

Bodem en Voedsel

Wat dragen bodemkundigen bij?

Bodemkunde als wetenschap bestaat ongeveer 150 jaar. In dit artikel wordt geprobeerd de vraag te beantwoorden welke bijdragen bodemkundigen hebben geleverd aan de wereldvoedselvoorziening. Die vraag blijkt niet gemakkelijk te beantwoorden. Uiteindelijk hebben de auteurs vijf ontdekkingen gekozen. Maar zijn dit wel de juiste? Graag uw reactie.

Oene Oenema en Annemarie van Wezel



**prof. dr. ir.
O. Oenema**
Alterra, Wageningen
University & Research
Centre, Wageningen
oene.oenema@wur.nl



**dr. A.P. van Wezel,
KWR**
Watercycle Research
Institute, Nieuwegein,
annemarie.van.wezel@
kwrwater.nl

INLEIDING

Jaarlijks eten we per persoon ongeveer 500 kg aan aardappelen, brood, rijst, groente, fruit, vlees en zuivel. Dat eten halen we uit de winkel, of soms het restaurant. Een enkeling haalt het uit eigen tuin, en weet dat je heel wat moet doen voordat je de aardappelen, groente en kruiden kunt oogsten. Maar de meesten zien inkopen doen, koken en afwassen als de grootste inspanning voor 'het eten'. Verder gaan de discussies over 'wie kookt er en wie doet de afwas'. En over afval, wat is lekker en wat gezond (Katan, 2008).

Waar komt het eten vandaan voordat het in de winkel of restaurant wordt bezorgd? Wie daarin geïnteresseerd is, zou het schitterende boek van Michael Pollan 'The Omnivor's Dilemma' moeten lezen. De ingrediënten hebben meestal een hele lange reis gemaakt en vele bewerkingen ondergaan, voordat ze uiteindelijk als 'menu geserveerd kunnen worden'. De weg van 'zaadje naar karbonaadje' is complex en lang. En hoe verfijnder het menu, hoe moeilijker de herkomst is te herleiden. Toch, het overgrote deel van ons voedsel komt van het land, van de bodem. De bodem is een dominante factor in de productie van ons voedsel. Het is één van de drie traditionele productiefactoren: land, arbeid en kapitaal.

Dit themanummer van Bodem gaat over de relatie tussen 'bodem en voedsel'. Voor 1980 waren bijna alle opleidingen bodemkunde gericht op het vermeerderen van kennis over de relatie bodem en voedselproductie. Milieuproblemen, boter- en graanbergen, verstedelijking, natuurontwikkeling en de toegenomen welvaart heeft de relatie bodem – voedsel

in vooral West Europa naar de achtergrond verdrongen. Tot de stijging van de olieprijs en het gebruik van landbouwgronden voor de productie van bio-energie de voedselprijzen de afgelopen jaren fors deed stijgen. 'Food or fuel' is nu een hot issue. Voedselproductie is terug op de agenda en bodemkundigen hebben hierin een rol te spelen.

In deze bijdrage wordt een kort historisch overzicht gegeven van de veranderingen in de voedselproductie en van de rol van bodemkunde daarbij. We sluiten af met de mogelijke bijdrage van bodemkunde om de verwachte toename van 30-50% in mondiale vraag naar voedsel mogelijk te maken.

'FEEDING THE WORLD'

De omvang van de wereldbevolking wordt mede bepaald door de hoeveelheid voedsel die voor iedereen beschikbaar is. Die hoeveelheid varieert met de weersgesteldheid (klimaat), en is afhankelijk van de bodemgesteldheid, kennis en technologie, en organisatie. Logisch dus dat mensen eerst 'de lekkere plekjes' op de wereld in gebruik hebben genomen. Gebieden met vruchtbare gronden en voldoende water en beschutting zijn eerst in gebruik genomen, en daarna de mindere gronden (McNeill and Winiwarter, 2006). Veel wetenschappers hebben zich verdiept in het verband tussen de toename van bevolkingsomvang en welvaart en de noodzakelijke toename in de productie van voedsel. Daarbij zijn er altijd doemdenkers geweest zoals Thomas Malthus en Lester Brown, maar ook optimisten. En beide kampen hebben (deels) gelijk. Op wereldschaal wordt genoeg voedsel geproduceerd; er kan in ieder geval genoeg worden geproduceerd (Smil,

2000). Maar regionaal zijn er soms tekorten door te weinig productie, hoge bevolkingsdichtheid, verkeerde distributie en organisatie. Zo worden de onlusten in Rwanda en Congo niet alleen toegeschreven aan tribale meningsverschillen maar ook aan het gevecht om land en voedsel (Diamond, 2005).

Ongeveer 10.000 jaar geleden zijn mensen overgestapt van jagen, verzamelen en vissen naar het domesticeren van dieren en planten en het bedrijven van landbouw. Volgens Jared Diamond (2002) is dat achteraf bekeken mogelijk geen gelukkig besluit geweest. De huidige boeren moeten veel harder werken en mensen hebben meer last van ziektes dan hun voorgangers in een bestaan als jager en verzamelaar. In 10.000 jaar is men er in geslaagd 14 diersoorten te domesticeren (van 148 mogelijke soorten), maar feitelijk draait het slechts om drie soorten, namelijk koeien, varkens en kippen. Iets vergelijkbaars geldt voor planten. Tarwe, rijst en maïs leveren wereldwijd meer dan 60% van het plantaardig voedsel. Op de vierde plaats komt de banaan, maar de bijdrage aan het voedselpakket is enkel lokaal belangrijk. Dat laatste geldt ook voor de aardappel.

Een gelukkige keuze of niet, de uitvinding van de landbouw heeft het mogelijk gemaakt om veel meer monden te voeden (Tabel 1). De wereldbevolking is exponentieel gegroeid in de laatste 2000 jaar, mede dankzij de ontwikkeling van landbouwkundige kennis. Pimentel en Pimentel (2008) benadrukken het belang van de beschikbaarheid van energiebronnen voor de toename van de voedselproductie, anderen benadrukken de organisatiegraad. In de tijd van de Farao's in Egypte was 95% van de bevolking (~3 miljoen) werkzaam in de landbouw, het 'energiesurplus' van 5% bouwde piramides. Nu voorziet 1 moderne boer met behulp van machines, olie en gas in de voedselbehoefte van honderden mensen. In zijn Magnus Opus 'Feeding the World' geeft Vaclav Smil een analyse van de fac-

toren die de voedselproductie in de wereld bepalen en worden de mogelijkheden besproken om 8 of 10 miljard mensen te voeden. Als de vleesconsumptie wordt beperkt, en de intensivering van de productie wordt gezocht in verbeterde kennis en management (en de inzet van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen wordt beperkt), is er geen reden tot grote zorgen. De relevante vraag is niet 'of 8 of 10 miljard kunnen worden gevoed', maar hoe dat het slimst kan worden gedaan, met de minste milieugevolgen. Jeffrey Sachs (2008) beschrijft wat leiders van regeringen en de Verenigde Naties moeten doen en welke acties ondernomen moeten worden. Het uitroeien van honger en armoede op de wereld is het eerste Millenniumdoel van de Verenigde Naties (www.un.org/millenniumgoals). Het vraagt om forse en gerichte investeringen, en om eerlijke verdeling.

ROL VAN BODEMKUNDIGEN IN VOEDSELPRODUCTIE

Er zijn momenteel ongeveer 50.000 bodemkundigen op de wereld en een groot gedeelte werkt direct of indirect (onderzoek, onderwijs, beleid, advisering, handel) ten behoeve van de voedselproductie (al geldt dit minder voor West Europa en Noord Amerika, omdat daar milieu meer op de voorgrond staat). Welke rol speelden bodemkundigen bij de verhoging van de voedselproductie?

Bodemkunde als 'moderne' wetenschap bestaat nu ongeveer 150 jaar; de stijging in productiviteit vóór 1850 kwam dus tot stand zonder bodemkundigen. De grote klappers in de verbeteringen van de productiviteit ná 1850 zijn een combinatie van (i) de theorie van minerale voeding van planten door Justig von Liebig en Carl Sprenger rondom 1850, (ii) de fabrieksmatige synthese van ammoniak uit luchtstikstof door Fritz Haber and Carl Bosch rond 1910, (iii) de veredeling van gewassen en dieren (voortdurend), (iv) het beschikbaar komen van goedkope (fossiele) energie (in de loop van de 20e eeuw), (v) het beschikbaar komen van

mechanisatie, irrigatie en transportfaciliteiten (vooral na 1950) en (vi) betere gewasbescherming, onkruidbeheersing en oogstmethoden. Maar wat is daarbij de bijdrage van bodemkundigen geweest?

'Nature' is al vanaf 1869 een toonaangevend wetenschappelijk tijdschrift en belangrijke vindingen van bodemkundigen zullen ongetwijfeld daarin zijn gepubliceerd. De term 'bodem' komt inderdaad vaak voor in de titels en abstracts van artikelen in Nature (Tabel 2). Te vaak om alle artikelen te lezen en te analyseren op de bijdragen aan de stijging van de voedselproductie. Combinatie van termen leverde ook nog veel hits op. De combinatie 'Soil fertility and food' gaf 508 hits, 'soil fertility and food production' 333 hits, 'soil fertility and food in Europe' 94 (en die in Nederland 11). Leuk zo'n overzicht, maar het zegt niet zo veel voor het doel dat we hier nastreven. Navraag bij collega's bij de koffie en tijdens lunchpauzes leverde een divers en weinig consistent beeld op. Hebben bodemkundigen geen goeroes?

De enige bodemkundige (?) die een Nobelprijs heeft ontvangen was Selman Waksman. Hij ontving de Nobelprijs voor fysiologie en medicijnen in 1952, voor zijn ontdekking van antibiotica (streptomycine) uit bodemschimmels. Fritz Haber en Carl Bosch hebben ook een Nobelprijs ontvangen, maar dat waren chemici, geen bodemkundigen. Bekende grondleggers van de bodemkunde zijn Dokuchaev (1846-1903), de ontdekker van zonale bodems, Vernadsky (1863-1945), de ontdekker van de samenhang in de kringloop van elementen, Jenny (1899-1992), van de bodemvormende factoren, en Thomas Way, die de 'Father of Soil Chemistry' wordt genoemd. Maar wat is hun bijdrage geweest aan verhoging van de voedselproductie? De enige bodemkundige die de prestigieuze World Food Prize heeft gewonnen is Pedro Sanchez (in 2002), voor zijn werk in Afrika aan bodemvruchtbaarheid (Sanchez, 2002).

Jaar geleden	Aantal mensen, miljoen	Voedselproductiesysteem	Bevolkings-dichtheid, km ⁻²
10000	3	Verzamelaars, jagers, vissers	< 1
4000	30	Herders, ëshifting cultivationi	1-50
2000	300	Traditionele landbouw	100 - 200
400	600	Traditionele landbouw	100 - 300
150	1250	Traditionele landbouw	200 - 500
50	3000	Moderne landbouw	300 - 800
20	5000	Moderne landbouw	500 - 1000
10	6000	Moderne landbouw	>1000

TABEL 1: VERANDERINGEN IN AANTAL MENSEN, VOEDSELPRODUCTIESYSTEMEN, EN IN DE MAXIMALE BEVOLKINGSDICHTHEID DIE HOORT BIJ DE GENOEMDE VOEDSELPRODUCTIESYSTEMEN, GEDURENDE DE LAATSTE 12000 JAAR. GETALLEN IN DE TABEL ZIJN GLOBAAL, BIJ BENADERING. (NAAR SMIL, 2000)

Termen	Aantal hits
Soil	16342
Soil quality	1969
Soil fertility	1250
Soil conservation	1190
Soil management	1618
Soil erosion	1276
Soil pollution	717

TABEL 2: AANTAL KEREN DAT BODEMGERELATEERDE TERMEN IN DE TITEL EN ABSTRACT VAN ARTIKELLEN IN HET WETENSCHAPPELIJKE TIJDSCHRIFT NATURE ZIJN GENOEMD IN DE PERIODE JANUARI 1869 TOT OKTOBER 2008. RESULTATEN VAN EEN ZOEKTOCHT OP WWW.NATURE.COM/SEARCH/ADV_SEARCH.

Volgorde	Uitvinding van bodemkundigen	Grondlegger	Resultaat
1	Karakterisering van zonale bodemtypen, bodemgeschiedheid- classificatie en -kartering	Vladimir Dukuchaev	Identificatie en waardering van (goede en minder goede) landbouwgronden
2	Kationenbinding, en het begrijpen van het transport van opgeloste stoffen in de bodem	Thomas Way	Welke nutriënten worden door de bodem 'gebonden', waar kunnen plantenwortels gemakkelijk 'aan komen'
3	Waterretentie en transport van water in de onverzadigde zone van de bodem	Darcy, Edgar Buckingham	Hoeveel water kan bodem vasthouden; welk deel is voor het gewas beschikbaar
4	Karakterisering van bodemvruchtbaarheid door middel van extracties (intensiteit en capaciteitsindicatoren)	Hissink	Het objectief kunnen meten van de bodemvruchtbaarheid t.b.v. bemestingsadviezen
5	Bodemverzuring, en -verwering, bodem pH en bekalking	Ruffin, Coleman	Het identificeren en verbeteren van bodems met een hoge zuurgraad

TABEL 3: TOP VIJF UITVINDINGEN VAN BODEMKUNDIGEN, DIE BIJGEDRAGEN HEBBEN AAN VERBETERING VAN DE VOEDSELPRODUCTIE IN DE WERELD (ZIE TEKST).

‘SUCCES HEEFT VELE VADERS EN MISLUKKING IS EEN WEES’
Het is niet eenvoudig om de top vijf inzichten en uitvindingen van bodemkundigen te benoemen die hebben bijgedragen aan de verbetering van de voedselproductie op de wereld. We hebben een dergelijk overzicht ook niet in de literatuur kunnen vinden. Daarom hier ons eigen voorkeurslijstje (Tabel 3). Namen van grondleggers zijn ook genoemd, al is het ook hier lastig om slechts één of twee namen te noemen. We zien opmerkingen en suggesties voor verbetering met veel belangstelling tegemoet.

De eerstgenoemde bodemkundige vinding in Tabel 3 staat eigenlijk los van ‘de grote klappers’ in de stijging van de voedselproductie. Maar de overige vier hebben sterke raakvlakken met de eerstgenoemde twee klappers en toch ook met de andere klappers. Verhoging van de voedselproductie wordt gerealiseerd door een combinatie van veel samenhangende factoren. Het is teamwerk.

Momenteel wordt aan ‘BodemCanon’ gewerkt (<http://www.bewustbodengebruik.nl>). In het overzicht van historische ‘bodemmomenten’ van Petra Bakker, Dorien Derks en Marco Vergeer (van 18 juli 2008) wordt Justig von Liebig (als ontdekker van de kunstmest?) genoemd, maar (nog) geen van de in Tabel 3 genoemde vindingen.

WAT GAAN BODEMKUNDIGEN IN DE TOEKOMST DOEN?
In Nature 83 uit 1910 (pagina’s 272 – 273) stond een bespreking van het boek “The Principles of Soil Management”. Het zou aardig zijn om dat boek te lezen en na te gaan wat we sindsdien hebben geleerd. Bijna 100 jaar later zijn we nog met hetzelfde thema bezig. Alleen hebben we nu het woordje ‘duurzaam’ aan de titel toegevoegd en de brug geslagen naar het milieu en andere wetenschappelijke disciplines.

Welke grote doorbraken zijn te verwachten door bodemkundig onderzoek voor verbetering van de voedselproductie? De

hoogste gewasproductiviteit wordt nu gerealiseerd in kassen waar geen bodem direct (wel grondstoffen) meer aan te pas komt. Zo wordt in moderne kassen in Nederland 500 tot 750 ton tomaten per ha per jaar geoogst en in Spanje in kassen in de vollegrond gemiddeld niet meer dan 100 tot 250 ton per ha per jaar. Bovendien is de efficiëntie van het water en nutriëntegebruik in moderne soil-less kassen in Nederland gemiddeld veel hoger dan in teelten in de vollegrond in kassen in Spanje (persoonlijke mededeling Wim Voogt, WUR, 31-10-2008). De hoogste dierlijke productie wordt gerealiseerd in de ‘land-less’ veehouderij. Daar komt ook geen bodemkundige aan te pas, maar wel bodemkunde in de zin van omgaan met de hernieuwbare en uitputbare grondstoffen in de bodem en de verwerking van de reststromen (mest).

De bijdragen van bodemkundigen aan de voedselvoorziening lijken vooral tot stand te komen door in samenwerking met andere disciplines te werken aan grote maatschappelijke thema’s, zoals:

- welke gronden voor landbouw, welke voor natuur, infrastructuur, energie, en daarmee bijdragen aan optimale benutting hernieuwbare bronnen;
- duurzamer omgaan met uitputbare bronnen, zoals vermindering gebruik van het steeds schaarser wordende ruwfosfaat, verhoging van de efficiëntie van nutriëntegebruik, en vermindering van de uitspoeling van nutriënten en metalen uit (fosfaatverzadigde en verontreinigde) bodems naar het oppervlaktewater;
- duurzaam bodembeheer, verbetering bodemstructuur, en vermindering van bodemerosie, -verzilting, -verdichting, en -verontreiniging
- mitigatie van broeikasemissies uit landbouw(gronden) en de adaptatie van bodem en landbouw aan een veranderend klimaat;
- de voorziening van micronutriënten. Circa 2 miljard mensen op de wereld krijgen te weinig Zn, Fe en/of I met het voedsel binnen, onder andere omdat de bodem te weinig beschikbaar stelt aan het gewas (Graham and Welch, 1999).

Misschien niet zo zichtbaar als in de periode 1850 tot 1970, bodemkundigen zullen een belangrijke taak blijven houden bij het veilig stellen van de voedselvoorziening in de wereld. Een taak die als aanvoerder of waterdrager uitgevoerd kan worden, afhankelijk onder andere van de persoonlijke ambitie.

REFERENTIES

- Katan, M.B. 2008. Wat is nu gezond? Fabels en feiten over voeding. Uitgeverij Bert Bakker, Amsterdam, 198 pp.
- Diamond, J., 2002. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. Nature 418: 700-707.
- Diamond, J., 2005. Collapse. How Societies Choose to Fail or Survive. Allen Lane, Penguin, London, 575. (Hoofdstuk 10 Malthus in Africa: Rwanda’s Genocide).
- McNeill, J.R., and V. Winiwarter (ed.) 2006 Soils and Societies. Perspectives from Environmental History. The White Horse Press, UK, 369 pp.
- Pimentel D. and M.H. Pimentel, 2008. Food, Energy and Society. (third edition). CRC Press, 380 pp.
- Pollan, M., 2007. The Omnivor's Dilemma. A Natural History of Four Meals. Amazon, com.
- Sachs, J.D. 2008. Common Wealth. Economics for a Crowded Planet. The Penguin Press, 386 pp.
- Sanchez, P.A., 2002. Soil fertility and hunger in Africa. Science 295:2019-2020
- Smil, V. 2000. Feeding the World. A Challenge for the Twenty-First Century. MIT Press, 360 pp.
- Welch, R.M. and Graham, R.D. 1999. A new paradigm for world agriculture: meeting human needs. Productive, sustainable, nutritious. Field Crops Res. 60:1-10.