



A&W-rapport 1170

## HANDLEIDING BODEMKWALITEIT WEIDEVOGELGEBIEDEN

in opdracht van





A&W-rapport 1170

## HANDLEIDING BODEMKWALITEIT WEIDEVOGELGEBIEDEN

---

E.B. Oosterveld



<b>Projectnummer</b>	<b>Projectleider</b>	<b>Status</b>
1173VMT.08	E.B. Oosterveld	Eindrapport
<b>Autorisatie</b>	<b>Paraaf</b>	<b>Datum</b>
Goedgekeurd	W. Altenburg	2 juli 2009

**OOSTERVELD, E.B. 2009**

Handleiding bodemkwaliteit weidevogelgebieden. A&W-rapport 1170. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

**OPDRACHTGEVER**

Terreinbeherende organisaties in Fryslân/Groningen  
p/a It Fryske Gea  
Postbus 3, 9244 ZN Beeststserzwaag  
(0512) 381448

**FOTO VOORPLAAT**

Bodemmonsters nemen (foto A&W)

**UITVOERDER**

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv  
Postbus 32, 9269 ZR Veenwouden  
Telefoon (0511) 47 47 64, Fax (0511) 47 27 40  
e-mail: [info@altwym.nl](mailto:info@altwym.nl)  
web: [www.altwym.nl](http://www.altwym.nl)

© **ALTENBURG & WYMENGA ECOLOGISCH ONDERZOEK BV**

Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan met bronvermelding.

# INHOUD

---

<b>1. INLEIDING</b>	<b>1</b>
<b>2. BODEMKWALITEIT VOOR WEIDVOGELS</b>	<b>3</b>
2.1. Algemeen	3
2.2. Bodemkwaliteit weidevogelgebieden	3
<b>3. KIJKEN, IJKEN EN BEREIKEN</b>	<b>9</b>
3.1. Vochthoudendheid	9
3.2. Overstroming enstagnatie van regenwater	10
3.2. Organische stofvoorziening	12
3.4. Zuurgraad	13
3.5. Stikstofvoorziening	13
3.6. Fosfaatbeschikbaarheid	14
3.7. Bodemstructuur	15
3.8. Bodembemonstering	16
3.9. Bodemleven	16
3.10. Bodembeheersadvies-systeem	17
<b>4. OVERZICHTSTABEL</b>	<b>18</b>
<b>LITERATUUR</b>	<b>20</b>



# 1. INLEIDING

---

De neergang van de weidevogels is ook aan de reservaten in Noord-Nederland niet voorbijgegaan. Dit was voor de terreinbeherende organisaties in Fryslân en Groningen aanleiding beheer en inrichting van hun weidevogelreservaten eens tegen het licht te houden. Dit resulteerde in 2006 in een serie zogenaamde Opkrikplannen voor 64 reservaten (Oosterveld 2006). In deze Opkrikplannen zijn de belangrijkste knelpunten op het vlak van inrichting en beheer op een rijtje gezet en zijn oplossingen aangegeven. Een steeds weerkerend knelpunt is de kwaliteit van de bodem, vooral met het oog op de voedselvoorziening van de steltlopers onder de weidevogels. Regenwormen vormen het stapelvoedsel voor die steltloperweidevogels en de aanwezigheid van regenwormen wordt vooral bepaald door de bodemkwaliteit. De bodemkwaliteit kan worden gestuurd met beheers- en inrichtingsmaatregelen, bijvoorbeeld waterpeil en bemesting. Het ontbreekt reservatsbeheerders echter aan een handzame methode waarmee zij de bodemkwaliteit kunnen bepalen en waarmee zij kunnen vaststellen welke maatregelen genomen moeten worden. In dit rapport wordt zo'n methode aange-reikt.





## 2. BODEMKWALITEIT VOOR WEIDVOGELS

---

### 2.1. ALGEMEEN

De meeste monitoring van bodemkwaliteit is gericht op milieuhygiënische aspecten van de bodem in verband met bodemvervuiling en bodemgebruik. Zo bestaat er een Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB), dat is gericht op bodemkwaliteit onder invloed van diffuse belasting (alle stoffen die via lucht, water en menselijke activiteiten worden aangevoerd) (Bronswijk *et al.* 2004). De informatiebehoefte heeft betrekking op diverse doeleinden: bodembeheer van het landelijk gebied, land- en mestbeleid, compactie (verdichting), bodemdaling, bodemafdekking, waterbodembeheer, verzilting grondwater, baggerproblematiek, grondwaterbescherming (Westerhof *et al.* 2007). In het kader van duurzame ontwikkeling is er recent nieuwe aandacht voor duurzaam bodemgebruik. Zo vindt momenteel een groot onderzoeksproject plaats naar duurzaam bodemgebruik in de landbouw (Koopmans *et al.* 2006). Het type monitoring dat hierbij speelt, heeft raakvlakken met het weidevogelbeheer. Het gaat in het bijzonder om biologische bodemkwaliteit. Dit ligt voor de hand als de invalshoek vooral de voedselvoorziening van weidevogels is.

Bodemkwaliteit kan vanuit vele invalshoeken worden benaderd. Voor het overzicht worden zogenaamde Ecosysteemdiensten van de bodem onderscheiden (bijvoorbeeld productiefunctie, weerstand tegen stress en vermogen tot veranderen, buffer- en reactor-(kringloop)functie, habitatfunctie (biodiversiteit)) (TCB 2003, Rutgers *et al.* 2007). Over de volle breedte worden ca. 50 biologische, fysische en chemische bodemparameters (eigenschappen) onderscheiden, die graadmeters vormen voor de biologische bodemkwaliteit (Koopmans *et al.* 2006). Het overgrote deel hiervan vergt tijdrovende en vrij dure bepalingen in het laboratorium en is ongeschikt om vlot een idee van de kwaliteit te hebben. Het overzicht leert ons wel dat we precies moeten formuleren om welk aspect van bodemkwaliteit het gaat om te bepalen welke graadmeter nodig is. Vervolgens moeten we een methode zien te vinden, die eenvoudig en zonder hoge kosten uitvoerbaar is.

### 2.2. BODEMKWALITEIT WEIDVOGELGEBIEDEN

De bodemaspecten waar het in weidevogelgebieden om draait, zijn (Oosterveld & Altenburg 2004):

1. Het bodemleven als voedselbron voor steltloperweidevogels,
2. De bodem als standplaats van een geschikte (structuurrijke, niet verruigde) vegetatie.

Eigenlijk is het nog simpeler: het gaat om regenwormen en in mindere mate emelten, en om een bodem die leidt tot een kruidenrijke vegetatie en geen aanleiding geeft tot verruiging. Regenwormen en emelten vormen een zeer belangrijk bestanddeel van het dieet van Grutto, Kievit, Tureluur, Scholekster en Watersnip in de Nederlandse graslanden gedurende de perioden vlak voor, tijdens en direct na de broedtijd. Een kruiden- en structuurrijke vegetatie is belangrijk voor ongewervelde dieren (insecten, spinnen, duizendpoten en dergelijke) die het voedsel vormen van weidevogelkui-

kens. En ruigtekruiden als Pitrus en Rietgras vormen een bedreiging van een korte vegetatie, die een noodzakelijke voorwaarde is voor vestiging van de genoemde steltlopersoorten.

Voor het monitoren van de bodemkwaliteit van weidevogelgebieden moeten we ons richten op:

- De bodemfactoren die de aanwezigheid van regenwormen en emelten bepalen,
- De bodemfactoren die een gevarieerde vegetatiestructuur bevorderen en verruiging veroorzaken (vooral door Pitrus).

### **2.1.1. Bodemleven: regenwormen**

Als je een idee wilt hebben van de hoeveelheid aanwezige regenwormen, moet je ze bemonsteren. Dit kan door het steken van 10 cm diepe bodemmonsters en het handmatig uitpluizen van deze monsters op aanwezige wormen en emelten. Om een representatief beeld te krijgen voor een gebied zijn echter vaak veel monsters nodig en moet eigenlijk meerdere jaren worden bemonsterd (omdat bijvoorbeeld een strenge winter grote invloed kan hebben, Timmerman *et al.* 2006, Oosterveld *et al.* in voorbereiding). Hierdoor is het een tijdrovende (en dus dure) activiteit. Om deze reden leent deze methode zich niet voor een snelle en eenvoudige indicatie. Wel is het zinvol een monsterring eens in de zoveel jaar als ijkpunt uit te voeren. Voor een snelle en eenvoudige indicatie is het genoeg zich te concentreren op bodemfactoren die het voorkomen van regenwormen en emelten bepalen.

Voor regenwormen zijn de volgende bodemeigenschappen belangrijk (Lee 1985, Curry 2004, van Eekeren *et al.* 2009):

1. bodemstructuur,
2. temperatuur,
3. vochthoudendheid,
4. organische-stofvoorziening,
5. zuurgraad,
6. chloride- en calciumconcentraties.

### **Bodemstructuur en temperatuur**

Bodemstructuur en temperatuur zijn afhankelijk van respectievelijk het bodemtype en het weer. De bodemstructuur wordt bovendien beïnvloed door bemesting en berijden. Voor de bemesting zijn verwezen naar de paragraaf over organische stofvoorziening. Bij het berijden dient te worden gewaakt voor verdichting door insporing. Wanneer kritische grenzen worden bereikt en hoe dit kan worden bepaald, is onbekend en dient nader te worden onderzocht. Wel is het mogelijk aan de hand van zichtbare eigenschappen en de beworteling iets over de structuur in de bovenste bodemlaag te zeggen.

### **Vochthoudendheid**

Vochthoudendheid is afhankelijk van het bodemtype in combinatie met het waterpeil. Het waterpeil is manipuleerbaar met maatregelen op het vlak van het waterbeheer. De optimale grondwaterstanden verschillen per weidevogelgroep. Zo kan de Grutto-groep (Grutto, Tureluur, Kievit, Scholekster) met wat lagere peilen toe dan de Watersnip-Slobeend-groep (Watersnip, Slobeend,

Zomertaling, Kemphaan) (Oosterveld & Altenburg 2004). In het volgende hoofdstuk gaan we in op de vereiste peilen.

### **Organische-stofvoorziening**

Verse organische stof in de vorm van plantenresten (dood blad, wortels), compost en dierlijke mest vormen belangrijk voedsel voor de regenwormen. Plantenresten zijn in grasland structureel voorhanden als gevolg van grasgroei en –sterfte. Door middel van bemesting met dierlijke mest of compost wordt nog extra organische stof toegevoegd. Er zijn aanwijzingen dat vaste mest het aantal oppervlakte-bewonende regenwormen bevordert en daarmee de indringbaarheid van de bovenste bodemlaag verbetert.

### **Zuurgraad**

Regenwormen worden in hun groei en voortplanting geremd bij een pH <4,5. Als vuistregel geldt daarom dat de pH in een goed weidevogelgebied tenminste 4,5 moet zijn (Oosterveld & Altenburg 2004).

### **Chloride en calcium**

Over het voorkomen van regenwormen in relatie tot chloride en calcium in grasland is te weinig bekend om er bij monitoring iets mee te kunnen (vergelijk Lee 1985).

#### **2.2.2. Bodemleven: emelten**

Emelten kruipen niet zoals regenwormen diep in de bodem weg, maar houden zich op in de bovenste twee cm. Daardoor is ook makkelijker dan bij regenwormen met monitoring in het veld een indruk te krijgen van de aanwezige aantallen. Indirecte bepaling is mogelijk via bodemfactoren die het voorkomen van emelten in grasland bepalen. Belangrijke factoren zijn (de Jong 1925, Freeman 1967, Pritchard 1983, van de Bund 1998):

1. de openheid van de zode,
2. vochthoudendheid,
3. grondsoort.

#### **Openheid zode**

Emelten zijn de larven van langpootmuggen (*Tipula spec.*). Het vrouwtje langpootmug verlangt kale bodem temidden van het gras om de eieren af te zetten. De eilegperiode is gedurende augustus en september. Willen we het volgende voorjaar veel emelten hebben, dan moeten we dus in de nazomer zorgen voor voldoende open plekken in het gras. Dit is een lastig punt, want op nat grasland ontstaat door open plekken in de zode risico op toename van Pitrus. Voor emelten als voedselbron is een alternatief in de vorm van voldoende regenwormen. Pitrus vormt daarentegen vaak een hardnekkig probleem. Daarom is het, zeker op percelen die gevoelig zijn voor Pitrusdominantie, beter om te streven naar beperking van de Pitrus en dus te zorgen voor een zo dicht mogelijke zode.

#### **Vochthoudendheid**

Emelten zijn zeer gevoelig voor uitdroging, vooral vroeg in het voorjaar. Vochtige graslanden vormen het voorkeurstype grasland voor emelten. Zoals we hierboven bij de regenwormen al hebben uiteen gezet, geldt, dat vochthoudendheid afhankelijk is van het bodemtype in combinatie met het waterpeil. Het waterpeil is manipuleerbaar met maatregelen op het vlak van het waterbeheer. We

gaan er vanuit dat de vochtvereisten van emelten goed stroken met de habitateisen van regenwormen en de weidevogels op dit punt. Dat betekent dat op dit punt voor emelten geen extra maatregelen nodig zijn.

### **Grondsoort**

De meest voorkomende emeltensoort in grasland is *Tipula paludosa*. Deze is het talrijkst op veenachtige en vochtige zandgrond, vooral in voormalige hoogveengebieden met dalgrond (afgeveende zandgrond waar de toplaag van het voormalige veen (de bolster) op is terug gestort). *T. paludosa* komt ook op veen en klei voor. Goede weidevogelgebieden vinden we voornamelijk nog op veen en klei. Dit zijn dus niet de bodemtypen waar emelten het meest talrijk zijn. Toch kunnen ze daar voor de steltloperweidevogels, naast regenwormen, een belangrijke voedselbron vormen. Dat geldt vooral aan het eind van en direct na de broedtijd, gedurende juni-begin juli, als de emelten hun grootste gewicht bereiken, vlak voordat ze uitvliegen (eind juli-eind september). Naarmate kleigrond rijker is aan organische stof, is die geschikter voor emelten.

### **2.2.3. Vegetatiestructuur en verruiging**

Een gevarieerde vegetatiestructuur is belangrijk voor de rijkdom aan ongewervelden, die het voedsel vormen van weidevogelkuikens. Een gevarieerde vegetatiestructuur kan met name worden gerealiseerd door een gevarieerde soortensamenstelling in een kruidenrijke vegetatie. Doorgaans is zo'n kruidenrijke vegetatie ook beter toegankelijk voor weidevogelkuikens dan een homogene, soortenarme vegetatie. Daarnaast is in weidevogelreservaten met name verruiging met Pitrus *Juncus effusus* een probleem. Pitrusdominantie is het resultaat van een complex van factoren: beheer, waterpeil en bodemkwaliteit. In dit verband concentreren we ons op het laatste. De volgende bodemfactoren hebben invloed op de vegetatiestructuur en verruiging met Pitrus (van 't Veer & Witteveldt 2002, Smolders *et al.* 2007, Hogeweg *et al.* 2007, Kemmers *et al.* 2008, van Eekeren *et al.* 2009):

1. organische stofvoorziening,
2. stikstofvoorziening,
3. fosfaatbeschikbaarheid,
4. zuurgraad.

Omdat Pitrusdominantie het gevolg is van een complex van factoren, moeten oplossingen ook in een combinatie van beheersmaatregelen en bodemkwaliteitsmaatregelen worden gezocht.

Verruiging kan ook optreden met grote grassoorten als Liesgras *Glyceria maxima* en Rietgras *Phalaris arundinacea*. Beide zijn soorten die wijzen op langdurig voedselrijk water in of op het maaiveld, bijvoorbeeld door overstroming. Regenwormen kunnen niet tegen overstroming. Na ongeveer drie weken zijn vrijwel alle Regenwormen dood. Een dergelijke overstroming over aanzienlijke oppervlaktes is in weidevogelreservaten dus niet gewenst. Dat is onder andere de reden dat zomerpolders tegenwoordig niet erg geschikt meer zijn voor weidevogels.

### **Organische stof-voorziening**

Uit onderzoek blijkt dat bemesting met organische mest de hoeveelheid bodemleven (nematoden en bacteriën) en daarmee het verteringsproces in de bodem stimuleert. Een actiever en soortenrijker bodemleven (met name nematoden) is bevorderlijk voor een soortenrijkere graslandvegetatie en een soortenrijkere vegetatie leidt op zijn beurt tot een gevarieerdere vegetatiestructuur. Bij een gevari-

eerdere vegetatiestructuur komen meer vegetatiebewonende ongewervelde dieren voor dan in een eenvormige, dichte vegetatie.

### **Stikstofvoorziening**

De stikstofvoorziening beïnvloedt de Pitrusontwikkeling doordat het de concurrentieverhouding met gras mee bepaalt. Om Pitrus binnen de perken te houden moet er voldoende grasgroei zijn. En grasgroei wordt vooral door stikstof beperkt. Voor voldoende stikstof moet de bodem voldoende stikstof leverend vermogen hebben. Dit is afhankelijk van de beschikbare hoeveelheid mineraliseerbare organische stof en het kan worden beïnvloed door bemesting. Via de stikstof- (en organische stof-) voorziening stimuleert organische mest ook de activiteiten van bodemorganismen, die op hun beurt de ontwikkeling van een soorten-en structuurrijke vegetatie stimuleren (zie vorige paragraaf).

### **Fosfaatbeschikbaarheid**

Dominatie van Pitrus treedt vooral op onder omstandigheden van een hoge fosfaatbeschikbaarheid in combinatie met hoge en wisselende grondwaterstanden, een hoge zuurgraad (= lage pH) en een lage stikstofbeschikbaarheid, bijvoorbeeld op voormalige landbouwgronden waar het beheer sterk is geëxtensiveerd. Te hoge fosfaatbeschikbaarheid is een belangrijke factor. Omdat fosfaat sterk hecht aan bodemdeeltjes, is er vaak sprake van hoge concentraties als gevolg van vroegere landbouwkundige bemesting met drijfmest en kunstmest.

### **Zuurgraad**

Pitrus floreert in bodems met een pH-KCl tussen 3,7 en 4,8. Pitrus is extra in het voordeel omdat bij die zuurgraad de grasgroei minder is. Deze situatie ontstaat bijvoorbeeld bij veelvuldige stagnatie van regenwater in het maaiveld bij een verschalend beheer.



## 3. KIJKEN, IJKEN EN BEREIKEN

In dit hoofdstuk gaan we na met behulp van welke graadmeters we zicht kunnen krijgen op de bodemeigenschappen die we in het vorige hoofdstuk hebben beschreven en welke vuistregels en normen gelden. We beschrijven de werkwijze om te beoordelen hoe de toestand is en welke maatregelen genomen kunnen worden. We beperken ons tot de graadmeters die door beheerders zelf in het veld zijn te gebruiken of die af te leiden zijn uit standaard bodemonderzoek.

### 3.1. VOCHTHOUDENDHEID

#### Graadmeter

Als graadmeter gebruiken we de grondwaterstand. Als hierover niets bekend is, kan ook (als indicatie) het slootpeil worden gebruikt.

#### Vuistregels

Om de gewenste vochthoudendheid te bevorderen (los van het bodemtype) gelden vuistregels voor optimale grondwaterstanden. Deze verschillen per weidevogelgroep, onder andere afhankelijk van de rol die regenwormen spelen (Oosterveld & Altenburg 2004). In tabel 1 zijn de vuistregels gegeven.

**Tabel 1. Optimale grondwaterstanden voor de Grutto-groep en de Watersnip-Slobeend-groep**

*Bron: Oosterveld & Altenburg (2004)*

Weidevogelgroep	Voorjaarsgrondwaterstand (april) (cm -mv)	Grondwaterstand mei/juni (cm-mv)
Grutto-groep	20-40 (-80)*	45-60 (-80)*
Watersnip-Slobeend-groep	0-20 +plasdras	≤50-60

\* Er zijn gebieden op met name kleigrond met een laag waterpeil waar weidevogelpopulaties zich langdurig handhaven

#### Meetmethode

In de praktijk zijn er drie eenvoudige methoden:

1. In het geval er *grondwaterbuizen* in het terrein staan: de grondwaterstanden ten opzichte van het maaiveld aflezen.
2. In de meeste gevallen zullen er geen grondwaterbuizen zijn en dan is een alternatieve methode *het graven van een gat* van een spa breed en het water in het gat een dag rust gunnen om het peil van het omliggende grondwater aan te nemen. Na een dag wordt de stand ten opzichte van het maaiveld bepaald.
3. Een derde methode is het bepalen van het *waterpeil in de sloot*. Weliswaar kan er in de loop van het voorjaar door verdamping en doorstromingsweerstand van de bodem een verschil ontstaan tussen de grondwaterstand middenop het perceel en het slootpeil, het slootpeil kan wel worden gebruikt als indicatie voor de drooglegging. Het voordeel is dat het makkelijk te bepalen is.

## Werkwijze

1. *Grondwaterbuizen*. Aantal en locatie van de buizen moeten representatief zijn voor het terrein. Hoe meer verschillen in drooglegging, hoe meer buizen nodig zijn. Uit oogpunt van weidevoelbeheer is de periode april-juli de belangrijkste. Het opnemen van de buizen kan beperkt blijven tot de maanden april (begin broeden) en juni (kuikenperiode). Het is wenselijk de standen over tenminste drie jaar om de twee weken op te nemen en het gemiddelde te bepalen voor de perioden april en juni. De standen kunnen ook automatisch worden bepaald (met een diver), maar een dergelijke voorziening is duur.
2. *Graven van een gat*. Aantal en locatie van de gaten moeten representatief zijn voor het terrein. Hoe meer verschillen in drooglegging, hoe meer gaten. Ook bij deze methode kan het opnemen van de stand beperkt blijven tot april en juni, gedurende drie jaar om de twee weken. Vervolgens kan de gemiddelde stand voor de periode april en juni worden berekend.
3. *Slootpeil*. Voor de voorjaarswaterstand wordt in april op een aantal representatieve plekken met een maatverdeling het waterpeil ten opzichte van het maaiveld geschat en daarna in juni nogmaals. Het aantal metingen en locaties is afhankelijk van het reliëf in het terrein. Ook in dit geval is het wenselijk over een jaar of drie te meten en het gemiddelde slootpeil te berekenen. In het geval er sprake is van een vast polderpeil, dan kan na één seizoen al een goed beeld ontstaan.

## Maatregelen

Als te lage waterstanden worden vastgesteld, zijn de volgende oplossingsrichtingen mogelijk:

- opzetten van het polderpeil,
- lokaal opzetten van het peil,
- in de loop van het voorjaar water inlaten (indien mogelijk),
- via greppels water tot in de percelen brengen.

## 3.2. OVERSTROMING EN STAGNATIE VAN REGENWATER

### Graadmeter

De graadmeter is de oppervlakte waarop overstroming plaatsvindt of regenwater stagneert.

### Vuistregel

Voor een acceptabele oppervlakte overstroming of stagnerend regenwater kan de vuistregel voor de oppervlakte plasdras voor mozaïekbeheer worden gehanteerd (Oosterveld & Altenburg 2004). Deze is 0,5 ha per 100 ha. Een dergelijke oppervlakte zonder regenwormen doet geen afbreuk aan de voedselvoorziening in het gebied als totaal en heeft wel het effect van slaap- en foerageerplaats.

### Meetmethode

- Overstroming en stagnatie van regenwater kunnen natuurlijk eenvoudig worden vastgesteld in natte perioden in de winter. In droge winters en buiten de winter ligt dat anders.
- Indicatieve plantensoorten. In droge winters en buiten de winter kan de plantengroei informatie geven over de mate waarin door het jaar heen overstroming plaatsvindt of regenwater stagneert. Plantensoorten die regelmatige overstroming met oppervlaktewater indiceren, zijn bijvoorbeeld Grote vossestaart *Alopecurus pratensis*, Liesgras *Glyceria maxima* en Rietgras *Phalaris*



*arundinacea*. Plantensoorten die regenwaterstagnatie indiceren, zijn bijvoorbeeld Moerasstruisgras *Agrostis canina*, Veenwortel *Polygonum amphibium*, Hennegras *Calamagrostis cannescens* en Gewone waterbies *Eleocharis palustris*. Deels is de indicatie ook gebaseerd op het feit dat de soorten op een verslechte bodem duiden, waar het water op blijft staan. Dit geldt voor Veenwortel.

- Reliëf binnen perceel lezen. Hol liggende percelen hebben kans op regenwaterstagnatie middenop het perceel. Dit risico speelt vooral op veen- en klei-op-veengronden. Door te diep wegzakkende grondwaterstanden treedt inklinking van het veen op op afstand van de sloten. Door dat de slootkanten natter blijven doet zich daar minder oxidatie van het veen voor en zakt het maaiveld minder dan in het midden. Slootschoonsel op de rand versterkt dit proces.

### Werkwijze

1. Stel over een jaar of drie vast of op gemiddeld meer dan 0,5 ha per 100 ha regenwater stagnneert,
2. Het frequent voorkomen van de genoemde plantensoorten duidt op een aanzienlijke invloed van regenwater. Bepaal de oppervlakte van het terrein, waarvoor dat geldt. Controleer de geschatte oppervlakte met waarnemingen gedurende perioden met veel neerslag (gewoonlijk de winter). Bepaal of de oppervlakte meer is dan 0,5 ha per 100 ha. Als de oppervlakte op zichzelf meer is dan 0,5 ha, maar het is de enige plek in een gebied van meer dan 100 ha, dan is dat geen probleem.
3. Houd een scherp oog voor het hol komen liggen van percelen. Een inschatting op het oog is al voldoende om het risico te onderkennen en tijdig maatregelen te nemen.

### Maatregelen

Als een te grote oppervlakte met regenwaterstagnatie wordt geconstateerd, zijn de volgende maatregelen denkbaar:

- Verbeteren van de detailontwatering door greppels aan te leggen of weer open te maken, inclusief de kopakkerbuizen. Frees greppels op klei-op-veen niet tot op het veen omdat dan de kans op Pitrusontwikkeling toeneemt,
- Vóór de periode met grootste neerslag oppervlaktewater inlaten, zodat de bodem verzadigd is met gebufferd water wanneer het regenwater komt.

Het is belangrijk een holle ligging van percelen tijdig te onderkennen. Dan is het nog mogelijk om verdere inklinking te voorkomen of te beperken. Mogelijkheden zijn:

- Walkanten wegfrezen,
- Greppels door de walkant graven waarlangs het regenwater kan afstromen naar de sloot en in droge periodes eventueel water vanuit de sloot op het perceel kan worden gelaten.

## 3.3. ORGANISCHE STOFVOORZIENING

### Graadmeter

De organische-stofvoorziening via bemesting dient afhankelijk gesteld te worden van de C:N-verhouding in de bodem. Koolstof (C) en stikstof (N) zijn beide belangrijke beperkende stoffen voor groei van regenwormen. Koolstof dient als energiebron, stikstof is noodzakelijk voor de vorming van eiwitten. De C:N-verhouding is daarom de graadmeter.

### **Vuistregel, norm**

Van de vroegere boerenpraktijk is een vuistregel afgeleid voor bemesting van bloemrijk hooiland met een open structuur van 10-20 ton vaste mest per ha per jaar (Oosterveld & Altenbrug 2004). Deze frequentie en hoeveelheid dient echter afhankelijk gesteld te worden van de C:N-verhouding in de bodem. Voor regenwormen ligt een optimale C:N-verhouding grofweg tussen 10 en 14 (Lee 1985).

### **Meetmethode**

De C:N-verhouding valt te berekenen uit het organische-stofgehalte en de totale hoeveelheid stikstof, die bij standaardbodembemonstering door agrarische laboratoria worden bepaald. In het standaardrapport van de bodemanalyse staat deze verhouding niet automatisch vermeld.

### **Werkwijze**

1. Laat een bodemanalyse uitvoeren door een agrarisch laboratorium,
2. De werkwijze voor het berekenen van de C:N-verhouding is als volgt:
  - Neem de meetresultaten voor het organische stofpercentage en de totale hoeveelheid stikstof,
  - De hoeveelheid C is de helft van het percentage organische stof in grammen, bijvoorbeeld een organische stofpercentage van 9,1% is 4,55 gram C per 100 gr droge grond,
  - In het stikstofonderzoek wordt de totale hoeveelheid stikstof bepaald in mg per 100 gram droge grond. Die is bijvoorbeeld 311 mg,
  - De C:N-verhouding is dan  $4,55 \text{ gram} = 4.550 \text{ mg C} : 311 \text{ mg N} = 14,5$ . Deze verhouding is dus heel netjes.

### **Maatregelen**

Als de C:N-verhouding te laag is, dient een organische stof met een hogere C:N-verhouding toegevoegd te worden; als deze te hoog is een organische stof met een lagere verhouding. Als de verhouding goed is, dan een meststof gebruiken met dezelfde verhouding. Vaste rundermest heeft bijvoorbeeld een C:N-verhouding van 12,2, rundveedrijfmest van 7,5 en paardenmest van 28 (Jonge Poerink 2008).

## **3.4. ZUURGRAAD**

### **Graadmeter**

Als graadmeter voor de zuurgraad kan de pH-KCl gelden. De aanvulling 'KCl' duidt op de methode waarmee de hoeveelheid waterstofionen  $H^+$  wordt bepaald. De pH-KCl is een gangbare maat in het (landbouwkundig) bodemonderzoek.

### **Vuistregel**

Voor regenwormen geldt dat de pH-KCl niet onder de 4,5 moet komen; om Pitrusdominantie te voorkomen moet de pH niet lager zijn dan 4,8. Als vuistregel kan een pH-KCl  $\geq 4,8$  worden aangehouden.

### **Meetmethode**

1. Bepaling van pH-KCl via bodemanalyse door een agrarisch laboratorium,

2. Indicatieve plantensoorten. Plantensoorten die in matig voedselrijk grasland verzuring indiceren, zijn bijvoorbeeld Veenpluis *Eriophorum angustifolium*, Moerasstruisgras, Zwarte zegge *Carex nigra*, Snavelzegge *Carex rostrata*, Waternavel *Hydrocotyle vulgaris* en Egelboterbloem *Ranunculus flammula* (Jalink 1996).

### Werkwijze

1. De pH-KCl kan rechtstreeks uit de analysesresultaten worden afgelezen,
2. Bepaal de frequentie van voorkomen van de genoemde plantensoorten. Frequent voorkomen duidt op een zure bodem. Voor de zekerheid kan alsnog een bodemanalyse worden gedaan.

### Maatregelen

Bij een te lage pH dienen de volgende maatregelen te worden genomen:

- Bekalken volgens advies. Het landbouwkundig streeftraject (4.8-5,5) is ook voor weidevogelreservaten geschikt. De hoeveelheid toe te dienen kalkmeststof is afhankelijk van de zuur neutraliserende waarde van de meststof. Voor veengrond geldt een aangepaste bemesting in verband met het risico op versnelde inklink van de bodem (Jonge Poerink 2008b). Het beste is een magnesiumhoudende, grofkorrelige en langzaam werkende kalksoort (zoals zeeschelpenkalk) in een hoeveelheid van maximaal 500 kg per ha (zuur neutraliserende waarde 50),
- Olivijn. Dit is een natuurlijk mineraal met een duurzame, zuur neutraliserende werking (Jonge Poerink 2008),
- Instandhouden van voldoende bemesting met vaste mest.

## 3.5. STIKSTOFVOORZIENING

### Graadmeter

Als graadmeter gebruiken we de hoeveelheid vaste mest waarmee wordt bemest. Eigenlijk moet de bemestingshoeveelheid afhankelijk gesteld worden van het Stikstof Leverend Vermogen (NLV) van de grond. Dit kan bij bodembemonstering in aanvullend onderzoek worden bepaald. Maar hoe de relatie tussen NLV en bemesting in het weidevogelbeheer ligt, is niet bekend.

### Vuistregel

We houden hier de vroegere praktijk in ouderwets bloemrijk hooiland aan, dat jaarlijks met 10-20 ton vaste mest/ha werd bemest (Oosterveld & Altenburg 2004, vergelijk van 't Veer & Witteveldt 2002). Deze bemestingshoeveelheid komt overeen met een hoeveelheid van ongeveer 100 kg zuivere N/ha. Ook bij het gebruik van andere meststoffen dan vaste rundermest (drijfmest, compost) nemen we deze hoeveelheid N als norm.

### Meetmethode

- Bepalen van de hoeveelheid N/ha die via de opgebrachte meststof is toegediend.

### Werkwijze

1. Vermenigvuldig het aantal opgebrachte tonnen mest met de N-inhoud. Van vaste rundermest is dat bijvoorbeeld gemiddeld 5,2 kg/ton (4,7 kg/m<sup>3</sup>), van runderdrijfmest 4,4 kg/m<sup>3</sup> (1 m<sup>3</sup> is 1 ton), van groencompost is dat 2,1 kg/ton. In bijlage 1 is een overzicht opgenomen van de N-

inhoud van verschillende soorten mest en compost, in tabel 2 staat een overzicht van de hoeveelheden van een aantal mest- en compostsoorten waarmee 100 kg N/ha wordt bemest,

2. Bepaal de hoeveelheid die eventueel moet worden bijbemest, afgemeten aan de norm van 100 kg N/ha.

Mest-/compostsoort	Hoeveelheid (ton/ha)
Vaste rundermest	14 (13)
Runderdrijfmest	22 (38)
Vaste paardenmest	20 (23)
Dikke fractie runderdrijfmest	20 (20)
Groencompost	26 (33)
Natuurmaaisel-drijfmestcompost	14 (11)
Digestaat runderdrijfmest	20 (77)

**Tabel 2. Hoeveelheden van een aantal mest- en compostsoorten, die nodig zijn om met 100 kg N/ha te bemesten.**

*Tussen haakjes staat de hoeveelheid die maximaal op basis van de fosfaatinhoud mag worden toegediend volgens normen van het ministerie van LNV per 2008. De maximaal toegestane hoeveelheid (hetzij op basis van stikstof, hetzij op basis van fosfaat) is dik gedrukt. De hoeveelheden zijn bij benadering.*

## Maatregelen

Wanneer de hoeveelheid van 100 kg N/ha niet wordt gehaald, dan kunnen de volgende maatregelen worden genomen:

- Aanvullen met dezelfde of een andere meststof, bij voorkeur anders dan drijfmest,
- Als een aanvulling op de bestaande bemesting wordt gegeven met een meststof met een lage N-inhoud, maar hoog gehalte organische stof (zoals bijvoorbeeld 15 ton groencompost/ha. De N-bemesting is 57 kg/ha) dan dient een aanvullende N-bemesting gegeven te worden om de benodigde hoeveelheid stikstof te realiseren. Dit kan bijvoorbeeld in de vorm van een enkelvoudige N-kunstmest, zoals Kalkammonsalpeter (KAS). Dit bevat 27% zuivere N. Met 100 kg KAS wordt dus 27 kg zuivere N toegediend.

## 3.6. FOSFAATBESCHIKBAARHEID

### Graadmeter

Een gangbare graadmeter voor de hoeveelheid fosfaat in de bodem, die voor planten beschikbaar is, is het P-Al-getal (= mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per 100 gr. droge grond). De toevoeging Al slaat op de methode waarmee de fosfaatinhoud wordt bepaald (met het oplosmiddel Ammonium lactaat).

In hoeverre de fosfor ook werkelijk beschikbaar is voor gewasgroei is verder afhankelijk van de vastlegging aan ijzer Fe en aluminium Al (de fosfaatverzadigingsgraad van de bodem) (Kemmers *et al.* 2004). Kritische waarden op dit punt zijn nog niet bekend. We werken vooralsnog met het P-Al-getal.

### Vuistregel, norm

Een kritische grens van Pitrus ligt bij een fosforconcentratie van 0,78 mg per 100 gr. bodem (Smolders *et al.* 2006). Concentraties hierboven kunnen leiden tot Pitrusdominantie. Deze waarde is echter bepaald met de zogenaamde P-Olsen-methode. De relatie tussen P-Olsen-concentraties en P-Al-concentraties zijn niet goed bekend (mondelijke mededelingen A. Smolders, KU Nijme-

gen; A. Rijnveld, Bedrijfs Laboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek, Oosterbeek). Voorlopig gebruiken we als vuistregel de omrekeningsfactor 4 (Neyroud & Lischer 2003). In termen van het standaard bodemonderzoek op grasland is de kritische waarde dan een P-Al-getal van 3. Voor percelen met een landbouwkundig verleden is dit extreem laag. De landbouwkundige streefwaarde voor P-Al ligt tussen 27 en 35. Landbouwkundige bemesting zal in het verleden bijna zonder uitzondering hebben geleid tot fosfaatconcentraties die vele malen hoger liggen dan de kritische grens voor Pitrus. Het landbouwkundig streeftraject is het optimum voor productieve grassoorten als Engels raaigras, Veldbeemdgras en Timoteegras. Een dergelijke productie is niet wenselijk in een weidevogelreservaat. Daar is juist een lagere productie het doel, resulterend in een langzamer groeiende vegetatie met een open structuur. Het is echter denkbaar dat er bij een P-Al-getal van 3 zo weinig fosfaat in de bodem zit dat matig productieve hooilandgrassen als Beemdlangbloem, Kropaar en Reukgras daar tekort aan hebben, met als gevolg te geringe vegetatieontwikkeling. Als middenweg kiezen we daarom voorlopig voor een P-Al-getal <27.

### **Meetmethode**

Om het P-Al-getal te weten te komen is het uitvoeren van bodemanalyse nodig. Het P-Al-getal wordt gangbaar in bodemanalyses door agrarische laboratoria bepaald.

### **Werkwijze**

1. Het P-Al-getal kan rechtsstreeks van de bodemanalyse worden afgelezen,
2. Bepaal hoe het P-Al-getal is ten opzichte van de norm van 27.

### **Maatregelen**

Als het P-Al-getal boven 27 ligt, is verschraling nodig die specifiek is gericht op het verminderen van de fosfaatconcentratie in de bodem. Dit heet uitmijnen. Uitmijnen wil zeggen dat de productie van het gras wordt opgevoerd zonder dat fosfaat wordt toegediend, gevolgd door afvoeren van het gewas. Uitmijnen is mogelijk op verschillende manieren:

- Met alleen het toedienen van stikstof via bijvoorbeeld kunstmest (KAS),
- Via het doorzaaien van klaver, in combinatie met kali-bemesting (van Eekeren *et al.* 2007).

## **3.7. BODEMSTRUCTUUR**

### **Graadmeter**

Een graadmeter voor een goede bodemstructuur is de vorm van de gronddelen in de bovenste 10 cm en de beworteling. De beworteling is belangrijk voor de vegetatie om de aanwezige voedingsstoffen te kunnen benutten.

Een uitgebreide beoordeling van de bodemstructuur en beworteling staat overzichtelijk beschreven in het boekje 'Bodesignalen' van het Louis Bolk Instituut (Hoofdstuk 4, Koopmans *et al.* 2007). Het boekje bevat ook handige illustraties en foto's.

### **Vuistregel, norm**

Bij een goede bodemstructuur bestaat het grootste deel van de bovenste 10 cm uit kruimelige en afgerond-blokkige gronddeeltjes. Graswortels zitten dan egaal verspreid in de bovenste 3-5, soms

tot 8 cm. Kruiden met bijvoorbeeld penwortels zoals Paardenbloem en Rode klaver, gaan veel dieper.

### **Meetmethode**

Een handige methode om structuur en beworteling te onderzoeken is het steken van een kluit.

### **Werkwijze**

1. Steek een kluit met een spade uit één stuk uit de bodemlaag van 0-25 cm
2. Leg de kluit omgekeerd op de hand en bepaal de vorm van de gronddeeltjes in de bovenste 10 cm en de diepte van het merendeel van de beworteling,

### **Maatregelen**

Een slechte beworteling kan worden verbeterd door:

1. Bij hoge grondwaterstanden: ontwatering en detailontwatering verbeteren (NB. Het is natuurlijk niet wenselijk overal tot ontwatering over te gaan. Maar voor een goede beworteling en veel regenwormen is een drooglegging gedurende het broedseizoen van zo'n 20-40 cm over het grootste deel van een terrein optimaal),
2. Vastemestvoorziening op orde brengen,
3. Een bodemverbeteraar toepassen, zoals groencompost.

## **3.8. BODEMBEMONSTERING**

Voor een goed beeld van de bodemkwaliteit van een perceel is de wijze van bemonsteren belangrijk:

1. Bepaal van welke percelen of deelgebieden de bodem bemonsterd moet worden. Het is belangrijk daarvoor homogene eenheden te kiezen, bijvoorbeeld percelen met een gelijke bemestingsgeschiedenis of met een vergelijkbare drooglegging,
2. Steek 40 monsters per perceel of homogene eenheid en maak daar een mengmonster van. Neem hier de hoeveelheid uit die bemonsterd kan worden,
3. Bemonster alleen de bovenste 10 cm. Doe dit secuur, want alleen dan kunnen monsteringen van verschillende jaren goed worden vergeleken,
4. De kosten voor het laboratoriumonderzoek zijn ca. €80,- per monster.

## **3.9. BODEMLEVEN**

Het bodemleven kan ook direct worden gemeten. Meetmethoden daarvoor staan nog in de kinderschoenen, maar er worden al enkele toegepast. Voorbeelden zijn de hoeveelheid verbruikte zuurstof (als maat voor activiteit van bacteriën, schimmels etcetera) of hoeveelheid en aantal soorten mycorrhizaschimmels (schimmels die op wortels van gras en kruiden leven) . Het is echter nog onduidelijk welke graadmeter het beste de toestand van een weidevogelreservaat weergeeft en hoe die het beste kan worden gemeten. Om die reden nemen we dit aspect nog niet op in deze handleiding. Deze problematiek is wel in ontwikkeling en leidt wellicht binnen niet al te lange tijd tot bruikbare graadmeters.

### **3.10. BODEMBEHEERSADVIES-SYSTEEM**

Het mooiste zou zijn om alle bepalingen te verenigen in één bodembeheersadvies-systeem, zoals er ook een bemestingsadvies-systeem is voor de reguliere landbouw. Voor de reguliere landbouw wordt op perceelsniveau aan de hand van chemische en biologische analyse van bodemmonsters door een laboratorium een advies gegeven voor de toe te passen bemesting en bekalking voor een periode van vier jaar. Dit advies is gericht op landbouwpercelen met een productiedoelstelling. Op essentiële punten wijkt weidevogelgrasland af van productiegrasland, zoals voor de doelstelling (geen maximale opbrengst en voederwaarde), de grondwaterstand (veel natter, waardoor bijvoorbeeld bodemactiviteit, voedingsstoffen- en zuurstofhuishouding en vochtvoorziening anders liggen) en de botanische samenstelling (niet louter productiegrassen, maar gericht op kruidenrijkdom en een gevarieerde structuur). Om die reden is het bemestingsadvies-systeem voor de landbouw voor het weidevogelbeheer niet geschikt, maar is waarschijnlijk een specifiek bodembeheersadvies-systeem nodig. We gaan proberen of we zo'n systeem kunnen ontwikkelen.

## 4. OVERZICHTSTABEL

---

In de tabel op de volgende bladzijden is een samenvattend overzicht gegeven van de belangrijke bodemeigenschappen in weidevogelgebieden met bijbehorende graadmeters, vuistregels, wijze van vaststellen en maatregelen.



***Belangrijke bodemeigenschappen in weidevogelgebieden, met graadmeters, vuistregels, wijze van vaststellen en mogelijke maatregelen***

Bodemeigenschap	Graadmeter	Vuistregel/norm		Werkwijze	Mogelijke maatregelen	
<b>Vochthoudendheid</b>	1. Grondwaterstand (Gws)		Gws april	Gws juni	1. grondwaterstand opnemen in buis of gat april en juni gedurende 3 jaar om de 2 weken 2. schatten slootpeil tov maaiveld april en juni gedurende 3 jaar om de 2 weken	<ul style="list-style-type: none"> <li>opzetten van het polderpeil</li> <li>lokaal opzetten van het peil</li> <li>in de loop van het voorjaar water inlaten</li> <li>via greppels water tot in de percelen brengen.</li> </ul>
	2. Slooppeil	Grutto-groep	20-80	45-80		
		Watersnip-groep	0-20 +plasdras	≤50-60		
<b>Stagnatie regenwater</b>	1. Oppervlakte onder water 2. Indicatieve plantensoorten:	1. max. 0,5 ha/100 ha 2. max. 0,5 ha/100 ha Moerasstruisgras, Veenwortel, Gewone waterbies, Grote vossenstaart, Liesgras, Rietgras		1. gem. over 3 jaar vaststellen of >0,5 ha/100 ha regenwater stagneert 2. vaststellen hoe vaak plantensoorten over >0,5 ha/100 ha voorkomen	<ul style="list-style-type: none"> <li>greppels aanleggen en open houden</li> <li>vóór periode met grootste neerslag oppervlaktewater op maaiveld zetten</li> </ul>	
<b>Organische stof-voorziening</b>	1. C:N-verhouding 2. Jaarlijkse aanvoer vaste mest (of alternatief) (noot 1)	1. 10-14 2. 10-20 ton/ha		1. C:N berekenen uit bodemanalyse 2. berekenen	<ul style="list-style-type: none"> <li>bij C:N &gt;14: organische stof met C:N &lt;10 toedienen (noot 2)</li> <li>bij C:N &lt;10: organische stof met C:N &gt;14 toedienen</li> <li>C:N 10-14: vaste mest toedienen</li> </ul>	
<b>Zuurgraad</b>	1. pH -KCl 2. Indicatieve plantensoorten	1. pH 4,8-5,5 2. weinig Veenpluis, Moerasstruisgras, Zwarte zegge, Snavelzegge, Waternavel, Egelbortbloem		1. uit bodemanalyse 2. per perceel bepalen hoe vaak plantensoorten frequent voorkomen	bij pH <4,8: <ul style="list-style-type: none"> <li>bekalken volgens advies met magnesiumhoudende, grofkorrelige, langzaam werkende kalksoort met max. 500 kg/ha (nw 50)</li> <li>Olivijn gebruiken</li> <li>Bemesten met vaste mest</li> </ul>	
<b>Stikstofvoorziening</b>	Bemestingsniveau	100 kg N/ha/jr		vermenigvuldigen van aantal ton/ha met N-inhoud (noot 3): 100 – opgebrachte N = bijmesten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gebruik voor bijmesten een enkelvoudige meststof zoals N-kunstmest (KAS)</li> </ul>	
<b>Fosfaatbeschikbaarheid</b>	P-Al-getal	<27		uit bodemanalyse	bij P-Al-getal >27: <ul style="list-style-type: none"> <li>uitmijnen met N-kunstmest of doorzaaien klaver (+ K-bemesting)</li> </ul>	

Bodemeigenschap	Graadmeter	Vuistregel/norm	Werkwijze	Mogelijke maatregelen
<b>Bodemstructuur</b>	1. Vorm gronddeeltjes 2. Beworteling	1. kruimelig of afgerond-blokkig 2. meeste wortels in bovenste 3-8 cm	uitsteken van kluit van 25 cm diep	bij slechte structuur en beworteling: <ul style="list-style-type: none"> <li>• door hoge grondwaterstand: drooglegging 20-40 cm + goede detailontwatering</li> <li>• bemesten met vaste mest</li> <li>• bodemverbeteraar toepassen (bijv.compost)</li> </ul>

Noten:

1. Voorkeur heeft vaste rundermest. Alternatieven zijn gerijpte paardenmest, groencompost en de dikke fractie van drijfmest na mestscheiding
2. C:N-verhoudingen van een aantal mest- en compostsoorten. De waarden zijn bij benadering en kunnen per lading variëren. Zie voor overige mest- en compostsoortenbijlage 1.

Mest-/compostsoort	C : N
Vaste rundermest	12,2
Runderdrijfmest	7,5
Vaste paardenmest	28
Dikke fractie runderdrijfmest	?
Groencompost	31
Natuurmaaisel-drijfmestcompost	?
Digestaat runderdrijfmest	?

3. Stikstofinhoud van een aantal mest- en compostsoorten. De gehalten zijn bij benadering en kunnen per lading variëren. Zie voor overige mest- en compostsoortenbijlage 1.

Mest-/compostsoort	N-gehalte (kg/ton)
Vaste rundermest	6,9
Runderdrijfmest	4,4
Vaste paardenmest	5
Dikke fractie runderdrijfmest	4,9
Groencompost	3,8
Natuurmaaisel-drijfmestcompost	7
Digestaat runderdrijfmest	5

## LITERATUUR

---

- Bronswijk, J.J.B., M.S.M. Groot, P.M.J. Fest & T.C. van Leeuwen 2004. Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit; Resultaten eerste meetronde 1993-1997. RIVM-rapport 714801031. RIVM, Bilthoven.
- Van de Bund, C.F., 1998. Beschikbaarheid van de bodemfauna in grasland voor vogels. *De Graspieper* 98 (1): 33-41.
- Curry, J.P. 2004. Factors affecting the abundance of earthworms in soils. In: Edwards, C.A. (ed.), *Earthworm ecology*. CRC press LLC, Boca Raton, FL: 91-114.
- Eekeren, N. van, H. de Boer, J. Bloem, T. Schouten, M. Rutgers, R. de Goede & L. Brussaard 2009. Soil biological quality of grassland fertilized with adjusted manure slurries in comparison with organic and inorganic fertilizers. *Biol. Fertil. Soils* DOI 10.1007/s00374-009-0370-2
- Freeman, B.E. 1967. Studies on the ecology of larval Tipulinae (Diptera, Tipulidae). *Journal of Animal Ecology* 36 (1): 123-146.
- Hogeweg, N., N. Minnema, R. Kemmers, R. Terlouw & A. Guldmond 2007. *Ilperveld: beheer en beheersing van Pitrus*. Informatieblad Doelgericht natuurbeheer. Laagveen en zeeklei 2007. Ministerie van LNV.
- De Jong, W.H. 1925. Een studie over emelten en hare bestrijding. Proefschrift LH Wageningen.
- Kemmers, R., L. Kuiters, B. van Delft, P.A. Slim, J.P. Bakker & Y. de Vries 2004. Haalbaarheid natuurdoelen op fosfaatverrijkte gronden. Dertig jaar natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden. Alterra-rapport 1040. Alterra, Wageningen.
- Kemmers, R.H., P. Bolhuis, E.J. Lammers & B. de Jong 2008. Voorkomen en bestrijden van Pitrus-dominantie in natte schraallanden; Praktijkexperiment Gees. Alterra-rapport 1620, Alterra, Wageningen.
- Koopmans, C.J., F.W. Smeding, M. Rutgers, J. Bloem & N. van Eekeren 2006. Biodiversiteit en bodembeheer in de landbouw. LBI-rapport nr. LB14. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Koopmans, C.J., J. Bokhorst, C. ter Berg & N. van Eekeren 2007. Bodemsignalen. Praktijk-gids voor een vruchtbare bodem. Roodbont BV, Zutphen/Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Lee, K.E. 1985. *Earthworms, their ecology and relationships with soils and land use*. Academic Press Australia, North Ryde.

- Oosterveld, E.B. & W. Altenburg 2004. Kwaliteitscriteria van weidevogelgebieden. Tweede druk. A&W-rapport 412. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Veenwouden.
- Oosterveld, E.B., J. Ouwehand & D. Bos in voorbereiding. Effects of different organic fertilising methods on earthworm abundance and feeding conditions of Black-tailed Godwit.
- Pritchard, G. 1983, Biology of Tipulidae. Annual Review of Entomology 28: 1-22.
- Rutgers, M., C. Mulder, A.J. Schouten (eds), J. Bloem, J.J. Bogte, A.M. Breure, L. Brussaard, R.G.M. de Goede, J.H. Faber, G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis, H. Keidel, G.W., Korthals, F.W. Smeding, C. ter Berg, N. van Eekeren 2007. Typering van bodemecosystemen in Nederland met tien referenties voor biologische bodemkwaliteit. RIVM-rapport 607604008/2007. RIVM, Bilthoven.
- Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs 2006. De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. Vakblad Natuur, Bos en Landschap april 2006: 5-11.
- Van 't Veer, R. & M. Witteveldt 2002. Beheer van Pitrus in het Ilperveld. Noordhollands landschap, Castricum.
- Westerhof, R., H. Passier, R. Busink, W. Tamis 2007. Slim monitoren van bodemkwaliteit. TNO, Royal Haskoning en CML-rapport 2007-U-R0051/A. TNO, Delft.

## **BIJLAGEN**

---

## BIJLAGE 1. GEMIDDELDE SAMENSTELLING ORGANISCHE MESTSTOFFEN, COMPOSTEN EN DIGESTATEN OP BASIS VAN LITERATUURGEGEVENS (IN KG/TON PRODUCT).

Bron: Jonge Poerink (2008)

Organisch product	DS	OS	N-tot	N-min	N-org	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	C/N (2)	Dichtheid kg/m <sup>3</sup>	pH
<b>Rundvee vaste mest (7)</b>	<b>235</b>	<b>153</b>	<b>6,9</b>	<b>1,6</b>	<b>5,3</b>	<b>3,8</b>	<b>7,4</b>	<b>12,2</b>	<b>900</b>	
Rundvee dunne mest(1)	86	64	4,4	2,2	2,2	1,6	6,2	7,5	1005	
Kippen strooisel(1)	640	423	19,1	8,6	10,5	24,2	13,3	12,4	600	
Kippen dunne mest(1)	145	93	10,2	5,8	4,4	7,8	6,4	5,1	1020	
Varkens strooisel (2)	230	160	7,5	1,5	6,0	9,0	3,5	11,9	-	
Vleesvarkens dunne mest(1)	90	60	7,2	4,2	3,0	4,2	7,2	4,7	1040	
Zeugen dunne mest(1)	50	35	4,2	2,5	1,7	3,0	4,3	4,6	-	
Schape vaste mest(2)	290	205	8,6	2,0	6,6	4,2	16	13,3	-	
Geiten vaste mest(2)	265	182	8,5	2,6	5,9	5,2	10,6	12,0	-	
Kalkoenen (2)	565	464	24,7	6,4	18,3	19,6	18,4	10,5	535	
Paarden vaste mest(2)	310	250	5,0	-	-	3,0	5,6	28,0	700	
Nertsen (2)	285	185	17,7	10,1	7,6	27	3,9	5,9	-	
Konijnen (2)	352	277	10,9	2,0	8,9	9,9	11,5	14,2	-	
Eenden (2)	265	209	8,3	1,7	-	7,4	11,3	16,4	-	
Runderdrijfmest dikke fractie (scheiding, centrifuge) (3)	183		4,9			3,4	7,0			
Varkendrijfmest dikke fractie (scheiding) (3)	270		9,6			19,6	7,2			
Champost(1)	350	220	5,8	0,3	5,5	3,6	8,7	21	550	
GFT-compost(1)	650	190	8,5	0,8	7,8	3,7	6,4	12,3	800	
Groencompost (2)	602	181	3,8	-	-	2,1	5,0	31,0	-	
Heidecompost (2)	675	166	2,7	-	-	0,6	1,1	34,4	-	
HUMEST (4) Natuurmaaisel-drijfmest compost	261- 403	77- 201	4,1- 10,3	-	-	3,1- 8,4	3,2- 18,5			
Hekkelspecie (5)	521	351	9,3	-	-	0,8		21,8		
Digestaat runderdrijfmest (6)		31	5,0	4,0		0,9	5,1			7-8
Digestaat vleesvarkensdrijfmest (6)		41	8,0	6,6		2,0	7,0			7-8

Bronnen tussen haakjes in tabel:

1. Meststoffenkaart NMI, 2007
2. Handboek Mest & Compost, Louis Bolk Instituut, ter Berg (2001)
3. Quick scan van be- en verwerkingstechnieken van dierlijke mest, WUR, Melse et al (2004)
4. Aanvoer van organische mest op grasland, WUR, de Boer et al (2004)
5. Hekkelspecie in weidevogelreservaten, Van Hall Instituut, Jongsma en de Witte (2003)
6. Onderzoek afzet van digestaat uit co-vergistinginstallaties, SenterNovem, Brenneisen (2005)
7. Meststoffen voor de rundveehouderij, IKCL, Beijer en Westhoek (1996)