

**VORMING VAN PERCOLAATWATER EN
UITSPOELING VAN NUTRIËNTEN
BIJ COMPOSTHOPEN
VAN BLOEMBOLLENAFVAL**

Rapport Bloembollenonderzoek nr. 118



BIBLIOTHEEK
PPO sector Bloembollen
Postbus 85
2160 AB Lisse
0252 462121

**M. Wondergem
Proefbedrijf De Noord**

**Rapport
Bloembollenonderzoek
nr. 118
November 2000**

ISBN 14611967

R-118

Colofon

Bestellen

f25,- overmaken op ABN/AMRO 56.80.14.979
ten name van Laboratorium voor Bloembollenonderzoek,
Onder vermelding van Rapport Bloembollenonderzoek nr. 118

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector Bloembollen
Postbus 85
2160 AB LISSE
tel. 0252 - 462121

ISSN 1386-9442

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een automatisch gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij het gebruik van de gegevens uit deze uitgave.

© Laboratorium voor Bloembollenonderzoek
Lisse, november 2000

Productschap  Tuinbouw

Productschap Tuinbouw (PT)
Postbus 90403, 2509 LK DEN HAAG



Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Postbus 20401, 2250 EK DEN HAAG

Vorming van percolaatwater en uitspoeling van nutriënten bij composthopen van bloembollenafval

Rapport Bloembollenonderzoek nr. 118, november 2000

auteur: M. Wondergem

Laboratorium voor Bloembollenonderzoek

55 pagina's, 16 tabellen, 4 bijlagen

Trefwoorden

Bloembol, compost, composteren, composteringsproces, bloembollenafval, uitspoeling, percolaatwater, nutriëntengehalte, stikstof, nitraat, fosfaat, kali, afdekken, vezeldoek, waterdoorlatendheid, neerslag, verdamping, afstroming, adsorptielaag, organische stof.

Referaat

Op een vijftal bloembollenbedrijven in Noord-Holland zijn gegevens verzameld over het composteren van bloembollenafval, over de wijze van uitvoering van het composteringsproces, over de vorming daarbij van percolaatwater en over het gehalte aan nutriënten (N, P en K) in dit percolaatwater. Achterliggend doel was een beeld te krijgen van de mogelijke belasting van de bodem door nutriënten.

Het droge-stofgehalte van de bloembollenafval bedroeg in alle gevallen meer dan 30%.

VOORWOORD

Dit rapport bevat het verslag van onderzoek, uitgevoerd in opdracht van het Doelgroepoverleg Bloembollensector, naar de uitspoeling van nutriënten uit composthopen. Het onderzoek is uitgevoerd op Proefbedrijf De Noord en op vier praktijkbedrijven. De Werkgroep "Gevaar, Schade, Hinder/Reststoffen" van het Doelgroepoverleg fungeerde als begeleidingscommissie bij dit onderzoek. Dank is verschuldigd aan de vier deelnemende praktijkbedrijven voor hun medewerking en gastvrijheid.

Maja Wondergem

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	5
INHOUDSOPGAVE	7
SAMENVATTING	9
1. INLEIDING EN DOELSTELLING	11
2. MATERIAAL EN METHODEN	13
2.1. Werkwijze	13
2.2 Afdekken van composthopen	13
2.3. Locaties en waarnemingen	13
2.3.1. Proefbedrijf De Noord	14
2.3.2. Praktijkbedrijf 1	15
2.3.3. Praktijkbedrijf 2	15
2.3.4. Praktijkbedrijf 3	16
2.3.5. Praktijkbedrijf 4	16
2.3.6. Samenvatting locaties	16
2.4. Neerslaggegevens	17
2.5. Adsorptielaag	18
3. RESULTATEN	19
3.1. Compost	19
3.2. Hoeveelheid percolaatwater	21
3.3. Stikstof	23
3.4. Fosfaat	25
3.5. Kali	27
3.6. Vergelijking van waterdoorlatendheid van typen afdekdoek	28
3.7. Vermindering van uitspoeling van mineralen door adsorptielaag	29
4. CONCLUSIES	31
5. LITERATUUR	33
Bijlagen	
1. Vergelijking van waterdoorlatendheid van afdekdoek t.b.v. composthopen	35
2. Vermindering van uitspoeling van mineralen uit een composthoop door een adsorptielaag, Indicaties vanuit een laboratoriumexperiment	39
3. Analysegegevens compost	51
4. Analysegegevens percolaatwater	53

SAMENVATTING

Op een vijftal bloembollenbedrijven in Noord-Holland zijn gegevens verzameld over het composteren van bloembollenafval, over de wijze van uitvoering van het composteringsproces, over de vorming daarbij van percolaatwater en over het gehalte aan nutriënten (N, P en K) in dit percolaatwater. Achterliggend doel was een beeld te krijgen van de mogelijke belasting van de bodem door nutriënten. Het droge-stofgehalte van de bloembollenafval bedroeg in alle gevallen meer dan 30%.

In alle gevallen ontstond percolaatwater. Als de composthoop afgedekt was met vezeldoek ontstond significant minder (ca. 60%) percolaatwater dan wanneer de composthoop niet afgedekt was. De hoeveelheid percolaatwater was in alle gevallen kleiner (5-33%; gemidd. 17,6%) dan de hoeveelheid gevallen neerslag, vermoedelijk als gevolg van verdamping en afstroming.

Het percolaatwater bevatte in alle gevallen stikstof. De stikstof was voor een gedeelte aanwezig in de vorm van nitraat en gedeeltelijk als organisch-N.

Afdekking van de composthoop met vezeldoek resulteerde in een kleinere stikstof-belasting van de bodem dan wanneer de composthoop niet was afgedekt.

De stikstofbelasting van de bodem door percolaatwater op bedrijfsniveau bedroeg in het algemeen 1% of minder (0,04 – 1,15%) van het stikstofoverschot van een bloembollenbedrijf (zie tabel).

Uitgedrukt per oppervlakte-eenheid was de belasting van de bodem door stikstofverbindingen in percolaatwater gemiddeld hoger (grote spreiding) dan het stikstofoverschot op bloembollenbedrijven en hoger dan de hoeveelheid per jaar in neerslag.

Het percolaatwater bevatte in alle gevallen fosfaat. Vanuit de afgedekte composthoop kwam minder fosfaat in het percolaatwater terecht dan vanuit de niet-afgedekte composthoop.

De belasting van de bodem met fosfaat door percolaatwater bedroeg ca 0,05 tot 1,4% van die van het totale fosfaatoverschot van een bloembollenbedrijf (zie tabel).

Uitgedrukt per oppervlakte-eenheid was de belasting door fosfaat in percolaatwater in de afgedekte situatie kleiner dan het fosfaatoverschot op de meeste bollenbedrijven op zandgronden. In de niet-afgedekte situatie was de hoeveelheid fosfaat per oppervlakte-eenheid in percolaatwater groter dan het fosfaatoverschot op bollenland in de praktijk.

De hoeveelheid fosfaat in percolaatwater was hoger dan de hoeveelheid fosfaat in jaarlijkse neerslag.

Het percolaatwater bevatte in alle gevallen kali. Er was nauwelijks verschil in hoeveelheid tussen de wel en niet afgedekte composthoop.

De belasting van de bodem met kali door percolaatwater bedroeg een klein deel (0,6 – 6,2%) van die van het kali-overschot van een bloembollenbedrijf (zie tabel).

Uitgedrukt per oppervlakte-eenheid was de belasting door kali in percolaatwater groter dan die van het kali-overschot op bollenland en groter dan die door de hoeveelheid kali in neerslag. De hoeveelheid kali in percolaatwater was hoog in vergelijking met die van stikstof en fosfaat.

Afdekking van de composthoop met vezeldoek resulteerde in een kleinere hoeveelheid percolaatwater en in een geringere belasting van de bodem met N- en P-verbindingen. Afdekking had geen meetbare invloed op de belasting met K (zie tabel).

Afdekking van de composthoop met vezeldoek had invloed op de vorm waarin N in percolaatwater voorkwam.

Een methode werd ontwikkeld om de waterdoorlatendheid van typen afdekdoek te kwantificeren onder laboratorium omstandigheden. 'Worteldoek' bleek in die testsituatie minder waterdoorlatend dan 'vezeldoek'.

In een separate (laboratorium)studie is onderzocht of uitspoeling naar de bodem van mineralen in percolaatwater kan worden beperkt of vertraagd door het aanbrengen onder de composthoop van een laag organische stof. In dit onderzoek werden tuinturf en GFT-compost als organische stoflaag gehanteerd. Geconcludeerd werd dat een adsorptielaag van mineraalarm tuinturf onder een composthoop van bloembollenafval uitspoeling van mineralen in aanzienlijke mate kan verminderen, omdat:

- deze laag percolatievocht opneemt, en
- deze laag een groot deel van de in percolaat aanwezige mineralen zodanig vastlegt of beïnvloedt dat uitspoeling hiervan niet plaatsvindt.

Een adsorptielaag van compost is daarvoor minder geschikt, vooral omdat de compost zelf hoge gehalten aan uitspoelbare mineralen bevat.

Een adsorptielaag van tuinturf moet tijdig worden 'ververst' om 'doorslaan' ervan te voorkomen.

Een aldus functionerende mineraalarme tuinturflaag zou de bodembelasting per oppervlakte-eenheid met N en P mineralen door percolaat van composthoopen van bloembollenafovallen terugbrengen tot een niveau dat lager tot veel lager is dan dat welke veroorzaakt wordt door normale landbouwkundige toepassing van deze mineralen. Hoewel ook de bodembelasting met K in aanzienlijke mate door een adsorptielaag van tuinturf wordt verminderd, resulteert voor dit mobiele mineraal een belasting die groter is dan die van normale agrarische bedrijfsvoering.

Tabel. Belasting van de bodem met mineralen door percolaatwater en de invloed hierop van beschermende voorzieningen.

Bodembelasting door:	N		P		K	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
agrarische bedrijfsvoering	ca 180	100	ca 75***	100	ca 150	100
percolaat (bedrijfsniveau)*	0,08-2,1	0,04-1,15	0,05-0,37	0,05-1,4	0,6-6,2	0,4-7,9
percolaat(oppervlakte-eenheid)**	390	216	186	248	1830	1220
percolaat afgedekte hoop**	133	73	39	52	1830	1220
percolaat hoop met adsorptielaag**	<9,3	<5,1	<4,1-<19,5	<5,4-<26	<199-<516	<133-<344
percolaat afgedekte hoop met adsorptielaag**	<3,1	<1,7	<0,9-<4,1	<1,2-<5,4	<199-<516	<133-<344

* bijdrage aan bodembelasting door percolaat t.o.v. die door overige bedrijfsvoering

** gem. bijdrage aan bodembelasting door percolaat per oppervlakte-eenheid t.o.v. die door overige bedrijfsvoering

*** geschat gemiddeld overschot

1. INLEIDING EN DOELSTELLING

Het beleid van de bloembollensector is onder andere gericht op het composteren van organisch afval op de teeltbedrijven zelf. Deze wijze van afvalverwerking is goedkoop en veilig (aanwezige ziektekiemen worden gedood) en beperkt transportstromen en stortingen. Het eindproduct, compost, kan bovendien uitstekend worden herbenut voor mineraalarme organische-stofvoorziening. De mineralen blijven op het bedrijf, wat gunstig is in verband met Minas.

Tijdens het composteringsproces kan percolaatwater gevormd worden. Met dit percolaatwater kunnen meststoffen in de bodem komen, wat uit milieukundig oogpunt niet gewenst is. In het 'Besluit akkerbouwbedrijven Milieubeheer' is opgenomen dat composteren dient plaats te vinden op een vloeistofdichte ondergrond met opstaande randen of een gelijkwaardige voorziening. Een vloeistofdichte ondergrond remt echter het composteringsproces en het geeft bovendien diverse praktische nadelen. Door de kosten die eraan verbonden zijn is het een drempel voor ondernemers om met composteren te beginnen.

Uit eerder onderzoek met organische afvalstoffen van andere dan bloembolgewassen (Fischer, 1991) bleek, dat als een composthoop afgedekt wordt, er nauwelijks sprake was van percolaatwater. Mede daarom is in het doelgroepoverleg Bloembollen als invulling van het begrip 'gelijkwaardige voorziening' het volgende afgesproken:

- Bij opslag en compostering van afgedragen bolgewas en andere plantaardige afvalstoffen uit de bloembollensector met een droge stofpercentage van tenminste 30%:
 - ✓ afdekking in de periode 1 november - 1 maart en bij regenachtige periodes met voor dat doel geschikt luchtdoorlatend, waterafstotend doek ('vezeldoek');
 - ✓ of opslag/compostering onder een overkapping.
- Bij hopen met een droge-stofpercentage kleiner dan 30%:
 - ✓ vloeistofdichte voorziening onder de hoop.

Het is niet bekend of de vorming van percolaatwater bij compostering van bloembollenafval geremd wordt bij uitvoering van de bovengenoemde 'gelijkwaardige voorziening'. Als er percolaatwater vrijkomt is verder niet bekend hoeveel nutriënten dit bevat.

De van oudsher bekendste manier van composteren is om de composthoop op te zetten en tijdens het composteringsproces de compost twee keer om te zetten met behulp van een kraan. De laatste jaren is een verandering in de manier van composteren aan de gang, waarbij gebruik wordt gemaakt van een zogenaamde compostfrees. Om met een compostfrees te kunnen werken wordt het afval in een wiers klaargelegd. Afhankelijk van het type frees is de wiers ongeveer 1,5 m hoog en 3 à 4 m breed. De lengte van de wiers wordt bepaald aan de hand van de hoeveelheid afval.

Als gewerkt wordt met een compostfrees, dan wordt op intensieve wijze gecomposteerd. Gedurende de eerste vijf à zes weken wordt de compost wekelijks omgezet (gefreesd). Tijdens deze periode zijn vele micro-organismen zeer actief in het omzettingsproces van het plantaardige afval. Het materiaal heeft dan een hoge temperatuur (60 - 70°C), die essentieel is voor doding van ziektekiemen. Dit heet de hittefase. Na deze fase blijft de compost nog minimaal zes weken liggen om na te rijpen bij een lagere temperatuur (< 30°C), zodat zich weer een evenwichtig leven in de compost kan vormen: de rijpingsfase. Niet alle bedrijven maken een strikte scheiding in hittefase en rijpingsfase. Door met langere tussenpozen te frezen, wordt de hittefase opgerekt.

De doelstelling van het onderzoek was om vast te stellen of er tijdens de composteringsperiode van bloembollenafval percolaatwater uit de composthoop vrijkomt en zo ja, hoeveel en hoeveel nutriënten dit bevat. Dit wordt vergeleken met reguliere uitspoeling van nutriënten op het land bij normaal agrarisch gebruik. Nevendoelstelling is om te onderzoeken of afdekken van de composthoop en de aard van het afdekkingsmateriaal invloed hebben op de hoeveelheid percolaatwater die in deze periode gevormd wordt en de hoeveelheid nutriënten hierin. Tenslotte werd indicatief nagegaan of en in hoeverre het aanbrengen van een adsorptie laag onder de composthoop uitspoeling van mineralen kan beperken.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1. Werkwijze

Om te meten hoeveel percolaatwater en nutriënten uit compost vrijkomen, werd voor en na de compostingsperiode de hoeveelheid vocht en nutriënten onder de composthoop bepaald. Dit gebeurde door bakken gevuld met gestoomd zeezand in te graven onder de composthoop, waarbij de bovenrand van de bakken zich ter hoogte van het maaiveld bevond.

De ervaring wijst uit dat het te composteren materiaal niet homogeen is en daarom werden voor de betrouwbaarheid van het onderzoek per locatie 5 bakken ingegraven. Drie hadden een diameter van 50 cm en een diepte van 30 cm (inhoud 59,4 l); de andere twee hadden een afwijkende oppervlakte/inhoud verhouding: een diameter van 37 cm en een diepte van 50 cm (inhoud 54,2 l).

Voor het ingraven van de bakken werd een representatief monster genomen van het gestoomde zeezand voor meting van de uitgangssituatie (N, P en K, droge stof gehalte). Voor het vullen werd de inhoud en het gewicht van de bakken bepaald en na het vullen het gewicht van het zand in de bakken. Op de bakken werd een stuk luizengaas aangebracht om te voorkomen dat de compost en het zand zouden mengen. De bakken werden ingegraven vlak voor het opzetten van de composthoop. Op de plaatsen waar de bakken waren ingegraven werd een monster genomen van het plantaardig afval voor bepaling van de nutriëntensamenstelling (N, P en K) en het droge-stofgehalte. Na het opzetten werd de grootte van de composthoop gemeten.

Na afloop van de compostingsperiode werd wederom de grootte van de composthoop bepaald en werden boven de bakken monsters van de compost genomen voor de bepaling van de nutriëntensamenstelling en het droge-stofgehalte. Na het verwijderen van de compost werden de bakken weer opgegraven. De bakken werden gewogen om de gewichtstoename als gevolg van eventuele percolatie, te bepalen en vervolgens werd met een guts een representatief monster genomen en geanalyseerd op N, P, K en vochtgehalte.

De analyses van de compost werden uitgevoerd door BLGG Oosterbeek. De analyses van het zand in de bakken werden voor bedrijf 1, 2 en 3 en Proefbedrijf De Noord uitgevoerd door Rikilt-DLO (1997 en 1998) en voor bedrijf 4 (1999) door Staring Centrum-DLO. Staring Centrum-DLO kon gevoeliger meten en was in staat om een onderscheid te maken tussen verschillende vormen van stikstof en fosfaat.

De neerslaggegevens gedurende de compostingsperiode werden opgevraagd bij KNMI-meetstation De Kooy in Den Helder. In paragraaf 2.3 is per bedrijf de tijdens de compostingsperiode gevallen hoeveelheid neerslag vermeld.

2.2. Afdekken van composthoppen

Bij enkele praktijkbedrijven werd de composthoop afgedekt met luchtdoorlatend, waterafstotend 'vezeldoek' (zie inleiding) of niet, hetgeen metingen mogelijk maakte van het effect van dergelijk doek op o.a. de percolatie. Daarnaast werden onder praktijkomstandigheden ook op andere manieren afdekking van de hoop gerealiseerd (zie beschrijving bij 2.3).

In een latere fase van het onderzoek werd onder laboratorium-omstandigheden de waterdoorlatendheid van een tweede type afdekdoek (zgn. 'worteldoek') vergeleken met die van 'vezeldoek'. Doel van dit onderzoekje was tweeledig, nl.:

- beschrijven van een methode om typen afdekdoek te kunnen vergelijken m.b.t. hun waterdoorlatendheid. Zo'n methode kan dan in de toekomst worden gebruikt om ook andere typen doek te kunnen toetsen en vergelijken voor dit doel, en
- vergelijken van 'vezeldoek' en 'worteldoek' op hun waterdoorlatendheid in een gesimuleerde composthoop-situatie.

2.3. Locaties en waarnemingen

Het onderzoek werd uitgevoerd op Proefbedrijf De Noord in St. Maartensbrug en diverse praktijkbedrijven. De praktijkbedrijven pasten verschillende manieren van composteren toe. Twee bedrijven maakten een vrij grote composthoop, die omgezet werd met een kraan. Eén van deze twee bedrijven composteerde in een betonnen bak. Twee andere praktijkbedrijven en Proefbedrijf De Noord werkten met een compostfrees. De praktijkbedrijven waren representatief voor de bloembollensector.

Alhoewel de in te graven bakken tot de rand toe gevuld werden met zand, bleek dat na het composteringsproces het zand enigszins ingeklonken was. In enkele situaties stond er op de bakken onder de composthoop een laagje vloeistof. De resultaten van deze bakken zijn niet gebruikt, omdat het mogelijk is dat de bakken overgestroomd zijn of dat er tijdens uitgraven en/of transport water, met eventueel daarin opgeloste nutriënten, verloren is gegaan. Bovendien is het moeilijk om van zo'n situatie een representatief monster te nemen.

In onderstaande paragrafen wordt een korte toelichting gegeven op de bedrijven en het composteringsproces wordt beschreven. In de laatste paragraaf (2.2.5.) wordt een samenvatting gegeven van de belangrijkste gegevens van de locaties.

2.3.1. Proefbedrijf De Noord

Proefbedrijf De Noord is een onderzoekslocatie voor bedrijfssystemenonderzoek voor de bloembollenteelt. In de tijd van het composteringsonderzoek teelde het bedrijf tulp, narcis, krokus en lelie. Er werd gecomposteerd met een compostfrees.

Het te composteren materiaal bestond hoofdzakelijk uit opgeraapt loof- en stro van de voorjaarsbloeiers en afval van de verwerking van de voorjaarsbloeiers. Op Proefbedrijf De Noord is de composteringsperiode strak opgedeeld in een hittefase en een rijpingsfase. Tijdens de hittefase werd een gedeelte van de composthoop afgedekt met vezeldoek en een ander deel niet. Na de hittefase wordt van de compost een compacte, hogere hoop gemaakt voor de rijpingsfase. Tijdens de rijpingsfase werd de compost afgedekt.

De composthoop werd opgezet op 26 augustus 1997. De wiers was 58 m lang, 4 m breed en 1,2 m hoog. Over een lengte van ruim 27 m werd de composthoop afgedekt met vezeldoek. Het niet afgedekte gedeelte was dus 31 m lang. Het afgedekte stuk had een inhoud van ongeveer 100 m³ en het niet afgedekte stuk van circa 115 m³. In elk stuk werden 5 bakken ingegraven volgens het volgende schema:

Buffer	o	x	o	x	o	buffer	buffer	o	x	o	x	o	buffer
--------	---	---	---	---	---	--------	--------	---	---	---	---	---	--------

 = afgedekt met vezeldoek

o = bak 30 cm diep, diameter 50 cm

x = bak 50 cm diep, diameter 37 cm

Op 16 oktober 1997 was de hittefase afgelopen. De lengte en breedte van de composthoop waren nog hetzelfde als bij het opzetten. De hoogte was afgenomen tot circa 75 cm. De bakken werden weer opgegraven. Tijdens het opgraven bleek dat de meeste bakken beschadigd waren geraakt: Er was zand uit verdwenen en ze waren vervormd en gescheurd. Het is mogelijk dat hierdoor percolaatwater is verdwenen of ander vocht is toegevoegd. Vermoedelijk heeft de compostfrees de bakken geraakt. De resultaten van de metingen aan de bakken worden daarom niet gebruikt in de berekeningen van gemiddelde, minima of maxima. Ze worden wel steeds in de tabellen vermeld.

Het zand in de bakken was kort na het opgraven nog warm. Tijdens het nemen van de monsters werd bij een aantal bakken een ammoniakgeur waargenomen. Bij een aantal bakken was het zand onder in blauw van kleur.

Op 16 oktober 1997 werd voor de rijpingsfase de compost op een hoop van 10,5 m bij 8 m gereden met een hoogte van 3,5 m. De inhoud van de hoop was circa 100 m³. De hoop werd afgedekt met vezeldoek. Tijdens de rijpingsfase wordt de composthoop niet meer omgezet.

Onder deze hoop werden eveneens 5 bakken ingegraven, maar de verdeling was niet rechtlijnig; de bakken werden willekeurig onder de composthoop ingegraven.

De compost werd op 20 februari 1998 uitgereden, waarna de bakken werden verwijderd. De afmetingen van de composthoop waren nog hetzelfde als bij het opzetten

2.3.2. Praktijkbedrijf 1

Praktijkbedrijf 1 is een bedrijf in het Noordelijk Zandgebied met de teelten lelie, tulp, hyacint, narcis en iris. De composthoop werd met de kraan op- en omgezet. Het te composteren materiaal bestond uit afval van de voorjaarsbloeiende gewassen. Van het afval van de lelieteelt werd een andere composthoop gemaakt.

De composthoop werd op 1 oktober 1997 opgezet. Een gedeelte van het te composteren materiaal lag al enige tijd opgeslagen, zodat dat al warm was. Bij het graven werd in de ondergrond plaatselijk de geur van ammoniak waargenomen. De bakken werden verdeeld over de lengte ingegraven onder de composthoop. De lengte van de composthoop was 21 m, de breedte 8 m en de hoogte 3,5 m. De inhoud was 450 m³. Bij het omzetten van de composthoop op 31 oktober 1997 werd circa 15 m³ irisbollen en 500 kg stro toegevoegd.

Van eind november tot het uitrijden was de composthoop afgedekt met zwart landbouwplastic.

In de eerste week van juni 1998 werd de compost uitgereden. Dit ging in gedeelten. De afmetingen van de composthoop waren nagenoeg gelijk aan de afmetingen na het opzetten. De hoogte was afgenomen tot circa 2,5 meter. De gegevens van enkele ingegraven bakken waren, o.a. door beschadiging, niet bruikbaar.

2.3.3. Praktijkbedrijf 2

Praktijkbedrijf 2 is een bedrijf in Kennemerland met o.a. de teelten tulp en hyacint en broei van tulp en hyacint op pot. Het bedrijf composteert in een betonnen bak van 14 bij 6 m en zet de compost om met een kraan. De 5 bakken met zand werden willekeurig verdeeld op de betonnen vloer van de compostbak gezet. Bij de berekeningen is rekening gehouden met de hoogte van de bakken. Het te composteren materiaal bestond uit afval dat in de zomer was ontstaan tijdens de verwerking van de bollen en dat tot oktober was bewaard. Dit materiaal werd aangevuld met afval van de broei van hyacint op pot en tulp.

Op 10 oktober 1997 werd de composthoop opgezet. Het te composteren materiaal werd voor het composteren gekneusd. Een gedeelte van het materiaal was al enige tijd bewaard en al warm geworden. Alle gerooide bollen waren gespoeld, waardoor het materiaal weinig zand bevatte. Het uitgangsmateriaal was zeer vochtig. De oorzaak hiervan was waarschijnlijk de vele neerslag die gevallen was. De composthoop was bij het opzetten 14 m lang, 6 m breed en 1,3 m hoog. De inhoud kwam daarmee uit op 110 m³. De bovenkant van de composthoop was plat. Bij een platte bovenkant wordt alle neerslag door de compost opgenomen.

Op 1 februari 1998 was de composthoop sterk ingeklonken. Een gedeelte van het materiaal werd bij het andere deel gevoegd, waardoor de oppervlakte van de composthoop afnam en de hoogte toenam. Vervolgens werd de hoop afgedekt met een laag van ± 20 cm riet.

Bij het uitrijden van de compost op 27 mei 1998 was de composthoop 7 m lang, 6 m breed en 2 m hoog. Het materiaal was nog steeds zeer nat. Bij het uitgraven van de bakken was circa 10 cm boven de bakken aan de compost te zien waar de bakken precies stonden. Boven een bak was het materiaal donkerder van kleur. Bij het uitrijden van de compost werd 1 bak beschadigd. Bij 2 van de lage bakken stond er water boven op het zand. De bakken gaven over het algemeen een sterke geur af, die in verband werd gebracht met anaërobie.

Bij het nemen van monsters zand uit de bakken bleek dat het zand onder in alle bakken zeer donker blauw/grijs was.

2.3.4. Praktijkbedrijf 3

Praktijkbedrijf 3 is een bedrijf in het Noordelijk zandgebied met o.a. de teelten lelie, iris, tulp, narcis en bijzondere bolgewassen. De composthoop werd regelmatig omgezet met een compostfrees. Het te composteren materiaal bestond voor een groot deel uit gehakseld dekstro, lolieafval en afval van de ander zomerbloeiers (bijzondere bolgewassen).

De composthoop werd opgezet op 19 maart 1998. Omdat op proefbedrijf De Noord de bakken door de frees beschadigd waren geraakt, werden de bakken nu iets onder het maaiveld ingegraven (tot 10 cm) om herhaling van beschadiging te voorkomen. Het te gebruiken materiaal was vochtig en gedurende de opslagperiode al opgewarmd. Omdat met een compostfrees gecomposteerd werd, werden de bakken (gelijk aan Proefbedrijf De Noord) verdeeld over de lengte van de composthoop. De composthoop was 59 m lang, 3 m breed en 1,5 m hoog. De inhoud was ongeveer 200 m³.

Op 5 juni 1998 werd de compost uitgereden en werden de bakken opgegraven. De lengte en breedte van de composthoop waren nog gelijk aan de afmetingen bij het opzetten. De hoogte was afgenomen tot circa 1 m. Er was op het oog een groot verschil in vochtigheid van de bakken waar te nemen. Eén van de bakken was nog vrijwel droog, terwijl bij andere bakken het water er bovenop stond. De natte bakken hadden naast elkaar in de composthoop gezeten. Mogelijk hangt dit samen met geconstateerde natte plekken in de composthoop.

2.3.5. Praktijkbedrijf 4

Praktijkbedrijf 4 is een bedrijf in het Noordelijk zandgebied met o.a. de teelten tulp, iris en bijzondere bolgewassen. Het materiaal bestond uit irissenloof en afval van de verwerking van de voorjaarsbloeiers. De composthoop werd regelmatig omgezet met een compostfrees.

De composthoop werd opgezet op 25 september 1998. Evenals op bedrijf 3 werden de bakken tot 10 cm onder het maaiveld ingegraven om beschadiging door de compostfrees te voorkomen. Er werd een wiers gemaakt van 35 m lang, 3 m breed en 1,5 m hoog. Hiervan werd 15 m afgedekt met vezeldoek. De inhoud van het afgedekte stuk was circa 50 m³ en van het niet afgedekte stuk 70 m³. De bakken werden op dezelfde manier ingegraven als eerder op Proefbedrijf De Noord. Evenals op bedrijf 3 werden de bakken iets onder het maaiveld ingegraven om beschadiging door de compostfrees te voorkomen.

Tijdens de composteringsperiode viel er extreem veel neerslag. Rond de composthoop bleef dan ook water staan. Het is niet uit te sluiten dat door horizontaal transport een (klein) deel van dit water in de bakken terecht is gekomen. Het gevolg hiervan kan zijn dat er mogelijk enige overschatting is van de hoeveelheid percolatievocht in de bakken. Voor de hoeveelheid nutriënten in de bakken heeft dit geen gevolgen.

Op 22 januari 1999 werd de composthoop verwijderd en werden de bakken opgegraven. Op het oog was een duidelijk verschil waarneembaar tussen het afgedekte en niet-afgedekte gedeelte. De compost van het afgedekte gedeelte was duidelijk droger dan van het niet-afgedekte deel. De lengte en breedte van de composthoop waren gelijk aan de lengte en breedte bij het opzetten van de composthoop. De hoogte was afgenomen tot 1 m.

De bakken met zand bleken niet meer precies midden onder de hoop te liggen. Waarschijnlijk is de hoop tijdens het frezen wat verplaatst.

Op een aantal bakken - zowel van het afgedekte als van het niet-afgedekte deel - stond water. Bij het nemen van monsters zand uit deze bakken bleek dat het zand onder in de bakken natter was dan bovenin.

2.3.6. Samenvatting locaties

In deze paragraaf worden in de vorm van tabellen de belangrijkste parameters van de onderzoekslocaties samengevat. Tabel 2.1. geeft de begin- en einddata van het composteringsproces en de methode van composteren weer en in tabel 2.2. is het volume van de composthoven terug te vinden.

tabel 2.1.

Begin- en einddatum van compostperiode per locatie en methode van composteren

Bedrijf	begindatum	einddatum	methode
De Noord, hittefase	26-08-1997	16-10-1997	compostfrees
De Noord, rijpingsfase	16-10-1997	20-02-1998	niet omgezet
Bedrijf 1	01-10-1997	01-06-1998	kraan
Bedrijf 2	10-10-1997	01-02-1998	kraan, betonnen bak
Bedrijf 3	19-03-1998	05-06-1998	compostfrees
Bedrijf 4	25-09-1998	22-01-1999	compostfrees

tabel 2.2.Volume van de composthoop (in m³) aan het begin en einde van het composteringsproces en het percentage van het volume dat aan het eind van het composteringsproces is overgebleven.

Bedrijf	inhoud voor (m³)	inhoud na (m³)	% over na composteren
De Noord, hittefase, afgedekt	115	55	48
De Noord, hittefase, niet afgedekt	95	45	47
De Noord, rijpingsfase	100	100	100
Bedrijf 1	450	325	72
Bedrijf 2	110	85	77
Bedrijf 3	200	115	58
Bedrijf 4, afgedekt	50	30	60
Bedrijf 4, niet afgedekt	70	40	57

Bij gebruik van een compostfrees bleef er 47 tot 60% van de uitgangshoeveelheid over. Tijdens de rijpingsfase nam het volume nauwelijks af. Bij gebruik van een kraan leek er na het composteren iets meer materiaal over te blijven.

2.4. Neerslaggegevens

In tabel 2.3. wordt de hoeveelheid neerslag tijdens het composteringsproces weergegeven. De totale hoeveelheid neerslag per maand werd bepaald aan de hand van gegevens van KNMI-station De Kooy te Den Helder; correcties voor delen van een maand werden gemaakt met gegevens van Proefbedrijf De Noord.

tabel 2.3.

Duur van het composteringsproces (in dagen), hoeveelheid neerslag tijdens het composteringsproces (in mm) en de gemiddelde hoeveelheid neerslag per dag tijdens het composteringsproces (in mm).

Bedrijf	Aantal dagen	neerslag (mm)	neerslag per dag (mm)
De Noord, hittefase	52	152	2.9
De Noord, rijpingsfase	128	240	1.9
De Noord, totaal	180	392	2.2
Bedrijf 1	244	670	2.7
Bedrijf 2	115	239	2.1
Bedrijf 3	79	131	1.7
Bedrijf 4	120	410	3.4

Tijdens de composteringsperiode op bedrijf 1 viel de meeste neerslag. De periode was hier ook het langst. Gemiddeld per dag viel tijdens de composteringsperiode op bedrijf 4 de meeste neerslag.

2.5. Adsorptielaag

In een latere fase van het onderzoek werd besloten indicatief na te gaan of het aanbrengen van een adsorptielaag van tuinturf of compost onder de composthoop uitspoeling van mineralen naar de bodem kan beperken. Een beschrijving van dit (laboratorium)experiment is opgenomen in een van de bijlagen bij dit rapport. Conclusies van het onderzoek zijn in het hoofdrapport opgenomen.

3. RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de metingen besproken. Achtereenvolgens komen aan bod: metingen aan de compost (3.1.), metingen aan het percolaatwater (3.2.), stikstof (3.3.), fosfaat (3.4.) en kali (3.5).

3.1. Compost

In deze paragraaf worden de metingen aan de compost besproken. Er wordt een samenvatting gegeven van de analyseresultaten aan het begin en aan het einde van het composteringsproces (tabel 3.1 en 3.2). De hoeveelheden in de tabellen zijn een gemiddelde van 3 (Proefbedrijf De Noord, en bedrijf 1,2 en 3) of 5 (bedrijf 4) monsters per hoop. In de resultaten kwam veel spreiding voor. De oorspronkelijke analyseresultaten per monster staan vermeld in bijlage 3.

De totale hoeveelheid droge stof, organische stof, N, P₂O₅ en K₂O in de composthoop is berekend, zowel aan het begin als aan het einde van het composteringsproces. Vervolgens is berekend hoeveel procent van de diverse parameters aan het einde van het composteringsproces nog over was. Voor de berekening is uitgegaan van een standaarddichtheid van de compost van 700 kg/m³. Het volume van de composthoopen is vermeld in tabel 2.2.

Aan het einde van deze paragraaf worden de resultaten besproken en worden conclusies getrokken.

Tabel 3.1.

De hoeveelheid droge stof, organische stof, stikstof, fosfaat en kali in de composthoop aan het begin van het composteringsproces (gemiddeld over 3 of 5 monsters per hoop). De hoeveelheid droge stof is uitgedrukt als percentage van het verse materiaal, de hoeveelheid organische stof als percentage van de droge stof en de hoeveelheid stikstof, fosfaat en kali in gram per kg droge stof. Voor fosfaat wordt gerekend met de vorm P₂O₅ en voor kali met de vorm K₂O.

bedrijf	droge stof (%)	organische stof (% van ds)	N (g/kg ds)	P (g P ₂ O ₅ /kg ds)	K (g K ₂ O/kg ds)
De Noord, hittefase afgedekt	47,9	41	8,5	3,6	14,1
De Noord, hittefase, niet afgedekt	47,4	47	8,0	3,5	13,4
De Noord, rijpingsfase	75,1	16	4,0	2,4	7,6
bedrijf 1	58,7	32	6,1	2,3	7,4
bedrijf 2	42,1	33	8,0	3,9	8,7
bedrijf 3	45,1	21	4,1	2,7	9,2
bedrijf 4, afgedekt	70,6	15,4	3,5	1,7	5,3
bedrijf 4, niet afgedekt	64,8	17,9	4,8	2,5	4,4

Er was een groot verschil in droge-stofgehalte en nutriëntengehalten in de uitgangssituatie bij de diverse bedrijven. In alle gevallen was het droge stofgehalte groter dan 30%.

In tabel 3.2. zijn de analyseresultaten na afloop van het composteringsproces weergegeven. De eindsituatie is niet op elk bedrijf bepaald. Van de bedrijven 1 en 3 zijn de gegevens niet bepaald.

Tabel 3.2.

De hoeveelheid droge stof, organische stof, stikstof, fosfaat en kali in de composthoop aan het einde van het composteringsproces (gemiddelde over 3 of 5 monsters per bedrijf). De hoeveelheid droge stof is uitgedrukt als percentage van het verse materiaal, de hoeveelheid organische stof als percentage van de droge stof en de hoeveelheid stikstof, fosfaat en kali in gram per kg droge stof. Voor fosfaat wordt gerekend met de vorm P_2O_5 en voor kali met de vorm K_2O .

bedrijf	droge stof (%)	organische stof (% van droge stof)	N (g/kg ds)	P (g P_2O_5 /kg ds)	K (g K_2O /kg ds)
De Noord, hittefase afgedekt	76,1	12	5,3	2,3	7,2
De Noord, hittefase, niet afgedekt	69,8	17	3,6	2,1	6,9
De Noord, rijpingsfase	74,4	11	4,7	2,2	6,2
bedrijf 2	49,2	22	6,9	3,4	6,6
bedrijf 4, afgedekt	71,0	9,4	4,0	2,2	4,8
bedrijf 4, niet afgedekt	59,3	11,1	5,1	2,6	3,4

In tabel 3.3 staan de totale hoeveelheden organische stof, droge stof en nutriënten in de composthoop voor en na het composteringsproces. Bij de berekening is de hoeveelheid compost zo goed mogelijk geschat. De dichtheid van het materiaal is in alle gevallen geschat op 700 kg/m^3 . De totale hoeveelheid droge stof, organische stof en nutriënten in de compost namen in alle gevallen af gedurende het composteringsproces. De mate van afname van de verschillende nutriënten verschilt sterk per situatie. Tijdens de rijpingsfase op Proefbedrijf De Noord was er geen afname.

Tabel 3.3.

De totale hoeveelheid voedingsstoffen in de composthoop voor en na het composteringsproces en het percentage dat na afloop van het composteringsproces over was. De hoeveelheid droge stof en organische stof zijn uitgedrukt in ton. Stikstof is uitgedrukt in kg N, fosfaat in kg P₂O₅ en kali in kg K₂O.

Bedrijf	droge stof (ton)			organische stof (ton)			N (kg)			P (kg P ₂ O ₅)			K (kg K ₂ O)		
	voor	na	%	voor	na	%	voor	na	%	voor	na	%	voor	na	%
De Noord, hittefase Afgedekt	38.6	29.3	76	15.8	3.5	22	328	155	47	139	67	49	544	211	39
De Noord, hittefase, niet afgedekt	31.5	22.0	70	14.8	3.7	25	252	79	31	110	46	42	422	152	36
De Noord, rijpingsfase	52.6	52.1	99	8.4	5.7	68	210	245	116	126	115	91	400	323	81
Bedrijf 1	184.9			59.2			1128			425			1368		
Bedrijf 2	32.4	29.3	90	10.7	6.4	60	259	202	78	126	100	79	282	193	69
Bedrijf 3	63.1			13.3			259			171			581		
Bedrijf 4, Afgedekt	24.7	14.9	60	3.8	1.4	37	87	60	69	42	33	78	131	72	55
Bedrijf 4, Niet afgedekt	31.6	16.6	53	5.7	1.8	32	152	85	56	79	43	54	140	57	40

3.2. Hoeveelheid percolaatwater

De hoeveelheid gevormd percolaatwater is bepaald aan de hand van de toename van het gewicht van de ingegraven bakken. In tabel 3.4 zijn de resultaten samengevat. Ook de hoeveelheid neerslag tijdens de compostingsperiode is weergegeven. Tenslotte is van de praktijkbedrijven het gemiddelde berekend. De meetgegevens van De Noord in 1998 zijn wel weergegeven (grijze achtergrond), maar niet verwerkt in berekeningen van gemiddelden etc. (zie 2.2.1.). Betrouwbare meetgegevens over een wel resp. niet-afgedekte composthoop (praktijkbedrijf 4) zijn cursief in de tabel opgenomen.

Tabel 3.4.

De hoeveelheid neerslag die gedurende de compostingsperiode is gevallen (in mm), de gemiddelde hoeveelheid neerslag per dag gedurende de compostingsperiode (in mm), de totale hoeveelheid gevormd percolaatwater tijdens de compostingsperiode (in mm), de gemiddelde hoeveelheid gevormd percolaatwater per dag, de hoeveelheid gevormd percolaatwater als deel van de hoeveelheid gevallen neerslag (in %) en de hoogte van de composthoop (in m).

bedrijf	neerslag totaal (mm)	Neerslag per dag (mm)	gevormd percolaatwater totaal (kg/m ²)	gevormd percolaatwater per dag (kg/m ²)	percolaatwater als deel van neerslag (%)	hoogte composthoop (m)
De Noord, hittefase, afgedekt	152	2.9	8	0.15	5	1.5
De Noord, hittefase, niet afgedekt	152	2.9	8.5	0.16	6	1.5
De Noord, rijpingsfase	240	1.9	7	0.05	3	3.5
De Noord, afgedekt, totaal	392	2.2	15	0.08	3.8	
De Noord, niet afgedekt, totaal	392	2.2	15.5	0.09	4.0	
bedrijf 1	670	2.8	34	0.14	5	3.5
bedrijf 2	239	2.1	63	0.55	26	0.9
bedrijf 3	131	1.7	43	0.54	33	1.5
<i>bedrijf 4, afgedekt</i>	<i>410</i>	<i>3.4</i>	<i>28</i>	<i>0.24</i>	<i>7</i>	<i>1.5</i>
<i>bedrijf 4, niet afgedekt</i>	<i>410</i>	<i>3.4</i>	<i>69</i>	<i>0.58</i>	<i>17</i>	<i>1.5</i>
gemiddeld praktijkbedrijven 1 t/m 4	372	2.7	47	0.41	17.6	1.8

In alle gevallen werd percolaatwater gevormd. De hoeveelheid percolaatwater in kg/m^2 (komt ongeveer overeen met een vloeistoflaag van 1 mm) verschilde sterk per situatie. Op de praktijkbedrijven liep de hoeveelheid percolaatwater uiteen van 28 l/m^2 tot 69 l/m^2 . Gemiddeld was het 47 l/m^2 .

Op bedrijf 4, waar een verschil werd gemaakt tussen wel en niet afgedekt, vormde het afgedekte deel 28 l/m^2 percolaatwater en het niet afgedekte deel 69 l/m^2 . Dit verschil is significant. Compostering vond plaats in een periode met extreem veel neerslag. Het is mogelijk dat in een situatie met minder neerslag het effect van afdekken op de hoeveelheid percolaatwater minder groot is. Tijdens de rijpingsfase op Proefbedrijf De Noord werd uitzonderlijk weinig percolaatwater gevormd: 7 l/m^2 . Het betrof hier echter geen compleet composteringsproces.

De hoeveelheid percolaatwater was op alle bedrijven kleiner dan de hoeveelheid neerslag in de composteringsperiode. Dit liep uiteen van 5 tot 33% met een gemiddelde van 17,6%. De neerslag is waarschijnlijk gedeeltelijk van de composthoop afgestroomd (zeker in afgedekte situatie) en gedeeltelijk geabsorbeerd, verbruikt of verdampt. Alleen bij de platte composthoop van bedrijf 2 heeft naar verwachting in het geheel geen afstroming plaatsgevonden. Er viel geen relatie te leggen tussen de hoeveelheid neerslag en de hoeveelheid percolaatwater. Dat wil overigens niet zeggen dat zo'n verband niet kan bestaan. Bij de huidige metingen waren er veel andere (mogelijke) bronnen van variatie.

Omdat de lengte van de composteringsperiode per situatie verschilde is ook gekeken naar de hoeveelheid neerslag en percolaatwater per dag. Per bedrijf liep de hoeveelheid neerslag uiteen van 1,7 tot 3,4 mm per dag met een gemiddelde van 2,7 mm. De hoeveelheid gevormd percolaatwater per dag bedroeg 0,14 tot 0,58 mm met een gemiddelde van 0,41 mm/dag.

Er werd tevens gekeken of er een verband bestond tussen de hoogte van de composthoop en de hoeveelheid gevormd percolaatwater. Bij de composthoven die bij het opzetten 1,5 m hoog waren, was er heel veel spreiding in de resultaten. De laagste en platte composthoop van 0,9 m (op bedrijf 2) had met $0,55 \text{ l/m}^2$ per dag duidelijk meer percolaatwater gevormd dan de composthoop van 3,5 m op bedrijf 1. Ook de hoge composthoop van de rijpingsfase op proefbedrijf De Noord vormde duidelijk minder percolaatwater.

3.3. Stikstof

De analysewaarden (zie bijlagen 3 en 4) van de hoeveelheid stikstof in percolaatwater en compost werden voor tabel 3.5 op diverse manieren bewerkt. Bepaald werden de hoeveelheid stikstof in percolaatwater per m^2 composthoop, de hoeveelheid stikstof die aanwezig is in een m^3 compost, de hoeveelheid stikstof die aanwezig is per m^2 composthoop, de hoeveelheid stikstof in percolaatwater per m^3 compost en tenslotte de hoeveelheid stikstof in percolaatwater ten opzichte van de hoeveelheid stikstof in compost. De meetgegevens van De Noord in 1998 zijn wel weergegeven (grijze achtergrond), maar niet verwerkt in berekeningen van gemiddelden etc. (zie 2.2.1.). Betrouwbare meetgegevens over een wel resp. niet-afgedekte composthoop (praktijkbedrijf 4) zijn cursief in de tabel opgenomen.

Het percolaatwater bevatte in alle gevallen stikstof. De hoeveelheid liep uiteen van 6,0 tot $89,7 \text{ g/m}^2$ (= 60 – 897 kg/ha). Uit de resultaten van bedrijf 4, waar een gedeelte van de composthoop was afgedekt en een gedeelte niet was afgedekt, bleek dat onder het afgedekte deel $17,4 \text{ g/m}^2$ (174 kg/ha) stikstof in het percolaatwater kwam en onder het niet afgedekte deel $51,2 \text{ g/m}^2$ (512 kg/ha). Tijdens de rijpingsfase op proefbedrijf De Noord kwam slechts $3,4 \text{ g/m}^2$ (34 kg/ha) stikstof in het percolaatwater terecht. Het betrof hier echter geen volledig composteringsproces.

Uitgedrukt per volume-eenheid kwam er tussen de 4,0 en $69,0 \text{ g/m}^3$ (stikstof/ m^3 compost) in het percolaatwater terecht. Bij het afgedekte deel van de composthoop van bedrijf 4 kwam per m^3 compost 11,6g stikstof in het percolaatwater terecht en bij het niet afgedekte deel van de composthoop 34,1 g. Tijdens de rijpingsfase kwam er slechts $1,0 \text{ g/m}^3$ compost in het percolaatwater terecht.

Tabel 3.5.

De hoeveelheid stikstof in percolaatwater per m² composthoop, de hoeveelheid stikstof die aanwezig is in een m³ compost, de hoeveelheid stikstof die aanwezig is per m² composthoop, de hoeveelheid stikstof in percolaatwater per m³ compost en tenslotte de hoeveelheid stikstof in percolaatwater ten opzichte van de hoeveelheid stikstof in compost.

bedrijf	stikstof in percolaat (g/m ²)	stikstof in compost (kg/m ³)	stikstof per m ² composthoop (kg/m ²)	stikstof in percolaat per m ³ compost (g/m ³)	deel van stikstof in percolaat t.o.v. stikstof in compost (%)
De Noord, hittefase, afgedekt	10.0	2.9	4.3	6.7	0.23
De Noord, hittefase, niet afgedekt	3.7	2.7	4.0	2.5	0.09
De Noord, rijpingsfase	3.4	2.1	7.4	1.0	0.05
De Noord, hittefase, afgedekt, totaal	13.7			7.7	
De Noord, hittefase, niet afgedekt, totaal	7.1			3.5	
bedrijf 1	65.8	2.5	8.8	18.8	0.75
bedrijf 2	89.7	2.4	3.1	69.0	2.93
bedrijf 3	6.0	1.3	1.9	4.0	0.31
bedrijf 4, afgedekt	17.4	1.7	2.6	11.6	0.67
bedrijf 4, niet afgedekt	51.2	2.2	3.3	34.1	1.55

In vergelijking met de totale hoeveelheid stikstof die per m³ compost aanwezig was, kwam 0,05 tot 2,93 procent van de in compost aanwezige hoeveelheid stikstof in het percolaatwater terecht. De 2,93% is een uitschieter. De composthoop was daar plat en niet afgedekt. In alle overige situaties bleef de uitgespoelde fractie onder de 1%.

De hoeveelheid stikstof in percolaat werd vergeleken met het stikstofoverschot van een perceel bloembollenteelt. Uitgaande van een bedrijf van 10 hectare dat jaarlijks circa 200 - 300 m³ afval composteert, varieert de vrucht stikstof in percolaatwater van 0,8 tot 20,7 kg. Voor een bedrijf van 10 hectare met een gemiddeld stikstofoverschot van 180 kg/ha (geïntegreerd systeem proefbedrijf De Noord, 1996/97) is het totale overschot 1800 kg stikstof. De hoeveelheid stikstof die vanuit compost in percolaatwater terecht komt is derhalve 0,04 tot 1,15% van deze totale hoeveelheid.

In vergelijking met het stikstofoverschot per oppervlakte eenheid bollenland is de hoeveelheid stikstof in percolaatwater groot. Omgerekend per ha kwam er 30 tot 890 kg/ha stikstof in het percolaatwater terecht (gemiddeld ca 390 kg/ha; grote spreiding). Dit is gemiddeld hoger dan het stikstofoverschot van 180 kg/ha in 1996/'97 in het geïntegreerde systeem op proefbedrijf De Noord (eveneens gehanteerd voor overige bedrijven).

Met neerslag kwam in 1997 2,3 g/m² (23 kg/ha) stikstof in de grond terecht. Dit is minder dan wat met percolaatwater in de bodem terecht kwam

Op bedrijf 4 is bij de analyse de stikstof in percolaatwater opgesplitst in stikstof in nitraatvorm (NO₃), ammoniumvorm (NH₄) en overige stikstof. In tabel 3.6 staat de verdeling weergegeven.

Tabel 3.6

Verdeling van de stikstof in percolaatwater in diverse vormen op bedrijf 4 in het afgedekte en het niet afgedekte stuk.

Stikstofvorm	afgedekt	niet afgedekt
Nitraat (%)	28	53
Ammonium (%)	-1	5
Overig = organisch (%)	73	42

Opvallend is het verschil in de samenstelling van de stikstof in percolaatwater tussen het wel en het niet afgedekte stuk van de composthoop. Bij de niet-afgedekte composthoop bestond het grootste deel van de stikstof uit nitraatstikstof. Onder het afgedekte gedeelte van de composthoop bestond de stikstof in percolaatwater voor 28% uit nitraat. De rest kwam voor in organische vorm.

Onder het niet afgedekte gedeelte van de composthoop kwam 5% van de stikstof in percolaatwater voor in de vorm van ammonium, 53% in de vorm van nitraat en de rest in organische vorm.

Een mogelijke verklaring voor het verschil in samenstelling van het percolaatwater is dat het composteringsproces door het afdekken anders verloopt, waardoor de stikstof in een andere vorm voorkomt.

3.4. Fosfaat

Voor de weergave van de resultaten m.b.t. fosfaat is er voor gekozen om alleen de cijfers van bedrijf 4 te gebruiken. Dit is gedaan omdat bij de andere bedrijven het verschil tussen begin- en eindsituatie vaak negatief was. In de berekeningen zit een grote vermenigvuldigingsfactor. Door kleine afwijkingen in de metingen, waartussen weinig verschil zat, kan een negatief getal ontstaan zijn. Dit duidt erop dat de hoeveelheid fosfaat die in percolaatwater terecht komt vaak (relatief) gering is.

De resultaten staan weergegeven in tabel 3.7.

Tabel 3.7.

De hoeveelheid fosfaat in percolaatwater per m² composthoop, de hoeveelheid fosfaat die aanwezig is in een m³ compost, de hoeveelheid fosfaat die aanwezig is per m² composthoop, de hoeveelheid fosfaat in percolaatwater per m³ compost en tenslotte de hoeveelheid fosfaat in percolaatwater ten opzichte van de hoeveelheid fosfaat in compost.

Situatie	P ₂ O ₅ in percolaat (g/m ²)	P ₂ O ₅ in compost (kg/m ³)	P ₂ O ₅ per m ² composthoop (kg/m ²)	P ₂ O ₅ in percolaat per m ³ compost (g/m ³)	deel van P ₂ O ₅ in percolaat t.o.v. P ₂ O ₅ in compost (%)
Afgedekt	3.9	0.8	1.3	2.5	0.3
Niet afgedekt	18.6	1.1	1.7	12.4	1.1

Onder de afgedekte composthoop kwam 3,9 g/m² (39 kg/ha) P₂O₅ in het percolaatwater terecht ten opzichte van 18,6 g/m² (186 kg/ha) in het niet afgedekte gedeelte. In vergelijking met de totale hoeveelheid fosfor die per m³ compost aanwezig was, kwam respectievelijk 0,3 en 1,1 % van de in compost aanwezige hoeveelheid P in het percolaatwater terecht.

Uitgaande van een bedrijf van 10 ha dat jaarlijks circa 200 - 300 m³ afval composteert, varieert de hoeveelheid fosfaat in percolaatwater van 0,5 tot 3,7 kg totaal. Het totale overschot van zo'n bedrijf bedraagt ca. 200-950 kg fosfaat (over 1996 en 1997 liep dit uiteen van 20 kg/ha in het Noord-Hollands kleigebied tot 95 kg/ha in de Bloembollenstreek, een gemiddelde waarde voor gespecialiseerde bloembollenbedrijven wordt aangehouden van 75 kg/ha). De hoeveelheid fosfaat die vanuit compost in percolaatwater terecht komt is derhalve 0,05 tot 1,4% van deze totale hoeveelheid.

De fosfaatbelasting per oppervlakte eenheid door percolaatwater bedroeg 39 kg/ha in de afgedekte situatie en 186 kg/ha in de niet-afgedekte situatie. In de niet-afgedekte situatie is de belasting per oppervlakte-eenheid hoger dan die t.g.v. het fosfaatoverschot op bollenbedrijven. In de afgedekte situatie is de belasting hoger dan het fosfaatoverschot van 26 kg/ha in 1996/97 in het geïntegreerde systeem op Proefbedrijf De Noord (resp. 20 kg in het Noord Hollands kleigebied), maar lager dan in een groot deel van de bloembollenteelt op zandgronden.

Met neerslag kwam 0,031 g/m² (0,31 kg/ha) fosfaat in de grond terecht. Dit is minder dan met percolaatwater.

De fosfaat in het percolaatwater van bedrijf 4 is nader geanalyseerd. In tabel 3.8 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 3.8.

Vorm waarin fosfaat voorkomt in percolaatwater (orthofosfaat, overig fosfaat) op bedrijf 4 in het afgedekte en het niet afgedekte stuk.

Soort fosfaat	Afgedekt	niet afgedekt
Orthofosfaat (%)	0.4	1.4
Overig fosfaat (%)	99.6	98.6

Een klein gedeelte van de fosfaat in percolaatwater bestond uit orthofosfaat.

3.5. Kali

De analysewaarden (zie bijlage 4) van de hoeveelheid kali in percolaatwater werden voor tabel 3.9 op diverse manieren bewerkt. Bepaald werden de hoeveelheid kali in percolaatwater per m² composthoop, de hoeveelheid kali die aanwezig is in een m³ compost, de hoeveelheid kali die aanwezig is per m² composthoop, de hoeveelheid kali in percolaatwater per m³ compost en tenslotte de hoeveelheid kali in percolaatwater ten opzichte van de hoeveelheid kali in compost.

De meetgegevens van De Noord in 1998 zijn wel weergegeven (grijze achtergrond), maar niet verwerkt in berekeningen van gemiddelden etc. (zie 2.2.1.). Betrouwbare meetgegevens over een wel resp. niet-afgedekte composthoop (praktijkbedrijf 4) zijn cursief in de tabel opgenomen.

Tabel 3.9.

De hoeveelheid kali in percolaatwater per m² composthoop, de hoeveelheid kali die aanwezig is in een m³ compost, de hoeveelheid kali die aanwezig is per m² composthoop, de hoeveelheid kali in percolaatwater per m³ compost en tenslotte de hoeveelheid kali in percolaatwater ten opzichte van de hoeveelheid kali in compost.

bedrijf	K ₂ O in percolaatwater (g/m ²)	K ₂ O in compost (kg/m ³)	K ₂ O per m ² composthoop (kg)	K ₂ O in percolaat per m ³ compost (g/m ³)	deel van K ₂ O in percolaat t.o.v. K ₂ O in compost (%)
De Noord, hittefase, afgedekt	38.4	4.7	7.1	25.6	0.54
De Noord, hittefase, niet afgedekt	53.5	4.4	6.7	35.7	0.80
De Noord, rijpingsfase	29.6	4.0	14.0	8.5	0.21
De Noord, hittefase, afgedekt, totaal	68.0			34,1	
De Noord, hittefase, niet afgedekt, totaal	83.1			44,2	
bedrijf 1	221.8	3.0	10.6	63.4	2.1
bedrijf 2	270.5	2.6	3.3	208.1	8.1
bedrijf 3	45.4	2.9	4.4	30.3	1.0
<i>bedrijf 4, afgedekt</i>	<i>263.5</i>	<i>2.6</i>	<i>3.9</i>	<i>175.7</i>	<i>6.7</i>
<i>bedrijf 4, niet afgedekt</i>	<i>271.3</i>	<i>2.0</i>	<i>3.0</i>	<i>180.9</i>	<i>9.1</i>

De hoeveelheid kalium die in percolaatwater terecht kwam varieerde van 45 g/m² (450 kg/ha) tot 271 g/m² (2710 kg/ha), weergegeven als K₂O. Op bedrijf 4 was de hoeveelheid K₂O in percolaatwater onder het afgedekte gedeelte 264 g/m² (2640 kg/ha) en onder het niet afgedekte gedeelte 271 g/m² (2710 kg/ha). In vergelijking met de totale hoeveelheid in de compost aanwezige kali, kwam er 1 tot 9% in het percolaatwater terecht.

Uitgaande van een bedrijf van 10 ha dat jaarlijks circa 200 - 300 m³ afval composteert, varieert de hoeveelheid kali die in percolaatwater terecht komt van 6 tot 62 kg. Voor een bedrijf van 10 hectare is het totale overschot 780-1500 kg kali (gemiddeld kalioverschot van 78 kg/ha (Proefbedrijf De Noord, geïntegreerd systeem 1996/97; ca 150 kg op andere bedrijven). De hoeveelheid kali die vanuit compost in percolaatwater terecht komt is 0,4 tot 7,9 % van deze totale hoeveelheid.

In vergelijking met de kali-belasting per oppervlakte-eenheid bollenland door normale agrarische toepassing is de hoeveelheid kali in percolaatwater groot. Omgerekend bedraagt deze hoeveelheid 450 tot 2700 kg/ha kali in percolaat (gem. 1830 kg/ha). Dit is ruim meer dan het kalioverschot van 150 kg/ha op bloembollenbedrijven (resp. 78 kg/ha in 1996/97 in het geïntegreerde systeem op Proefbedrijf De Noord). Met neerslag kwam 0,86 g/m² (8,6 kg/ha) kali in de grond terecht. Dit is minder dan de hoeveelheid in percolaatwater.

De hoeveelheid kali in het percolaatwater was hoog in vergelijking met de elementen stikstof en fosfaat. In tegenstelling tot stikstof en fosfaat was er nauwelijks verschil tussen het wel en het niet afgedekte gedeelte.

3.6. Vergelijking van waterdoorlatendheid van typen afdekdoek

Op een tweetal manieren is de waterdoorlatendheid van een tweetal typen afdekdoek ('vezeldoek', 'worteldoek') getest. Met zgn. oase is op kleine schaal een 'composthoop' nagebootst. Deze 'composthoop' werd afgedekt met een van de twee typen doek. Vervolgens werd op deze composthoop een regenbui losgelaten.

Om de waterdoorlatendheid op een plat vlak te bekijken werd een 'composthoop' gemaakt zoals op de tekening hieronder is te zien (Fig. 1a). De middelste 2 blokken werden voor en na de bui gewogen. De blokken die het schuine deel van de hoop vormden waren in plastic ingepakt zodat het water alleen door de middelste blokken kon worden opgenomen. De regenbui kwam precies boven het platte vlak. De metingen zijn in drievoud gedaan

Om de waterdoorlatendheid op een hellend vlak (45 graden) te bekijken werd een constructie gemaakt zoals op de tekening is te zien (Fig. 1b). Ook hier werd het gebruikte materiaal voor en na de bui gewogen en zijn de metingen in drievoud gedaan

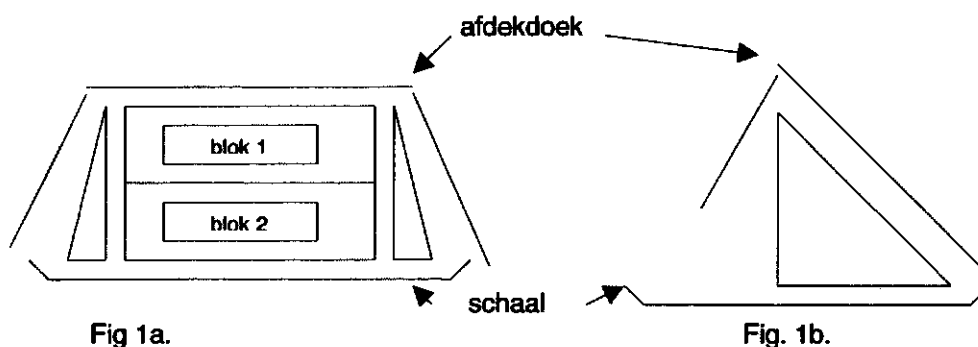


Fig. 3.1 Schematische voorstelling van opstelling voor het meten van de waterdoorlatendheid van typen afdekdoek

De regenbui werd als volgt gesimuleerd:

In de bodem van een rechthoekig koelkastdoosje werden op regelmatige afstand (1 cm, in verband) gaatjes van 0.5 mm diameter geboord. Dit doosje werd boven de nagebootste composthoop gehangen. Vervolgens werd 1 liter water in dit doosje aangebracht. Effect was een regenbuitje. De eerste 5 minuten regende het rustig door, de 4 minuten daarna ging het steeds langzamer, de laatste 100 ml is afgetapt en met de meetresultaten verrekend. De oase werd gewogen 11 minuten na aanvang van de regenbui.

(N.B. Oase heeft zelf de eigenschap water zeer snel op te nemen. Dit zal naar verwachting voor echte compost minder sterk het geval zijn).

De gemiddelde meetresultaten van 'composthoop 1' en 'composthoop 2' zijn hieronder weergegeven. De spreiding in de meetresultaten van de 3 herhalingen bedroeg minder dan ca. 10%. De gedetailleerde meetgegevens zijn opgenomen in een van de bijlagen.

Tabel 3.10:

Percentage water dat tijdens een regenbui door het doek is gegaan (plat vlak; composthoop1)

	Vezeldoek	Worteldoek	Zonder doek
Blok 1	44.4	62.9	35.1
Blok 2	43.2	9.6	62.7
Schaal	0.0	0.0	2.2
Totaal	87.6	72.5	100.0

Tabel 3.11:

Percentage water dat tijdens een regenbui door het doek is gegaan (doek onder hoek van 45°; composthoop 2)

	Vezeldoek	Worteldoek	Zonder doek
Oase	59.7	31.0	85.1
Schaal	0.4	0.0	14.9
Totaal	60.1	31.0	100.0

De conclusie kan worden getrokken dat in de gesimuleerde composthoopsituatie worteldoek minder water doorlaat dan vezeldoek.

3.7. Vermindering van uitspoeling van mineralen door een adsorptielaag

Op verzoek van het Doelgroepoverleg Bloembollensector werd een laboratoriumexperiment uitgevoerd met het doel vast te stellen of het aanbrengen van een adsorptielaag onder een composthoop risico's op uitspoeling van mineralen vermindert. Een beschrijving van dit experiment en van de resultaten ervan is weergegeven in bijlage 2. De in dit experiment geteste adsorptielagen bestonden uit tuinturf of compost. De belangrijkste bevindingen van het experiment zijn hieronder samengevat:

- Op buizen gevuld met een 30 cm dikke laag compost of tuinturf werd een hoeveelheid leidingwater of percolaat van composthopen opgebracht, overeenkomend met de maximaal gemeten hoeveelheid percolaat die per m² uitspoelt vanuit composthopen van bloembollenafval. Uit deze buizen percolerend vocht en de in de buizen aanwezige compost resp. tuinturf werden bemonsterd en de monsters werden geanalyseerd op mineralenhoeveelheden. Het betrof een laboratoriumexperiment.
- Compost bevat per eenheid product veel meer mineralen dan tuinturf. Dit geldt met name voor K, PO₄-P, N_t (totaal oplosbaar N) en NH₄-N. Het onder invloed van opgebracht leidingwater uitspoelende vocht vanuit compost bevatte dan ook aanzienlijk hogere gehalten van deze mineralen dan het percolerende vocht vanuit tuinturf. De mineralenhoeveelheden in percolerend vocht vanuit een compostlaag waren hoog in vergelijking met die in het opgebrachte percolaat.
- In tuinturf en in mindere mate in compost werd een deel van het opgebrachte water of percolaat opgenomen (25 resp. 40%), zodat de hoeveelheid uitgespoeld vocht kleiner was dan de opgebrachte hoeveelheid.

- Slechts een klein (2 - 10% voor PO₄-P; 11 - 29% voor K) tot zeer klein (< 2% voor N_{tot}) gedeelte van de met percolaat opgebrachte mineralen spoelde uit vanuit de tuinturflaag. Het overgrote deel van deze mineralen werd in het substraat gebonden en teruggevonden, vooral in de bovenste helft van de kolom.
- Een aldus functionerende tuinturflaag zou de bodembelasting per oppervlakte-eenheid met N en P door percolaat van composthopen van bloembollenafval terugbrengen tot een niveau dat lager tot veel lager is dan die welke veroorzaakt wordt door normale landbouwkundige toepassing van deze mineralen (zie tabel). Hoewel ook de bodembelasting met K in aanzienlijke mate door een adsorptielaag van tuinturf wordt verminderd, resulteert voor dit mineraal een belasting die groter of gelijk is aan die van normale agrarische bedrijfsvoering.

Tabel 3.12:

Belasting van de bodem met mineralen door percolaatwater en de invloed hierop van beschermende voorzieningen.

Bodembelasting door:	N		P		K	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
agrarische bedrijfsvoering	ca 180	100	ca 75***	100	ca 150	100
percolaat (bedrijfsniveau)*	0,08-2,1	0,04-1,16	0,05-0,37	0,05-1,4	0,6-6,2	0,4-7,9
percolaat(oppervlakte-eenheid)**	390	216	186	249	1830	1220
percolaat afgedekte hoop**	133	73	39	52	1830	1220
percolaat hoop met adsorptielaag**	<9,3	<5,1	<4,1-<19,5	<5,4-<26	<199-<516	<183-<344
percolaat afgedekte hoop met adsorptielaag**	<3,1	<1,7	<0,9-<5,4	<1,2-<4,3	<199-<516	<183-<344

* bijdrage aan bodembelasting door percolaat t.o.v. die door overige bedrijfsvoering

** gem. bijdrage aan bodembelasting door percolaat per oppervlakte-eenheid t.o.v. die door overige bedrijfsvoering

*** geschat gemiddeld overschot

- Van de met percolaat opgebrachte mineralen op een compostlaag kon slechts een klein gedeelte worden gemeten in het uit de compostlaag spoelende vocht. Hierbij moet worden vermeld dat de uit percolaat uitspoelbare hoeveelheid mineralen relatief klein is ten opzichte van de vanuit de compostlaag uitspoelbare ('achtergrond')hoeveelheid. Door de spreiding in de analyseresultaten is het mogelijk dat uitgespoelde hoeveelheden vanuit het percolaat niet goed tot uiting komen.
- Zowel in compost als in tuinturf vinden vermoedelijk bodembioïologische of -fysische processen plaats die maken dat de bij aanvang van het experiment in de substraten aanwezige hoeveelheid uitspoelbare mineralen vermindert.
- De adsorptielaag van tuinturf moet tijdig worden ververst om 'doorslaan' ervan te voorkomen. Het voor de adsorptielaag gebruikte tuinturf kan naar verwachting probleemloos worden toegepast op bloembollenpercelen.

Geconcludeerd werd dat:

In een laboratoriumexperiment is vastgesteld dat een adsorptielaag van tuinturf onder een composthoop van bloembollenafval uitspoeling van mineralen in aanzienlijke mate kan verminderen, omdat:

- deze laag percolatievocht gedeeltelijk opneemt,
- deze laag het overgrote deel van deze in percolaat aanwezige mineralen zodanig vastlegt of beïnvloedt dat uitspoeling hiervan niet plaatsvindt.

Een adsorptielaag van compost is daarvoor minder of niet geschikt, vooral omdat de compost zelf hoge gehalten aan uitspoelbare mineralen bevat.

Een adsorptielaag van tuinturf moet tijdig worden ververst om 'doorslaan' ervan te voorkomen.

Een aldus functionerende mineraalarme tuinturflaag zou de bodembelasting per oppervlakte-eenheid met N en P mineralen door percolaat van composthopen van bloembollenafval terugbrengen tot een niveau dat lager tot veel lager is dan die welke veroorzaakt wordt door normale landbouwkundige toepassing van deze mineralen. Hoewel ook de bodembelasting met K in aanzienlijke mate door een adsorptielaag van tuinturf wordt verminderd, resulteert voor dit mobiele mineraal een belasting die groter is dan die van normale agrarische bedrijfsvoering.

4. CONCLUSIES

Algemeen:

Op een aantal bloembollenbedrijven in Noord Holland zijn gegevens verzameld over het composteren van bloembollenafval, over de wijze van uitvoering van het compostingsproces, over de vorming daarbij van percolaatwater en over het gehalte aan nutriënten in dit percolaatwater. Achterliggend doel was een beeld te krijgen van de mogelijke belasting van de bodem door nutriënten.

Er werd een grote spreiding in de resultaten geconstateerd als gevolg van de verschillen die bestonden op de diverse bedrijven m.b.t. het compostingsproces en de -omstandigheden.

Compost:

De totale hoeveelheid droge stof, organische stof en nutriënten in compost nam gedurende het compostingsproces af op alle bedrijven. Het droge stof-gehalte van de plantaardige afval bedroeg in alle gevallen meer dan 30%.

Percolaatwater:

In alle gevallen ontstond percolaatwater. De hoeveelheid gevormd percolaatwater varieerde tussen 28 en 69 l/m². Als de composthoop afgedekt was met vezeldoek ontstond significant minder (ca 60%) percolaatwater dan als de composthoop niet afgedekt was. De hoeveelheid percolaatwater was in alle gevallen kleiner dan de hoeveelheid gevallen neerslag, vermoedelijk als gevolg van verdamping en afstroming. De hoeveelheid percolaatwater bedroeg 5 tot 33% van de hoeveelheid neerslag tijdens de compostingsperiode met een gemiddelde van 17,6%.

Stikstof:

Het percolaatwater bevatte in alle gevallen stikstof. De belasting t.g.v. percolatie varieerde van 6 – 90 g/m² composthoop; dat is omgerekend 60 – 900 kg/ha. Afdekking van de composthoop met vezeldoek resulteerde in een kleinere stikstof-belasting van de bodem dan wanneer de composthoop niet was afgedekt.

De stikstof was voor een gedeelte aanwezig in de vorm van nitraat (ca 25 – 50 %) en gedeeltelijk als organisch-N (ca 40 – 75%). In met vezeldoek afgedekte composthoven was N relatief minder aanwezig in de vorm van nitraat en meer in de vorm van organisch N.

De stikstofbelasting van de bodem door percolaatwater op bedrijfsniveau bedraagt in het algemeen minder dan 1% (0,04 – 1,15%) van het stikstofoverschot van een bloembollenbedrijf.

Uitgedrukt per oppervlakte-eenheid was de belasting van de bodem door stikstofverbindingen in percolaatwater gemiddeld hoger (ca 390 kg/ha; grote spreiding) dan het stikstofoverschot op bloembollenbedrijven (ca 180 kg/ha) en hoger dan de hoeveelheid per jaar in neerslag (ca 23 kg/ha in 1997).

Fosfaat:

Het percolaatwater bevatte in alle gevallen fosfaat. Weergegeven waarden varieerden tussen ca 4 en 19 g/m² composthoop; dat is omgerekend ca 39 - 186 kg/ha. Vanuit de afgedekte composthoop kwam minder fosfaat in het percolaatwater terecht dan vanuit de niet-afgedekte composthoop. Een zeer klein deel van P bestond uit orthofosfaat.

De belasting van de bodem met fosfaat door percolaatwater bedraagt ca 0,2 tot 1,4% van die van het totale fosfaatoverschot van een bloembollenbedrijf.

Uitgedrukt per oppervlakte-eenheid was de belasting door fosfaat in percolaatwater (in de afgedekte situatie) groter dan het fosfaatoverschot in de bedrijfsvoering op Proefbedrijf De Noord (39 vs 26 kg/ha), maar kleiner dan het fosfaatoverschot in de merendeel van praktijkbedrijven (tot 95 kg/ha).

Ook was de hoeveelheid fosfaat in percolaatwater hoger dan de hoeveelheid fosfaat in jaarlijkse neerslag (ca 0,31 kg/ha). In de niet-afgedekte situatie was de hoeveelheid fosfaat per oppervlakte-eenheid in percolaatwater (186 kg/ha) groter dan het fosfaatoverschot op bollenland in de praktijk.

Kali:

Het percolaatwater bevatte in alle gevallen kali (ca. 45 – 270 g/m² composthoop; omgerekend 450 – 2700 kg/ha). Er was nauwelijks verschil in hoeveelheid tussen de wel en niet-afgedekte composthoop. De belasting van de bodem met kali door percolaatwater bedroeg een klein deel (nl. 0,4 – 7,9%) van die van het kali-overschot van een bloembollenbedrijf.

Uitgedrukt per oppervlakte-eenheid was de belasting door kali in percolaatwater groter dan die van het kali-overschot op bollenland (gem. ca 1830 kg/ha vs 150 kg/ha) en groter dan die door de hoeveelheid kali in neerslag (ca 8,6 kg/ha in 1997).

De hoeveelheid kali in percolaatwater was hoog in vergelijking met die van de elementen stikstof en fosfaat.

Adsorptielaag:

In een separate (laboratorium)studie is onderzocht of uitspoeling naar de bodem van mineralen in percolaatwater kan worden beperkt of vertraagd door het aanbrengen onder de composthoop van een laag organische stof. In dit onderzoek werden tuinturf en GFT-compost als organische stoflaag gehanteerd. Uit deze studie is gebleken dat:

een adsorptielaag van mineraalarm tuinturf onder een composthoop van bloembollenafval uitspoeling van mineralen in aanzienlijke mate kan verminderen, omdat:

- deze laag percolatievocht gedeeltelijk opneemt,
- deze laag het overgrote deel van de in percolaat aanwezige mineralen zodanig vastlegt of beïnvloed dat uitspoeling hiervan niet plaatsvindt.

Een adsorptielaag van compost is daarvoor minder of niet geschikt, vooral omdat de compost zelf hoge gehalten aan uitspoelbare mineralen bevat.

Een adsorptielaag van tuinturf moet tijdig worden 'ververst' om 'doorslaan' ervan te voorkomen.

Een aldus functionerende mineraalarme tuinturflaag zou de bodembelasting per oppervlakte-eenheid met N en P mineralen door percolaat van composthoopen van bloembollenafval terugbrengen tot een niveau dat veel lager is dan dat welke veroorzaakt wordt door normale landbouwkundige toepassing van deze mineralen. Hoewel ook de bodembelasting met K in aanzienlijke mate door een adsorptielaag van tuinturf wordt verminderd, resulteert voor dit mobiele mineraal een belasting die groter is dan die van normale agrarische bedrijfsvoering.

Afdekking:

Afdekking van de composthoop met vezeldoek resulteerde in een kleinere hoeveelheid percolaatwater en in een geringere belasting van de bodem met N- en P-verbindingen. Afdekking had geen invloed op de belasting met K.

Afdekking van de composthoop met vezeldoek had invloed op de vorm waarin N in percolaatwater voorkwam.

Een methode werd ontwikkeld om de waterdoorlatendheid van typen afdekdoek te kwantificeren onder laboratorium omstandigheden. 'Worteldoek' bleek in die testsituatie minder waterdoorlatend dan 'vezeldoek'.

5. LITERATUUR

Bollen, G.J., en D. Volker

Overleving van ziektekiemen en de persistentie van bestrijdingsmiddelen tijdens compostering van pelafval.

Vakgroep Fytopathologie, Landbouwniversiteit, Wageningen (1990).

Fischer, P.

Sickerwasser bei der Kompostierung von Gartenabfällen und Böschungsmähgut.

TASPO Magazin 18-5: 6-8 (1991).

RIVM

Meetactiviteiten in 1999 in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit.

RIVM rapport 723101032 (1999)

Wongergem, M.J.

Wongergem, M.J.

Gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten in compost en percolaatwater.

Rapport Laboratorium voor Bloembollenonderzoek nr 95 (1995), Lisse.

Aartrijk, J. van , Kampen, J. van en van Dam, A.M. 2000. Vermindering van uitspoeling van mineralen uit een composthoop door een adsorptielaag. Indicaties vanuit een laboratoriumexperiment. Notitie Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (in voorbereiding)

Bijlage 1

Vergelijking van waterdoorlatendheid van afdekdoek t.b.v. composthoven

Op een tweetal manieren is de waterdoorlatendheid van een tweetal typen afdekdoek ('vezeldoek', 'worteldoek') getest. Met zgn. oase is op kleine schaal een 'composthoop' nagebootst. Deze 'composthoop' werd afgedekt met een van de twee typen doek. Vervolgens werd op deze composthoop een regenbui losgelaten.

Het doek:

Vezeldoek (zoals gebruikt op o.a. Proefbedrijf De Noord) neemt zelf vrij snel water op. Eenmaal nat heeft het de neiging relatief gemakkelijk te vervormen (denk hierbij aan kleine kuiltjes o.i.d.). In deze situatie rolt het water er niet vanaf, maar wordt het door het doek en de onderliggende hoop opgenomen.

Worteldoek heeft de neiging water af te stoten. De druppels blijven er op liggen tot het (deels) door de gaatjes zakt. Op een plat vlak zoals bij 'composthoop' 1 (zie onder) verdringen de druppels water zich in de richting van het schuine deel waardoor er een deel van afloopt.

De regenbui:

In de bodem van een rechthoekig koelkastdoosje zijn op regelmatige afstand (1 cm, in verband) gaatjes van 0.5 mm diameter geboord. Dit doosje werd boven de nagebootste composthoop gehangen. Vervolgens werd 1 liter water in dit doosje aangebracht. Effect was een mats regenbuitje. De eerste 5 minuten regende het rustig door, de 4 minuten daarna ging het steeds langzamer, de laatste 100cc is afgetapt en met de meetresultaten verrekend. De oase werd gewogen 11 minuten na aanvang van de regenbui.

N.B. Oase heeft zelf de eigenschap water zeer snel op te nemen. Dit zal naar verwachting voor echte compost minder sterk het geval zijn.

Composthoop 1:

Om de waterdoorlatendheid op een plat vlak te bekijken werd een 'composthoop' gemaakt zoals op de tekening hieronder is te zien (Fig. 1a). De middelste 2 blokken werden voor en na de bui gewogen. De blokken die het schuine deel van de hoop vormden waren in plastic ingepakt zodat het water alleen door de middelste blokken kon worden opgenomen. De regenbui kwam precies boven het platte vlak. De metingen zijn in drievoud gedaan.

Composthoop 2:

Om de waterdoorlatendheid op een hellend vlak (45 graden) te bekijken werd een constructie gemaakt zoals op de tekening is te zien (Fig. 1b). Ook hier werd het gebruikte materiaal voor en na de bui gewogen en zijn de metingen in drievoud gedaan

Meetresultaten 'composthoop' 1:

Tabel 1:

Percentage water dat tijdens een regenbui door het doek is gegaan

	Vezeldoek	Worteldoek	Zonder doek
Blok 1	44.4	62.9	35.1
Blok 2	43.2	9.6	62.7
Schaal	0.0	0.0	2.2
Totaal	87.6	72.5	100.0

Meetresultaten 'composthoop' 2:

Tabel 2:

Percentage water dat tijdens een regenbui door het doek is gegaan.

	Vezeldoek	Worteldoek	Zonder doek
Oase	59.7	31.0	85.1
Schaal	0.4	0.0	14.9
Totaal	60.1	31.0	100.0

Conclusie:

Door de eigenschappen van het worteldoek laat dit minder water door dan vezeldoek.

Gedetailleerde meetgegevens:

Composthoop 1

De Noord

	Gift water In gram	Gr. Water Blok 1	Perc.	Gr. Water Blok 2	Perc.
A	896	406	45.3	390	43.5
B	875	406	46.4	348	39.8
C	904	376	41.6	419	46.3
Gem.			44.4		43.2

Zwart doek

	Gift water In gram	Gr. Water Blok 1	Perc.	Gr. Water Blok 2	Perc.
A	912	664	72.8	81	8.9
B	924	516	55.8	97	10.5
C	883	532	60.2	84	9.5
Gem.			62.9		9.6

Geen doek

	Gift water In gram	Gr. Water Blok 1	Perc.	Gr. Water Blok 2	Perc.	Schaal	Perc.
A	873	397	45.5	455	52.1	25	2.9
B	909	216	23.8	655	72.1	34	3.7
C	918	331	36.1	587	63.9	0	0
Gem.			35.1		62.7		2.2

Composthoop 2

De Noord

	Gift water In gram	Oase	Perc.	Schaal	Perc.
A	899	508	56.5	4	0.4
B	915	551	60.2	7	0.8
C	871	544	62.5	0	0
Gem.			59.7		0.4

Zwart doek

	Gift water In gram	Oase	Perc.	Schaal	Perc.
A	922	315	34.2	0	0
B	918	277	30.2	0	0
C	865	248	28.7	0	0
Gem.			31.0		0

Geen doek

	Gift water In gram	Oase	Perc.	Schaal	Perc.
A	879	723	82.3	157	17.9
B	890	784	88.1	104	11.7
C	923	785	85.0	138	15.0
Gem.			85.1		14.9

Bijlage 2

Vermindering van uitspoeling van mineralen uit een composthoop door een adsorptielaag. Indicaties vanuit een laboratoriumexperiment

Inleiding

Uit eerder onderzoek is bekend dat bij het composteren van bloembollen afvallen percolaat wordt gevormd, waarin mineralen (N, P, K) aanwezig zijn (Wondergem, 1995). De hoeveelheid percolaat en de concentratie van mineralen verschillen sterk per compostingsituatie. Deze verschillen kunnen worden verklaard door verschillen in het compostingsproces, in neerslag, compostingsperiode en seizoen, de vorm van de composthoop, het al of niet afdekken van de composthoop, e.d. Wanneer gekeken wordt naar de fractie van N-, P- en K-verbindingen die vanuit de composthoop met percolaat wordt meegevoerd, dan blijkt deze slechts 0,3 - 1,1% (voor P), resp. 0,05 - 2,9% (voor N), resp. 0,8 - 8,0% (voor K) te zijn van de totale hoeveelheid N, P en K in de hoop. Kennelijk is het overgrote deel van de aanwezige mineralen zodanig aanwezig in het materiaal, dat het gedurende de compostingsperiode niet uitspoelt met het percolaat.

Een potentiële mogelijkheid om uitspoeling van mineralen met percolaat te verminderen is het aanbrengen van een adsorberende laag onder de composthoop. Aanname daarbij is dat de mineralen in betekenisvolle mate worden geadsorbeerd in deze laag en dat de adsorberende laag regelmatig wordt vervangen om 'doorslaan' van de laag te voorkomen. Dit kleinschalige laboratorium-onderzoek richt zich op de vraag of en in welke mate mineralen uitspoelen uit resp. worden geadsorbeerd aan een tweetal typen organische stof, nl. compost en tuinturf.

Materiaal en Methoden:

Materialen: de volgende materialen werden getest of gebruikt:

- * GFT-compost (de Meerlanden, Rijsenhout); organische stofgehalte ca 45 %; drooggewicht 0,52 kg/l; versgewicht (na verzadiging van droge compost met water) 0,94 kg/l. Het materiaal bleek na extractie de volgende uitspoelbare hoeveelheden mineralen te bevatten per kg compost (versgewicht): 7270 mg K; 35,7 mg PO₄-P; 1015,8 N_{ts} (totaal oplosbaar N); 594,2 mg NH₄-N; 16,9 mg NO₃-N.
- * Tuinturf (Fa. Otte, Lisse); organische stofgehalte ca 95%; drooggewicht 0,62 kg/l; versgewicht (na verzadiging met water) 0,98 kg/l. Het materiaal bleek na extractie de volgende uitspoelbare hoeveelheden mineralen te bevatten per kg tuinturf (versgewicht): 280 mg K; 11,1 mg PO₄-P; 69,7 mg N_{ts}; 41,7 mg NH₄-N; 15,2 mg NO₃-N.
- * Percolaat (Biograp, Anna Paulowna); gedurende de looptijd van het experiment bewaard bij 0,5°C. Samenstelling: 1181,3 ± 0,5 mg/l K; 14,05 ± 0 mg/l PO₄-P; 246,1 ± 8,3 mg/l N_{ts}; 0,08 ± 0,01 mg/l NO₃-N; 210,3 ± 6,6 mg/l NH₄-N.

Experimentele opzet:

Buizen van PVC (diameter 9,6 cm; lengte 40 cm; aan onderzijde voorzien van gaas) werden gevuld met compost of tuinturf (kolomhoogte 30 cm). Aan de compost en tuinturf werd een hoeveelheid water toegevoegd, die overeen kwam met de geschatte hoeveelheid vocht die deze substraten kunnen vasthouden. De buizen werden geplaatst in een donkere klimaatruimte (13°C; hoge RV).

Op de compost of op de tuinturf werd om de dag leidingwater (in het kader van deze studie te verwaarlozen gehalten aan mineralen; jaaroverzicht drinkwaterkwaliteit 1999, NV Duinwaterbedrijf Zuid Holland) of percolaat opgebracht in een dosering van 42,8 ml (per 2 dagen, gedurende een periode van 3 weken) overeenkomende met een belasting van 70 l/m², zijnde de maximaal gemeten percolaathoeveelheid in veldproeven. Per behandeling werden 3 buizen in het experiment betrokken. Eveneens om de dag werd gepercoleerd vocht afgetapt en werd het volume hiervan bepaald. Dit percolaat werd bewaard bij 0,5°C tot analyse (aan het einde van het experiment).

Aan het einde van het experiment werden de kolommen met compost of tuinturf uit de buizen verwijderd en in tweeën gesplitst (boven- en benedenheft). Materiaal van beide helften werd aan een standaardextractiemethode (zie onder) onderworpen om de uitspoelbare hoeveelheden mineralen erin te kunnen bepalen. Extracten werden verzameld en bewaard bij 0,5°C tot analyse.

Representativiteit: De in het laboratoriumonderzoek gehanteerde omstandigheden (laagdikte organische stof, experimentele omstandigheden, percolaathoeveelheden) waren zoveel mogelijk afgestemd op de verwachte omstandigheden in het veld. De percolaathoeveelheden kwamen overeen met de maximaal gemeten percolaathoeveelheden onder veldomstandigheden (Wongergem, 2000) en zijn derhalve te beschouwen als worst-case-situaties. De experimentele periode was korter dan de duur van een compostingsproces onder praktijkomstandigheden; dit tijdsverschil heeft naar verwachting geen grote invloed gehad op de uitkomsten van het onderzoek.

Analyses:

Mengmonsters per week van percolaat, afkomstig uit één buis, werden gemaakt en geanalyseerd op het gehalte aan K, PO₄-P, N_{tot} (totaal oplosbare hoeveelheid N), NH₄-N en NO₃-N door het centraal laboratorium van de sectie Bodemkwaliteit van Wageningen Universiteit vlg. standaardmethoden. Extracten van compost en tuinturf werden gemaakt door 30 gram van deze substraten 2 uur te schudden in 300 ml van een 0,01 M CaCl₂-oplossing. Na schudden en bezinken van de grove delen, werd 50 ml van de vochtfractie afgefilterd en op dezelfde wijze als beschreven voor de percolaatmonsters, geanalyseerd.

Resultaten

Percolatie: In de eerste dagen na het inzetten van het experiment werden grote verschillen waargenomen tussen de buizen m.b.t. de vorming van percolaat. Aan het einde van de eerste week en in de tweede en derde week werd een stabiele percolatie-situatie verkregen. De gepercoleerde hoeveelheden vocht waren in deze periode duidelijk lager dan de opgebrachte hoeveelheden (ca 21 - 36 ml percolatie per 2 dagen t.o.v. 42,8 ml per 2 dagen toegevoegd). De verklaring hiervoor moet vooral gezocht worden in het vasthouden van vocht door de beide substraten in de buizen: aan het einde van het experiment waren de vochtgehalten van de substraten duidelijk hoger dan aan het begin van de experimentele periode. Na het instellen van een stabiele percolatie-situatie percoleerde significant meer vocht door compost dan door tuinturf, nl. gemiddeld 31,6 ml resp. 24,5 ml (per 2 etmalen; Tabel 1). Dit verschil wordt verklaard door vasthouden van meer vocht door tuinturf dan door compost.

Voor alle situaties (compost + leidingwater; compost + percolaat; tuinturf + leidingwater; tuinturf + percolaat) werd het volume bepaald van het uitgespoelde vocht en werd de vracht aan mineralen bepaald die hierin uitspoelde. De fractie van de diverse mineralen in het opgebrachte percolaat, die uitspoelde door de compost- of tuinturf-kolom, werd als volgt bepaald:

$$F = \frac{\text{uitspoelde vracht}_{\text{buis met percolaat}} - \text{uitspoelde vracht}_{\text{buis met leidingwater}}}{\text{Vracht in opgebracht percolaat}} \times 100\%$$

Compost bevatte aanzienlijk meer uitspoelbare hoeveelheden K, PO₄-P, N_{tot} en NH₄-N dan tuinturf (Tabel 2a en 2c). Deze verschillen bedroegen een factor ca 25 (voor K), ca 3 (voor PO₄-P), ca 15 (voor N_{tot}), en ca 14 (voor NH₄-N). Het gehalte aan NO₃-N was zowel in compost als in tuinturf op een vergelijkbaar laag niveau.

De uit compost o.i.v. leidingwater uitgespoelde vrachten mineralen waren dan ook (m.u.v. NO₃-N) aanzienlijk groter dan die uit tuinturf (Tabel 2a en 2c). De resultaten van herhalingen van een behandeling vertoonden aanzienlijke spreiding.

Na het opbrengen van percolaat in plaats van leidingwater op tuinturf spoelde meer K, PO₄-P en N_{tot} uit (Tabel 2c en 2d). Het betrof slechts een zeer klein (< 2% voor N_{tot}) of klein (2 - 10% voor PO₄-P; 11 - 29% voor K) deel van de met percolaat opgebrachte hoeveelheid mineralen. Het overgrote deel van de in percolaat aanwezige mineralen spoelde niet uit door de tuinturfkolom.

Na het opbrengen van percolaat in plaats van leidingwater op compost werden weinig verschillen waargenomen. Hierbij moet bedacht worden dat de uitspoelbare vrachten vanuit percolaat relatief klein waren ten opzichte van de vanuit compost uitgespoelde vrachten en door de spreiding in de analyseresultaten van de diverse behandelingen niet goed tot uiting komen (Tabel 2a en 2b).

Na afloop van het experiment werden de kolommen met compost of tuinturf uit de buizen verwijderd en werden monsters genomen van de bovenste en van de onderste helft van deze kolommen. De monsters werden geëxtraheerd en de extracten (= uitspoelbare hoeveelheden van de aanwezige mineralen) werden geanalyseerd. De resultaten zijn vermeld in Tabel 3a en 3b.

Door opbrengen op de buizen met tuinturf van het mineralen-bevattende percolaat was de hoeveelheid aan deze mineralen in de tuinturf hoger dan in de controle met leidingwater, vooral in de bovenste helft van de 30 cm hoge tuinturf laag. De gemeten verschillen in mineralenhoeveelheid tussen de met percolaat en leidingwater behandelde buizen bedroeg 660 mg K, 5,1 mg PO₄-P, 98,3 mg N_{tot}, 91,3 mg NH₄-N en 0,52 mg NO₃-N. Dit representeert ca 71 - 108% van de met percolaat opgebrachte hoeveelheid.

De mineralenhoeveelheid in tuinturf na afloop van het experiment met leidingwater was lager dan dat in tuinturf bij aanvang van het experiment (Tabel 3a). Het verschil kon slechts gedeeltelijk (K, PO₄-P) of in het geheel niet (N-verbindingen) worden verklaard door de in het percolatieproces uitgespoelde hoeveelheden mineralen (Tabel 2c). Vermoedelijk zijn mineralen-vastleggende of -consumerende bodembioologische of -fysische processen gedurende de experimentele periode actief geweest of geworden. Het verloop in de tijd van de gemiddelde hoeveelheden mineralen in uitgespoeld vocht (sterke afname van met name de N-verbindingen) ondersteunt deze verklaring.

In compost werden vergelijkbare waarnemingen gedaan als hierboven beschreven voor tuinturf:

- een kleinere mineralenhoeveelheid in compost na afloop van het experiment dan bij aanvang ervan (m.u.v. NO₃-N), en
- een grotere mineralenhoeveelheid in compost na toevoeging van percolaat dan na toevoeging van leidingwater (m.u.v. PO₄-P; Tabel 3b). De met percolaat toegevoegde hoeveelheden waren klein t.o.v. de in compost reeds aanwezige voorraad. Hierdoor en door de spreiding in de meetgegevens is het moeilijk de gegevens te interpreteren.

In tegenstelling tot hetgeen bij tuinturf werd waargenomen, werden bij de compostobjecten de grootste mineralenhoeveelheden in de onderste helft van de buizen aangetroffen (K, N_{tot}, NH₄-N) of werd geen opvallend verschil waargenomen (PO₄-P). Mogelijk valt dit te verklaren door een uitspoelingsproces van mineralen uit de bovenste helft van de buizen. De relatief hoge NO₃-N waarden in de bovenste helft van de compostkolommen kunnen wellicht worden toegeschreven aan omzetting van NH₄-N

Samenvatting

- Op buizen gevuld met een 30 cm dikke laag compost of tuinturf werd een hoeveelheid leidingwater of percolaat van composthopen opgebracht, overeenkomend met de maximaal gemeten hoeveelheid percolaat die per m² uitspoelt vanuit composthopen van bloembollenaafval. Uit deze buizen percolerend vocht en de in de buizen aanwezige compost resp. tuinturf werden bemonsterd en de monsters werden geanalyseerd op mineralenhoeveelheden. Het betrof een laboratoriumexperiment.
- Compost bevat per eenheid product veel meer mineralen dan tuinturf. Dit geldt met name voor K, PO₄-P, N_{tot} (totaal oplosbaar N) en NH₄-N. Het onder invloed van opgebracht leidingwater uitspoelende vocht vanuit compost bevatte dan ook aanzienlijk hogere gehalten van deze mineralen dan het percolerende vocht vanuit tuinturf. De mineralenhoeveelheden in percolerend vocht vanuit een compostlaag waren hoog in vergelijking met die in het opgebrachte percolaat.
- In tuinturf en in mindere mate in compost werd een deel van het opgebrachte water of percolaat opgenomen (25 resp. 40%), zodat de hoeveelheid uitgespoeld vocht kleiner was dan de opgebrachte hoeveelheid.
- Slechts een klein (2 - 10% voor PO₄-P; 11 - 29% voor K) tot zeer klein (< 2% voor N_{tot}) gedeelte van de met percolaat opgebrachte mineralen spoelde uit vanuit de tuinturf laag. Het overgrote deel van deze mineralen werd in het substraat gebonden en teruggevonden, vooral in de bovenste helft van de kolom.

Een aldus functionerende mineraalarme tuinturf laag zou de bodembelasting per oppervlakte-eenheid met N en P mineralen door percolaat van composthopen van bloembollenaafval terugbrengen tot een niveau dat veel lager is dan die welke veroorzaakt wordt door normale landbouwkundige toepassing van deze mineralen. Hoewel ook de bodembelasting met K in aanzienlijke mate door een adsorptielaag van tuinturf wordt verminderd, resulteert voor dit mobiele mineraal een belasting die groter is dan die van normale agrarische bedrijfsvoering.

- Van de met percolaat opgebrachte mineralen op een compostlaag kon ook slechts een klein gedeelte worden gemeten in het uit de compostlaag spoelende vocht. Hierbij moet worden vermeld dat de uit percolaat uitspoelbare hoeveelheid mineralen relatief klein is ten opzichte van de vanuit de compostlaag uitspoelbare ('achtergrond') hoeveelheid. Door de spreiding in de analysesresultaten is het mogelijk dat uitgespoelde hoeveelheden vanuit het percolaat niet goed tot uiting komen.

- Zowel in compost als in tuinturf vinden vermoedelijk bodembioologische of -fysische processen plaats die maken dat de bij aanvang van het experiment in de substraten aanwezige hoeveelheid uitspoelbare mineralen vermindert.
- De adsorptielaag van tuinturf moet tijdig worden ververst om 'doorslaan' ervan te voorkomen. Het voor de adsorptielaag gebruikte tuinturf kan naar verwachting probleemloos worden toegepast op bloembollenpercelen.

Conclusie

In een laboratoriumexperiment is vastgesteld dat een adsorptielaag van tuinturf onder een composthoop van bloembollenafval uitspoeling van mineralen in aanzienlijke mate kan verminderen, omdat:

- deze laag percolatievocht gedeeltelijk opneemt,
- deze laag het overgrote deel van de in percolaat aanwezige mineralen zodanig vastlegt of beïnvloed dat uitspoeling hiervan niet plaatsvindt.

Een adsorptielaag van compost is daarvoor minder of niet geschikt, vooral omdat de compost zelf hoge gehalten aan uitspoelbare mineralen bevat.

Een adsorptielaag van tuinturf moet tijdig worden 'ververst' om 'doorslaan' ervan te voorkomen.

Een aldus functionerende mineraalarme tuinturflaag zou de bodembelasting per oppervlakte-eenheid met N en P mineralen door percolaat van composthoopen van bloembollenafval terugbrengen tot een niveau dat lager tot veel lager is dan die welke veroorzaakt wordt door normale landbouwkundige toepassing van deze mineralen. Hoewel ook de bodembelasting met K in aanzienlijke mate door een adsorptielaag van tuinturf wordt verminderd, resulteert voor dit mobiele mineraal een belasting die groter is dan die van normale agrarische bedrijfsvoering.

Referenties

- Wondergem, M.J. 1995. Gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten in compost en percolaatwater. Rapport Laboratorium voor Bloembollenonderzoek nr. 95, Lisse.
- NV Duinwaterbedrijf Zuid Holland. Registratie jaaropgave 1999, Katwijk.

J. van Aartrijk, J. van Kampen en A.M. van Dam
 Laboratorium voor Bloembollenonderzoek,
 Lisse
 Oktober 2000

Tabel 1. Gepercoleerde hoeveelheden vocht per 2 dagen vanuit buizen gevuld met compost of tuinturf, na toevoeging van 42,8 ml per 2 dagen leidingwater of percolaat.

Behandeling		Week		
		2	3	
compost + percolaat	a	31,2 ± 5,5	32,7 ± 1,6	
	b	30,8 ± 7,5	35,9 ± 1,2	
	c	29,2 ± 4,7	31,6 ± 1,9	
compost + leidingwater	a	29,8 ± 5,5	26,8 ± 0,8	
	b	36,0 ± 3,2	33,7 ± 2,6	
	c	32,5 ± 5,1	31,9 ± 3,7	
tuinturf + percolaat	a	26,4 ± 1,1	23,2 ± 3,6	
	b	25,9 ± 3,9	24,3 ± 1,2	
	c	27,3 ± 2,4	24,8 ± 3,2	
tuinturf + leidingwater	a	28,6 ± 11,2	22,0 ± 2,7	
	b	24,4 ± 3,0	20,4 ± 2,7	
	c	26,5 ± 2,7	20,7 ± 3,8	

a, b, c = buizen per behandeling

Totale hoeveelheid percolaat per 2 dagen in week 2 en 3:

- compost: n = 46; gem. = 31,6 ml ± 5,0
- tuinturf: n = 48; gem. = 24,5 ml ± 4,94

Tabel 2a. Uitgespoelde vrachten van mineralen vanuit een compostlaag na opbrengen van leidingwater

Code	Wk	Perco laat (ml)	K		PO ₄ -P		N _{ts}		NH ₄ -N		NO ₃ -N	
			mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)
2a	1	54	5420	293	18,9	1,0	345	18,6	121	6,5	0,01	0,0
	2	119	5725	681	12,8	1,5	293	34,9	89	10,6	0,4	0,05
	3	107	6235	667	9,2	0,98	267	28,6	69	7,4	1,8	0,2
2b	1	112	5146	576	21,6	2,4	341	38,2	137	15,3	0	0
	2	144	3721	536	16,0	2,3	311	44,8	100	14,4	0,4	0,06
	3	135	5731	774	8,6	1,2	267	36,1	91	12,3	1,1	0,15
2c	1	150	6123	919	25,9	3,9	354	53,1	146	21,9	0	0
	2	130	7543	981	16,6	2,2	245	31,9	66	8,6	0,02	0,0
	3	128	5087	651	10,1	1,3	285	36,5	107	13,7	0,41	0,05
Totale vracht per buis (mg)			2a = 1641 2b = 1886 2c = 2551		2a = 3,5 2b = 5,9 2c = 7,4		2a = 82,1 2b = 119,1 2c = 121,5		2a = 24,5 2b = 42,0 2c = 44,2		2a = 0,25 2b = 0,21 2c = 0,05	
Gemiddelde vracht per week (mg)			wk 1 = 547 ± 180 wk 2 = 629 ± 104 wk 3 = 850 ± 143		wk 1 = 2,4 ± 1,2 wk 2 = 2,0 ± 0,4 wk 3 = 1,2 ± 0,1		wk 1 = 36,6 ± 14,1 wk 2 = 37,2 ± 5,5 wk 3 = 33,7 ± 3,6		wk 1 = 14,6 ± 6,3 wk 2 = 11,2 ± 2,4 wk 3 = 11,1 ± 2,7		wk 1 = 0 ± 0 wk 2 = 0,04 ± 0,03 wk 3 = 0,13 ± 0,6	
Substraat bevat per buis op t=0 (mg)			2a = 14794 2b = 14794 2c = 14794		2a = 72,6 2b = 72,6 2c = 72,6		2a = 2067 2b = 2067 2c = 2067		2a = 1209 2b = 1209 2c = 1209		2a = 34,4 2b = 34,4 2c = 34,4	

Tabel 2b. Uitgespoelde vrachten van mineralen vanuit een compostlaag na opbrengen van percolaat.

Code	Wk	Perc. (ml)	K		PO ₄ -P		N _{ts}		NH ₄ -N		NO ₃ -N	
			mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)
1a	1	126	6204	781	30,1	3,79	330	41,6	120	15,1	0	0
	2	125	5719	715	15,9	1,99	284	35,5	79	9,9	0	0
	3	131	5924	776	10,2	1,34	258	33,8	72	9,4	1,75	0,23
1b	1	64	6011	385	19,3	1,24	308	19,7	100	6,4	0	0
	2	123	5937	730	18,3	2,25	282	34,7	73	9,0	0,14	0,02
	3	120	6329	760	10,7	1,28	243	29,2	66	7,9	1,57	0,19
1c	1	66	5656	373	24,4	1,61	317	20,9	116	7,7	0,14	0,01
	2	117	6217	727	17,7	2,1	280	32,8	84	9,8	0,14	0,02
	3	126	6123	771	8,3	1,1	285	35,9	102	12,9	1,05	0,13
Totale vracht per buis (mg)			1a = 2272 1b = 1975 1c = 1871		1a = 7,12 1b = 4,77 1c = 4,81		1a = 110,9 1b = 83,6 1c = 89,6		1a = 34,4 1b = 23,3 1c = 19,4		1a = 0,23 1b = 0,21 1c = 0,16	
Gemiddelde vracht per week (mg)			wk 1 = 513 ± 190 wk 2 = 724 ± 6,5 wk 3 = 769 ± 6,7		wk 1 = 2,21 ± 1,13 wk 2 = 2,1 ± 0,11 wk 3 = 1,2 ± 0,10		wk 1 = 27,4 ± 10,1 wk 2 = 34,3 ± 1,1 wk 3 = 33,0 ± 2,8		wk 1 = 9,7 ± 3,8 wk 2 = 9,6 ± 0,4 wk 3 = 9,8 ± 1,5		wk 1 = 0,003 ± 0,0004 wk 2 = 0,07 ± 0,08 wk 3 = 0,18 ± 0,04	
Substraat bevat per buis op t = 0 (mg)			1a = 14794 1b = 14794 1c = 14794		1a = 72,6 1b = 72,6 1c = 72,6		1a = 2067 1b = 2067 1c = 2067		1a = 1209 1b = 1209 1c = 1209		1a = 34,4 1b = 34,4 1c = 34,4	
percolaat bevat (mg)			608		7,22		126,4		108		0,05	

Tabel 2c. Uitgespoelde vrachten van mineralen vanuit een tuinturfslaag na opbrengen van leidingwater.

Code	Wk	Perc. (ml)	K		PO ₄ -P		N _{ls}		NH ₄ -N		NO ₃ -N	
			mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)
4a	1	160	17,9	2,9	1,27	0,20	30,5	4,9	22,0	3,5	8,8	1,4
	2	114	18,0	2,1	1,22	0,14	33,6	3,8	28,8	3,3	6,1	0,7
	3	88	20,9	1,8	1,31	0,12	34,3	3,0	35,5	3,1	1,0	0,09
4b	1	152	19,0	2,9	2,25	0,34	32,3	4,9	22,8	3,5	11,1	1,7
	2	98	21,0	2,1	2,17	0,21	34,2	3,4	32,6	3,2	7,1	0,7
	3	82	21,1	1,7	2,17	0,18	34,6	2,8	34,1	2,8	2,1	0,17
4c	1	167	16,9	2,8	1,17	0,20	28,2	4,7	22,0	3,7	8,6	1,4
	2	106	18,0	1,9	1,31	0,14	30,6	3,2	26,6	2,8	4,7	0,5
	3	83	18,1	1,5	1,12	0,09	29,2	2,4	28,2	2,4	1,2	0,1
Totale vracht per buis (mg)			4a = 6,8 4b = 6,7 4c = 6,2		4a = 0,46 4b = 0,73 4c = 0,49		4a = 11,7 4b = 11,1 4c = 10,3		4a = 9,9 4b = 9,5 4c = 8,9		4a = 2,2 4b = 2,6 4c = 2,0	
Gemiddelde vracht per week (mg)			wk 1 = 2,9 ± 0,05 wk 2 = 2,0 ± 0,09 wk 3 = 1,7 ± 0,12		wk 1 = 0,25 ± 0,07 wk 2 = 0,16 ± 0,03 wk 3 = 0,13 ± 0,04		wk 1 = 4,83 ± 0,09 wk 2 = 3,47 ± 0,25 wk 3 = 2,70 ± 0,25		wk 1 = 3,57 ± 0,09 wk 2 = 3,10 ± 0,22 wk 3 = 2,77 ± 0,29		wk 1 = 1,5 ± 0,14 wk 2 = 0,6 ± 0,09 wk 3 = 0,12 ± 0,04	
Tuinturf bevat per buis op t = 0 (mg)			4a = 603 4b = 603 4c = 603		4a = 23,7 4b = 23,7 4c = 23,7		4a = 148,6 4b = 148,6 4c = 148,6		4a = 88,9 4b = 88,9 4c = 88,9		4a = 33,4 4b = 33,4 4c = 33,4	

Tabel 2d. Uitgespoelde vrachten van mineralen vanuit een tuinturf laag na opbrengen van percolaat.

Code	Wk	Perc. (ml)	K		PO ₄ -P		N _{ts}		NH ₄ -N		NO ₃ -N	
			mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)	mg/l	vracht (mg)
3a	1	216	405	87,5	3,04	0,66	42,3	9,1	34,5	7,5	6,6	1,43
	2	106	335	35,5	2,03	0,22	22,2	2,4	6,9	0,7	0,9	0,10
	3	93	426	39,6	2,41	0,22	19,7	1,8	5,0	0,5	0,1	0,01
3b	1	162	206	33,4	2,18	0,35	39,2	6,4	29,4	4,8	7,3	1,18
	2	104	222	23,1	1,57	0,16	16,9	1,8	4,6	0,5	0,2	0,02
	3	97	169	16,4	1,80	0,17	17,6	1,7	7,6	0,7	0,1	0,01
3c	1	234	345	80,7	3,03	0,71	42,7	9,9	34,5	8,1	6,5	1,52
	2	109	286	31,2	2,16	0,24	17,8	1,9	3,8	0,4	0,2	0,02
	3	99	666	65,9	3,64	0,36	23,0	2,3	5,2	0,5	0,1	0,01
Totale vracht per buis (mg)			3a = 163 3b = 73 3c = 178		3a = 1,1 3b = 0,7 3c = 1,3		3a = 13,3 3b = 9,9 3c = 14,1		3a = 8,7 3b = 6,0 3c = 9,0		3a = 1,54 3b = 1,21 3c = 1,55	
Gemiddelde vracht per week (mg)			wk 1 = 67,2 ± 24,1 wk 2 = 29,9 ± 5,1 wk 3 = 40,6 ± 20,2		wk 1 = 0,6 ± 0,2 wk 2 = 0,2 ± 0,03 wk 3 = 0,3 ± 0,08		wk 1 = 8,5 ± 1,5 wk 2 = 2,0 ± 0,3 wk 3 = 1,9 ± 0,3		wk 1 = 6,8 mg ± 1,4 wk 2 = 0,5 mg ± 0,1 wk 3 = 0,6 mg ± 0,1		wk 1 = 1,38 ± 0,14 wk 2 = 0,05 ± 0,04 wk 3 = 0,01 ± 0	
Tuinturf bevat per buis op t = 0 (mg)			3a = 603 3b = 603 3c = 603		3a = 23,7 3b = 23,7 3c = 23,7		3a = 148,6 3b = 148,6 3c = 148,6		3a = 88,9 3b = 88,9 3c = 88,9		3a = 33,4 3b = 33,4 3c = 33,4	
percolaat bevat (mg)			606		7,22		126,4		108		0,05	
Fractie van mineralen in percolaat die uitspoelt			10,9 – 28,2%		2,2 – 10,5%		0 – 2,4%		-		-	

Tabel 3a. Uitspoelbare hoeveelheden mineralen in tuinturf na afloop van het percolatie-experiment.

Tuinturf		Uitspoelbare hoeveelheid per buis (mg)				
Code	Deel	K	PO ₄ -P	N _{ts}	NH ₄ -N	NO ₃ -N
3a	B	624	2,0	114,7	103,7	3,51
	O	316	11,9	50,8	45,0	3,51
3b	B	853	3,7	159,8	152,9	3,51
	O	333	2,5	55,4	51,3	3,51
3c	B	427	1,7	88,7	81,2	1,49
	O	286	1,9	48,1	45,2	3,51
4a	B	166	1,3	41,0	36,8	0,96
	O	100	1,7	21,5	23,1	2,1
4b	B	130	0,6	50,4	45,7	5,3
	O	158	1,9	30,9	28,4	2,1
4c	B	157	1,3	45,6	42,5	3,5
	O	148	2,0	33,2	28,9	3,5
Gemiddelde 3		946	8,0	172,5	159,8	6,35
Gemiddelde 4		286	2,9	74,2	68,5	5,83
In tuinturf op t = 0		603	23,7	148,6	88,9	33,4
Verklaard door uitspoeling		41%	5%	3%	-	-

3 = tuinturf met percolaat

4 = tuinturf met leidingwater

Tabel 3b. Uitspoelbare hoeveelheden mineralen in compost na afloop van het percolatie-experiment.

Tuinturf		Uitspoelbare hoeveelheid per buis (mg)				
Code	Deel	K	PO ₄ -P	N _{ts}	NH ₄ -N	NO ₃ -N
1a	B	7472	15,8	228	19,5	165,3
	O	3614	12,0	344	274,9	15,7
1b	B	3400	13,6	223	158,9	19,4
	O	4235	14,2	411	351,2	3,4
1c	B	3207	11,4	192	98,4	50,0
	O	4235	13,0	460	405,3	3,36
2a	B	2301	14,4	118	9,98	77,9
	O	4255	12,4	452	404,8	7,0
2b	B	1985	12,7	98	7,64	68,1
	O	4255	14,1	463	419,4	3,36
2c	B	2016	13,1	85	8,45	60,9
	O	3848	14,2	396	348,7	3,36
Gemiddelde 1		8721	26,7	619	436,1	85,7
Gemiddelde 2		6220	26,9	537	400,0	73,6

1 = compost met percolaat

2 = compost met leidingwater

Bijlage 3

Analysegegevens compost

Bij opzetten composthoop

	g/kg ds	g/kg ds ras	% van ds os	g/kg ds N	g/kg ds P2O5	g/kg ds K2O
De Noord, hittefase, afgedekt.						
1	566	660	34,0	8,7	4,5	13,9
2	431	507	49,3	9,4	3,5	16,8
3	440	602	39,8	7,3	2,8	11,5
gemiddeld	479	590	41,0	8,5	3,6	14,1
De Noord, hittefase, niet afgedekt						
1	512	485	51,5	6,9	2,6	12,5
2	418	604	39,6	9,4	4,5	15,4
3	491	501	49,9	7,6	3,3	12,2
gemiddeld	474	530	47,0	8,0	3,5	13,4
De Noord, rijpingsfase						
1	710	827	17,3	4,3	2,3	7,9
2	765	859	14,1	4	2,5	8,0
3	777	831	16,9	3,6	2,3	7,0
gemiddeld	751	839	16,1	4,0	2,4	7,6
bedrijf 1						
1	610	645	35,5	7,2	2,8	8,0
2	559	652	34,8	6,4	2,3	8,5
3	591	736	26,4	4,8	1,9	5,7
gemiddeld	587	678	32,2	6,1	2,3	7,4
bedrijf 2						
1	372	595	40,5	8,8	4,4	10,7
2	494	737	26,3	6,0	3,2	6,1
3	397	690	31,0	9,1	4,0	9,2
gemiddeld	421	674	32,6	8,0	3,9	8,7
bedrijf 3						
1	517	835	16,5	3,4	2,6	7,8
2	433	809	19,1	3,1	3,0	11,4
3	404	737	26,3	4,4	2,6	8,3
gemiddeld	451	794	20,6	3,6	2,7	9,2

bedrijf 4, afgedekt

1	734	827	17,3	3,6	1,6	5,8
2	667	862	13,8	3,5	1,6	5,0
3	726	811	18,9	4,5	1,8	5,8
4	726	845	15,5	3,4	1,8	5,8
5	679	886	11,4	2,6	1,6	4,2
gemiddeld	706	846	15,4	3,5	1,7	5,3

bedrijf 4, niet afgedekt

1	634	838	16,2	5,0	2,5	4,5
2	590	794	20,6	5,8	2,5	5,2
3	685	837	16,3	4,5	2,3	3,9
4	694	814	18,6	4,4	2,5	4,0
5	638	824	17,6	4,5	2,8	4,5
gemiddeld	648	821	17,9	4,8	2,5	4,4

Bij uitrijden composthoop

	g/kg ds	g/kg ds ras	% van ds os	g/kg ds N	g/kg ds P	g/kg ds K
De Noord, hittefase, afgedekt.						
1	778	882	11,8	5	2,5	7,4
2	754	868	13,2	3,9	2,1	7,4
3	751	892	10,8	6,9	2,3	6,9
gemiddeld	761	881	12	5,3	2,3	7,2
De Noord, hittefase, niet afgedekt						
1	709	803	19,7	3,7	2,1	7,1
2	708	856	14,4	3,8	2,1	6,6
3	676	846	15,4	3,4	2,1	6,9
gemiddeld	698	835	17	3,6	2,1	6,9
De Noord, rijpingsfase						
1	712	875	12,5	4,6	2,1	6
2	786	895	10,5	5	2,5	7,4
3	733	897	10,3	4,5	2,1	5,1
gemiddeld	744	889	11	4,7	2,2	6,2
bedrijf 2						
1	495	820	18	6,4	3,5	6,1
2	469	724	27,6	8,2	4,5	7,8
3	512	783	21,7	6,2	2,3	5,9
gemiddeld	492	776	22	6,9	3,4	6,6

bedrijf 4, afgedekt

1	713	909	9,1	3,6	2,5	5
2	742	911	8,9	4,3	2,1	4,7
3	674	897	10,3	4,6	2,1	4,9
4	714	910	9	3,7	2,3	4,7
5	705	905	9,5	4	2,1	4,7
gemiddeld	710	906	9,4	4,0	2,2	4,8

bedrijf 4, niet afgedekt

1	602	896	10,4	4,8	2,5	2,9
2	582	890	11	4,8	2,8	3
3	601	885	11,5	5,4	2,5	3,8
4	593	888	11,2	5,9	2,5	3,5
5	586	886	11,4	4,6	2,5	3,8
gemiddeld	593	889	11,1	5,1	2,6	3,4

Bijlage 4

Analysegegevens percolaatwater

	g/kg ds	mg/kg ds N	mg/kg ds P2O5	mg/kg ds K2O		
uitgangssituatie	950	32,6	56,3	778,0		
De Noord, hittefase, afgedekt.						
3	927	82,0	121,9	871,2		
De Noord, hittefase, niet afgedekt						
1	922	68,0	119,6	912,0		
4	940	50,8	120,5	837,1		
gemiddeld	931	59,4	120,06	874,56		
De Noord, rijpingsfase						
1	962	52,0	89,7	838,8	39	699
2	942	71,0	108,1	861,6	47	718
3	964	54,0	110,4	819,6	48	683
gemiddeld	956	59,0	102,7	840,0		
bedrijf 1						
5	838	154,0	87,4	1011,6	38	843
2	838	182,0	354,2	1314,0	154	1095
gemiddeld	838	168,0	220,8	1162,8		
bedrijf 2						
5	870	200,0	124,2	1104,0	54	920
3	858	225,0	354,2	1314,0	154	1095
gemiddeld	864,0	212,5	239,2	1209,0		
bedrijf 3						
5	921	50,0	103,5	810,0	45	675
2	844	68,0	126,5	883,2	55	736
3	846	63,0	92,0	679,2	40	566
gemiddeld	870,3	60,3	107,3	790,8		
uitgangssituatie bedrijf 4	892	32,6	129,5	933,6		
bedrijf 4, afgedekt						
5	835	53,0	137,1	1449,6	59,6	1208
2	855	42,1	145,1	1356,0	63,1	1130
4	844	72,2	135,5	1520,4	58,9	1267
gemiddeld	844,7	55,8	139,2	1442,0		

bedrijf 4, niet afgedekt

1	835	92,7	147,7	1436,4	64,2	1197
4	899	76,9	153,4	1308,0	66,7	1090
5	850	65,8	147,7	1436,4	68,3	1159
gemiddeld	861,3	78,5	149,6	1393,6		