



ALTERRA

WAGENINGEN UR

Risicogebieden voor organische stof

Ontwerp van een methodologie voor het aanwijzen van 'risk areas'
t.b.v. de EU Kaderrichtlijn bodem

A. Smit
C.L. van Beek
T. Hoogland

Alterra-rapport 1582, ISSN 1566-7197



Risicogebieden voor organische stof

Risicogebieden voor organische stof

**Ontwerp van een methodologie voor het aanwijzen van 'risk areas' t.b.v. de
EU Kaderrichtlijn bodem**

**Annemieke Smit
Christy van Beek
Tom Hoogland**

Alterra-rapport 1582

Alterra, Wageningen, 2007

REFERAAT

Smit, van Beek, Hoogland, 2007. *Risicogebieden voor organische stof; Ontwerp van een methodologie voor het aanwijzen van 'risk areas' t.b.v. de EU Kaderrichtlijn bodem*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1582. 52 blz.; 11 fig.; 1 tab.; 40 ref.

Met de komst van de Europese bodemstrategie, die mogelijk een vervolg krijgt in de vorm van een Kaderrichtlijn Bodem, bereidt Nederland zich voor op het aanwijzen van risicogebieden van bodemdegradatie. In deze rapportage wordt een methodologie besproken voor het aanwijzen van risico-gebieden voor organische stof.

Trefwoorden: organische stof, Europese bodemstrategie, Europese kaderrichtlijn Bodem

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via www.alterra.wur.nl. Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie www.boomblad.nl/rapportenservice

© 2007 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Organische bodems, veengronden en moerige gronden	15
2.1 Wanneer ontstaat er een risico?	15
2.2 Zijn er trends in waar te nemen?	16
2.3 Zijn er punten van zorg (of aandacht) te benoemen rond organische stof	17
3 Minerale bodems met weinig organische stof	19
3.1 Wanneer ontstaat er een risico?	19
3.2 Zit er voldoende organische stof in de Nederlandse bodem?	21
3.3 Zijn er trends in waar te nemen?	22
3.4 Zijn er punten van zorg te benoemen rond organische stof?	24
4 Eerste opzet voor definitie van criteria	25
4.1 Systematiek	25
4.2 Organische bodems	26
4.3 Minerale bodems	27
5 Beschikbare gegevens voor aanwijzen van risicogebieden	29
6 Een nieuwe organische stof kaart	31
6.1 Gegevens	31
6.2 Werkwijze en resultaten	31
6.3 Conclusies	33
7 Verslag van de workshop ‘Criteria voor risicogebieden organische stof’	35
7.1 Leeswijzer	35
7.2 Stand van zaken EU bodemstrategie en EU kaderrichtlijn, eind april 2007	36
7.3 Wat is een risico?	37
7.4 Bodemfuncties en functie van organische stof	37
7.5 Risico’s voor landbouwkundig handelen: drempelwaarden en trends	37
7.6 Wat zijn de consequenties van het aanwijzen van risicogebieden?	39
7.7 Conclusies	40
7.8 Onderzoeksvragen en aanbevelingen	41
8 Conclusies en aanbevelingen	43
Literatuur	45
Bijlage 1 Deelnemerslijst workshop Organische Stof, d.d. 27 april 2007	49
Bijlage 2 Samenvatting BIS gegevens per bodemklasse. Per kolom (bodemtype & landgebruik) wordt aangegeven hoeveel % van de in BIS aanwezige data in een bepaalde organische stof klasse vallen.	51

Woord vooraf

In september 2006 is de EU bodemstrategie door de Europese commissie gepresenteerd. Momenteel wordt deze strategie voorzien van commentaren door de nationale landbouw- en milieuraden. De voorgestelde bodemstrategie voorziet in de verplichting voor EU lidstaten om bodems adequaat te beschermen tegen bodemdegradatie. In de voorgestelde bodemstrategie worden 7 'bedreigingen' voor de bodem genoemd. Voor deze bedreigingen zouden de komende jaren actieprogramma's opgesteld moeten worden. De bedreigingen die door de EU worden genoemd zijn: erosie, compactie, verzilting, landslides, vervuiling, biodiversiteit en verandering in gehalten en voorraden van organische stof. Vooruitlopend op de ontwikkelingen en ter voorbereiding van verdere implementatie van de EU bodemstrategie in de vorm van een Kader Richtlijn Bodem heeft LNV aan Alterra gevraagd een methode te ontwikkelen waarmee zgn. risk-areas voor –in dit geval- organische stof aangewezen kunnen worden. Risk areas zijn gebieden waar één van genoemde bodembedreigingen mogelijk een probleem kan vormen. In deze rapportage worden feiten en meningen over de huidige bodemgesteldheid met betrekking tot organische stof gepresenteerd. Daarnaast worden criteria gepresenteerd die van belang zijn voor het aanwijzen van risicogebieden. De voorgestelde methode lijkt erg veel op het voorstel van de EU, maar de drempelwaarden voor de verschillende criteria moeten nog verder worden onderbouwd en mogelijk gedifferentieerd worden naar landgebruik en bodemtype.

In april 2007 is een workshop georganiseerd waarbij een groot aantal wetenschappers en beleidsmakers van gedachten heeft gewisseld over de mogelijke invulling van de criteria. Een verslag van deze middag is als hoofdstuk bijgevoegd.

Voor dit rapport hebben Folkert de Vries en Matheijs Pleijter van Alterra diverse kaarten en tabellen gemaakt waarin organische stofgehaltenes onder verschillende vormen van landgebruik worden weergegeven. Wij willen hen daarvoor bedanken.

Wageningen, oktober 2007

Samenvatting

Met de komst van een Europese bodemstrategie, die mogelijk een vervolg krijgt in de vorm van een Europese Kaderrichtlijn Bodem, is de vraag gerezen of Nederland in staat is risicogebieden aan te wijzen voor bodembedreigingen genoemd in deze strategie. In de onderhavige studie is onderzocht hoe het aanwijzen van risicogebieden voor organische stof aangepakt zou kunnen worden. Hiertoe wordt eerst de problematiek besproken die zich kenmerkt door een tweeledigheid:

- Verlies aan organische stof gehalte in minerale bodems met als gevolg achteruitgang van de bodemvruchtbaarheid.
- Verlies aan organische stof voorraad op organische bodems met als gevolg bodemdaling en emissie van broeikasgassen.

De EU geeft duidelijk aan dat het om beide degradaties gaat, maar in eerste instantie gaat de aandacht van de EU voornamelijk uit naar achteruitgang van het organische stof gehalte op minerale bodems. De gegevens die hierover bekend zijn in de literatuur zijn fragmentarisch, d.w.z. er zijn weinig goede langjarige proeven. Desalniettemin lijkt er op landelijk niveau geen sterke achteruitgang plaats te vinden, maar lokaal kunnen wel sterke veranderingen optreden. Tevens is de geografische spreiding en de continuïteit van metingen aan organische stof in de bodem in Nederland niet adequaat, waardoor een goede organische stof kaart ontbreekt. Voor dit project is een nieuwe organische stof kaart vervaardigd. Deze kent echter nog steeds een aantal hiaten.

De methodiek die wordt voorgesteld om tot aanwijzing van risico-gebieden te komen komt voort uit een voorstel van het Joint Research Center van de EU en bestaat uit een uitsluitingsmethodiek. Dat wil zeggen dat in principe iedere bodem als risicovol wordt beschouwd behalve als het aan bepaalde voorwaarden voldoet (bijv. grasland of bij een bepaald gehalte organische stof). De exacte invulling van deze methodiek is onderhavig aan discussie en daarom is in april 2007 een workshop georganiseerd met beleidsmakers, belanghebbenden en wetenschappers. Deze workshop leverde een groot aantal denkbeelden en ideeën op. Een verslag van deze workshop is opgenomen in dit rapport.

1 Inleiding

Organische stof in de EU bodemstrategie

In 2006 heeft de EU de thematische strategie voor bodembescherming opgesteld (EU, com(2006)232 final), waarin een raamwerk voor bodembescherming wordt beschreven. In de EU-bodemstrategie wordt aan de bodem een aantal functies toegekend, waaronder:

- productiefunctie: de productie van biomassa voor verwerking of consumptie, d.w.z. alle landbouwkundige productie
- habitatfunctie voor biota: de bodem biedt een reservoir voor biodiversiteit.
- filtering en transformatie van voedingsstoffen en water: de bodem werkt als een filter voor vervuiling in water en zorgt voor de aanwezigheid van voor de plant opneembare voedingsstoffen.
- koolstofreservoir: de bodem is een reservoir voor koolstof (C). In Nederland wordt de opslag van C in de bodem (0-30 cm) geschat op 286 Mton (Kuikman et al., 2003).

Bodemorganische stof speelt een centrale rol bij de instandhouding van deze bodemfuncties. Veranderingen in organische stof gehalten in de bodem wordt expliciet als een van de bedreigingen voor de bodem genoemd. Landbouwpraktijken beïnvloeden in aanzienlijke mate de hoeveelheid organische stof in de bodem en de trend richting gespecialiseerde akkerbouwsystemen zou de organische stof onherstelbaar kunnen doen verdwijnen (EU, 2002).

Er wordt in de mededeling van de commissie (EU, com (2002) 179, C5-0328/02) geconstateerd dat de afname van organische stof vooral in het Middellandse-Zeegebied een punt van zorg vormt. Echter, er zijn cijfers uit Engeland en Wales die ook in die gematigde regio's een toename van het areaal met een laag organisch stofgehalte laten zien (Bellamy et al., 2005). Indien deze trend doorzet dienen maatregelen te worden genomen omdat bij verdergaande afname van het organische stof gehalte bodemfuncties kunnen worden beperkt, . In bodems met veel organische stof kan een kleine verandering in organische stof gehalte leiden tot een hoge absolute verandering in organische stof voorraad en emissie van broeikasgassen. Het opbouwen van organische stof in de bodem is een langdurig proces en een hogere aanvoer van organische stof om dit te bewerkstelligen zorgt veelal voor afwenteling op andere milieucompartimenten. Voorkómen van een sterke daling en op tijd ingrijpen kan veel problemen voorkomen.

Gehaltes en voorraden organische stof

Het Joint Research Centre (JRC) van de Europese Commissie heeft een startdocument uitgebracht (Eckelmann et al., 2006) met daarin een aanzet tot criteria om lidstaten te helpen tot nationale richtlijnen te komen. Het JRC maakt daarbij onderscheid tussen organische stof gehalten en organische stof voorraden Risico's met betrekking tot organische stof voorraden hebben betrekking op de koolstof-reservoirfunctie en betreffen gronden met een hoge voorraad (en dus ook gehalte). Bodems met veel organische stof (organische gronden, veen, moerige bodems) lopen

het risico in absolute zin organische stof te verliezen. De voorraad neemt af, zonder dat dit merkbaar is in het gehalte. Met de afname van de voorraad daalt het maaiveld, waardoor beheersing van het waterpeilen wordt bemoeilijkt. Tevens komt bij de afbraak van grote hoeveelheden organische stof CO₂ en N₂O vrij, wat broeikasgassen zijn. De risico's van dit verlies aan voorraad organische stof, de gehanteerde criteria en de ruimtelijke spreiding van gronden met veel organische stof worden besproken in hoofdstuk 2.

Risico's met betrekking tot organische stof gehalten betreffen gebieden waar het organische stof gehalte laag is en de verwachte trend neerwaarts is. Hier zijn de productiefunctie, habitatfunctie en filterfunctie in het geding. Een dalende trend in gehalten organische stof speelt vooral een rol in minerale. Hier kan een daling in organische stof percentages leiden tot verlies van bodemkwaliteit, waarmee de landbouwkundige benutting van de bodem in gevaar komt. Er bestaan echter grote verschillen in organische stof gehalten van minerale gronden als gevolg van verschil in textuur, vochtgehalte, ontstaansgeschiedenis en landgebruik.

De identificatie van risicogebieden (volgens Mededeling COM (2006) 231)

In de mededeling behorend bij de bodemstrategie wordt vermeld dat het bepalen van de aanvaardbaarheid van risico's, het vaststellen van de ambitieniveaus van de beoogde doelstellingen en de keuze van maatregelen om die doelstellingen te bereiken, aan de lidstaten wordt overgelaten (COM(2006)231, p. 7). In het voorstel wordt onderkend dat bepaalde bedreigingen, waaronder verlies van organische stof voorkomen in bepaalde specifieke regio's die moeten worden geïnventariseerd.

In ditzelfde document wordt onderstaande figuur gepresenteerd.



Figuur 1. Methode om risicogebieden aan te wijzen volgens de EU (COM(2006)231).

De voorgestelde richtlijn legt de lidstaten de verplichting op risicogebieden te inventariseren op basis van in aanmerking te nemen gemeenschappelijke elementen, risicobeperkingsdoelstellingen voor die gebieden vast te stellen en maatregelenprogramma's voor het bereiken daarvan te ontwikkelen (COM(2006)231, p. 8). De Commissie dringt er bij de lidstaten op aan voor de inventarisatie van risicogebieden gebruik te maken van bestaande monitoringsregelingen.

Dit rapport

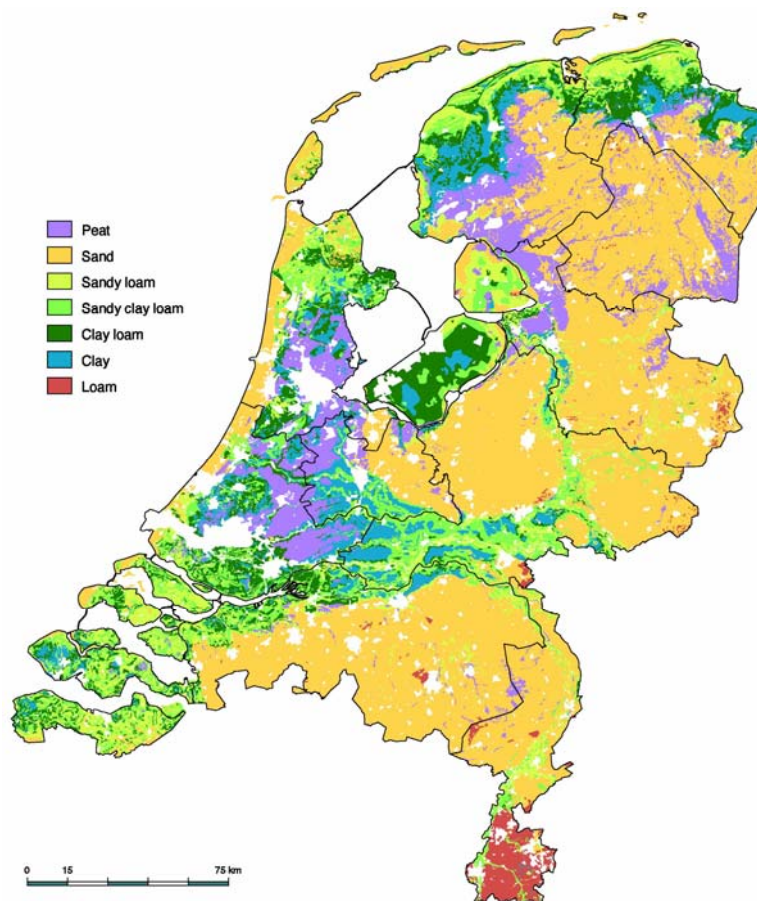
In dit rapport doen we een aanzet tot het vaststellen van criteria die voor Nederland bruikbaar zouden kunnen zijn. Hiervoor wordt eerst aan de hand van recente onderzoeksrapportages en adviezen over organische stof beschreven hoe het in Nederland gesteld is met de organische stof, welke trends er te verwachten zijn en waar mogelijke knelpunten te verwachten zijn in veengronden (hoofdstuk 2) en minerale gronden (hoofdstuk 3). In hoofdstuk 4 doen we een eerste aanzet tot het vaststellen van criteria, op basis van informatie uit de hoofdstukken 2 en 3. Om tot aanwezig van risicogebieden te komen zijn niet alleen criteria nodig, ook kennis van actuele organische stof gehalten en omgevingsfactoren, die deze gehalten beïnvloeden. In hoofdstuk 5 beschrijven we welke databases en kaarten beschikbaar zijn en welke geschikt zijn om te gebruiken bij het aanwijzen van risico-gebieden.

Het rapport wordt afgesloten met het verslag van een workshop in april 2007. In deze workshop zijn de beschreven methoden en de bijbehorende criteria bediscussieerd met experts, beleidsmakers en andere betrokkenen.

2 Organische bodems, veengronden en moerige gronden

2.1 Wanneer ontstaat er een risico?

Organische stof is reactief materiaal en is continu onderhevig aan afbraak (verdwijning), ofwel via aërobe mineralisatie (snel), ofwel door anaërobe mineralisatie (langzaam). In landbouwgebieden vindt geen veenvorming meer plaats (en ook daarbuiten slechts op zeer beperkte schaal), waardoor organische bodems (bodems met een organische stof materiaal van meer dan 10%) in Nederland langzamerhand verdwijnen. De EU schrijft voor dat de koolstofopslagfunctie van de bodem in tact moet blijven en in bodems met veel organische stof is het risico op aantasting van juist deze functie in het geding. In Nederland betreft het vooral laagveen gebieden in West-Nederland (Groene Hart) en in Friesland en oude hoogveen gebieden in het Veenkoloniale gebied (figuur 2) De veenbodems zijn natte gronden met geringe draagkracht en een hoge bodemvruchtbaarheid en zijn vooral geschikt als grasland.



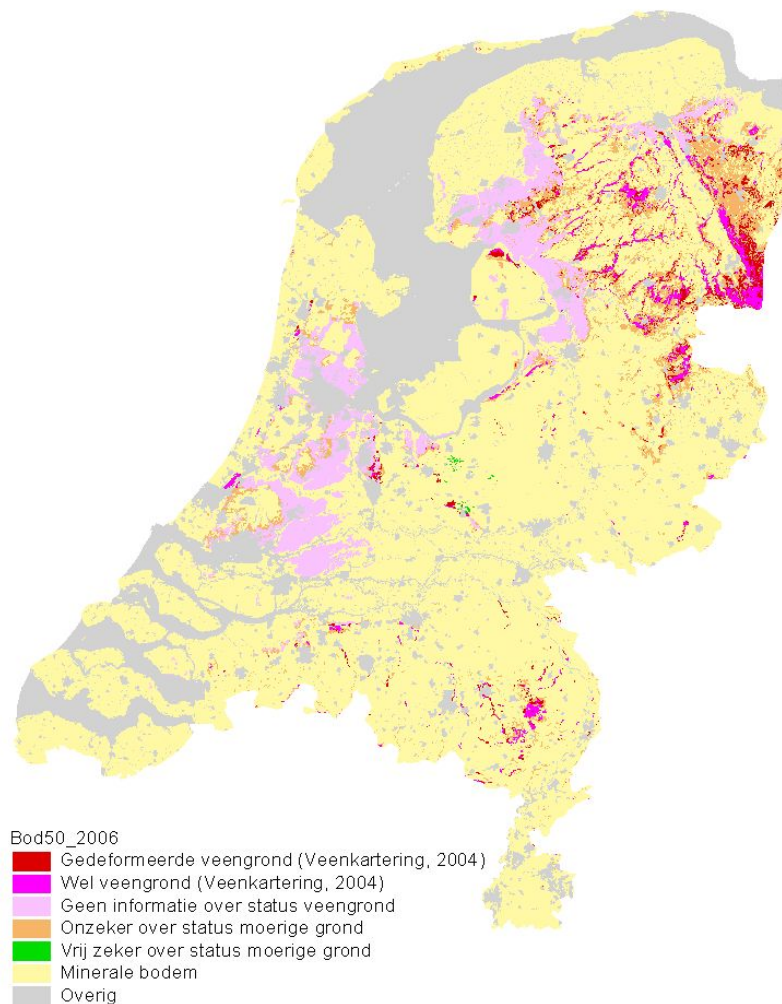
Figuur 2. Grondsoortenkaart van Nederland (1:250000) (Steur et al., 1985).

In de laagveengebieden leidt het verlies van organische stof tot daling van het maaiveld, wat vooral in de lage delen van West-Nederland een aanzienlijk probleem is. Overstromingsrisico's nemen toe, evenals de kosten voor instandhouding van hydrologische kunstwerken. Tevens verzakken infrastructuur en bebouwing en kan (zoute) kwel het polderwater bereiken .

Afbraak van organische stof leidt tot emissie van CO₂ en N₂O. Daarnaast wordt in de anaërobe ondergrond methaan (CH₄) gevormd. Methaan is het sterkste broeikasgas, gevolgd door N₂O en CO₂.

2.2 Zijn er trends in waar te nemen?

Aanzienlijke delen van Nederland bestaan uit veengronden (Figuur 3). In de drie provincies Groningen, Drenthe en Overijssel is onlangs een studie verricht naar de actuele verspreiding van veen. Van de ca 52 000 ha veengronden die opnieuw zijn gekarteerd bleek 26 000 (48%) te zijn verdwenen. Vooral bij de typische veenkoloniale gronden was de afname groot, namelijk 60%. Van ca 45 000 ha veengronden in deze provincies is de actuele status nog onbekend (de Vries, rapport 696, p 21 & 22). Een detailstudie in het gebied rond Schoonebeek (Pleijter, 2004 rapport 1029) toont aan dat 46% van de bodems die in 1980 nog als veenbodems werden gekarteerd, in 2003 geen veenbodem meer zijn (Pleijter, 2004). Voor de moerige bodems geldt zelfs een achteruitgang met 73%. Er lijkt dus een duidelijke trend in het verdwijnen van organische gronden waar te nemen. Vooral in gebieden waar de veenpakketten relatief dun zijn leidt ontwatering en bewerking tot omvorming van veengronden en moerige gronden naar een zandiger bodemtype (Figuur 3) Kuikman et al. (2003) hebben geschat dat jaarlijks 4.24 Mton CO₂ ofwel 2.2. ton organische stof per ha verdwijnt in veengronden door oxidatie van veen.



Figuur 3. Informatie over actuele status van veengronden en verandering naar zandiger bodemtype op basis van berkareringen in 2004.

2.3 Zijn er punten van zorg (of aandacht) te benoemen rond organische stof

De zorg over het verdwijnen van organische stof in veengronden en de daaraan gekoppelde maaiveldvaling wordt in vele publicaties genoemd (Schothorst 1977; Nieuwenhuis and Schokking 1997; Dirks et al. 2000; Rienks et al., 2005). Ook de maatschappelijke dilemma's die hierbij spelen zijn uitgebreid beschreven (Van der Ploeg, 2002, Janssen et al. (2005). Dit alles geeft aan dat het (verdwijnen van) organische stof in het veenweide gebied bij veel mensen leeft en een maatschappelijk gevoeld probleem is.

Bij het hoge organische stof gehalte in veengebieden is het vaak niet zozeer het verdwijnen van organische stof voorraad op zichzelf dat reden geeft tot zorg, als wel de nadelige consequenties ervan, te weten broeikasgas emissies en bodemdaling.

Op moerige gronden leidt de afname van de organische stof voorraad niet tot een beperking van het landbouwkundig gebruik. Op kleigronden kan een hoog organische stofgehalte zelfs als nadelig worden ervaren. Dit heeft te maken met de versmering bij berijding en beweiding (DLV, 2006). Ook kan een toename van het organische stof gehalte leiden tot een hogere relatieve dichtheid (Schothorst 1963, 1968) een bodem met een hoger organische stof gehalte zich 'gedraagt' als een zwaardere bodem.

3 Minerale bodems met weinig organische stof

In minerale gronden is de aanwezigheid van organische stof essentieel voor de productiefunctie van de bodem. Daling van het organische stof gehalte in minerale gronden kan leiden tot achteruitgang van bodemvruchtbaarheid, structuurverlies en verlies aan waterbergend of waterleverend vermogen. Daarnaast kunnen de filterfunctie en de habitatfunctie van de bodem achteruit gaan bij te lage organische stof gehalten.

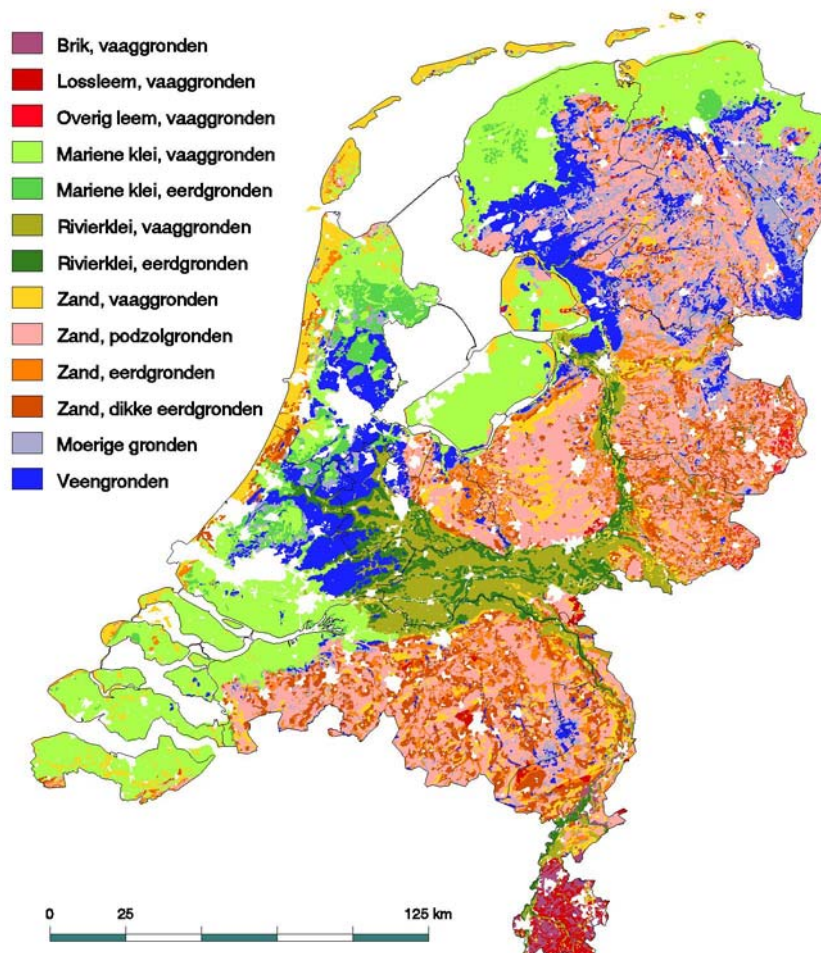
3.1 Wanneer ontstaat er een risico?

Dat organische stof belangrijk is voor fysische, chemische en biologische bodemparameters en dat organische stofgehalten veranderen met wijzigingen in het landgebruik staat over het algemeen niet ter discussie. Toch is het niet duidelijk wanneer we spreken van een risico. Anders dan bij vervuilingen, waar normen zijn vastgesteld, is het bij organische stof lastig om een kwantitatieve grens aan te geven. Een vast percentage organische stof in de bodem, waaronder geen teelt meer mogelijk is, of een optimaal percentage organische stof per teelt en grondsoort zou een manier kunnen zijn om risico aan te geven, maar de benodigde kennis ontbreekt om tot een dergelijke norm te komen. In de literatuur worden wel enkele percentages genoemd. In Eckelmann et al. (2006) wordt een ondergrens van 2% organisch C (SOC) aangehouden. Ook Loveland en Webb (2003) spreken van 2% organisch C en dat komt overeen met ongeveer 3.4% organische stof. Römken en Oenema (2004) noemen een minimum percentage van 2% organische stof.

Hoewel er veel onderzoek is gedaan naar de relaties tussen organische stof en bodemeigenschappen, is er weinig bekend over drempelwaarden of optimale waarden. De werking van organische stof in de bodem wordt namelijk beïnvloed door teelt en textuur. Om deze reden is het heel moeilijk om één waarde af te leiden voor verschillende omstandigheden. Velthof en van Erp (1996) presenteren de goede relatie tussen organisch stofgehalte en beschikbaar hangwater in een leemarme zandgrond. In diverse rapporten van Boekel (1986, 1991) worden relaties tussen bodemfysische eigenschappen en organische stof beschreven. Huinink (1985) geeft wel een kwantitatieve maat voor het effect van organische stof op diverse fysische bodemeigenschappen (hydrofobie en scheurvorming, verkruimelbaarheid, slemp en windvastheid), maar laat tegelijkertijd zien dat dit nauw samenhangt met het leemgehalte, lutumgehalte en worteldiepte. In al deze rapporten worden geen drempelwaarden of kritische gehalten genoemd.

Verschillende bodems zijn in verschillende mate gevoelig voor verlies van organische stof. Dit wordt veroorzaakt door verschillen in (fysische) bescherming en door het type organische stof. Over het algemeen kan gesteld worden dat kleigronden meer fysische bescherming geven tegen afbraak van organische stof dan zand- en veengronden (Hassink 1997), hoewel ook oude zandgronden veel organische stof

kunnen bevatten (Springob et al. 2001). Ook wordt algemeen aangenomen dat relatief oude organische stof meer moeilijk afbreekbare organische verbindingen bevat (bijv. lignine) dan relatief jonge organische stof, waardoor de afbraaksnelheid wordt verminderd (Sollins et al. 1996).



Figuur 4. Bodemtypen in Nederland.

De bodemtypen in Nederland (Figuur 4) kunnen, wat betreft organische stof, grofweg als volgt worden omschreven:

Eerdgronden: Bewerkte gronden, vaak met (langdurige) aanvoer van organische stof. Hierdoor is vaak een zeer dikke bruine of zwart bovengrond ontstaan.

Vaaggronden: Weinig of geen differentiërende kenmerken (bodemplagen). Vaak aanwezigheid van ongerijpt materiaal. Deze gronden komen vaak voor in natte gebieden, waardoor afbraak van organische stof beperkt is. Echter, bij drooglegging kan versnelde afbraak optreden.

Podzolgronden: Oude gronden met inspoeling van organische stof. Deze organische stof is vaak erg oud en (daardoor) redelijk stabiel. Echter, de stabiele organische stof is ontstaan onder zeer zure omstandigheden en bij

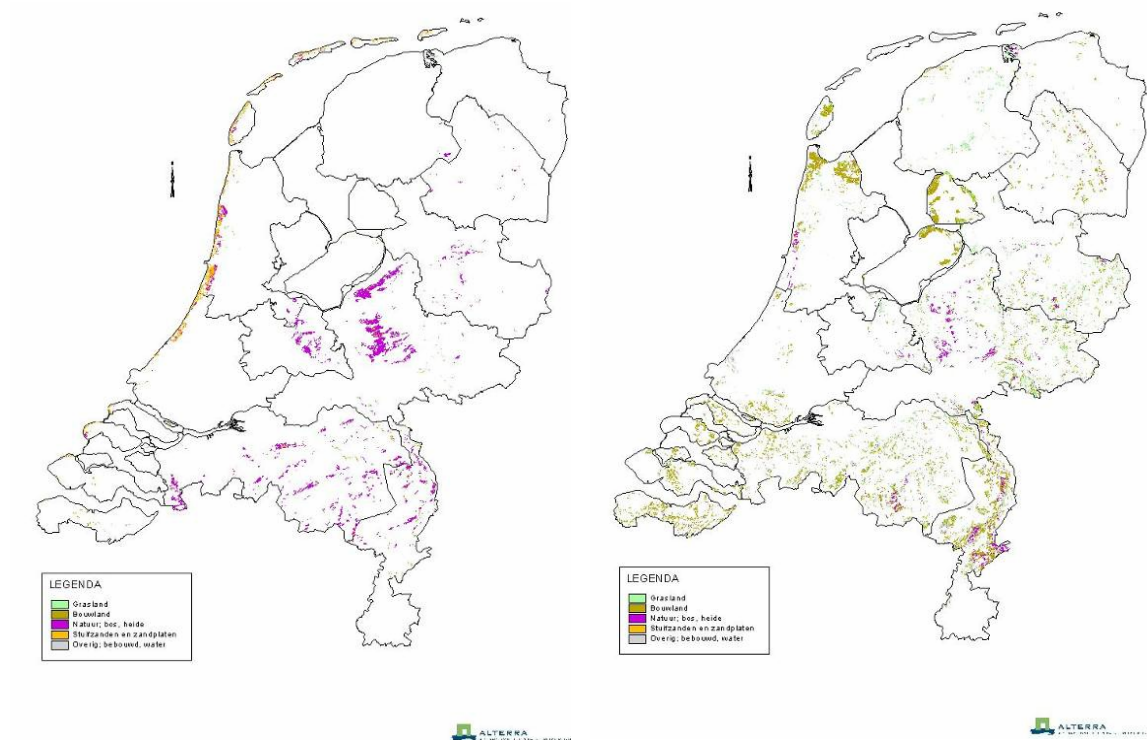
landbouwkundig gebruik van deze bodems wordt de afbraaksnelheid verhoogd door bewerking en verandering van pH.

Brikgronden: kleigrond met uitspoelings- en inspoelingshorizonten van lutum en ijzer, vaak storende laag aanwezig in de ondergrond. Door de aanwezigheid van lutumdeeltjes wordt de organische stof fysisch beschermd tegen afbraak.

Er is geen literatuur bekend waarin wordt aangegeven welke bodemtypes op basis van organische stof type en kleigehalte meer of minder gevoelig zijn voor verlies aan organische stof. Echter op basis van bovengenoemde 'algemeenheden' kunnen de vaaggronden als gevoelige gronden worden aangemerkt.

3.2 Zit er voldoende organische stof in de Nederlandse bodem?

Door Smit en Kuikman (2005) wordt aangegeven dat op basis van de beschikbare gegevens en inzichten geen reden tot grote zorg is. De bodemkaart en de gegevens van de Landelijke Steekproef Kaarteenheden geven aan dat er wel gebieden van Nederland zijn met een zeer laag organisch stofgehalte (<2% organische stof), maar dat deze gebieden voor het overgrote deel in gebruik zijn als natuurterrein. Hier zou een hoger organisch stofgehalte niet nodig of zelfs niet gewenst zijn. Gebieden met een laag organisch stof gehalte (2-3.4%) komen voor bij alle vormen van landgebruik, maar dit beslaat slechts een zeer klein areaal (Figuur 5).



Figuur 5. Bodems met <2% organische stof (links) en 2 – 3.4% organische (rechts) onder verschillende vormen van landgebruik.

In het PPO-rapport (van Dam et al, 2006) over duurzaam bodemgebruik in de landbouw blijkt uit enquêtes onder boeren dat 80% van de respondenten het organische stofgehalte de belangrijkste bodemeigenschap te vinden. De vraag “Met betrekking tot welke eigenschap is de grond op uw land niet goed genoeg?” wordt door 38% van de respondenten beantwoord met “het organische stofgehalte”. Hieruit blijkt, volgens dit PPO-rapport, dat organisch stofgehalte als belangrijkste bodemeigenschap wordt ervaren en als de meest problematische. Helaas wordt in dit rapport geen aandacht geschonken aan de actuele waarden van bodemparameters, zodat een verdere analyse van deze enquête niet mogelijk is. In het rapport wordt wel beschreven welke maatregelen tot een verhoging van het organische stofgehalte zouden kunnen leiden.

Adviseurs van DLV (2006) geven aan dat onder grasland en maïsland op kleigrond de organische stof gehalten meestal wel boven het door hen gestelde optimum van 3-5% komt, behalve op voormalige akkerbouwgronden in Noord-Nederland. Op zandgronden komen lage organische stof gehalten (<3%) het meeste voor. Voor deze gronden geldt 3% organische stof als minimaal gehalte. Voor akkerbouw op klei wordt een organisch stofgehalte van 2-2,5% als gemiddelde aangehouden. Daaronder wordt het als laag beschouwd. Hierbij wordt aangetekend dat het in de praktijk blijkt dat een verhoging van het organische stof gehalten niet of nauwelijks mogelijk is. Op zandgronden hanteert DLV een gemiddelde van 2,5-3,5%, met uitzondering van de dalgronden die rijk zijn aan (inerte) organische stof. DLV geeft aan deze drempelwaarde te hanteren op basis van ervaringskennis, maar dat er geen kwantitatieve onderbouwing is.

De KAVB (Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur) noemt in een persoonlijk commentaar dat grote hoeveelheden bloembollengronden die de laatste 10 tot 15 jaar mechanisch zijn verbeterd een te laag organisch stofgehalte hebben. Deze gronden hebben een hoge afbraaksnelheid, waardoor het op peil houden of brengen van het organische stofgehalte met de huidige gebruiksnormen als niet mogelijk wordt gezien. De meeste bloembollen worden verbouwd op geestgronden. Deze gronden hebben van nature een laag organische stof gehalte.

Al met al lijkt er dus in enkele sectoren wel een probleem ervaren te worden door bodemgebruikers, maar wordt dit niet of nauwelijks bevestigd door kwantitatieve data.

3.3 Zijn er trends in waar te nemen?

Op nationaal niveau lijkt er weinig reden te zijn om aan te nemen dat er duidelijke trends zijn in het gehalte organische stof in de bodem. In het DuBoLa-rapport (VROM & LNV, 2006) staat vermeld dat ondanks de veranderingen die de landbouw sinds 1940 onderging het organische stofgehalte niet merkbaar is veranderd. Deze stelling (op nationaal niveau) wordt onderbouwd door een recent onderzoek van Reijneveld et al. (in voorbereiding), waarin aan de hand van BLGG-data een studie werd uitgevoerd naar de veranderingen in organische stofgehalten sinds 1984 en kon

worden geconcludeerd dat op basis van deze dataset een lichte stijging van organische stof gehalten wordt waargenomen. De onzekerheid in deze dataset is echter groot, maar er kan in ieder geval geen daling worden waargenomen. Tevens rapporteert Velthof (2005) op basis van CBS Statline-gegevens dat de aanvoer van effectieve organische stof tussen 1995 en 2002 gemiddeld over Nederland niet is gedaald. Er kan volgens deze studie lokaal wel een daling van organische stofgehalten optreden (bijv. maïsland op lichte zandgrond). Op kleiner schaalniveau (regionaal, lokaal of perceel) zijn wel veranderingen in organische stofgehalten gemeten of berekend, vooral samenhangend met landgebruik. Postma et al. (2004) concludeerden in het Telen met Toekomstproject op basis van berekeningen met het model Minip dat de organische stof gehalten bij de gehanteerde bouwplannen zullen dalen.

Analyses aan een deel van de - eerder genoemde - BLGG-dataset door Hanegraaf (persoonlijke mededeling en 2004) liet zien dat op zandgronden waar gedurende lange tijd ruwvoer is verbouwd een daling van 1% over de laatste 20 jaar kon worden waargenomen. Verder tonen analyses op regionaal niveau geen significante veranderingen, terwijl analyses op perceelsniveau zowel stijgingen, dalingen als stabiele situaties lieten zien. Dit wijst volgens Hanegraaf (pers. mededeling) op de mogelijke invloed van perceelsmanagement op organische stofgehalten in de bodem.

In Nederland zijn geen langjarige proeven met meetreeksen van organische stof beschikbaar. Uit een veldproef in Melle in België is wel een duidelijk effect gebleken van de omzetting van grasland naar bouwland en vice versa op het organische stof gehalte van de bodem (Nevens et al., in Velthof 2004). Na een looptijd van 35 jaar bedroeg de voorraad organische C in de bovengrond ca 30 ton per ha in bouwland en 55 ton C per ha in grasland. De organische koolstof voorraden in de systemen met wisselbouw van 3 jaar gras en 3 jaar bouwland variëren van 42 tot 45 ton C per ha. Een 35 jaar durende proef in Rothamsted (Johnston, 1986) laat zien dat bij gelijkblijvend landgebruik de organische stof gehalten in zowel grasland als bouwland in de tijd nauwelijks variëren. Wanneer grasland wordt omgezet in bouwland neemt het organische stof gehalte af, terwijl het toeneemt als bouwland wordt omgezet in grasland. Aarts et al. (2002) en Nevens et al. (in Velthof, 2004) laten zien dat wisselbouw tussen grasland en bouwland op de lange termijn gemiddeld een organisch stofgehalte oplevert dat tussen dat van grasland en bouwland in ligt. Bij een gangbare scheurfrequentie zal geen voortschrijdende accumulatie van organische stof optreden (Velthof, 2004), de geaccumuleerde organische stof in grasland wordt bij scheuren versneld afgebroken.

Uit deze paragraaf blijkt dat trends in organische stof nauw samenhangen met landgebruik en de veranderingen daarin. Deze conclusie volgde ook uit eerder onderzoek van Smit en Kuikman (2005). In Vellinga et al. (2004) worden berekeningen gepresenteerd waarin de afname van organische stof werd geschat als gevolg van het omzetten van permanent grasland in tijdelijk grasland. De verliezen bedroegen 30, 150 en 250 ton CO₂ eq/ha voor respectievelijk een ruime rotatie (1 jaar bouwland : 6 jaar gras), een nauwe rotatie (3 : 3) en omzetting permanent grasland in continu bouwland. Het merendeel van deze emissie is CO₂ en betekent

dus een verlies van organische stof. Knol et al. (in voorbereiding) laten zien dat er, vooral op zandgronden, frequente landgebruikwisselingen zijn tussen bouwland en grasland, maar het is niet bekend wat hiervan de consequenties zijn voor het gehalte organische stof in de bodem.

3.4 Zijn er punten van zorg te benoemen rond organische stof?

De auteurs van DuBoLa zien, in overeenstemming met het ontbreken van een dalende trend in organische stofgehalten (§3.3), geen punten van zorg op de minerale gronden, hoewel wordt gesteld dat moet worden voorkomen dat organische stofgehalten dalen tot onder een kritisch niveau. Het RIVM heeft in 2004 een “ex-ante evaluatie van de Beleidsbrief Bodem” geschreven (Tiktak et al., 2004), waarin wel de zorg over organische stof naar voren komt. Er wordt veelvuldig gesproken over de achteruitgang van organische stof en er wordt verwezen naar Römken en Oenema, 2004), die stellen dat het bij de huidige intensiteit van akkerbouw niet mogelijk is om het organische stofgehalte op het huidige niveau te handhaven. Echter, uit Tiktak et al. (2004) blijkt (§ 3.2.2) dat in de beleidsbrief het begrip standstill onvoldoende is beschreven en dat de Staatsecretaris heeft aangegeven dit begrip reukelijk te willen toepassen en in enkele gevallen achteruitgang te willen accepteren.

Vanuit de agrarisch ondernemers wordt de zorg uitgesproken dat binnen het nieuwe mestbeleid (aanvoernormen, vanaf 2006) onvoldoende ruimte is om met mest het organische stof gehalte op peil te houden (van Dam, 2006). Ook Hanegraaf en de Visser (2004) noemen de beperkingen van het mest- en mineralenbeleid voor zandgronden als bedreiging voor de instandhouding van voldoende organische stof in de bodem. DLV geeft aan dat graslanden als gevolg van veranderend mestbeleid slechts een lichte daling in organische stof kunnen vertonen. De aanvoer van organische stof vanuit het gras is relatief groot ten opzichte van de mestgift. Bij continue teelt van maïs of bij akkerbouw is het risico op daling van het organische stof gehalte veel groter. DLV adviseert veehouders onder andere wisselbouw en een goede nateelt of grasonderzaai.

Een, enigszins afwijkende, bron van zorg vormt de boomteelt. In deze teelt worden regelmatig (bij iedere oogst) grote hoeveelheden grond (incl. organische stof) verwijderd, maar hier is weinig tot geen onderzoek naar gedaan.

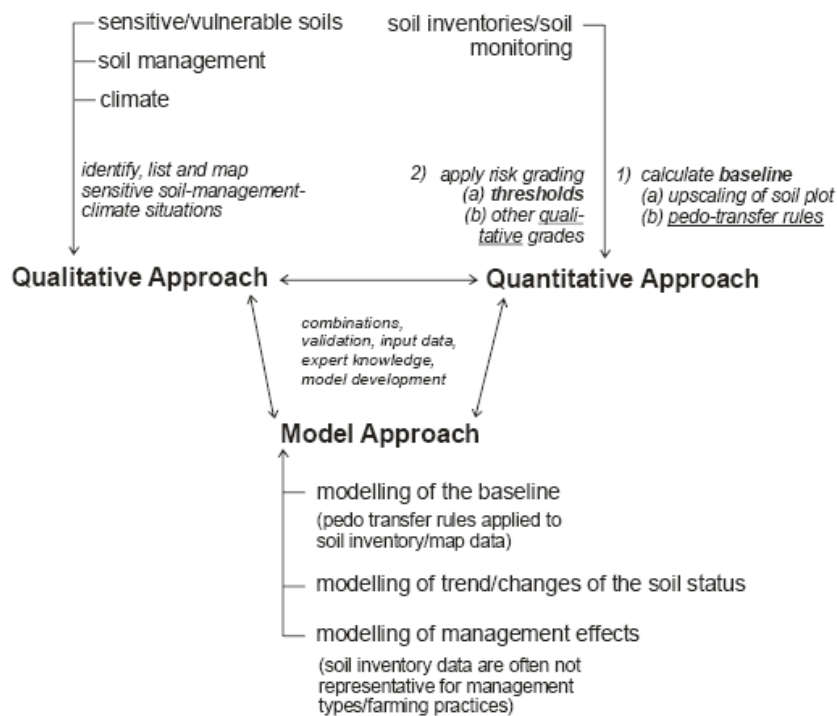
4 Eerste opzet voor definitie van criteria

4.1 Systematiek

Een criterium voor risicogebieden voor organische stof is een waarde die de grens van aanvaardbaarheid van risico's aangeeft. Welk gehalte organische stof is nog aanvaardbaar of welke snelheid van verandering staan we toe en wanneer moeten er maatregelen worden genomen? De EU geeft individuele landen de vrijheid om criteria vast te stellen, maar heeft als voorwaarde dat het transparante criteria moeten zijn. De criteria moeten zo worden opgesteld dat ieder land met de beschikbare gegevens in ieder geval risicozones kan aangeven, waarvoor vervolgens een verdere monitoringsstrategie moet worden opgezet.

Door JRC zijn enkele richtlijnen voor het identificeren van risicogebieden uitgewerkt (Eckelman et al., 2006). Hier wordt uit gegaan van drie verschillende benaderingen (Figuur 6):

- 1) een kwalitatieve benadering, gebaseerd op “expert judgement”. Een voorbeeld hiervan is een combinatie van landgebruik en “gevoelige bodems”.
- 2) Een kwantitatieve benadering, waarvoor meetdata uit inventarisaties of monitoring nodig zijn in combinatie met “baselines” en drempelwaarden. Het JRC stelt dat hiervoor in eerste instantie gebruik gemaakt kan worden van de 1:1.000.000 bodemkaart. Echter, bij nadere invulling van risico-gebieden wordt een ruimtelijke resolutie van 1:250.000 aanbevolen.
- 3) Een modelbenadering waarbij de mate van bodem degradatie wordt voorspeld, rekening houdend met lokale factoren (bodemeigenschappen en klimaat) en bodembeheer. Deze benadering moet vrijwel altijd worden gecombineerd met de kwantitatieve benadering, vanwege de calibratie en validatie van de modellen, maar ook om de trends na implementatie van maatregelen waar te nemen.



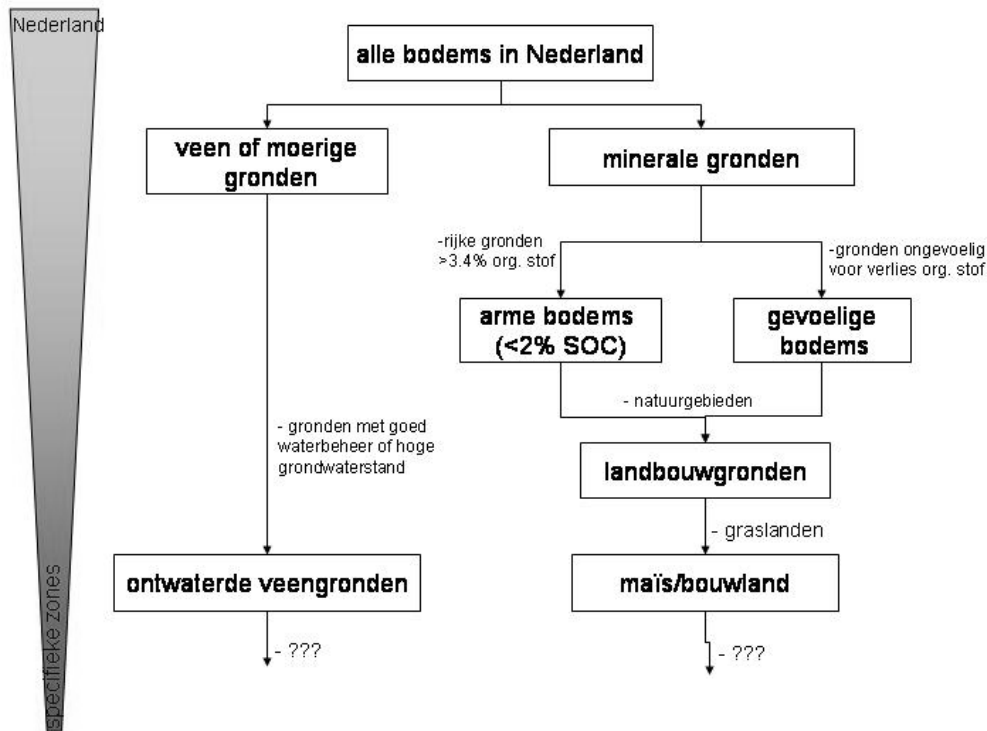
Figuur 6. Suggestie voor een benadering voor de identificatie van risicogebieden (Eckelman et al., 2006).

4.2 Organische bodems

Op basis van het verschil tussen het verlies van koolstofvoorraden (aantasting opslagfunctie) in organische bodems en het potentiële verlies van andere functies in minerale bodems, ligt het voor de hand om voor veengronden en moerige bodems ander criteria te hanteren dan voor minerale gronden.

In Eckelmann et al. (2006) worden gronden met een organisch C gehalte van 8% (=13.6% organische stof) of meer aangeduid als risicogebied voor C voorraadverlies. Hierbij wordt echter vermeld dat de genoemde drempelwaarde een richtlijn is die door de lidstaten verder moet worden onderbouwd. De Nederlandse bodemclassificatie maakt onderscheid tussen moerige gronden en minerale gronden, zoals weergegeven in Figuur 7. Veengronden zijn een klasse binnen de moerige gronden. Afhankelijk van het lutumgehalte ligt de grens voor ene veengrond bij 35%-70% organische stof (= 21% - 41% organisch C). De grens tussen moerige gronden en minerale gronden ligt tussen 15% en 30% organische stof.

een uitsluitingsmethodiek. In een dergelijke methode worden van alle gronden steeds stapsgewijs een aantal omstandigheden uitgesloten. Op deze manier is het ook mogelijk om een verfijning in de definitie van de risicogebieden aan te brengen door rekening te houden met landgebruik en bodemtype. Het lijkt bijvoorbeeld niet zinvol om zones met een natuurfunctie als risicogebied aan te merken. Deze zones worden ofwel bewust verschaald om de gestelde natuurdoelen te halen, of de organische stofvoorraad zal in de loop van de tijd vanzelf toenemen zonder aanvullende maatregelen.



Figuur 8. Voorbeeld van een uitsluitingsmethode om tot definitie van risicogebieden te komen. Scherpe formuleringen voor “goed”, “rijk”, “gevoelig” moeten nog worden toegevoegd, onderscheid tussen rijke en arme bodems is slechts een voorbeeld.

Door uitsluiting van natuurgebieden blijven de landbouwgronden over. Hier kan een onderscheid gemaakt worden naar management. Graslanden, mits niet regelmatig gescheurd zullen het organische stof gehalte op peil houden of verhogen. Deze vallen daardoor niet onder een definitie voor risicogebied. Gronden in gebruik voor maïsteelt, akkerbouw of boomteelt lopen wel een risico op verlies van organische stof. Deze indeling is nu nog erg grof en kan (moet) nog verder worden verfijnd. Hierbij is het zaak op zoek te gaan naar de grens tussen heldere criteria (transparantie) en gewenst detailniveau.

Tot slot moet worden gerealiseerd dat de criteria ook consequenties hebben voor de volgende fasen van de Kader richtlijn bodem. De op basis van deze criteria aangewezen risicogebieden moeten volgens de EU worden gemonitord en er zal na enige tijd een verbetering van de stagnatie worden aangetoond of op z'n minst een stagnatie in het verlies. Aanwijzen van grote arealen risicogebied zal aanzienlijk inspanningen met zich mee brengen.

5 Beschikbare gegevens voor aanwijzen van risicogebieden

In het vorige hoofdstuk werd een aanzet gegeven tot het formuleren van criteria, op basis waarvan risicogebieden kunnen worden aangewezen. Afhankelijk van de mate van differentiatie die wordt aangebracht in de vaststelling van de criteria, neemt de behoefte aan gegevens toe. In dit hoofdstuk wordt aangegeven welke gegevens nodig zijn om de criteria toe te passen, welke gegevensbestanden er voor handen zijn en welke data er eventueel ontbreken voor een goed onderbouwde aanwijzing van risicogebieden.

Door JRC wordt aangegeven (Eckelmann et al., 2005) dat in een eerste stap naar de identificatie van risicogebieden de “general areas at risk” ontleend moeten worden aan bestaande informatie. Daarmee worden zones gedefinieerd waarvoor speciale maatregelen moeten worden ontworpen die de bedreiging tegengaan. Buiten deze zones hoeven geen maatregelen te worden genomen en is uitbreiding van de bodeminformatie niet noodzakelijk.

Een eenduidige aanwijzing van risk-areas vraagt om objectieve gegevens. In Nederland bestaan verschillende datasets, met ieder hun voordelen en beperkingen. In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van deze datasets en wat daarmee wel, en niet, kan worden geanalyseerd

Veengronden of moerige gronden

De Nederlandse bodemkaart 1:250000 geeft een overzicht van de veengronden en moerige gronden in Nederland, volgens de Nederlandse bodemclassificatie. Omdat deze gegevens niet allemaal recent zijn, kunnen ze worden aangevuld of gecorrigeerd met recente gegevens (1:50000).

Ontwaterde veengronden

Gebieden met goed waterbeheer, of hoge grondwaterstanden kunnen deels worden aangewezen op basis van de grondwatertrappen in de bodemkaart of de geactualiseerde Gd-kaart (van Kekem et al., 2005).

Minerale gronden.

Minerale gronden zijn alle gronden die niet als veen of moerig zijn geclassificeerd. De Nederlandse bodemkaart (1:250000, eventueel met aanvullingen 1:50000) geeft hiervoor voldoende informatie.

Arme minerale gronden

Dit criterium gaat uit van alle minerale gronden met een bepaald maximum organische stof gehalte. Hiervoor kan de bodemkaart niet worden gebruikt, maar kan in eerste instantie de Landelijke Steekproef Kaarteenheden (LSK) worden gebruikt. Bij de landelijke steekproef kaarteenheden is een aselechte gestratificeerde steekproef opgezet. De stratificering is uitgevoerd door hoofdgroepen en/of legenda-eenheden van de Bodemkaart van Nederland schaal 1: 50 000 samen te voegen tot

deelgebieden (strata) die qua landschappelijke ligging, bodenvorming en moedermateriaal een zo homogeen mogelijke groep vormen. Kaartvlakken binnen een stratum zijn a-select met teruglegging geloot. Binnen de getrokken kaartvlakken is één locatie geloot als steekproeflocatie (Leeters et al, 1996). Als individuele metingen van het organische stof gehalte worden gegroepeerd naar voor organische stof relevante bodemeenheden kan voor deze bodemeenheden een schatting van het organische stofgehalte worden gemaakt. Omdat de LSK steekproef bij haar opzet vooral op Gt-klasse is gericht kan het zijn dat een andere indeling voor sommige klassen weinig metingen bevat en daarom onnauwkeurige schattingen oplevert. In hoofdstuk 6 wordt op basis van metingen uit de LSK steekproef en andere metingen aan het OS-gehalte uit het BIS een kaart van het OS-gehalte gemaakt door een koppeling naar voor OS relevante bodemeenheden.

Gevoelige bodems

Of een bodem gevoelig is voor organische stofverlies kan worden bepaald of onderbouwd op basis van ervaring (expert judgement), metingen en/of modellen. Er zijn niet veel langjarige meetreeksen in Nederland, maar gegevens van langjarige projecten (bijvoorbeeld Koeien en Kansen) kunnen aanwijzingen geven over de gevoeligheid voor organische stof verlies bij bepaald landgebruik. BLGG beschikt over een dataset met OS gehalten sinds 1984. Deze dataset is onlangs geanalyseerd door Reijneveld et al. (in voorbereiding) en laat – naast een stijgende trend in OS gehalten- een aantal tekortkomingen zien:

- De BLGG dataset is gebaseerd op aangeleverde monsters van boeren. Hierbij speelt de mogelijkheid dat vooral die boeren monsters aanleveren die toch al bezorgd zijn over het OS gehalte van hun grond en daar dus mogelijk anders mee omgaan dan boeren die geen monsters hebben aangeleverd.
- De locaties van de monsters zijn enkel op postcode-basis bekend i.v.m. de privacy van de boeren.
- Het aantal locaties is niet constant in de tijd en is afgenomen van circa 150000 per jaar in de periode 1975-1995 tot circa 75000 daarna.
- De bemonsteringsmethode is aangepast in 2000. Voor 2000 werd de bovenste 5 cm bemonsterd, na 2000 de bovenste 10 cm.

Doordat het geen a-selecte steekproef is, verschilt het aantal monsters per regio/bodemtype en landgebruik enorm.

Landbouwgronden en management

Het landgebruik wordt met regelmaat in kaart gebracht in LGN-kaarten. Hierop is het onderscheid tussen natuurgebieden en landbouwgronden goed te maken. Er wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende teelten, zodat voor het aanwijzen van “general areas at risk” ook op basis van deze kaarten zou kunnen gebeuren. Aanvullend wordt ook op perceelniveau de teelten bijgehouden door het CBS. Deze gegevens zijn echter niet breed toegankelijk.

In het Bodemkundig Informatie Systeem (BIS) zijn gegevens van verschillende herkomst samengebracht. Hierdoor is een omvangrijke dataset ontstaan.

6 Een nieuwe organische stof kaart

6.1 Gegevens

Ten behoeve van dit project is een landsdekkende organischestofkaart van de bovengrond vervaardigd. Naast metingen aan OS-gehalten op meetlocaties was daarvoor gebiedsdekkende informatie gerelateerd aan OS-gehalten nodig. Deze informatie is afgeleid uit de 1:50.000 bodemkaart. Er is gebruik gemaakt van 3300 reeds beschikbare bepalingen van het organischestofgehalten. Het gaat om 3000 profielbeschrijvingen uit het Bodemkundig Informatie Systeem (B.I.S.) van Alterra waaraan tussen 1980 en 2006 eenmalig metingen van het organische stofgehalte (OS) zijn verricht en om 300 metingen van het OS gehalte van de bovenste 25 cm van bouwland in 2000 (Smit et al, 2004). Om een landsdekkende OS-kaart te kunnen vervaardigen is daarnaast gebruik gemaakt van de landsdekkende 1:50.000 bodemkaart (Steur en Heijink, 1991). De bodemkaart is hiervoor ingedeeld in 13 bodemgroepen relevant voor het OS-gehalte. Deze indeling van de bodemkaart is eerder gebruikt voor het schatten van OS-gehalten (Pleijter, 2004) en deze bodemgroepen zijn weergegeven in Tabel 1.

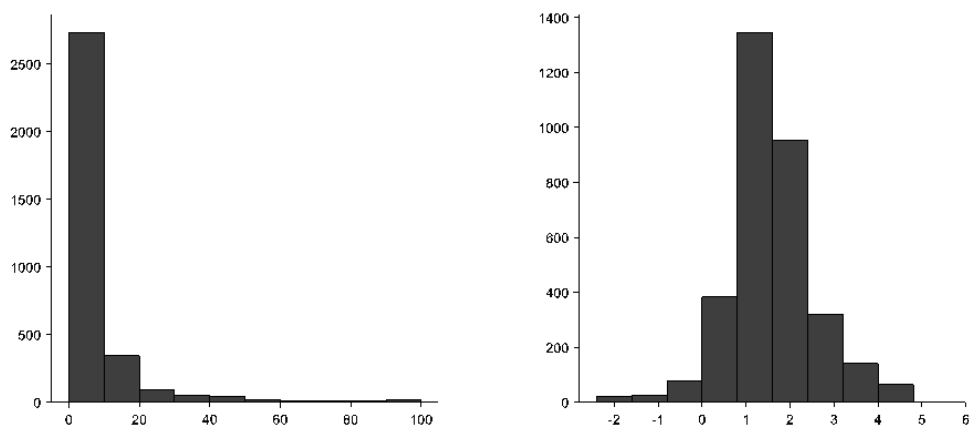
Tabel 1. Gemiddelde en log-getransformeerde gemiddelde OS-gehalten per bodemgroep.

Bodemgroep	Gemiddeld (OS)	Gemiddeld (log(OS))
Brikgronden	4.02	1.27
Keileem e.a. oude kleigronden	3.93	1.12
Lossgronden (exclusief Lossbrik)	5.21	1.47
Moerige gronden	13.96	2.36
Rivierklei, eerdgronden	11.00	2.14
Rivierklei, vaaggronden	5.70	1.56
Veengronden	31.03	3.10
Zand, dikke eerdgronden	4.30	1.35
Zand, eerdgronden	5.98	1.50
Zand, podzolgronden	6.10	1.61
Zand, vaaggronden	2.49	0.42
Zeeklei, eerdgronden	7.93	1.95
Zeeklei, vaaggronden	4.23	1.25

6.2 Werkwijze en resultaten

Om gemeten OS-gehalten van verschillende ouderdom te kunnen gebruiken is eerst gecontroleerd of geen significante veranderingen in OS-gehalte over de periode 1980-2006 aanwezig waren; dit bleek niet het geval. Indien op één locatie in de bovengrond meerdere gemeten OS-gehalten beschikbaar zijn is het gewogen gemiddelde organische stofgehalte over de bovenste 30 cm berekend. Als per locatie slechts één meting in de bovengrond beschikbaar was, is dit gehalte beschouwd als het gemiddeld OS-gehalte voor de bovenste 30 cm.

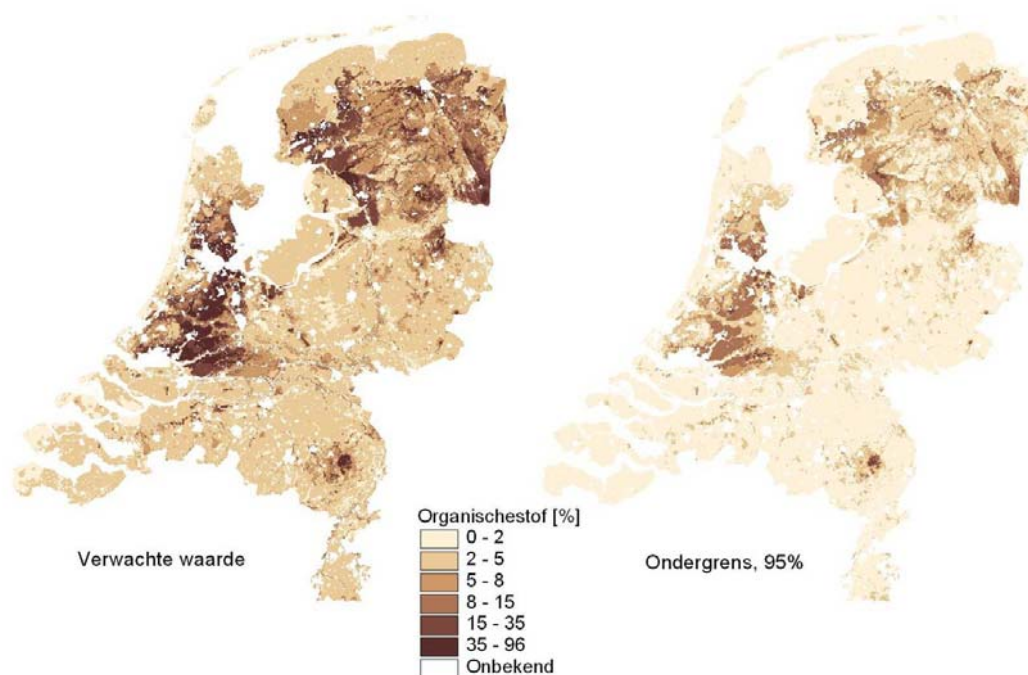
Per bodemgroep is het OS-gehalte in de bovenste 30 cm bepaald. Omdat de frequentieverdeling van OS-gehalten scheef bleek is eerst een log-transformatie op de gemeten OS-gehalten uitgevoerd. Deze transformatie is weergegeven in Figuur 9 en is noodzakelijk om een gebiedsdekkende kaart te kunnen maken van verwachte OS-gehalten en de nauwkeurigheid van deze verwachte waarde.



Figuur 9. Frequentie verdeling van OS-gehalten (links) en log-getransformeerde OS-gehalten (rechts).

De gemiddelde OS-gehalten en log-getransformeerde gehalten per bodemgroep zijn weergegeven in Tabel 1.

De gemiddelde log-getransformeerde OS-gehalten zijn gekoppeld aan de kaart met bodemgroepen. Op de locaties van de 3300 OS-metingen is de afwijking t.o.v. van het log-getransformeerde vlakgemiddelde per bodemgroep bepaald en deze afwijking (residu) is vervolgens ruimtelijk geïnterpoleerd met kriging. Om aan de vereisten voor kriging te voldoen zijn de residuen eerst genormaliseerd door ze te delen door de standaarddeviatie van OS-gehalten in de betreffende bodemgroep. Door de kaart met geïnterpoleerde residuen op te tellen bij de kaart met OS-gehalten per bodemgroep is een kaart met verwachte OS-gehalten gemaakt. Omdat kriging een geostatistische techniek is kan ook de nauwkeurigheid van de verwachte OS-gehalten op kaart worden weergegeven. Het betrouwbaarheidsinterval ligt vanwege de gebruikte logtransformatie niet symmetrisch rond het verwachte OS-gehalte. Het verwachte OS-gehalte en de ondergrens van het 95% betrouwbaarheids interval zijn weergegeven in Figuur 10.



Figuur 10. Landsdekkend beeld van het verwachte OS-gehalte en ondergrens van het OS-gehalte.

6.3 Conclusies

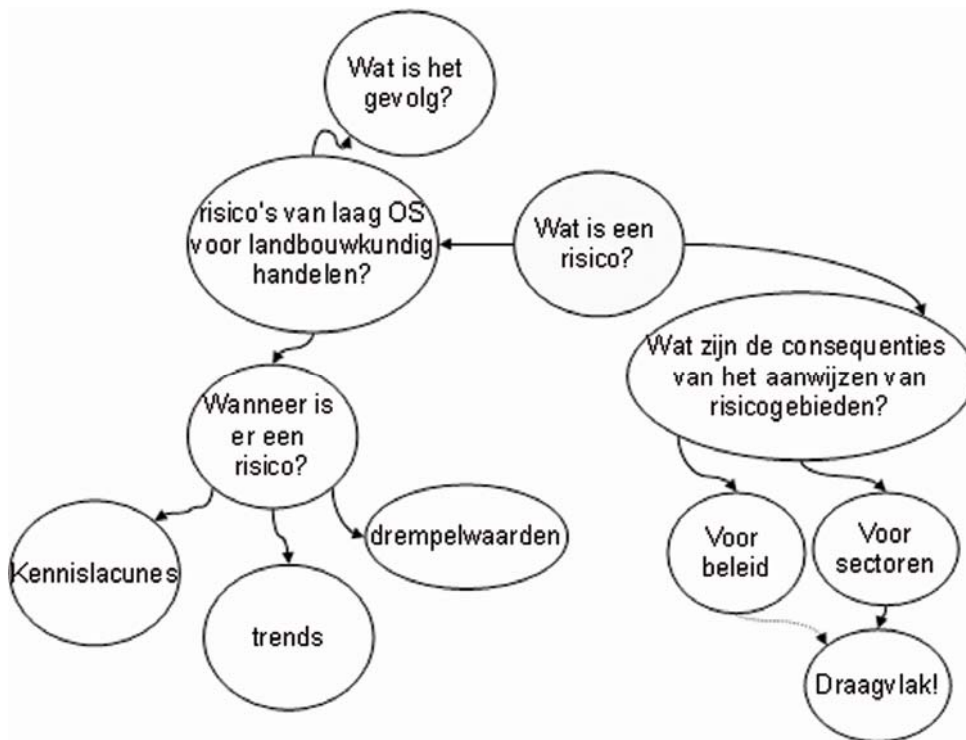
Met de gebruikte metingen van het OS-gehalte in combinatie met de landsdekkende 1:50.000 bodemkaart is het mogelijk om kaarten van het OS-gehalte en kaarten van de nauwkeurigheid van dit gehalte te vervaardigen. De nauwkeurigheid van deze kaarten kan verder worden vergroot door aanvullende metingen en wellicht door een fijnere onderverdeling in voor OS relevante bodemgroepen te gebruiken. Veranderingen in het OS-gehalte konden op basis van de gebruikte meetgegevens niet worden vastgesteld. De ruimtelijke variatie in OS-gehalten bleek voor ongeveer 50% te kunnen worden verklaard door de indeling in 13 bodemgroepen en voor ongeveer 10% door het landgebruik ten tijde van monsternamen.

7 Verslag van de workshop ‘Criteria voor risicogebieden organische stof’

Op donderdag 26 april 2007 is onder grote belangstelling een workshop ‘criteria voor risicogebieden organische stof’ georganiseerd. Het doel van deze middag was het inventariseren van beschikbare kennis en standpunten met betrekking tot het aanwijzen van risicogebieden voor veranderingen in organische stofgehalten op minerale gronden. De deelnemerslijst is bijgevoegd in Bijlage 1.

7.1 Leeswijzer

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de workshop weergegeven. De tekst bevat de grote lijnen van de discussies die plenair en in groepen zijn gevoerd. We gaan in op de discussies die zijn gevoerd over ‘Wat is een risico?’, ‘Wanneer is er sprake van een risico voor landbouw?’ en ‘Welke trends zijn er, welke drempelwaarden kun of moet je hanteren en welke kennis- of databehoeftes is er?’ Daarnaast is er veel gesproken over de consequenties van het aanwijzen van risicogebieden voor beleid, voor de sectoren en wat dat betekent voor het draagvlak.



Figuur 11. Centrale positie van de vraag ‘wanneer is er sprake van een onaanvaardbaar risico bij verandering in organische stof gehalten?’ (hier weergegeven met de vraag ‘wat is een risico?’) en de relaties met andere discussieonderwerpen tijdens de workshop.

In de gele tekstboxen staan delen van het “ruwe materiaal”, de opmerkingen die gedurende de middag zijn gemaakt. Het is belangrijk om hierbij voor ogen te houden dat door de onduidelijkheid waarmee de implementatie van EU kaderrichtlijn bodem nog is omgeven veel opmerkingen meer op beeldvorming zijn gebaseerd dan op feiten. Wij hebben gemeend juist deze opmerkingen ook op te moeten nemen in dit hoofdstuk, omdat dit van belang kan zijn bij een eventueel voorlichtingstraject over de kaderrichtlijn.

7.2 Stand van zaken EU bodemstrategie en EU kaderrichtlijn, eind april 2007

Op het moment van de workshop ligt het voorstel om te komen tot een EU Kaderrichtlijn Bodem bij de milieuraden van de verschillende landen die in principe in september hierover een uitspraak zullen doen. Echter, of de Kaderrichtlijn Bodem er nu wel of niet komt (hierover zijn de meningen verdeeld), het lijkt zinvol om alvast na te denken over de consequenties van een dergelijke strategie. Nederland zal in het geval van een EU Kaderrichtlijn Bodem in eerste instantie vooral te maken krijgen met de thema's afdichting, compactie, organische stof, verzilting, verontreiniging en minder met erosie en aardverschuivingen.

Daags voor deze workshop is er in Hannover een bijeenkomst geweest van het European Soil Bureau Network (ESBN), waar bleek dat op Europees niveau men (nog) niet in staat is criteria of drempelwaarden op te stellen voor het aanwijzen van risico-gebieden voor de achteruitgang van organische stof. Er is op dit moment dus geen sprake van dat “Europa” criteria oplegt.

Een deel van de deelnemers geeft blijk van een zeer kritische houding ten opzichte van de EU-bodemstrategie en de EU kaderrichtlijn (zie onderstaand tekstvak).

Reacties en vragen naar aanleiding van de inleiding en de presentaties over Europese bodemstrategie en de Europese Kaderrichtlijn Bodem

- ◆ Nederland kijkt heel kritisch naar de Kader Richtlijn Bodem, waarom zijn andere landen wel voorstander?
- ◆ In deze workshop besteden we vreemd genoeg alleen aandacht aan minerale bodems met landbouwkundig gebruik, waarom de rest niet?
 - De kader richtlijn vindt zijn oorsprong in de overweging dat milieubeleid niet mag verworden tot oneerlijke concurrentie. Dat heeft vooral betrekking op de landbouw, dus gelet op de overwegingen van de Europese commissie zou deze discussie voor bodems in natuurgebieden niet gevoerd hoeven worden
- ◆ In gebieden met veengronden verdwijnt ook organische stof, maar de problematiek ligt daar heel anders en kan niet tegelijkertijd met een discussie over minerale gronden worden gevoerd.
- ◆ Op dit moment is inzicht nodig in wat mogelijke consequenties van risicogebieden zijn. Het lijkt wenselijk om de Kaderrichtlijn Bodem ‘voor te zijn’ en mede de normen te bepalen.

7.3 Wat is een risico?

Een belangrijke, maar moeilijk te beantwoorden vraag, die tijdens de middag werd gesteld was: wat is eigenlijk een risico? En voor wie is er dan een risico? Deze vraag is sterk gekoppeld aan de functies van de bodem en van organische stof. Als deze functies niet expliciet worden gemaakt, wordt er vaak impliciet vanuit de productiefunctie van de bodem geredeneerd. De vraag werd voor de workshop iets specifieker gemaakt: wanneer vormt het gehalte aan organische stof een risico voor de voortzetting van het landbouwkundig handelen?

7.4 Bodemfuncties en functie van organische stof

De EU onderscheidt verschillende bodemfuncties, waarvan een deel een relatie heeft met organische stof. De productiefunctie (voedsel, biomassa, grondstoffen), filter- en transformatiefunctie en de habitatfunctie worden sterk door organische stof beïnvloed, maar hiervoor zijn verschillende ‘functies’ van organische stof relevant; nutriëntenbuffer, waterbuffer, bodemstructuur en plaag- en ziektevermindering worden genoemd in relatie tot productiefunctie. Hierbij is niet alleen de hoeveelheid, maar ook de samenstelling of kwaliteit van de organische stof relevant.

De EU geeft niet aan welke functies van de bodem en/of van organische stof beschermd moeten worden. Dit is een zeer relevante vraag, maar het is onduidelijk wie deze zou moeten beantwoorden.

Opmerkingen over de term Bodemfuncties

Tijdens de workshop dook ook nog een andere invulling van het woord functie op: landgebruiksfunctie, hoewel dit vaak bodemfunctie werd genoemd. In dit kader werden de volgende opmerkingen gemaakt:

- ◆ Ook andere bodemfuncties dan landbouwfunctie meenemen
- ◆ Kijk naar verandering van functie landbouw naar natuur of bos
- ◆ Functieverandering naar industrieterrein leidt tot verdichting

7.5 Risico's voor landbouwkundig handelen: drempelwaarden en trends

Risico's kunnen ontstaan wanneer het organische stofgehalte van de bodem verandert (omhoog of omlaag), wanneer het gehalte aan organische stof onder een bepaald minimum of boven een maximum grens komt, of wanneer de kwaliteit van de organische stof verandert. Uit een uitgebreid literatuuronderzoek (maar helaas zonder data uit Nederland) lijkt er een verband te bestaan tussen het slibgehalte van de bodem en het benodigde (gewenste) gehalte aan organische stof. Het is onduidelijk of een afwijking van het gewenste gehalte aan organische stof altijd tot een (onaanvaardbaar) risico leidt. Er is een groot gebied tussen het gewenste organische stofgehalte en organische stofgehalten waarbij risico's optreden.

Bert Janssen (WUR) presenteert op basis van internationale literatuur enkele rekenregels voor drempelwaarden voor gewenste organische stofgehalten:

- Voor 'steady state' bodemvruchtbaarheid:
$$\text{SOC(g/kg)} \geq 0.8 \times \text{korrelobbrengst (ton/ha)}$$
- Voor fysieke bodemeigenschappen: $\text{SOC(g/kg)} > 0.5 \times \% \text{ fractie } < 20 \mu\text{m}$
- Overall geldt: $\text{SOC} > 1\%$

Deze rekenregels lijken erg bruikbaar, maar er zitten nog wel wat mitsen en maren aan, bijv. in de aannamen die gemaakt zijn. Een verdere onderbouwing van deze rekenregel is sterk gewenst (zie kopje 'onderzoeksvragen').

Opmerkingen over drempelwaarden:

- Theoretisch: hoe hoger het organisch stofgehalte, hoe hoger de opbrengst
 - Maar... zit daar een plafond aan? Wat is de maximale opbrengst?
- Lage organische stofgehalten zijn moeilijk te meten, in dat geval is het beter om drempelwaarden uit te drukken in organisch koolstof (SOC), dat is wat in het laboratorium wordt gemeten.
- Organische stof dient bij zandgronden voor het op peil houden van de CEC. Organische stofgehalten van 0,5 – 2% zijn dan gewenst.
- Voor bollen geldt een optimum van 1.1% organische stof. De bandbreedte is smal, minder dan 1% en meer 1.5% is eigenlijk ongewenst.
- De indeling in textuur en landgebruik is zinvol bij het bepalen van een minimaal organische stofgehalte, maar hierbij moet ook de gewenste opbrengst worden meegenomen.
- Een te hoog organische stofgehalte hangt altijd samen met ongunstige afbraakcondities. Als pH en vocht ongunstig zijn voor bodemleven stagneert de afbraak en neemt gehalte toe. De nutriëntenlevering komt daarbij echter in het geding.

In beschreven systematiek in Hoofdstuk 4 worden actuele gehalten organische stof (arme vs. rijke bodems) en trends in organische stof (gevoelige vs. ongevoelige bodems) naast elkaar gebruikt. De discussie tijdens de workshop leert dat een groot aantal deelnemers een groter belang hecht aan trends en de oorzaak daarvan dan aan actuele gehalten. De trends worden deels veroorzaakt door 'externe en historische factoren' die niet door de huidige gebruikers kunnen worden beïnvloed.

Opmerkingen over trends in organische stof:

- Het is veel belangrijker om naar de verandering in organische stof te kijken dan naar de voorraad op een bepaald moment. Daar moeten maatregelen voor worden getroffen en dat moet worden gemonitord.
- Voor zware en oude klei kun je weinig problemen verwachten met organische stof. Jonge klei vertoont echter een dalende trend door een natuurlijke rijping. Waar houdt dit op?
- Trends in organische stofgehalten worden o.a. bepaald door de rol van de ondernemer (investeren in bodemkwaliteit), de nieuwe ontwikkelingen zoals energieteelt (minder gewasresten), klimaatveranderingen, de toename van biologische bedrijven (meer aanvoer organische mest) en wisselteelt (meer tijdelijk grasland, minder permanent grasland).
- Sturen op trends is moeilijk, handhaven nog veel moeilijker.
- 40% van de variatie in organisch stofgehalten is terug te voeren op de langdurige geschiedenis, zoals bij esgronden.
- Historische “feiten”, zoals ruilverkavelingen en grondwaterpeilveranderingen, moeten ook worden verwerkt als er een kaart van de organische stof wordt gemaakt.
- Oorzaken van trends zijn niet altijd duidelijk. Er wordt altijd vanuit gegaan dat langdurige teelt van maïs leidt tot daling van organische stof, maar analyse van BLGG-data lijkt dat te weerspreken.

7.6 Wat zijn de consequenties van het aanwijzen van risicogebieden?

Het is tot nu toe onduidelijk wat de consequenties zijn als een bepaald gebied in een risicogebied ligt. Dit zorgt vooral bij de belangenbehartigers van agrarische sectoren voor veel onrust. Is het positief (want extra subsidie om bedrijfsvoering te verduurzamen) of juist negatief (want extra regels waar je je aan moet houden) om in een risicogebied te zitten. En, daarop volgend, dienen er zoveel mogelijk of juist zo weinig mogelijk risicogebieden aangewezen te worden? Deze discussie heeft veel te maken met de onduidelijkheid omtrent de definitie van het begrip risico (zie kopje ‘Wat is een risico?’).

Opmerkingen over de mogelijke consequenties van het aanwijzen van risicogebieden

- Wat betekent het voor een gebied als het als risicogebied wordt aangewezen?
- Kan het gebeuren dat bijvoorbeeld de bollenteelt moet vervallen, omdat de actuele en gewenste organische stofgehalten lager zijn dan bijvoorbeeld 2%? Dat zou een ernstig gevolg zijn van de Kaderrichtlijn Bodem.
- Het lijkt er op dat de EU-bodemstrategie en de landbouw tegenstrijdige belangen hebben. De EU wil goede grond om de Europese bevolking van voedsel te voorzien, maar als in een risicogebied geen landbouw meer mag worden gepleegd, wat betekent dat dan voor de voedselvoorziening in Europa?
- Bij leemgronden worden verschillende consequenties van het aanwijzen van risicogebieden beredeneerd, op basis van de zelfde argumenten. Leemgronden hebben al snel het risico op erosie en verslemping. Dit is met maatregelen goed op te lossen. Een groot deel van de maatregelen tegen verslemping en erosie heeft ook een gunstig effect op het organische stofgehalte
 - Als de EU geld beschikbaar stelt om de maatregelen uit te voeren waarmee erosie, verslemping en (te) lage organische stofgehalten worden voorkomen is het goed om deze gronden als risicogebied aan te wijzen.
 - De maatregelen tegen erosie en verslemping zijn geheel in het belang van de boer en deze worden in de praktijk uitgevoerd. Het organische stofgehalte zal daardoor naar verwachting niet dalen. Het is dus helemaal niet nodig om deze gronden als risicogebied aan te wijzen. Nog sterker, het is een goed voorbeeld om te laten zien dat Nederland in eigen regelgeving al voorziet in duurzaam bodemgebruik.

7.7 Conclusies

De workshop leverde een groot aantal beelden, meningen en vermoedens op over risico's van een achteruitgang in organische stof en risico's van het aanwijzen van risicogebieden. Er is veel informatie boven tafel gekomen en is er vanuit veel invalshoeken (onderzoek, beleid, belangenbehartiging, etc) gereageerd op het voorstel voor het aanwijzen van risicogebieden zoals beschreven in dit rapport. Veel argumenten waren echter beperkt onderbouwd met meetgegevens doordat er weinig systematische studies zijn naar het effect van het organische stofgehalte op bepaalde bodemfuncties. Hierdoor werd er veel in beelden gesproken en is er een soort algemene veronderstelling dat hoe meer organische stof er in de bodem zit, hoe beter.

Ook gezien de resultaten van de ESNB workshop, die in Hannover de dag voor deze workshop werd gehouden, is het niet verwonderlijk dat we in deze workshop niet 'uitgekomen' zijn op een concreet lijstje en een mooie kaart met gebieden. De tijd lijkt er nog niet rijp voor.

In de slotdiscussie werd duidelijk dat er in Nederland weinig acute problemen lijken te zijn wat betreft veranderingen of kritische gehalten van organische stof in minerale gronden. Wel werden een aantal 'randgevallen' genoemd die slechts een zeer klein percentage van het oppervlak van Nederland beslaan. In de toekomst kan hier

mogelijk verandering in optreden, bijv. door klimaatverandering of door de opkomst van energieteelten. De zorg om veengronden blijft onverminderd groot.

Enkele opmerkingen van de slotdiscussie:

- Er worden weinig echte problemen verwacht, want er wordt al goed rentmeesterschap gevoerd.
- Het probleem is niet duidelijk, wie stuurt ons aan? Waarom anticiperen op een potentieel probleem?
- Niemand ziet hier een probleem, dan moet dit ook niet worden gecreëerd.
- Veengronden (voorraadverlies) en geestgronden (lage organische stofgehalten) verdienen extra aandacht.
- Een snelle (maar controversiële en niet erg realistische) oplossing voor veengebieden: het bovenste laagje veen laten wegoxideren zodat dit een zandbodem wordt en er geen risico meer is.

7.8 Onderzoeksvragen en aanbevelingen

Uit de workshop kwam naar voren dat enkele belangrijke vragen nog niet beantwoord kunnen worden.

- De door Bert Jansen gepresenteerde datasets, die een relatie tussen organische stof en gewasproductie of milieufactoren weergeven zijn niet verzameld onder de (huidige) Nederlands landbouwcondities. De effecten van veranderingen in organische stof op de landbouwkundige productiecapaciteit kunnen daardoor niet worden gekwantificeerd.
- De veronderstelling dat het gewenste organische stof gehalte gerelateerd kan worden aan het slibgehalte van de bodem behoeft nader onderzoek. Ten eerste omdat de gevonden relaties veelal betrekking hadden op buitenlandse en oudere studies en ten tweede omdat er vrij veel aannames gedaan zijn bijvoorbeeld omtrent uitspoeling.
- Er is een nieuwe organische stof kaart van Nederland gemaakt. Echter, niet alle data zijn even betrouwbaar en/of actueel en meetpunten zijn niet goed verdeeld over bodemtypen. Hierdoor kunnen mogelijk verkeerde interpretaties ontstaan. Als het echt op aanwijzing van risico-gebieden aankomt is een betrouwbare organische stof kaart onontbeerlijk.

De workshop heeft inzicht geboden in de houding van sectoren en onderzoekers ten opzichte van de EU-bodemstrategie. Naast het streven naar kwantitatieve onderbouwing van het belang van organische stof verdient het vooral de aanbeveling om aandacht te besteden aan het draagvlak voor de EU-bodemstrategie

- Het is moeilijk om concreet over risico's te praten zolang niet duidelijk is wat daarmee precies wordt bedoeld. De term risico en de term onaanvaardbaar dient een duidelijke definitie te krijgen. Hier lijkt een taak voor LNV en VROM te zijn weggelegd.
- Er dient duidelijkheid te komen over welke bodemfuncties, en eventueel organische stoffuncties, in beschouwing worden genomen en hoe deze (wel of niet) aan elkaar gerelateerd zijn.
- Veel weerstand tegen de bodemstrategie is gebaseerd op onduidelijkheid rond de beleidsmatige consequenties van het aanwijzen van risicogebieden.

8 Conclusies en aanbevelingen

De ontwikkelingen rondom de implementatie van een Europese Kaderrichtlijn Bodem zijn gaande. Het is op dit moment niet duidelijk welke eisen aan zgn. risk areas (of priority areas) gesteld zullen worden. Echter, op basis van de gevoerde discussies die in dit rapport beschreven zijn kan geconcludeerd worden dat:

- Eén uniforme grenswaarde voor een acceptabel organisch stofgehalte niet voldoet gezien de veelheid aan bodemtypen en bodem- en landgebruikscombinaties. Diversificatie is nodig.
- Er zeer veel actoren belang hebben bij het beheer van organische stof in de bodem. Hierdoor wordt de discussie over het vaststellen van criteria zeer complex.
- Er weinig acute problemen worden ervaren door actoren (uit verschillende sectoren) betreffende eventuele daling van het organische stof gehalte in de bodem. Hierdoor is er bij de deelnemers aan de workshop (zie Hoofdstuk 7) weinig draagvlak voor een Europese Kaderrichtlijn Bodem.
- Door het ontbreken van een systematisch meetnet voor organische stof gehalten in de bodem de huidige (vernieuwde) organische stof kaart hiaten bevat. Deze kunnen tot een verkeerde weergave van de werkelijkheid leiden en bemoeilijkt de begrenzing van in de toekomst aan te wijzen risicogebieden.

Voor het voeren van een open discussie over het wel of niet aanwijzen van risicogebieden moet ten eerste het draagvlak voor de implementatie van een Kaderrichtlijn Bodem worden vergroot. Dit kan o.a. bereikt worden door het opzetten van een adequaat meetnet. Tijdens de workshop werd duidelijk dat daling van organische stof gehalte in de bodem wel degelijk als een probleem kan worden ervaren, maar op dit moment zijn daarvoor enkel gegevens uit het buitenland beschikbaar die minder overtuigingskracht hebben. Deze gegevens sluiten namelijk niet aan op de Nederlandse situatie.

In de onderhavige studie hebben wij ons beperkt tot landbouwgronden. De betrokken actoren zijn daardoor vooral afkomstig uit de landbouwsectoren. Mogelijk dat in andere sectoren, waar andere belangen gelden, vergelijkbare discussies tot een ander resultaat leiden. Wanneer bijvoorbeeld de daling van de organische stof voorraad in het veenweidegebied ter discussie wordt gesteld, hebben ook bewoners een duidelijk belang.

Gezien de grote belangstelling voor deze studie en de workshop kunnen wij concluderen dat dit onderwerp leeft. Echter, er is een sterke behoefte aan draagvlak en objectieve gegevens om de discussie mee te voeden. Objectieve gegevens hebben vooral betrekking op het in kaart brengen van de actuele situatie en op de relatie tussen land- en bodemgebruik en veranderingen in organische stof gehalten in de bodem.

Literatuur

Aarts, H.F.M., G.J. Hilhorst,, F. Nevens, J.J. Schroder, 2002. .De betekenis van wisselbouw voor het melkvee op zandgrond ; analyse van de resultaten van proefbedrijf 'De Marke'. PRI-rapport nr 46, Wageningenn

Bellamy P.H., Loveland P.J., Bradley R.I., Lark R.M. and Kirk G.J.D. 2005. Carbon losses from all soils across England and Wales 1978-2003. Nature 437: 245-248.

Boekel, P., 1986. Effect van organische stof op de bodemstructuur. In: Titulaer, H.H.H. en P. de Jonge. Themadag "Organische stof in de akkerbouw". Themaboekje nr. 7 PAGV, Lelystad.

Boekel, P., 1991. Betekenis van huisvuilcompost voor de bodemfysische eigenschappen van de Nederlandse gronden. TCB A91/08 R, TCB, Leidschendam.

Dam, A.M. van, H.C. de Boer, M. Beuze, A. van der Klooster, L.J.M. Kater, W. van Geel, P. van der Steeg, 2006. Duurzaam bodemgebruik in de landbouw; advies uit de praktijk. PPO nr 340101, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad

de Vries, F. 2003. Bodemkundige basisinformatie van de provincies Groningen, Drenthe, Overijssel. Alterra-rapport 696, Wageningen.

de Vries, F. en F. Brouwer. Veengronden in Nederland. In: Veenweide 25x belicht: een bloemlezing van het onderzoek van Wageningen UR.

Dirks B.O.M., Hensen A. and Goudriaan J. 2000. Effect of drainage on CO2 exchange patterns in an intensively managed peat pasture. Climate Research 14: 57-63.

DLV 2006. Advisering Organische Stof. Brief aan Alterra van 28 oktober 2006.

Eckelmann, W., R. Baritz, S. Bialousz, P. Bielek, F. Carré, B. Housková, R.J.A. Jones, M. Kibblewhite, J. Kozak, C. Le Bas, G. Tóth, T. Tóth, G. Várallyay, M. Yli Halla, M. Zuppan, 2006. Common criteria for risk area identification according to soil threads. JRC EUR 22185 EN

EU (2002) Naar een thematische strategie inzake bodembescherming. Mededeling van de commissie aan de Raad, het Europees Parlement, het Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's. COM (2002) 179

EU, COM (2006) 231. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL , THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. Thematic Strategy for Soil Protection. Brussels 22-9-2006

EU, COM (2006) 232 final. 2006/0086 (COD). Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC. 22-9-2006

Hanegraaf, M. en L. van der Weijden, 2004. Organische stof als draaiknop voor een goede bodemkwaliteit in de melkveehouderij. Presentatie op Bodembreedsymposium 1 en 2 december 2004.

Hanegraaf, M.C. en M. de Visser (2004). Naar een betere bodemkwaliteit op zandgrond. Praktijkrapport Rundvee 50. Animal Sciences Group, Lelystad.

Hassink J. 1997. The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt particles. *Plant and Soil* 191: 77-87

Huinink J.T.M. 1995. Bodembeschrijving en bodemgeschiktheidsbeoordeling. IKC-Landbouw, Ede.

Johnston, A.E., 1986. Soil organic matter, effects on soils and crops. *Soil Use and Management* 2: 97-105.

Kuikman, P.J., W.J.M. de Groot, R.F.A. Hendriks, A. Verhagen & F. de Vries (2003) Stocks of C in soils and emissions of CO₂ from agricultural soils in the Netherlands. Alterra, Wageningen. Alterra report 562. 37 pp.

Leeters, E.E.J.M.; Finke, P.A.; Visschers, R.; Vries, F. de; Pouw, B.J.A. van der, 1996. Plan voor verzameling van bodemkundige gegevens. SC-DLO-Rapport 419, 97 blz. Wageningen.

Loveland P. and Webb J. 2003. Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. *Soil & Tillage Research* 70: 1-18.

Nieuwenhuis H.S. and Schokking F. 1997. Land subsidence in drained peat areas of the Province of Friesland, The Netherlands. *Quarterly Journal of Engineering Geology* 30: 37-48.

Pleijter, M., 2004. Veengronden en moerige gronden op de bodemkaart van Nederland anno 2003. Onderzoek naar de afname van het areaal veengronden rondom Schoonebeek. Alterrarapport 1029, Wageningen.

Postma, R., T. A. van Dijk & A. G. G. van der Weijden, 2004. Organische stofopbouw en N-mineralisatie; praktijktoepassing van een verbeterd model. Telen et Toekomstrapport OV0413. Plant Research International, Wageningen.

Reijneveld, A., J. van Wensem, O. Oenema (in voorbereiding). Regional trends in soil organic carbon of Agricultural land in the Netherlands between 1984 and 2004.

- Römken, P. en O. Oenema (eds.) 2004. Quick Scan soils in the Netherlands. Overview of the soil status with reference to the forthcoming EU Soil Strategy. Alterra report 948. Alterra, Wageningen.
- Schothorst C.J. 1963. De relatieve dichtheid van zand- en veengrond en zijn betekenis ten aanzien van draagkracht en vochtgehalte volgens een laboratoriumproef. ICW.
- Schothorst C.J. 1968. De relatieve dichtheid van humeuze gronden. Bouw-en waterbouwkunde 2: 1-8.
- Schothorst C.J. 1977. Subsidence of Low Moor Peat Soils in Western Netherlands. Geoderma 17: 265-291.
- Smit, A. en P.J. Kuikman, 2005. Organische stof: onbemind of onbekend? Alterra-rapport 1126, Wageningen
- Sollins P., Homann P. and Caldwell B.A. 1996. Stabilization and destabilization of soil organic matter: Mechanisms and controls. Geoderma 74: 65-105.
- Springob G., Brinkmann S., Engel N., Kirchmann H. and Bottcher J. 2001. Organic C levels of Ap horizons in North German Pleistocene sands as influenced by climate, texture, and history of land-use. Journal of Plant Nutrition and Soil Science-Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde 164: 681-690.
- Steur, G.G.L, F. de Vries en C. van Wallenburg, 1985. De Bodemkaart van Nederland 1 : 250 000. Stichting voor Bodemkartering. Wageningen.
- Tiktak, A., A.P. van Wezel, J.D. van Dam & K. Versluijs (2004) Ex – ante beoordeling van de Beleidsbrief Bodem. Beoordeling van de milieu- en natuureffecten van het voorgenomen bodembeleid. RIVM, Bilthoven. RIVM rapport 500025003/2004, pp. 49
- van Kekem, A.J., T. Hoogland, J.B.F. van der Horst, 2005. Uitspoelingsgevoelige gronden op de kaart. Alterra-rapport 1080, Wageningen.
- Vellinga, Th.V., A. van den Pol-van Dasselaar & P.J. Kuikman (2004) The impact of grassland ploughing on CO₂ and N₂O emissions in the Netherlands. Nutrient Cycling and Agroecosystems 70: 33 – 45
- Velthof, G.L. 2004, Achtergronddocument bij enkele vragen van de evaluatie meststoffenwet 2004. Alterra-rapport 730.2, Wageningen
- Velthof, G.L. en P.J. van Erp, 1996. Effect van organische stof op vochtlevering door landbouwgronden. NMI, Wageningen

Velthof, G.L., 2005. Aanvoer van organische stof naar landbouwgronden. Mestbeleid had nauwelijks invloed. Bodem, nr 1. februari 2005.

VROM en LNV, 2006. Duurzaam bodemgebruik in de landbouw. Een beoordeling van agrarisch bodemgebruik in Nederland. VROM, LNV, Senternovem Bodem+ in opdracht van StuBo.

Bijlage 1 Deelnemerslijst workshop Organische Stof, d.d. 27 april 2007

Aanwezig:

dhr.	M.	Biet	Prov. Brabant
mw.	S.	Boekhold	TCB
dhr.	GJ.	van den Born	MNP
dhr.	R.	Brinkman	VROM
dhr.	P.	Dekker	PPO-Ielystad
mw.	A.	van Dijk	NBvB
dhr.	J.	Galema	LTO Noord
mw.	M.	Hack	Alterra
mw.	M.	Hanegraaf	NMI
dhr.	M.	Heijmans	ZLTO
mw.	E.	Hoffland	Wag. Universiteit
mw.	M.	Hopman	LNV - DP
dhr.	P.	Hotsma	LNV - DK
dhr.	F.	van Houts	KAVB
dhr.	J.	Huinink	LNV - DK
dhr.	J.	Jansen	LNV - DK
dhr.	B.	Janssen	Wag. Universiteit
dhr.	C.	Koopmans	LBI
dhr.	Th.	Kuyper	Wag. Universiteit
mw.	M.	Oonk	LNV - DL
mw.	A.	Pronk	PRI
dhr.	A.	Reijneveld	BLGG
dhr.	G.	Ros	Wag. Universiteit
dhr.	A.	Venekamp	Prov. Drenthe
mw.	L.	van der Weijden	CLM
mw.	C.	van Beek	Alterra
mw.	A.	Groot	Alterra
mw.	H.	Heesmans	Alterra
dhr.	T.	Hoogland	Alterra
mw.	I.	Koning	Alterra
mw.	A.	Smit	Alterra

Bijlage 2 Samenvatting BIS gegevens per bodemklasse. Per kolom (bodemtype & landgebruik) wordt aangegeven hoeveel % van de in BIS aanwezige data in een bepaalde organische stof klasse vallen.

% org stof	Brik		Eerdgrond								Podzol		Vaaggrond									
	Akk	Gras	marien		rivierklei		zand (dik)		zand		zand		leem overig		Loss		Marien		Rivierklei		Zand	
	Akk	Gras	Akk	Gras	Akk	Gras	Akk	Gras	Akk	Gras	Akk	Gras	Akk	Gras	Akk	Gras	Akk	Gras	Akk	Gras	Akk	Gras
0-1											2	1					3		1			5
1-2	42	22	3				11	1	8	1	3	1	11	9	17		37	5	29	4	46	18
2-3	42	11	13	1	25	2	15	9	33	10	11	8	33	9	70	23	36	12	28	15	38	19
3-4	8	11	25	2		10	19	31	19	19	19	17	33	9	4	19	14	11	25	13	10	14
4-5	4	11	13	7		7	23	34	15	18	18	21		30	4	23	6	9	9	11	4	13
5-6		22	16	12		7	19	16	10	15	16	15	11	13		8	3	11	5	13		8
6-7	4	11	3	3	25	12	5		4	9	11	15	11	13	4	8	1	10	1	8		5
7-8			9	7		15	1	8	0	8	9	10		9		4	1	11		9		3
8-9		11	16	6	50	10	1		8	4	5	3		4		8		9		6		
9-10				10		12	2	1	2	4	2	2				8		4	1	4	2	4
10-11			3	9		2	1			3	2	2		4				5		5		5
11-12				9		2				3	1	2						4		2		1
12-13				1		5	1			2	0	0						4		3		1
13-14				8		5				1	0	2						1		3		1
14-15				8		2				2	0	1						1				
15-16				2		2					1							2		1		
16-17				5														1				
17-18				2		2												1				
18-19				1		2				1												
19-20				1						1												
20-21				1																		
21-22																			1			
22-23				1																		
23-24																			1			
24-26				1															1			1

