

Een zachte landing?

Over noodzaak en mogelijkheid van paradigmawisseling in de landbouwwetenschappen⁽¹⁾

Jozef Visser

Utrecht; e-mail:
joost.visser@ziggo.nl

Inleiding

Na de Tweede Wereldoorlog heeft in Europa, in navolging van de USA en Rusland, een versnelde omvorming plaatsgevonden van de landbouw naar vermeend industrieel model. Schaalvergroting, uniformering en mechanisering moesten de toepassing in de landbouw zekerstellen van grootschalige 'fabrieksmethoden' (de tijdsgebonden nadruk op Fordistische methoden is manifest). Kunstmest speelde hierin een centrale rol omdat hij (1) de 'high input' scheen te verzekeren los van de organische stof en dus ook (2) vergaande ontkoppeling leek toe te staan ván deze typisch lokale grootheid. Tezamen met introductie van werkzame bestrijdingsmiddelen leek ongelimiteerde kunstmest de doorbreking toe te staan van de lokale organische stof kringlopen waaraan de landbouw vanouds gebonden was geweest⁽²⁾. Niet langer bepaald door lokale bronnen en ervaring leek deze nieuwe kunstmest-landbouw zich bij uitstek te lenen voor centraal onderzoek, ontwerp en directie. In de naoorlogse decennia sprak hij in 't bijzonder tot de verbeelding van die beleidsmakers en economen die haast gebiologeerd waren door de vermeende mogelijkheden van een totale industrialisering van 'de productie' (waarvan dan ook)⁽³⁾.

Mechanisering

De USA was inzake de mechanisering van de landbouw het grote voorbeeld dat, vanuit dat gebiologeerd zijn door 'industrialisering', bijna kritiekloos werd gevolgd⁽⁴⁾. Buiten de kring van ervaringsdeskundige boeren kwamen de eerste resultaten van onderzoek naar bodemverdichting dan ook als een schok⁽⁵⁾. Die schok bereikte het beleid echter niet: in de jaren '60 en '70 werden mechanisering, specialisering en schaalvergroting juist met alle middelen bevorderd. Diepgaand onderzoek naar problemen met agrarische bodems vermocht sindsdien dit beleid niet te bereiken⁽⁶⁾. De omvang der problemen werd een breed publiek inmiddels duidelijk uit de publicatie 'Schwerlast auf dem Acker'⁽⁷⁾. Het gaat vooral om versterkte erosie en ernstige wateroverlast (inclusief overstromingen), naast verlies aan bodemvruchtbaarheid. Bedenk dat het sluipend karakter van dit probleem niet

(1) De titel is mede ingegeven door de reactie van dhr. Vijverberg op mijn 'Down to Earth' (april 2010) als 'luchtfietserij' (Gewasbescherming 41 (4) 2010). Van mijn 3300 literatuurverwijzingen heb ik in het betoog van dhr. Vijverberg er niet één kunnen terugvinden. Maar om de lezer het doorworstelen van 600 + 50 bladzijden gecompriëerde tekst te besparen geef ik bij dezen een wat makkelijker behapbaar overzicht. Wat verwijzingen betreft beperk ik me hier voornamelijk tot de historische literatuur, vanwege zijn niet zo gemakkelijk toegankelijk karakter.

DOWN TO EARTH



Jozef Visser

wegneemt dat het berijden van akkers met zware machines vanaf het eerste begin een irrationele onderneming is geweest. Wij worden hier geconfronteerd met de institutionele neerslag van eenmaal gekozen beleid, zoals dat versteend is geraakt in de op grond van dat beleid opgekomen structuren van agro-industrie en agribusiness.

Los van bodemleven

Dat de infiltratiecapaciteit van grote delen van onze landbouwbodems ernstig is afgenomen blijkt al na matige regenbuien. Onder meer regenwormen blijken als 'bio-ingenieurs' ernstig te worden gehinderd door bodemverdichting⁽⁸⁾. Toch is dit slechts één van de vele signalen dat onze 'industriële' landbouw is opgezet onder veronachtzaming van het bodemleven. Het meest krasse voorbeeld is de volstreekte ont koppeling van mycorrhizae, vooral voortkomend uit de vergaande verwaarlozing van het onderwerp in de USA van voor en na

de oorlog⁽⁹⁾. De tot in de oorlog leidende onderzoeker naar mycorrhizae bij landbouwgewassen, Joseph Magrou van het Institut Pasteur, werd tezamen met zijn baanbrekend onderzoek in één klap vergeten⁽¹⁰⁾. Tegen het uitdrukkelijk advies van Nobelprijswinnaar A.I. Virtanen in⁽¹¹⁾ werd ook niet gekozen voor bodem-eigen intensivering middels biologische stikstofvastlegging, maar voor intensivering middels hoge input van kunstmest. Die input legde op zijn beurt de lokaal beschikbare hulpbronnen van biologische stikstofvastleggers en mycorrhizae in vergaande mate lam. Waarvoor al in 1927 door de leidende bodemmicrobioloog Winogradsky in lezingen op twee internationale chemische congressen was gewaarschuwd⁽¹²⁾.

Stikstofvoeding

Wie zoekt naar een bezonnen reactie vanuit de explosieven/stikstofbindings-industrie op Winogradsky's lezingen zoekt tevergeefs. Dat is een hoofdreden voor het historisch gegeven dat de aan het eind van de oorlog vrijkomende capaciteit van deze industrie in de USA ingezet wordt voor de constructie van een kunstmestlandbouw. Die constructie wordt met typisch Amerikaanse voortvarendheid ter hand genomen (om te beginnen in de maïsveredeling). De verslagen hebben we uit de eerste hand in bijvoorbeeld Davidson's *'Large-scale soilless culture for plant research'* en Robbins' *'Growing plants in sand cultures for experimental work'*⁽¹³⁾. Conceptueel en methodisch is hier de bodem inert materiaal waaraan minerale kunstmest wordt toegevoegd. Dat de concentraties aan minerale stikstof hier orden van grootte boven de ecologisch normale waarden ligt is bekend maar wordt niet als probleem ervaren. Het is immers uitdrukkelijk de bedoeling een nieuwe landbouw op te zetten, nu op industriële leest geschoeid! In landen als Nederland tonen beleidsmakers zich gebiologeerd door dit Amerikaanse voorbeeld (zij werken ook met graagte mee aan zijn verbreiding via de FAO). In ons land worden de kaders die de Marshall hulp biedt voor een groot deel ingezet om de wending naar deze 'industriële' landbouw door te zetten. Het onderzoek in de Bundesrepubliek naar de rol van organische stof in de bodem – met inbegrip van de plantenvoeding – van ervaren onderzoekers als Scheffer, Sauerbeck en Flaig komt hier echter niet aan bod⁽¹⁴⁾. Terwijl toch Wolfgang Flaig's onderzoek in die jaren mondiaal als top-onderzoek bekend staat. Aan Flaig danken we ook de definitieve bevestiging van het breed scala aan mogelijkheden van opname van organische stikstof door de plant⁽¹⁶⁾. Juist als ander toponderzoek raakt dat van Flaig echter vanaf eind 60er jaren toenemend gemarginaliseerd door een

Europees en nationaal beleid dat exclusief voor verdere 'industrialisering' van de landbouw kiest. Met als gevolg dat herontdekking van organische stikstof opname door planten in de jaren '90 moet plaatsvinden door onderzoekers naar plantenvoeding in natuurlijke ecosystemen. Het afgelopen decennium heeft zich onder hen een totale paradigmawisseling voorgedaan waarin de exclusieve focus op minerale stikstof is afgelost door een veel breder focus op vóór alles de vorming van opneembare organische stikstof⁽¹⁶⁾. Landbouwkundig onderzoekers in vele landen, maar vooral in Azië, hebben die uit paradigmawisseling inmiddels lering getrokken.

De bodem uit/in focus

Als Harmsen in 1964 zijn lezing geeft *'Some aspects of nitrogen metabolism in soil'* staat deze zozegde bol van experimentele gegevens die zich niet in het keurslijf van de 'minerale stikstof' laten persen. Ook haalt hij met instemming Van der Pauw's vraag aan *'Is an assessment of the nitrogen need of a crop a gamble?'*⁽¹⁷⁾. Het volstrekt onbevredigend karakter van allerlei stikstof-mineralisatietests is dan al lange tijd duidelijk. Harmsen moet echter werken binnen de strikte kaders van het Nederlands beleidsgestuurd onderzoek en van de door de stikstof-bindingsindustrie gefinancierde 'Freedom from Hunger' campagne. Daar komt bij dat de banden met kunstmest-onafhankelijk bodembologisch en bodem-organisch onderzoek dan al zijn doorgesneden (iemand als Joffe drijft in de *Advances in Agronomy* van 1955 zelfs de spot met zulk onderzoek⁽¹⁸⁾). Het door de overheid erkende en gefinancierde onderzoek benadert decennia lang bodem en ecologie vanuit de optiek van de kunstmest. De minerale componenten die ook de kunstmestindustrie in de aanbieding heeft krijgen alle aandacht, de rest (bijna alles) wordt als onbelangrijk ingeschat voor het eenmaal gestelde beleidsdoel, de constructie van een 'industriële' landbouw. Kennisname van o.m. Flaig's geavanceerd bodemchemisch onderzoek is in dit kader 'buiten de orde'. Dat valt nu echter meer op dan toen: naar het besef van deelnemende onderzoekers had de nieuwe landbouw zich immers vergaand vrijgemaakt van door de bodem opgelegde beperkingen.

Ook toen echter waren de uitkomsten van o.m. op 15-N gebruik gebaseerd onderzoek naar stikstofopname door de plant voor dit 'nieuwe' onderzoek onverstaanbaar. Deze suggereren namelijk dat de organische stof in de bodem leverant is van een groot deel van de stikstofvoeding van de plant. Recent werd het eindverslag gepubliceerd van langlopend onderzoek terzake waar vele landen

bij betrokken waren⁽¹⁹⁾. De organische stof van de bodem blijkt inderdaad bij kunstmesttoediening het groter deel van de stikstofvoeding te leveren. Het wat en hoe is echter binnen het lange tijd verplichtend opgelegde kader niet verstaanbaar. Van precieze sturing middels kunstmesttoediening is in ieder geval geen sprake. Eén van de redenen waarom de idee van superioriteit van de naoorlogse kunstmestlandbouw niet langer kan worden gehandhaafd.

Een zachte landing?

De strekking van de gegeven voorbeelden zal duidelijk zijn: de met veel elan gelanceerde 'industriële' landbouw blijkt bodemfysisch, bodembio-logisch en bodemchemisch in de lucht te hangen. De combinatie van politieke sturing en elan leidde echter wel tot belichaming van die 'industriële' landbouw in een veelheid aan regelingen en instituten. Waar betrokkenen weer de zekerheid aan dachten te ontnemen dat dit alles een blijvend karakter had en dat de bodem-afhankelijke landbouw inderdaad was 'overstegen'. Van boer en lokale hulpbronnen (als bepalende elementen van landbouw) kon gevoeglijk worden afgedacht. De

overname van dit construct door grote concerns in de recente neoliberale decennia lag voor de hand. Intussen kenmerkt dit construct zich primair nog steeds door de doorgesneden banden met bodem en lokale hulpbronnen (als ingezet door de ervaringsdeskundige boer), met inbegrip van de doorgesneden banden met het geavanceerd bodemonderzoek van voor en na de oorlog. Het heeft zich daarmee 'bevrijd' van dat wat essentieel is om de voeten opnieuw in de aarde te krijgen. Vandaar ook dat de 'weg van kleine verbeteringen' hier onbegaanbaar is: dit construct biedt geen aanknopingspunten om een 'zachte landing' te realiseren. Elders wordt dat ook toenemend beseft en zien we in het bijzonder een hernieuwd centraal stellen van de organische stof in bodem en landbouw⁽²⁰⁾. De naoorlogse droom van 'industrialisatie' van de landbouw begon met de conceptuele en methodisch ontkenning van de bodem en met de ontkenning van de wezenlijke inbreng van de boer (dus anders dan als trekkerchauffeur). Dat deze dubbele negatie wetenschappelijk geen been had om op te staan wordt in het heden toenemend beseft⁽²¹⁾. Het is juist vanuit wetenschappelijk oogpunt logisch dat elders intussen al een diepgaande heroriëntatie op gang is gebracht. Dus waarop wachten we eigenlijk nog in ons landje?

Noten/verwijzingen

- (2) Typerend is dat bodem en lokale kringlopen geen rol spelen in de bijdragen aan de Landbouwconferentie te Stresa 1958 waar productiviteitsverhoging naar industrieel model de leidraad is voor het vorm te geven EU-landbouwbeleid. Let wel dat deze veronachtzaming in tegenspraak was onder meer met hoog-niveauonderzoek in de Bundesrepubliek van die jaren (namen als Flaig, Scheffer, Sauerbeck).
- (3) Ten onzent benadrukte de bekende Philips onderzoeker C.J. Dippel begin jaren '50 de zeer beperkte toepasbaarheid van het industrieel model. Tevergeefs: blijkens o.m. het Memorandum uit 1970 van de Commissie van de Europese Gemeenschappen aan de Raad 'De industriepolitiek van de Gemeenschap' werd het EU beleid juist geheel door deze projectie aangestuurd.
- (4) Zie bijvoorbeeld W.Schaeffer-Kehnert & R.Adelhelm 1964 - Entwicklungslinien der Mechanisierung in der Landwirtschaft der USA - DLG-Verlag, Frankfurt am Main
- (5) De Leenheer's presentatie van onderzoek (aan leembodems) vanuit de Universiteit Gent op het achtste Internationaal Congres van Bodemwetenschappen (1964) biedt, mede dankzij de verslaglegging van de discussie, een beeld van de wetenschappelijke kennis van zaken begin 60er jaren. Zie: 8th Int. Congress of Soil Science, Transactions Vol. II, pp.561-570, ook voor de schok die De Leenheer's onderzoek teweeg bracht.
- (6) Zie bijvoorbeeld: (a) Robert Bosch Stiftung 1994 - Für eine umweltfreundliche Bodennutzung in der Landwirtschaft. Denkschrift des Schwäbisch Haller Agrarkolloquiums zur Bodennutzung, den Bodenfunktionen und der Bodenfruchtbarkeit - Bleicher Verlag, Gerlingen; (b) R. Horn, H. Fleige, S. Peth, X. Peng (eds) 2006 - Soil management for sustainability - Advances in Geoecology 38

(7) R.R. van der Ploeg, W. Ehlers, R. Horn 2006 - Schwerlast auf dem Acker - Spektrum der Wissenschaften, August 2006.

(8) Voor een aardig proefschrift dat ook hierop ingaat zie: R. Alhassoun 2009 - Studies on factors affecting the infiltration capacity of agricultural soils - Dissertation aus dem Julius-Kuhn Institut

(9) Kelley

(10) Magrou's lezing tijdens het First International Congress of Soil Science, Washington 1927, wijst al de focus aan van zijn onderzoek in de volgende jaren: J. Magrou - *Les champignons de mycorrhizes et leur rôle dans le développement des plantes* - Proceedings Vol. I, 72-91. Van dat opmerkelijk onderzoek wordt vervolgens verslag gedaan in o.a. drie artikelen in de Comptes Rendues Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. In T.209 (1939) 1005-1006 (met René Legroux en Joseph Bouguet) is dat '*Culture de la Pomme de terre à partir de tubercles provenant de semis aseptiques de graine*'. In T.211 (1940) 234-236 (met M^{me} Madeleine Magrou) is dat '*Essai de culture du Champignon symbiotique de la Pomme de terre*'. In T.219 (1944) 519-521 verschijnt tenslotte '*Sur le rôle trophique des mycorrhizes endotrophes*'. Breder nog en samenvatting van enkele decennia onderzoek is het boek: J. Magrou 1943 - *Des Orchidées à la Pomme de terre*. Geen van deze baanbrekende publicaties is zelfs nog terug te vinden op de site van het Institut Pasteur waarbinnen Magrou werkzaam was. In het heden staat het centraal belang van mycorrhizae voor een duurzame land- en bosbouw echter weer in de aandacht, zie bijvoorbeeld: S.W. Shade, B.F. Rodrigues 2009 - *Applications of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems* - Tropical and Subtropical Agroecosystems 10, 337-354, alsook de verzamelwerken: (a) Ch. Hamel, Ch. Plenchette (eds) 2007 - *Mycorrhizae in crop production* - Haworth en (b) Z.A. Siddiqui, M.S. Akhtar, K. Futai (eds) 2008 - *Mycorrhizae: Sustainable*

agriculture and forestry – Springer. E. Verbruggen, E.T. Kiers 2010 – *Evolutionary ecology of mycorrhizal functional diversity in agricultural systems* – Evolutionary Applications 3, 547-560, tonen het averechts effect aan van de 'industriële' landbouwpraktijken op het functioneren van mycorrhizae in de landbouw.

- (11) Zie onder meer: (a) A.I. Virtanen 1938 – *Cattle fodder and human nutrition* – Cambridge University Press; (b) A.I. Virtanen 1945 – *The biological fixation of nitrogen and the preservation of fodder in agriculture, and their importance for human nutrition* – in: Nobel lectures chemistry, 1942-1962; (c) ; A.I. Virtanen 1953 – *Atmosphärischer Stickstoff als Aufrechterhalter des Lebens auf der Erde* – Angewandte Chemie 65, 1-11. Virtanen stond zeker niet alleen, de beroemde microbioloog Jensen bijvoorbeeld bracht eveneens naar voren dat intensivering van gebruik van biologische stikstofvastlegging de juiste weg was naar intensivering van agrarische productie. Een duidelijk voorbeeld levert ook: J.D. Newton 1954 – *Microbial maintenance of nitrogen in Western Canada's grey wooded, black earth and brown prairie soils* – Transactions 5th Int. Congress of Soil Science (Léopoldville), Vol. III pp.76-87
- (12) Zie voor de zeer hoge inschatting van Winogradsky: S.A. Waksman 1946 – *Sergei Nikolaevitch Winogradsky 1856-1946, the story of a great bacteriologist* – Soil Science 62, 197-226. De genoemde lezingen staan ook afgedrukt in Winogradsky's 1949 *Microbiologie du Sol - Œuvres Complètes* die in boekvorm in meerdere bibliotheken nog beschikbaar zijn. Het niveau van de vooroorlogse bodemmicrobiologie is evident uit bijvoorbeeld: (a) S. Winogradsky 1935 – *The method in soil microbiology as illustrated by studies on Azotobacter and the nitrifying organisms* – Soil Science 40, 59-76 (b) G. Rossi *et al.* 1936 – *Direct microscopic and bacteriological examination of the soil* – Soil Science 41, 53-66. Dit niveau werd in het naoorlogs onderzoek lang niet overal gehandhaafd.
- (13) W.R. Robbins 1946 – *Growing plants in sand cultures for experimental work* – Soil Science 62, 3-22; O.W. Davidson 1946 – *Large-scale soilless culture for plant research* – Soil Science 62, 71-86 (behandelt vooral zand- and grind-cultures). Let wel dat deze keuze om experimenteel voorbij te gaan aan organische stof en bodemleven valt nadat het werk van onderzoekers als Waksman en Winogradsky – en de bestudering van de organische stof en microbiologie in agrarische bodems in het algemeen - tot volle wasdom is gekomen en ook breed bekend is geworden. Die keus om voorbij te gaan aan organische stof en bodemleven wordt in het naoorlogse niet nagevolgd in bijvoorbeeld de Bundesrepubliek waar Scheffer, Sauerland, Flaig e.a. het onderzoek van bodemleven en organische stof veeleer verdiepen, juist ook in zijn relatie tot het duurzaam boerenbedrijf.
- (14) Enkele titels: (a) W. Sauerlandt 1949 – *Grundlagen der Bodenfruchtbarkeit, Humusdüngung und Bodengare* – Lüneburg; (b) W. Sauerlandt, C. Tietjen 1970 – *Humuswirtschaft des Ackerbaus*; (c) F. Scheffer 1947 – *Erhaltung und Mehrung der Bodenfruchtbarkeit*; (d) F. Scheffer, B. Ulrich 1959 – *Der Humus. Aufbau, Eigenschaften und pflanzenphysiologische Wirkungen* – in: W. Ruhland (Hb) Handbuch der Pflanzenphysiologie Bd.11, S.782-824.
- (15) We beperken ons tot enkele latere publicaties die ook een overzicht bieden van werk uit de jaren '50: W. Flaig 1965 – *Effect of lignin degradation products on plant growth* (with Discussion) – in: IAEA/FAO Symposium Ankara 1965 'Isotopes and radiation in soil-plant studies', Proceedings pp.3-19; W.Flaig 1968 – *Uptake of organic substances from soil organic matter by plants and their influence on metabolism* (with Discussion) – in: Organic matter and soil fertility, Proceedings of the Study Week of the Papal Scientific Academy April 22-27, 1968 in Rome, pp.723-776; W.Flaig 1971 – *Organic compounds in soil* – Soil Science 111, 19-33; W. Flaig, B. Nagar, H. Sochtig 1977 – *Organic materials and soil productivity* – FAO, Rome; W. Flaig 1984 – *Soil organic matter as a source of nutrients* – in: S. Banta, C.V. Mendoza (eds) 1984, Organic matter and rice, IRRI, pp.73-92. Flaig 1968 biedt o.m. een synthetisch overzicht van uiteenlopende vormen van opname van organische stikstof door de plant.
- (16) De paradigma-wisseling werd alszodanig aangekondigd in: R.Aerts, F.S.Chapin III 2000 – *The mineral nutrition of wild plants revisited: a re-evaluation of processes and patterns* – Advances in Ecological Research 30, 1-67. Zie voorts uiteenlopende reviews: (a) J.P. Schimel, J. Bennett 2004 – *Nitrogen mineralization: challenges of a changing paradigm* – Ecology 85, 591-602; (b) W.M. Waterworth, C.M. Bray 2006 – *Enigma variations for peptides and their transitions in higher plants* – Annals of Botany 98, 1-8; (c) T. Näsholm, K. Kielland, U. Ganety 2009 – *Uptake of organic nitrogen by plants* (Tansley Review) – New Phytologist 182, 31-48; (d) A.I. Gärdenäs *et al.* 2011 – *Knowledge gaps in soil carbon and nitrogen interactions. From molecular to global scale* – Soil Biology & Biochemistry 43, 702-717. Zie ook: (a) C. Lu *et al.* 2005 – *Markedly different gene expression in wheat grown with organic or inorganic nitrogen nutrition* – Proceedings Royal Society of London B 272, 1901-1908; (b) Ch. Paungfoo-Lonhienne *et al.* 2008 – *Plants can use protein as a nitrogen source without assistance from other organisms* – Proceedings National Academy of Sciences 105, 4524-4529; (c) Ch. Paungfoo-Lonhienne *et al.*, June 2010 – *DNA is taken up by root hairs and pollen, and stimulates root and pollen tube growth* – Plant Physiology 153, 799-805.
- (17) G.W. Harmsen 1964 – *Some aspects of nitrogen metabolism in soil* – Transactions 8th Int. Congress of Soil Science (Bucharest), Vol.1, pp.193-202
- (18) J.S. Joffe 1955 – *Green manuring seen by a pedologist* – Advances in Agronomy 7, 142-188. In luttele jaren krijgt in de Advances in Agronomy een "Wissenserosion" (zoals historicus Frank Uekötter het verschijnsel noemt) vorm die opvolgend ook wereldwijd wordt doorgegeven.
- (19) D. Dourado-Neto *et al.* 2010 – *Multiseason recoveries of organic and inorganic nitrogen-15 in tropical cropping systems* – Soil Science Society of America Journal 74, 139-152
- (20) Zie bijvoorbeeld (a) F. Magdoff, R.R. Weil (eds) 2003 – *Soil organic matter in sustainable agriculture* – CRC Press; (b) Bayerische Akademie der Wissenschaften (Hb.) 2009 – *Humus in Böden: Garant der Fruchtbarkeit, Substrat für Mikroorganismen, Speicher von Kohlenstoff* – Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Band 35
- (21) Dat de inbreng van locatie en geschiedenis als 'contingente factoren' even wezenlijk is als algemener 'wetmatigheden' betwijfelt eigenlijk niemand meer in de aardwetenschappen (breed opgevat). Onderzoekers als Facelli en Picket hebben daar ruim aan bijgedragen, zie bijvoorbeeld V.T. Parker, S.T.A. Pickett 1998 – *Historical contingency and multiple scales of dynamics within plant communities* – in: D.L. Peterson, V.T. Parker (eds) 1998, Ecological scale - Theory and applications, Columbia Un. Press, Ch.8. Het meest heeft echter het werk van geofysisch onderzoeker J.D. Phillips betekend voor dit nu algemene besef, zie bijvoorbeeld: (a) J.D. Phillips 2001 – *Contingency and generalization in pedology, as exemplified by texture-contrast soils* – Geoderma 102, 347-370; (b) J.D. Phillips 2004 – *Doing justice to the law* – Annals of the American Association of Geographers 94, 290-293. Daarmee staan de resultaten van de afgelopen halve eeuw landbouwkundig onderzoek, voor zover deze verkregen werden binnen het 'industriële' paradigma, op losse schroeven en is de mogelijkheid van een 'zachte landing' dus eigenlijk uitgesloten.