzelf vind dat met name het interdisciplinaire karakter een essentieel element is van de bodemkunde. De BSc opleiding 'Bodem, Water, Atmosfeer' en in mindere mate de MSc opleidingen 'Bodemkunde' en 'Earth System Science' belichamen deze interdisciplinariteit. Bodemkunde heeft door zijn veelzijdig karakter veel raakvlakken met aanpalende vakgebieden. Veel ontwikkelingen in de bodemkunde zijn dan ook terug te voeren op ontwikkelingen in aangrenzende disciplines. Bijvoorbeeld de opkomst van de geostatistiek binnen de bodemkunde in het midden van de jaren 80 volgde een vergelijkbare ontwikkeling jaren eerder in de geologie. Andere voorbeelden zijn ontwikkelingen in isotopenchemie en numerieke modellering.

In de Nederlandse bodemkundige school worden van oudsher bodemkaarten gemaakt en gebruikt om landevaluaties te maken. Die evaluatie schetst geschikte en ongeschikte landgebruikopties op basis van

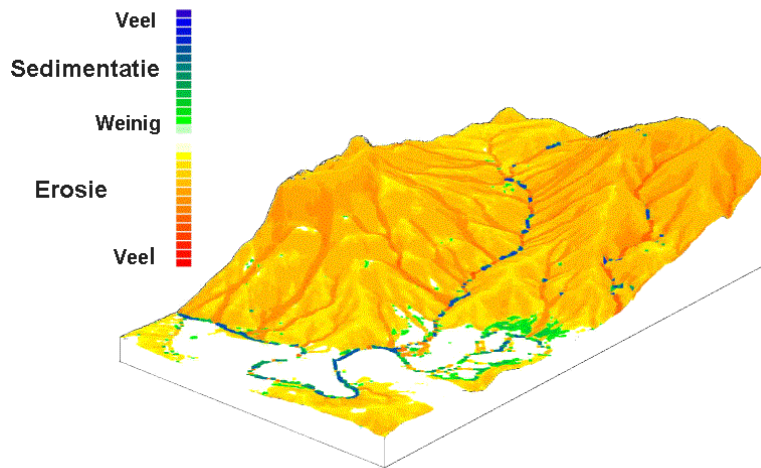
heersende bodem- en omgevingsfactoren. Hierbij wordt traditioneel vooral naar landbouwkundig gebruik gekeken. Dit 'vakmanschap' is medio jaren zeventig onder invloed van de FAO steeds meer geformaliseerd tot algemeen geldende principes en richtlijnen. Een landschap wordt opgedeeld in kaarteenheden waarbij bodemprofiel eigenschappen behoren, welke vervolgens gebruikt worden om meestal met behulp van gewasgroei simulatiemodellen uitspraken te doen over geschiktheden voor bepaalde gewassen. In de uiteindelijke geschiktheidbeoordeling wordt, behalve de ingekleurde bodemkaart, vaak weinig teruggekoppeld naar huidig landgebruik en landschap. Gevolg is dat vele van dergelijke kant en klare evaluaties onbruikbaar zijn in het onderhandelingsproces van belanghebbenden bij landgebruikplannen. Een ander gevolg van een dergelijke formalisatie is dat de nadruk sterk is komen te liggen op de bodemclassificatie. Zo is langzaam de link met inzicht in de landschapsgenese verloren gegaan. Dit heeft mede te maken met het feit dat er in de zeventiger jaren zowel in Europa als in de VS een schoolstrijd gaande was tussen de landschappelijke bodemkunde en de taxonomische (kuilgecentreerde) bodemkunde. De laatste groep heeft zeer duidelijk gewonnen in de VS, met de "soil taxonomy" als hoogtepunt in 1975, terwijl Europa een gemêleerde groep van beide scholen heeft behouden. Toch heeft ook in Europa de landschappelijke bodemkunde steeds meer terrein verloren omdat met pensioneringen en inkrimpingen steeds meer kunde en ervaring verdween. Het basisprobleem was eigenlijk de beperkte overdraagbaarheid van dergelijke ervaringskennis. Gevolg is dat de bodemkartering steeds meer het domein werd van classificeerders, modellers en statistici en de landevaluatie het domein van agronomen werd. Daarnaast werd het steeds duidelijker dat landevaluatie als zodanig teamwerk is waarbij naast directe participatie van belanghebbenden, de sociaal-economische analyse essentieel is. Dit is noodzakelijk naar mijn oordeel omdat landevaluatie geen bodemkundige discipline *pur se* is. De resultaten van systematische analyses van variabiliteit in landgebruiksystemen en gewasopbrengsten tonen dit aan. Bodem is bijna nooit de dominante factor en gemiddeld wordt zo'n 10% van de gemeten variabiliteit direct door bodemeigenschappen verklaard (Veldkamp et al., 2000). Dit schetst duidelijk het beeld van een significante, maar niet alles bepalende factor bodem, in landgebruik en gewasopbrengsten.

We zijn nu op een soort keerpunt gekomen. Het systeemdenken in aard- en levenswetenschappen van het laatste decennium gecombineerd met snelle ontwikkelingen in de numeriek modellering maakt het nu mogelijk om systeemkennis van het landschap-bodem en het bodem-landgebruiksysteme te kwantificeren en te modelleren in al zijn vier dimensies. Dit betekent dat we nu vele in het verleden verloren kennis en ervaring kunnen karakteriseren en dat we gereedschappen hebben om dit naar niet-experts te visualiseren. Verder kunnen we nu eindelijk de temporele schalen van bodem-landgebruikvraagstukken, zoals reeds door Louise Fresco en Salle Kroonenberg in 1992 geïdentificeerd (Fresco & Kroonenberg, 1992), op een meer wetenschappelijke wijze bestuderen.

Het landschap wordt nog altijd als de logische eenheid van analyse gezien, maar daar binnen en buiten komen dynamische bodemsystemen voor welke met elkaar in verbinding staan. Een ander aspect van het open systeem bodem is het feit dat hiermee de ruimtelijke en temporele dimensies niet vastliggen.

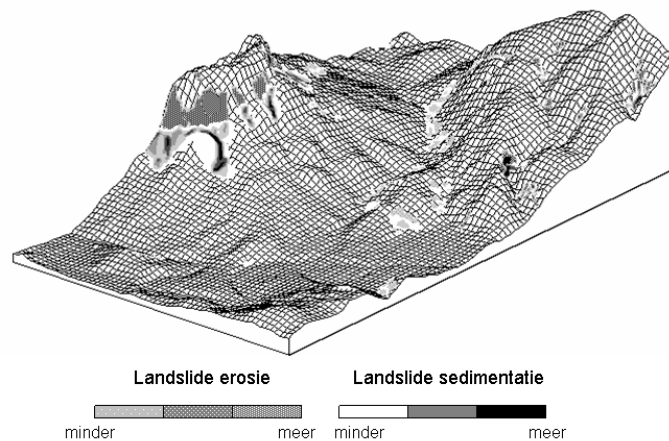
Als je landschap definieert als: "*een dynamisch systeem met ruimtelijke patronen in topografie, geologie, vegetatie en fauna met een zekere samenhang en belevingswaarde*", herken je direct de sterke overlap met de beschrijving van het systeem bodem als "*interacties tussen de geo-bio-hydro-atmo-anthroosfeer*". Wat mist in de bodemsysteembeschrijving is de ruimtelijke component. Ik stel daarom voor om het begrip **bodemschap** (Engels: soil scape) te introduceren als "*een dynamisch systeem van bodems die ruimtelijk met elkaar in betrekking staan met een bepaalde gebruikswaarde*". Het voordeel van een dergelijke beschrijving is dat de onderlinge interactie centraal staat. Deze interactie gebeurt door middel van water, wind, flora, fauna en/of massabeweging. Binnen een landschap kunnen dus meerdere bodemschappen aanwezig zijn die op verschillende manieren met elkaar in betrekking staan. Een bodemschap is dus niet gelijk aan een landschap.

Ik zal het concept bodemschap illustreren met enkele voorbeelden van onderzoek zoals dat momenteel plaatsvindt binnen de leerstoel bodeminventarisatie en landevaluatie.



Figuur 2. Erosie en sedimentatie door water herverdeling in het practicum gebied nabij Alorá (Spanje)

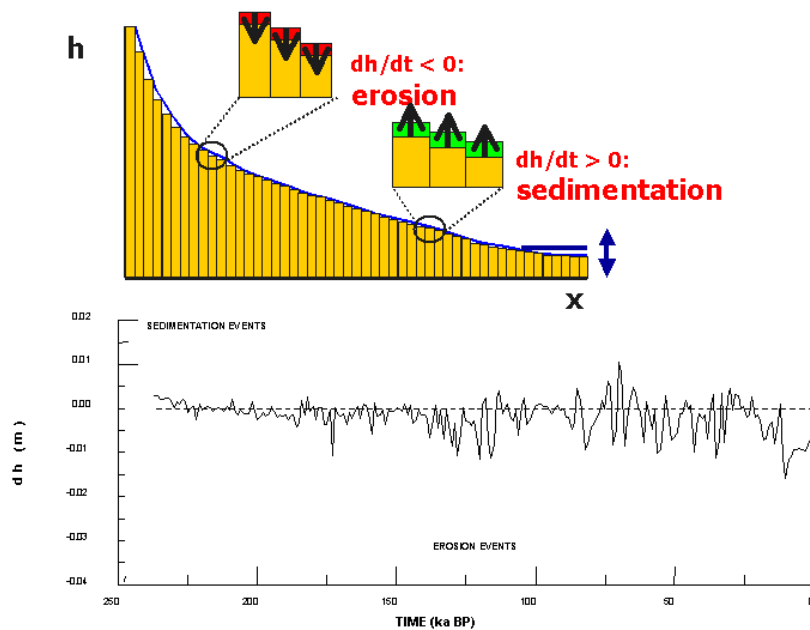
Het eerste voorbeeld betreft een deel van het practicumgebied in Zuid Spanje nabij het stadje Alorá. In dit geologisch divers landschap zijn een aantal ruimtelijk processen gaande welke bijna het gehele landschap tot één bodemschap maakt. Allereerst is er de herverdeling van de neerslag. Door het soms steile reliëf en ondiepe bodems kan lang niet alle neerslag in de bodem infiltreren. Hierdoor vindt er oppervlakkige afspoeling plaats. Dit stromend water zal ook de bovenlaag van de bodem wegspoelen waardoor er op veel plaatsen watererosie optreedt. Maar lager in het landschap waar de hellingen minder steil worden en de waterstroming soms divergeert, neemt de stroomsnelheid af waardoor het geërodeerde hellingmateriaal weer wordt afgezet. De getoonde illustratie (Fig. 2) is werk van Jeroen Schoorl gebaseerd op modellerwerk met zijn LAPSUS model. Er is hier dus een zeer directe interactie tussen de hellingbodems en de dalbodem. De witte delen in de dalbodem maken geen deel uit van het watererosie gekoppelde bodemschap. Deze elementen behoren bij een ander bodemschap de stroomvlakte van de hoofdrivier.



Figuur 3. Erosie en sedimentatie door massa beweging in het practicum gebied nabij Alorá (Spanje)

Maar er zijn nog meer relevante processen. Op de steile hellingen komt mergel voor welke, wanneer ze voldoende nat wordt in de winter, gevoelig is voor massabewegingen zoals afschuivingen en slumps. Hierbij gaat niet alleen de toplaag van de bodem naar beneden maar vaak de gehele bodem tot meer dan een meter diep. De patronen van deze twee processen zijn niet alleen verschillend maar ook hun frequentie en snelheid zijn anders. Het getoonde voorbeeld (Fig. 3) is gebased op promotieonderzoek van Lieven Claessens. Natuurlijk beïnvloeden deze twee processen elkaar. Hellingprocessen worden uiteindelijk geïnitieerd door fluviatiele processen in een gebied. Als een gebied zich in een tektonisch actief opheffende toestand bevindt, zoals het studiegebied in Zuid Spanje, zullen de hoofdrivieren zich insnijden om deze opheffing te compenseren. Als gevolg hiervan neemt het

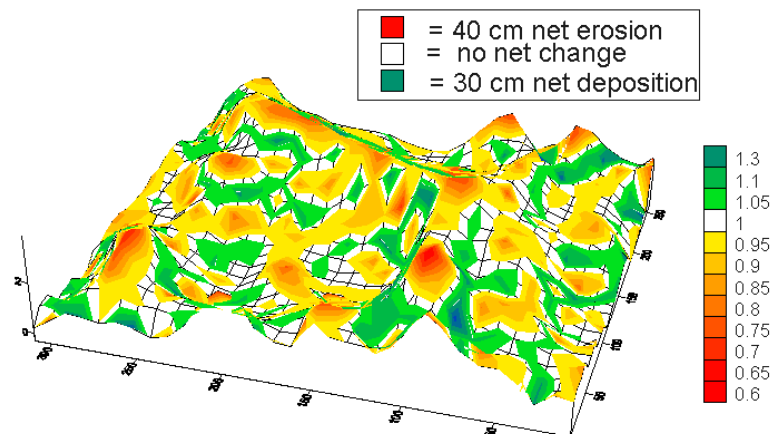
lokale reliëf (zoals diepte en steilheid van een rivierdal) toe waardoor er meer massabewegingen zullen optreden. Behalve tektoniek spelen de stand van de zeespiegel en de klimaatbepaalde vegetatie hierbij ook een belangrijke rol. Om de snelheid van dergelijke landschapssystemen goed te kunnen karakteriseren is het dan ook belangrijk om hierbij de historie van de landschapsgenese mee te nemen. Traditioneel vindt dergelijk onderzoek in Wageningen plaats. Alhoewel de onderzoeksinspanning sterk is verminderd met het opheffen van de geologische leerstoel in 1996, vindt er nog steeds onderzoek plaats naar de lange termijn ontwikkeling van landschappen en fluviaale systemen. In Fig. 4 ziet u enkele resultaten van een modelleerexercitie door Leo Tebbens van de ontwikkeling van lengteprofiel dynamiek voor de Maas als functie van tektoniek, zeespiegel en klimaat gedurende de laatste 240.000 jaar (Tebbens et al, 2000).



Figuur 4. Lokale erosie en depositie van de Maas in Zuid Limburg gedurende de laatste 200.000 jaar.

U ziet de lokale dynamiek voor het Maassysteem in Zuid Limburg wat als één van de weinige Nederlandse regio's een tektonische opheffing ondergaat. De grafiek geeft weer wanneer de bedding zich verlaagt ($dh < 0$) en wanneer deze zich verhoogt ($dh > 0$). Dergelijke trends hebben direct gevolgen voor de landschapsprocessen zoals massabewegingen en bodemvorming. Wat dergelijke modellering duidelijk heeft aangetoond is dat er nog grote kennislacunes zijn ten aanzien van de lange termijn landschapsdynamiek in relatie tot de controlerende factoren tektoniek, zeespiegel en klimaat. Veel systeemodynamiek blijkt niet-lineair en context gevoelig te zijn. Een belangrijke complicerende factor in de huidige systemen is de factor mens, waardoor vanuit een natuurwetenschappelijk perspectief, vele anomalieën optreden.

Een voorbeeld van een antropogeen landschapsproces is ploegerosie, welke onder andere de typische lösscatena's in Europa heeft veroorzaakt. Een ander voorbeeld is te vinden in de prairies van Canada. Hier is vaak minder dan 100 jaar akkerbouw geweest, terwijl er enorme bodemkundige veranderingen zijn opgetreden door de actief ploegende boeren. Figuur 5. laat zien dat op een veld nabij Saskatoon, de laatste 40 jaar lokaal, op convexe posities, meer dan 30 cm van de bodems is afgeploegd (Pennock et al., 1994). Dit heeft er toe geleid dat van de oorspronkelijke vruchtbare Chernozems slechts ondiepe Regosols resteren. De weggeploegde bovengronden accumuleren als colluvia in lokale depressies waar ze in het voorjaar als de sneeuw smelt, een belangrijke bron voor broeikasgasemissies vormen. Ook hier zien we dus een duidelijk voorbeeld van een bodemschap waarbij in dit geval vnl. door menselijk handelen bodems met elkaar in verbinding staan door massabeweging.

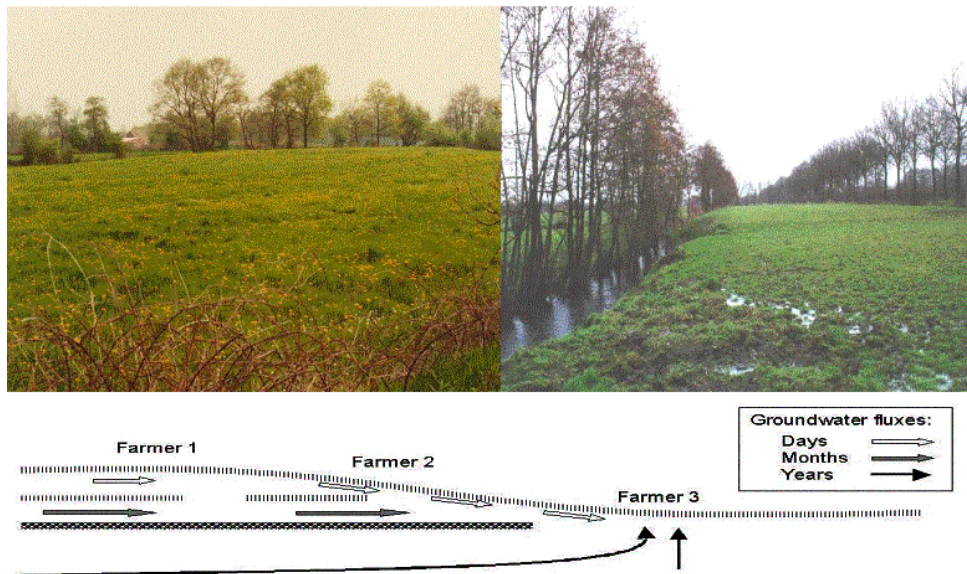


Figuur 5. Netto bodemdikte verandering door ploegerosie in Saskatchewan Canada.

Behalve dit voorbeeld van ploegerosie zijn er meerdere voorbeelden hoe menselijk handelen de bodems steeds weer doen veranderen. De basis van dergelijke veranderingen hebben vaak te maken met bodem-plant interacties zoals uitgebreid door Nico van Breemen (van Breemen, 1998) en zijn groep onderzocht wordt. Daarnaast blijkt dat niet alleen de gewassen maar ook de landgebruiksgeschiedenis erg bepalend voor bodemeigenschappen kan zijn. Johan Bouma heeft samen met Peter Droogers een concept hiervoor ontwikkeld welke spreekt van verschillende door landgebruik bepaalde pheno-vormen uitgaande van een originele 'natuurlijke' geovorm (Droogers & Bouma, 1997). Dit concept geldt zowel voor landbouwgronden als voor natuurontwikkelingsgebieden. Sommige bodemeigenschappen veranderen heel snel en zijn omkeerbaar zoals bulkdichtheid door grondbewerking. Andere veranderingen zijn langzaam en irreversibel, zoals degradatie van humusprofielen in ontwaterde schraalgraslanden. Onderzoek door Marthijn Sonneveld bij de Friese milieucoöperatie VEL&VANLA in Oost Friesland laat duidelijk zien dat niet alleen essentiële bodemeigenschappen, veranderen door het landgebruik maar dat het functioneren van een bodem in termen van risico voor nitraatuitspoeling volledig anders wordt (Sonneveld et al., 2002). Verschillende landmanagementstijlen leiden dus tot andere bodems. De bodem is dus niet een statische randvoorwaarde in milieubeleid, maar een dynamische systeemcomponent welke binnen bepaalde grenzen gestuurd kan worden naar een gewenste toestand. Dit punt brengt de discussie naar meer beleidsgerichte aspecten van het bodemmanagement.

Analoog aan het waterschap zouden we het milieubeheer kunnen uitvoeren voor gebieden waar de bodems een dynamische functionele eenheid vormen, het "bodemschap". Net als bij een waterschap, zouden alle belanghebbenden mee moeten besturen en moeten er ook bodemschapslasten worden betaald om het beheer mogelijk te maken. De uiteindelijke afrekening van milieudoelen kan dan op het niveau van een bodemschap plaatsvinden in plaats van op bedrijfsniveau. Binnen een bodemschap zouden boeren bijvoorbeeld beloond kunnen worden voor managementstijlen welke de functionaliteit van de bodem, vanuit een milieuoptiek, verbeteren. Dit zou bijvoorbeeld kunnen met een precisielandbouwbenadering, zoals door Johan Bouma voorgesteld (Bouma, 1997), waarbij een bodemafhankelijke dosering van mest en bestrijdingmiddelen plaatsvindt. Hierbij wordt op bodemprofiel niveau de balans gesloten. Een alternatief is om deze balans op bodemschapniveau sluitend te maken, overbemesting op één locatie kan ten goede komen voor ander locaties waar dus minder bemest hoeft te worden. Je zou kunnen spreken van bodemschapboeren. Dergelijke bodemschappen zouden grote eenheden vormen. Zo vormen de Wageningse berg, Utrechtse heuvelrug en de Gelderse vallei één eenheid. Hierbij moet dan bijvoorbeeld rekening worden gehouden met het steeds veranderende land gebruik, zoals de historische conversie van oude bouwlanden op de Utrechtse heuvelrug naar bos.

Bodemkundigen kunnen dit proces begeleiden en monitoren door de mogelijke bodem- en landschapontwikkelingstrajecten te verkennen en uit te zetten.



Figuur 6. Mogelijke landschappelijke interacties tussen boeren in een bodemschap

Betekent het monitoren van bodemschappen dat we weer opnieuw de bodem van Nederland moeten karteren? Er is tenslotte veel veranderd sinds de laatste 1:50.000 kartering eind jaren 80! Ik denk het niet. We moeten wel terug het veld in, niet om opnieuw klassiek te gaan inventariseren, maar om het systeem temporeel dynamisch te karakteriseren. Tegenwoordig heerst vaak de opvatting dat alles al bekend is en in databases ligt opgeslagen. De bodemkaart is klaar, en de 'Staring reeks' doet het goed! Waarom dan nog veldwerk? Daar zijn zeker twee redenen voor te geven.

Ten eerste zijn alleen die gegevens beschikbaar die men in het verleden als belangrijk zag. Vaak zijn dit de criteria voor de bodemclassificatie. Andere potentieel relevante zaken welke dus niet op het opnameformulier stonden zijn niet opgenomen in het gegevensbestand.

Ten tweede zijn vele eigenschappen constant aan veranderingen onderhevig. Bodemorganische stofgehalten kunnen in enkele jaren totaal veranderen door bijvoorbeeld ontwateren of het scheuren van grasland. Bovendien gaat het niet alleen om de hoeveelheid maar ook om de eigenschappen van de organische stof.

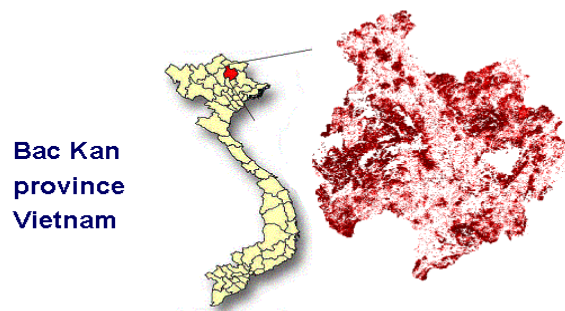
We zullen natuurlijk zoveel mogelijk gebruik moeten maken van de kennis en gegevens welke er zijn. Hierbij speelt het nieuwe vakgebied van de pedometrie, waar Gerard Heuvelink actief in is, een belangrijke rol (Heuvelink & Burrough, 2002). De nadruk ligt dan meer op het toepassen van bestaande en verder ontwikkelen van technieken om maximaal profijt te halen uit ruimtelijke datasets. In analogie met de geostatistiek verwacht ik dat 3-D GIS ook belangrijker gaat worden voor de bodemkunde, alhoewel dergelijke toepassingen nog nauwelijks in de praktijk plaatsvinden omdat er nog maar weinig echte 3-D bodemmodellen zijn. We zullen bestaande databases ruimtelijk expliciet moeten opwaarderen door ze te combineren met digitale hoogtemodellen waardoor numerieke modellen van bodemcatena's, procesmodellen (erosie, massa beweging, ploegerosie) en landgebruikshistorie kunnen worden gebruikt. Hierbij blijft het belangrijk om effecten van onzekerheid en foutvoortplanting mee te nemen. Behalve gebruikmaken van nieuwe technieken op bestaande datasets, zullen we ons ook moeten richten op fundamenteel onderzoek naar nog slecht begrepen processen.

Met name de landgebruikshistorie blijkt erg relevant te zijn voor de actuele bodemdynamiek. Aangezien de volgorde van landgebruik net zo belangrijk is als het type landsgebruik zullen we dit aspect ook moeten meenemen als we mogelijke toekomstige bodemscenario's gaan uitzetten. Het is dus belangrijk om inzicht in de landgebruikverandering te hebben en om de systeemdynamiek hiervan te doorgronden. Onderzoek naar en modellering van sturende en controlerende factoren van landgebruikveranderingen wordt gedaan binnen het CLUE (Conversion of Land Use and its Effects) framework (Veldkamp & Fresco, 1996).

Dit type onderzoek staat momenteel mondiaal in de belangstelling omdat landgebruikveranderingen één van de weinige beïnvloedbare factoren is die het globale klimaat stuurt. Binnen "Global Change" onderzoek is dan ook in 1995 door de IGBP en IHDP een speciaal project opgericht welke zich bezig houdt met landgebruikveranderingen (LUCC Land Use/Cover Change). Ik zit nu enkele jaren in de stuurgroep en trek het modelleer thema. Daarom

huisvest het Laboratorium van Bodemkunde en Geologie momenteel het zgn. Lucc focus-3 office welke zich bezighoudt met het modelleren van landgebruikveranderingen. In dit internationale office houden Kasper Kok (science officer) en Peter Verburg zich vooral bezig met het stimuleren en initiëren van bijeenkomsten, special issues en onderzoeksagenda's op het terrein van landgebruikmodellering. Wat met name het onderzoek naar landgebruikverandering karakteriseert is de verregaande Bèta-Gamma integratie, een goed voorbeeld hiervan is het onderzoek dat Koen Overmars en Marco Huigen doen in een geïntegreerd WOTRO programma wat we gezamenlijk met het CML in Leiden uitvoeren.

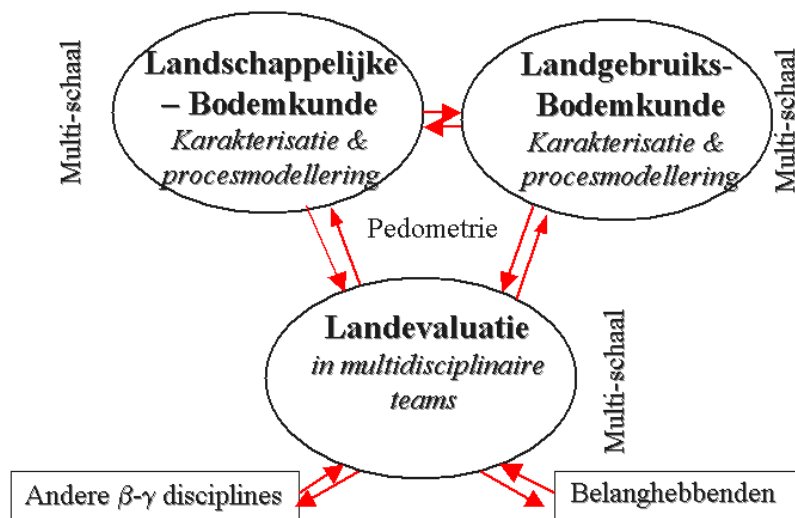
Ik verwacht dat we ook de komende tien jaar in het aanstaande LAND project van de IGBP-II een significante bijdrage kunnen leveren. Interessante ontwikkelingen binnen de landgebruik-subdiscipline zijn de opkomst van "dynamische scenario ontwikkeling" en "agent based modellering" als nieuwe onderzoeksvelden. Een illustratie van wat er tegenwoordig mogelijk is op het gebied van ruimtelijk expliciet modelleren van landgebruik is het nieuwste CLUE-S model door Peter Verburg ontwikkeld (Verburg, et al., 2002). Met dit model is het niet alleen mogelijk om verschillende toekomstprojecties te maken van het landgebruik maar tevens de implicaties voor bodem en landschap. Dus terugkoppeling van landgebruikhistorie kan worden meegenomen. Vanuit bodemkundig perspectief ligt het voor de hand om veranderingen in bodemvruchtbaarheid centraal te stellen. Hiervoor bestaat al een geschikte monitormethodologie zoals NUTMON van Eric Smaling en Jetse Stoorvogel.



Figuur 7. Gesimuleerde ruimtelijke patronen in bodemvruchtbaarheid (landdruk) door landgebruikveranderingen in Bac Kan Provincie (Vietnam) door het CLUE-S model. Hoe donkerde hoe hoger de landdruk

Van origine werd de landevaluatie uitgevoerd door dezelfde mensen welke de inventarisatie hadden uitgevoerd. Vaak kon men vanuit de landschap-bodem expertise vele zinnige aanbevelingen geven. Hierbij was het ook essentieel dat men vaak goed inzicht had gekregen in het actuele landgebruik en zijn beperkingen. Er was bijna automatisch een afstemming met de heersende sociaal-economische condities door de intensieve contacten met boeren en andere landgebruikers. En dergelijke afstemming is niet meer vanzelfsprekend als men achter het bureau gewasgroeisimulaties draait om potentiële geschiktheden te kwantificeren op basis van een bestaande dataset. Wil je een potentiële landgebruiker een nuttig product leveren dan moet je rekening houden met de belangrijkste factoren die in zijn of haar perceptie landgebruik bepalen. Dat zijn vaak sociaal-economische factoren en je moet de gebruiker dus opties en keuzes bieden die reëel zijn en die vertaald kunnen worden in voor hun relevante eenheden. Dit is bijv. Euro/ha of de kans om boven een milieunorm te komen. Om dit daadwerkelijk uit te voeren heb je een multidisciplinaire aanpak nodig. Goede voorbeelden hiervan zijn het multidisciplinaire project van Tini van Mensvoort in de Mekong Delta (Vietnam) (Mensvoort, 1987) en het trade-off modelleerwerk van Jetse Stoorvogel (Stoorvogel & Antle, 2001). Dit laatste succesvolle project laat een duidelijke meerwaarde zien van een bodemkundige-agronomische-economische samenwerking.

De toekomst van de geschetste onderzoeklijnen ligt deels voor de hand. Vergaande integratie van bodemschappelijk onderzoek en multidisciplinaire evaluatiemethoden zal veel meerwaarde kunnen bieden. Het bijgevoegd schema laat zien hoe we binnen de leerstoel de verschillende aandachtsvelden en interacties vorm willen geven. De pedometrische expertise is essentieel om de data en modellencommunicatie goed op elkaar te laten aansluiten.



Figuur 8. Organisatieschema voor onderzoeksthema's binnen de leerstoel bodeminventarisatie en landevaluatie.

Een belangrijk concept voor de toekomst is het werken met zogenaamde gekoppelde biofysisch en sociaal-economische systemen. Hiermee wordt het mogelijk om terugkoppelingen tussen landgebruikbeslissingen en bodemeigenschappen te modelleren en te projecteren. We brengen hiermee de mens als bodemvormende factor centraler in de bodemkunde.

Zoals voor alle aardwetenschappen geldt, de werkelijkheid is in het veld en niet in de computer of op het internet. Het is daarom voor onderwijs belangrijk dat de student niet alleen basisvaardigheden van veldwerk leert maar ook daadwerkelijk wordt opgeleid om zelf in het veld relevante eigenschappen te herkennen en te begrijpen. Ook al zullen vele studenten vooral gebruikers van bodemkundige GIS en modellen worden, door hun aangeleerde veldkennis en veldvaardigheden kunnen ze veel beter de sterke en zwakke aspecten van gegevens en modellen beoordelen.

Helaas is er door de krimp op onderwijsuitgaven steeds minder ruimte voor excursies en veldwerk. De huidige financiering is zelfs zodanig dat de leerstoelen die dergelijke activiteiten aanbieden er structureel financieel bij inschieten. Toch vreemd dat goed en essentieel onderwijs door leerstoelen moet worden meegefinancierd, je zou denken dat onderwijsinstututen en kennisenheden dit hoog in hun vaandel zouden hebben staan. Ik zal me altijd sterk blijven maken voor een significant stuk veldexcursie en veldwerk tijdens de studies BSc BWA, MSc bodemkunde en de MSc Earth System Science. Het gaat niet alleen om kennis maar ook om kunde, zonder kunde in het veld is er geen sprake van bodemkundig vakmanschap. Ik ben blij dat we de beschikking hebben over docenten zoals Rob van den Berg van Saporoea en Gert Peek die dit vakmanschap in het veld doceren.

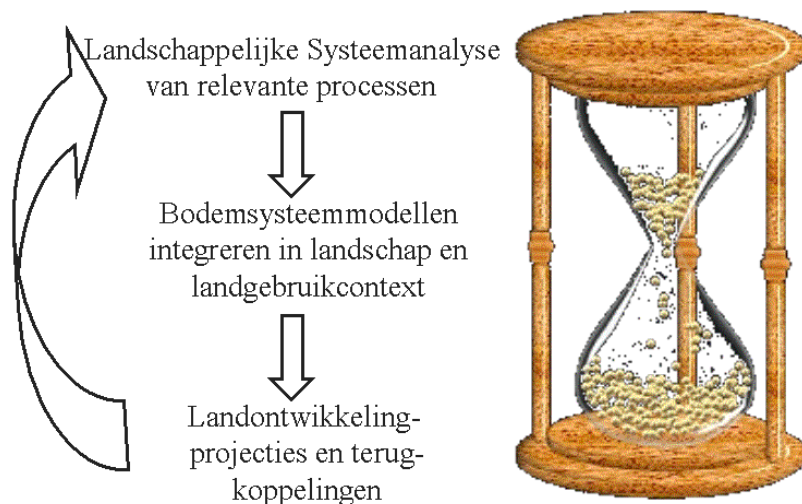
Bodemkunde is een aardwetenschappelijke discipline met zijn wortels in de Kwartair geologie en geomorfologie. Deze wortels moeten sterk verankerd blijven om de voeding met nieuwe kennis, technieken en inzichten mogelijk te maken. Dit kunnen we bereiken door samen te werken met andere aardwetenschappelijke universitaire groepen en het NITG-TNO. Ik ben daarom ook blij dat het NITG-TNO meewerkt aan de deeltijddetachering van Meindert van den Berg bij onze leerstoel. Ik ben ervan overtuigd dat deze samenwerking op termijn wederzijds veel zal opleveren. Met name in de huidige tijd van grote veranderingen in bodem en landschap is het essentieel om onderzoek te doen naar analoge situaties in het geologisch verleden. Wat we vooral zullen doen is dergelijke systemen kwantitatief en geïntegreerd modelleren. Dergelijke modellen kunnen tevens gebruikt worden om het huidige bodem-landschapstelsel in een realistische paleocontext te evalueren.

Om onze multidisciplinaire samenwerking te blijven stimuleren zullen we de huidige succesvolle projecten, goede vervolgen moeten geven. Dit betreft o.a. het trade-off werk van Jetse Stoorvogel en Alejandra Mora Vallejo samen met Montana State University (USA), de projecten met het CML in Leiden en het ILRI in Nairobi, en het nutriëntenwerk (NUTMON) van Eric Smaling (Smaling et al., 1996), uitgevoerd door Jan Peter Lesschen voor de FAO.

De locaties voor onderzoek moeten mondiaal zijn, zowel in tropische en niet tropische regio's met specifiek aandacht voor de Noord-Zuid ontwikkelingsproblematiek. Het doen van wetenschappelijk onderzoek in een ontwikkelingsland mag geen excuus zijn voor mindere kwaliteit.

Binnen het Wageningse zijn er vele interessante mogelijkheden voor inhoudelijke samenwerking zoals binnen onze onderzoekschool PE&RC en het CCB. Ik hoop dan ook dat ik met een aantal groepen binnenkort daadwerkelijk een multidisciplinair project kan uitvoeren. De gezamenlijke AIO projecten van de twee leerstoelen binnen het Laboratorium voor Bodemkunde en Geologie uitgevoerd door Eke Buis en Arnaud Temme, zijn een eerste aanzet hiertoe.

Binnen het Centrum Bodem, bestaande uit 5 bodemkundige leerstoelen en de afdeling Bodem en Landgebruik van Alterra, zijn er potentieel veel gezamenlijke projecten mogelijk. Met z'n allen in het centrum kunnen we de gehele zandloper benadering vormgeven. Ik zie hier veel potentieel, maar momenteel zijn we nog fysiek te verspreid over 4 locaties en zijn we te druk met de bestuurlijke en managementveranderingen om hier vorm aan te kunnen geven. Zonder de enthousiaste en nuchtere werkwijze van Henny van den Berg zou ik al helemaal ondergesneeuwd zijn onder de niet ophoudende lawine van steeds veranderende begrotingscijfers. Ik hoop vooral dat er binnenkort binnen de universiteit duidelijkheid en continuïteit in de financiële cijfers en procedures komen. Als centrum zullen we ons best moeten doen om de bodemkunde weer meer centraal in maatschappelijke discussies te krijgen. Bodem is niet een aansprekend thema omdat het niet mediageniek is. Bodem leidt niet direct tot grote zichtbare rampen of bedreigingen. En als er eindelijk eens wat bodemkundigs gebeurt, zoals de afschuivende veendijk bij Wilnis deze zomer, krijgt het klimaat of het water de schuld en niet de bodem. We moeten duidelijk iets doen aan het bodemimago en gelijktijdig proberen het grote publiek bewuster te maken van de mogelijkheden en maatschappelijke bijdrages van de bodemkunde.



Figuur 9. Hoe we ons onderzoek in de toekomst kunnen vorm geven. De zandloper moet steeds weer gedraaid worden.

Ter afsluiting grijp ik weer terug op het zandlopermodel. De tijd is aangebroken om weer bodemkundig geïntegreerd de breedte in te gaan zonder de wortels in de basisdisciplines te verbreken. De zandloper moet regelmatig gedraaid worden om tot zinvolle resultaten te komen. Dit kan alleen door verschillende disciplinaire kennis in huis te hebben, en door middel van goede interne en externe samenwerking die kennis maximaal te benutten. Ik hoop en verwacht dat gezien de prettige collegiale omgang en loyaliteit binnen de leerstoel en ons externe netwerk we dit de komende jaren waar kunnen maken.

Ik wil vooral de studenten oproepen kritisch naar hun opleiding te kijken. Als jullie ook vakmanschap in het veld willen leren dan zullen jullie me moeten helpen om de onderwijsinstututen van de noodzaak hiervan te overtuigen. Ik hoop in de toekomst velen van jullie in het veld de ogen te openen. Als je eenmaal geleerd hebt door veldbodemkundige ogen naar het veld te kijken dan kan nooit meer 'normaal' naar een landschap kijken. Dan herken je de bodempatronen zoals deze door geomorfologische en landgebruikprocessen worden bepaald.

Tenslotte wil ik graag mijn ouders en familie bedanken voor hun steun en kritische reflecties op z'n tijd. Ik wil u allen bedanken voor uw komst en getoonde interesse.

Ik heb gezegd.

Literatuur referenties:

- Baren, J. van. 1920. De Bodem van Nederland. Amsterdam., van Looy., 1920. 2 vols, 1365 p., 11 col. folding maps.
- Bouma J., 1997. Precision agriculture: Introduction to the spatial and temporal variability of environmental quality. In: CIBA-Foundation. Precision agriculture: spatial and temporal variability of environmental quality. CIBA-Foundation Symposium 210. John Wiley and Sons, Chichester, New York, Toronto: 5-13.
- Breemen, N., Van (Ed), 1998. Plant-induced soil changes: processes and feedbacks. Biogeochemistry 42: 1-252.
- Droogers P, Bouma J., 1997. Soil survey input in exploratory modelling of sustainable soil management practices. Soil Science Society of America 61:1704-1710.
- Fresco, L.O., Kroonenberg, S.B. 1992. Time and spatial scales in ecological sustainability. Land use policy 9: 155-168
- Heuvelink G.B.M., Burrough P.A., 2002. Developments in statistical approaches to spatial uncertainty and its propagation. International Journal of Geographical Information Science 16 (2): 111-113
- Mensvoort, M.E.F., 1987. Acid sulphate soils in the Mekong Delta, Vietnam: genesis, properties, environmental problems and land use problem. Paper presented at Int. conf. on Ecology of Vietnam.
- Pennock DJ, Anderson DW, de Jong E., 1994. Landscape-scale change in indicators of soil quality due to cultivation in Saskatchewan, Canada. Geoderma 64: 1-19.
- Sonneveld, M.P.W., Bouma J. Veldkamp, A., 2002. Refining soil survey information for a Dutch soil series using land use history. Soil Use and Management 18: 157-163.
- Staring, W. 1856. De bodem van Nederland. De samenstelling en het ontstaan der gronden in Nederland t.b.v. het algemeen.. Haarlem., Kruseman., 1856. 2 vols, published 1856-60.
- Stoorvogel JJ, Antle JM., 2001. Regional land use analysis: the development of operational tools Agricultural Systems 70 (2-3): 623-640
- Tebbens, L.A., Veldkamp, A., Van Dijke, J.J. and Schoorl, J.M., 2000. Modelling longitudinal profile development in response to Late Quaternary tectonic uplift, sea-level and climate changes: the River Meuse Global and Planetary Change 27: 165-186.
- Smaling EMA, Fresco LO, de Jager A., 1996. Classifying, monitoring and improving soil nutrient stocks and flows in African agriculture. AMBIO 25 (8): 492-496.
- Veldkamp, A., Fresco, L.O., 1996. CLUE-CR: an integrated multi-scale model to simulate land use change scenarios in Costa Rica. Ecological modelling 91: 231-248.
- Veldkamp A., K. Kok, G.H.J. De Koning, J.M. Schoorl, M.P.W. Sonneveld, P.H. Verburg, 2001. Multi-Scale system approaches in agronomic research at the landscape level. Soil And Tillage Research 58: 129-140.
- Verburg, P. H., Soepboer, W., Limpiada, R., Espaldon, M. V. O., Sharifa, M., Veldkamp, A. 2002. Land use change modelling at the regional scale: the CLUE-S model. Environmental Management 30: 391-405