



# Onderbouwing N-werkingscoëfficiënt overige organische meststoffen

Studie t.b.v. onderbouwing gebruiksnormen

W. van Dijk

A.M. van Dam

J.C. van Middelkoop

F.J. de Ruijter

K.B. Zwart

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

Praktijkonderzoek Animal Sciences Group

Plant Research International

Alterra



© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr. 343; € 10,-

Dit onderzoek is financieel mede mogelijk gemaakt door: LNV

Intern PPO-projectnummer: 510510

## Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Business-unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroente

Adres : Edelhertweg 1  
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
Tel. : 0320 - 29 11 11  
Fax : 0320 - 23 04 79  
E-mail : [infoagv.ppo@wur.nl](mailto:infoagv.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

VOORWOORD .....	5
SAMENVATTING.....	7
1 INLEIDING .....	9
1.1 Aanleiding .....	9
1.2 Doel .....	9
1.3 Leeswijzer.....	9
2 ALGEMENE PRINCIPES N-WERKINGSCOËFFICIËNT ORGANISCHE MEST .....	11
2.1 Definitie NWC .....	11
2.2 Bepaling NWC .....	11
3 AANPAK .....	13
3.1 Afleiding NWC.....	13
3.1.1 Eerstejaars werking .....	13
3.1.2 Nawerking.....	15
3.2 Beschouwde meststoffen .....	15
3.2.1 Soort meststoffen.....	15
3.2.2 Samenstelling meststoffen.....	16
4 RESULTATEN BEREKENINGEN .....	19
4.1 Eerstejaars werking .....	19
4.1.1 N-meststoffen.....	19
4.1.2 Meststoffen met twee of drie van de waardegevende bestanddelen N, P en K .....	19
4.1.3 Samengestelde meststoffen .....	19
4.1.4 Kalkmeststoffen.....	20
4.1.5 Organische bodemverbeterende middelen .....	20
4.1.6 Producten met ontheffing .....	22
4.1.7 Plantenresten .....	23
4.2 Nawerking.....	26
4.3 Effecten van groenbemesters .....	27
5 DISCUSSIE .....	29
5.1 Kalenderjaar i.r.t. bemestingsjaar.....	29
5.2 Inrekening nawerking .....	29
5.3 Ammoniakemissie.....	30
5.4 Afbraaksnelheid organische stof .....	30
6 CONCLUSIES .....	31
7 AANBEVELINGEN .....	31
8 LITERATUUR.....	33

BIJLAGE 1. N-MINERALISATIE BEREKEND MET MINIP EN XCLNCE.....	35
BIJLAGE 2. WINTERVERLIEZEN DOOR UITSPOELING OP ZANDGRONDEN .....	39
BIJLAGE 3. SAMENSTELLING DOORGEREKENDE DIERLIJKE MESTSTOFFEN.....	43
BIJLAGE 4. SAMENSTELLING DOORGEREKENDE PLANTAARDIGE MESTSTOFFEN.....	46
BIJLAGE 5. SAMENSTELLING DOORGEREKENDE OVERIGE MESTSTOFFEN (INDICATIEVE BEREKENINGEN)	49

# Voorwoord

Ter onderbouwing van het nieuwe gebruiksnormenbeleid hebben de Ministeries van LNV en VROM de Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (WOG) ingesteld. De WOG heeft o.a. gebruiksnormen afgeleid voor totale aanvoer van stikstof (N) met meststoffen. Omdat deze norm op werkzame N is gebaseerd, is de N-werkingscoëfficiënt van organische mest van belang. Voor de onderbouwing ervan is vanuit de WOG een werkgroep ingesteld, de Werkgroep Onderbouwing Werkingscoëfficiënt (WOW).

In een eerdere studie heeft de WOW de onderbouwing geleverd voor de NWC van dunne mestsoorten en weidemest. Dit rapport levert de onderbouwing voor de NWC van de overige organische mestsoorten zoals vaste dierlijke mest en compost.

Tenslotte wordt de WOG bedankt voor het kritisch beoordelen van concepten.

De auteurs



# Samenvatting

Het nieuwe mineralenbeleid is gebaseerd op gebruiksnormen voor stikstof (N) en fosfaat. Voor N komen er twee gebruiksnormen, een norm voor aanvoer met dierlijke mest en een norm voor totale aanvoer met meststoffen. De laatste norm is gebaseerd op werkzame N. Dat betekent dat er forfaitaire waarden moeten komen voor de N-werkingscoëfficiënt (NWC) van organische mest. Voor de onderbouwing ervan is de Werkgroep Onderbouwing Werkingscoëfficiënt (WOW) ingesteld.

In een eerdere studie heeft de WOW de onderbouwing geleverd voor de NWC van dunne mestsoorten en weidemest. Dit rapport levert de onderbouwing voor de NWC van de overige organische mestsoorten zoals vaste dierlijke mest en compost.

Uitgaande van toepassing op bouwland bedraagt de NWC van vaste kippenmest, varkensmest en rundveemest in geval van voorjaarstoediening respectievelijk 50-55, 50 en 40%. De NWC van de overige vaste dierlijke mestsoorten loopt uiteen van 40-55%. Bij toediening in de herfst is de NWC laag, circa 20-25% voor genoemde mestsoorten.

De NWC van rundvee- en varkensgier bedraagt 85-90%. De als gevolg van mestscheiding verkregen dunne fracties kennen door het lagere aandeel minerale N een circa 10-15% lagere NWC dan gier. De NWC van vaste fracties en vaste mest zijn van dezelfde grootte orde, circa 50%.

Gecomposteerd (plantaardig) materiaal heeft een lagere NWC dan vaste dierlijke mest. De NWC van champost bedraagt circa 25 en 20% bij resp. voorjaars- en najaarstoediening. Compost kent een wat lagere NWC, namelijk 10-20% en 5-15% bij resp. voorjaars- en najaarstoediening.

De berekende nawerking van vaste dierlijke mestsoorten en compost bedraagt globaal respectievelijk 15 en 25%. Vooral bij resistentere mestsoorten duurt het lang (10-15 jaar) voordat bij jaarlijkse toediening de evenwichtssituatie wordt bereikt, waarbij de genoemde nawerking wordt gerealiseerd.





# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

In oktober 2003 heeft het Europese Hof het Nederlandse mineralenbeleid, dat stoelt op Minas en mestafzetovereenkomsten, afgekeurd. Het Hof stelde dat er een nieuw stelsel moet komen dat is gebaseerd op gebruiksnormen in plaats van verliesnormen. Ter onderbouwing van de gebruiksnormen heeft LNV/VROM de Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (WOG) ingesteld.

Voor stikstof (N) komen er twee gebruiksnormen, een norm voor aanvoer met dierlijke mest en een norm voor totale aanvoer met meststoffen. De laatste norm is gebaseerd op werkzame N. Dat betekent dat er wettelijke forfaits moeten worden afgesproken voor de N-werkingscoëfficiënt (NWC) van organische mest. Vanuit de WOG is een werkgroep ingesteld voor de onderbouwing ervan, de Werkgroep Onderbouwing Werkingscoëfficiënt (WOW). In een eerdere studie heeft de WOW de onderbouwing geleverd voor de NWC van dunne mestsoorten en weidemest (Van Dijk et al., 2004). Voor de overige organische meststoffen moeten nog wettelijke NWC's worden vastgesteld. Onderhavige studie levert de onderbouwing daarvoor.

Naast de onderbouwing van getalswaarden voor de NWC is er vanuit het beleid de behoefte aan een protocol waarmee de NWC op relatief eenvoudige wijze kan worden vastgesteld. Het protocol kan worden gebruikt voor de vaststelling van de NWC van nieuwe producten die op de markt komen en tevens voor producten die op dit moment worden gebruikt maar waarvan onvoldoende informatie beschikbaar is om de NWC in kader van onderhavige studie betrouwbaar te kunnen inschatten.

## 1.2 Doel

Deze studie heeft de volgende doelstellingen:

- Het kwantificeren van de variatie in NWC van overige, veelal vaste organische mestsoorten in relatie tot toedieningstijdstip, grondgebruik (gras- en bouwland) en teeltduur, waarbij rekening wordt gehouden met zowel de eerstejaars als de lange termijn N-werking (nawerking).
- Het ontwikkelen van een advies voor een protocol waarmee de NWC van organische producten kan worden vastgesteld.

Het advies voor een protocol zal via een aparte publicatie worden opgeleverd.

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de principes waarop de NWC van organische mest is gebaseerd kort samengevat. Vervolgens wordt de aanpak beschreven (hoofdstuk 3). Het resultaat, de variatie in NWC van diverse organische mestsoorten, wordt gepresenteerd in hoofdstuk 4. Het rapport wordt afgesloten met een discussie (hoofdstuk 5), de meest relevante conclusies (hoofdstuk 6) en een aantal onderzoeksaanbevelingen (hoofdstuk 7).



## 2 Algemene principes N-werkingscoëfficiënt organische mest

In de voorgaande WOW-studie (Van Dijk et al., 2004) zijn de algemene principes met betrekking tot definitie en bepaling van NWC uitgebreid beschreven. In dit rapport wordt daarom volstaan met een korte samenvatting.

### 2.1 Definitie NWC

De NWC geeft aan welk deel van de totale hoeveelheid stikstof in organische mest dezelfde werking heeft als de stikstof uit kunstmest (meestal kalkammonsalpeter). Hierbij wordt uitgegaan van een *optimale* kunstmesttoediening. In geval van herfsttoediening van organische mest wordt deze dus vergeleken met kunstmesttoediening in het voorjaar.

De oorzaak van de lagere N-efficiëntie van organische mest in vergelijking met kunstmest ligt in de samenstelling van de mest. Stikstof komt in twee vormen voor in organische mest, een minerale fractie (Nm) en een organische fractie (Norg). De minerale fractie bestaat uit ammonium waarvan een deel, afhankelijk van toedieningstechniek, vervluchtigt bij toediening. Dit deels onvermijdelijke verlies verlaagt de effectiviteit in vergelijking met kunstmest. Van de minerale fractie die na vervluchtiging overblijft, mag verwacht worden dat gewassen daar net zo op reageren als op stikstof uit kunstmest. Het organische deel moet echter eerst worden omgezet in minerale stikstof voordat planten het kunnen opnemen. Doordat niet alle organische mest gedurende een groeiperiode mineraliseert ontstaat de lagere effectiviteit. Hoe langer de periode dat een gewas stikstof op kan nemen, hoe hoger de N-werking van organische mest.

Voor de stikstofwerking zijn dus een aantal factoren van belang:

- de samenstelling van de mest
- de eigenschappen van de organische stikstof
- het moment waarop de mest wordt toegediend
- de toedieningstechniek
- de periode waarin een gewas stikstof opneemt

### 2.2 Bepaling NWC

De NWC kan op een aantal manieren worden bepaald. Een eerste mogelijkheid is de NWC empirisch vast te stellen via veld- of potproeven. Hierbij wordt in veel gevallen de opbrengst van een object met en zonder organische mest met elkaar vergeleken. De NWC bij toediening van dunne mest op grasland, zoals weergegeven in de Adviesbasis (Anonymus, 2002a), is op deze manier bepaald.

Bij bouwland is een modelmatige insteek gekozen. De reden hiervoor was dat er bij bouwland minder proefmateriaal beschikbaar was dan bij grasland. De modelmatige benadering wijkt af van de empirische benadering. Bij de modelmatige berekening worden niet de opbrengsten van twee objecten met elkaar vergeleken, maar wordt berekend welke fractie van de stikstof in de organische mest beschikbaar is voor gewasgroei tijdens de groeiperiode van het gewas. Voor de berekening van de NWC worden eerst de afzonderlijke NWC's berekend van de minerale fractie (NWCm) en de organische fractie (NWCorg). De NWC van de totale N wordt dan berekend volgens:

$$NWC = ((NWCm * Nm + NWCorg * Norg) / N_{\text{totaal}}) * 100$$

Waarbij:

Nm = gehalte minerale N (kg/ton)

Norg = gehalte organische N (kg/ton)

Ntotaal = gehalte N (kg/ton)

De werking van beide fracties wordt berekend met behulp van de rekenregels van Lammers (1984). Voor

verdere achtergronden betreffende bepalingmethoden voor de NWC wordt verwezen naar Van Dijk et al. (2004).

De WOW maakt onderscheid tussen de eerstejaars werking en nawerking. De eerstejaars werking is de N die in de eerste twaalf maanden na toediening beschikbaar komt voor het gewas. De nawerking betreft de N die in de periode daarna beschikbaar komt.

## 3 Aanpak

### 3.1 Afleiding NWC

Gekozen is voor een modelmatige aanpak zoals die thans ook wordt gebruikt voor afleiding van de N-werking op bouwland. Hierbij wordt eerst de afzonderlijke NWC (%) berekend van de minerale fractie (NWC<sub>m</sub>) en de organische fractie (NWC<sub>org</sub>). De totale N-werking wordt dan berekend zoals weergegeven in paragraaf 2.2.

De keuze voor een modelmatige aanpak vloeit o.a. voort uit de geringe beschikbaarheid van empirische gegevens van vaste organische meststoffen. Nieuw empirisch onderzoek (via veld- of potproeven) is tijdrovend en bovendien kostbaar. Daarnaast biedt een modelmatige aanpak het voordeel dat gemakkelijker een gevoeligheidsanalyse kan worden uitgevoerd op factoren die naar verwachting van invloed zijn op de NWC. Verder kunnen eerstejaars werking en nawerking ook beter worden gekwantificeerd. Op basis van veldproeven is dit zelden mogelijk. Anders dan bij veel dunne mestsoorten kan bij vaste organische meststoffen afhankelijk van de afbreekbaarheid van de Norg, de nawerking aanzienlijk hoger zijn dan de eerstejaars werking (bijvoorbeeld bij compost).

Een nadeel van een modelmatige aanpak is dat er geen rekening wordt gehouden met niet-N-effecten van mesttoediening op de gewasgroei. Hierbij kan gedacht worden aan bodemstructuurschade door berijding met relatief zware machines of directe gewasschade door verbranding of schade aangebracht door injectiekouters. Ook weerseffecten worden slechts in beperkte mate meegewogen.

#### 3.1.1 Eerstejaars werking

##### Varianten

De eerstejaars N-werking hangt af van de werking van de Nm-fractie en van de werking van de Norg-fractie die binnen 12 maanden na toediening vrijkomt (Ne). Bepalende factoren hierbij zijn het toedieningstijdstip (voor zowel NWC<sub>m</sub> als NWC<sub>org</sub>) en de periode waarin N wordt opgenomen (voor NWC<sub>org</sub>). In tabel 1 zijn de varianten weergegeven die zijn doorgerekend.

Bij het toedieningstijdstip wordt uitgegaan van herfst- en voorjaarstoediening. In het eerste geval is gekozen voor toediening op 31 augustus. Bij voorjaarstoediening is voor grasland uitgegaan van twee tijdstippen, resp. 1 maart (toediening vóór eerste snede) en 1 juni (toediening vóór latere snedes). Bij bouwland is gekozen voor 1 april. De genoemde tijdstippen reflecteren de huidige bemestingspraktijk.

Bij de groeiduur worden bij grasland twee varianten onderscheiden samenhangend met het toedieningstijdstip, resp. lang (representatief voor toediening vóór de eerste snede) en kort (representatief voor toediening in latere snedes). Bij bouwland worden drie periodes doorgerekend, resp. kort (N-opname tot 15/6), middellang (N-opname tot 1/8) en lang (N-opname tot 1/10).

Bij herfsttoediening wordt uitgegaan van een toepassing zonder groenbemester. Wel zal beknopt het effect van een groenbemester worden beschreven.

Tabel 1. **Toedieningstijdstippen organische mest en N-opname-periodes.**

	voorjaarstoediening		najaarstoediening	
	start (toediening mest)	eind (einde N-opname)	start (toediening mest)	eind (einde N-opname)
gras lang	1/3	15/10	1/9	1/9 <sup>1</sup>
gras kort <sup>2</sup>	1/6	15/10		
bouwland kort	1/4	15/6	1/9	15/6
bouwland middellang	1/4	1/8	1/9	1/8
bouwland lang	1/4	1/10	1/9	1/9 <sup>1</sup>

1. Periode stopt op 1/9 omdat eerstejaarswerking over de eerste 12 maanden na toediening wordt berekend.

2. Betreft toediening in latere snedes.

### **Bepaling NWCm**

De NWCm wordt bepaald door de ammoniakemissie bij toediening en verliezen die optreden na toediening (uitspoeling en denitrificatie). Wat betreft het laatste gaat het om extra verliezen die optreden na toediening in vergelijking met *in het voorjaar toegediende* kunstmeststikstof.

De volgende aannames zijn gedaan:

- Voor de ammoniakemissie wordt bij vaste meststoffen uitgegaan van 75 en 20% bij toediening op resp. gras- en bouwland. Deze waarden zijn afkomstig uit Van Dijk et al. (2004). Bij toediening op grasland is het percentage ammoniakemissie gebruikt, die optreedt bij een breedwerpige toediening van dunne mest (circa 75%). Bij toediening op bouwland is uitgegaan van oppervlakkig inwerken (gebruikelijk bij de meeste vaste meststoffen). Bij gier en dunne fracties (na mestscheiding) is gerekend met een ammoniakemissie van 10% op zowel gras- als bouwland. Dit percentage betreft een gemiddelde van injectie en oppervlakkig inwerken (bouwland) en zodebemesting en sleepvoetbemesting (grasland).
- Bij voorjaarstoediening wordt aan de Nm die overblijft na aftrek van de ammoniakemissie dezelfde werking toegekend als aan kunstmest (100%). Hoe bij herfsttoediening wordt omgegaan met de werkzaamheid van de resterende Nm staat hieronder beschreven.

### **Bepaling NWCorg**

Voor het bepalen van de NWCorg dient eerst de mineralisatie van de Norg in de periodes zoals weergegeven in tabel 1 te worden berekend en vervolgens moet worden aangegeven welk deel van de gemineraliseerde N kan worden meegerekend voor de N-werking.

#### *Berekening N-mineralisatie uit Norg*

Voor het berekenen van de mineralisatie van de Norg is een groot aantal modellen van uiteenlopende complexiteit ontwikkeld (Zwart, 2001a). Uitgangspunt in deze studie is om uit te gaan van een eenvoudig mineralisatiemodel. Randvoorwaarde was wel dat het gebruikte model is gepubliceerd. Er zijn twee relatief eenvoudige modellen met elkaar vergeleken. Het eerste model is MINIP, dat is gebaseerd op ideeën van Janssen (1984). Het tweede model is XCLNCE (Zwart, 2002) dat is gebaseerd op Lammers (1984). In tegenstelling tot het model dat Lammers gebruikte wordt in XCLNCE wel rekening gehouden met immobilisatie (op basis van C/N-verhouding mest en micro-organismen). Bij Minip is dit ook het geval. Beide modellen hebben als voordeel dat slechts een gering aantal gegevens nodig is voor de berekeningen.

Vergelijking van de modeluitkomsten liet zien dat de verschillen gering waren (Bijlage 1). Besloten is om te rekenen met Minip. De kern daarvan is gepubliceerd in een internationaal tijdschrift en Minip wordt in Nederland meer gebruikt dan XCLNCE.

#### *Werking gemineraliseerde N*

Voor een nauwkeurige inschatting van de beschikbaarheid van de gemineraliseerde N voor gewasproductie zou gebruik kunnen worden gemaakt van complexe modellen voor berekening van transport van water en daarin opgeloste stoffen w.o. N en denitrificatie. Voor het doel van regelgeving is een eenvoudiger systeem wenselijker. Bovendien is de NWC een relatief getal met als referentie bemesting met kunstmest. Daarom is gekozen om de systematiek van Lammers (1984) te hanteren, die ook gebruikt is bij de onderbouwing van de NWC van dunne mest (Van Dijk et al., 2004). Dit levert de volgende uitgangspunten:

- Bij voorjaarstoediening wordt alle N die vrijkomt door mineralisatie in de beschouwde periodes (tabel 1) als 100% werkzaam verondersteld.
- Bij herfsttoediening is gecorrigeerd voor winterverliezen (Nm bij toediening en Ne die in de wintermaanden vrijkomt) conform de systematiek van Lammers (tabel 2). Voor kleigrond zijn de correctiefactoren volgens Lammers gebruikt. De indruk is echter dat deze op zand te optimistisch zijn. In praktijkproeven op zandgrond is de systematiek van Lammers vergeleken met XCLNCE, waarin een eenvoudige waterstroommodule was opgenomen. De correlatie tussen berekende en gemeten waarden van Nmin in de bodem was bij laatstgenoemde aanzienlijk beter. Besloten is daarom om de correctiefactoren van Lammers voor zandgrond aan te passen op basis van berekeningen met de waterstroommodule in XCLNCE. Voor verdere uitwerking wordt verwezen naar bijlage 2.

Bij de onderbouwing van gewasgebruiksnormen (Schröder et al., 2004) zijn de uitspoelingsverliezen berekend met het door het RIVM ontwikkelde mest-ABC. Omdat hierbij de uitspoeling op jaarbasis wordt berekend past deze aanpak niet bij de in onderhavige studie gehanteerde aanpak, namelijk berekening van de uitspoeling per maand.

Tabel 2. **Gehanteerde correctiefactoren (% van minerale N) voor winterverliezen.**

minerale N aanwezig in	uitspoeling %		denitrificatie %	
	zand	klei	zand	klei
september <sup>1</sup>	83	47	17	38
oktober	83	47	17	38
november	69	47	17	38
december	52	30	17	38
januari	33	20	17	38
februari	17	10	17	38

1. Lammers geeft geen verliezen voor september, hiervoor zijn de waarden van oktober genomen.

### 3.1.2 Nawerking

De nawerking is gebaseerd op de mineralisatie van de Norg vanaf het tweede jaar na toediening. In evenwichtstoestand is deze voor elke meststof qua hoeveelheid gelijk aan 1-Ne. Onder evenwicht wordt de situatie verstaan waarin opbouw of afbraak van organische stof in de bodem aan elkaar gelijk zijn. De duur van de periode waarin de evenwichtstoestand wordt bereikt is afhankelijk van de grootte van de fractie Ne en is daardoor verschillend voor diverse organische mestsoorten.

Voor de berekening zijn de volgende aannames gedaan:

- Voor de werking is de lengte van het groeiseizoen bepalend. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen grasland (1/3 – 15/10) en bouwland (1/4 – 1/8). Voor het deel dat mineraliseert in deze periode wordt een werking van 100% aangenomen.
- De duur van de periode waarin het evenwicht wordt bereikt hangt af van de afbraakarakteristiek van de Norg (initiële leeftijd). Voor twee uiteenlopende mestsoorten (kippenmest en compost) is dit in kaart gebracht (hoofdstuk 4.2). Voor alle meststoffen is de nawerking berekend bij jaarlijkse toediening over een periode van 20 jaar.

## 3.2 Beschouwde meststoffen

### 3.2.1 Soort meststoffen

De studie richt zich op de volgende typen meststoffen:

- Meststoffen opgenomen in de Meststoffenbeschikking 1977
- Producten toegelaten op basis van een individuele of bijzondere ontheffing
- Specifieke producten die niet onder de zojuist genoemde groepen vallen (vooral plantenresten):
  - Heideplagsel
  - Maaisel (bermen, sloten)
  - Oogstresten

De volledige lijst met producten die zijn beschouwd is weergegeven in bijlage 3 t/m 5. Hieronder volgt een korte toelichting.

#### **Afbakening**

De berekeningen zijn afgebakend op Nhoudende meststoffen met organische N of van organische oorsprong. Dat betekent dat kunstmeststoffen, die zijn opgenomen in de Meststoffenbeschikking 1977, niet worden meegenomen en de werking daarvan op 100% wordt gesteld.

#### **Meststoffenbeschikking 1977**

Op basis van de bovengenoemde afbakening worden de volgende groepen van meststoffen meegenomen (terminologie volgens Meststoffenbeschikking 1977):

- Stikstofmeststoffen
- Meststoffen met twee of drie van de waardegevende bestanddelen N, P en K
- Samengestelde meststoffen
- Kalkmeststoffen
- Organische bodemverbeterende middelen

Bij de groep “Organische bodemverbeterende middelen” is een aantal producten buiten beschouwing gelaten, namelijk bagger, beer, fecaliën, bladaarde, broeimest, toemaak en vers huis- en stadsafval. De reden hiervoor is dat ze niet meer onder de meststoffenwet vallen (bagger, toemaak), het niet meer toegestaan is ze direct uit te rijden op het land (beer, fecaliën, vers huis- en stadsafval) of ze vrijwel niet meer worden gebruikt (broeimest). Bladaarde is weggelaten omdat dat een soort compost betreft en onder die noemer wordt meegenomen. Verder zijn ook dunne mestsoorten buiten beschouwing gelaten omdat die al in een eerdere studie zijn beschreven (Van Dijk et al., 2004).

### **Producten met ontheffing**

Dit betreft veelal bijproducten van industriële processen, die via een ontheffing mogen worden gebruikt als meststof. Ontheffingen worden verleend op basis van aan te leveren dossiers waarin o.a. de bemestende waarde moet zijn gedocumenteerd.

### **Plantenresten**

Wat betreft plantenresten ligt de focus op materiaal dat van buiten het bedrijf komt. Dit betreft vooral sloot- en bermmaaisel en oogstresten uit sectoren met weinig of geen eigen land (champignons, glastuinbouw). In de andere sectoren worden oogstresten meestal binnen het bedrijf weer op land teruggebracht en vallen qua wetgeving waarschijnlijk onder de AmvB vrijstelling stortverbod buiten inrichting. Dat betekent dat plantenresten niet als N-aanvoerpost hoeven te worden meegeteld.

Vers plantaardig afval van champignonteelt (champignonvoetjes) worden buiten beschouwing gelaten. Voor dit materiaal wordt momenteel een ontheffing aangevraagd om gebruikt mogen te worden als meststof, maar het valt nu nog niet onder de Meststoffenwet. Plantaardig afval vanuit de glasteelt wordt vrijwel niet rechtstreeks op het land uitgereden maar wordt meestal afgevoerd naar composteerbedrijven. In dat geval valt het onder compost. De NWC van vers materiaal is daarom niet meegenomen.

## **3.2.2 Samenstelling meststoffen**

Voor de modelberekeningen zijn de volgende kengetallen van belang:

- N-gehalte (Nm en Norg)
- Organische stofgehalte
- C/N-verhouding organische stof
- Initiële leeftijd organische stof

Voor het N- en organische stofgehalte is gebruik gemaakt van Handboek Meststoffen (Anonymus, 2000b) en de verschillende Adviesbases (Anonymus, 2002a; Van Dijk, 2003). Niet in alle gevallen was het Nm- en Norg-gehalte bekend. Indien mogelijk is deze geschat door uit te gaan van verhoudingen van vergelijkbare meststoffen. Wanneer dit het geval is, is in bijlage 3 t/m 5 aangegeven op basis waarvan de inschatting heeft plaatsgevonden. De C/N-verhouding is berekend op basis van organische stofgehalte en N-org-gehalte. Voor het C-gehalte in de organische stof is een vast percentage van 45% aangehouden.

Er is ook gebruik gemaakt resultaten van landbouwkundig onderzoek waarbij ook analyses zijn verricht op samenstelling van organische mestsoorten.

Bij het berekenen van de N-mineralisatie uit de Norg van de organische mest is de afbraaksnelheid van de organische stof een belangrijke factor. Het model gebruikt hiervoor de term initiële leeftijd (ook wel A-waarde genoemd) van de organische stof. Deze is een maat voor de afbraaksnelheid ervan en wordt afgeleid via de humificatiecoëfficiënt (hc). Deze geeft aan welk deel van de organische stof een jaar na toediening nog aanwezig is. In de formule onder tabel 3 is aangegeven hoe de initiële leeftijd uit de hc kan worden berekend. In het algemeen geldt dat hoe hoger de hc en de initiële leeftijd, hoe langzamer het materiaal afbreekt. In tabel 3 staan voor een aantal dierlijke en plantaardige mestsoorten de gehanteerde hc's met corresponderende initiële leeftijden. Voor dierlijke mesten zijn ze gebaseerd op Ne/Nr-verhouding zoals weergegeven door Sluismans en Kolenbrander (1976) en Beijer & Westhoek (1996). De hc is gelijk aan het aandeel Nr. De hc's voor plantaardige mesten komen uit Handboek Meststoffen (Anonymus, 2000b) en Bokhorst & ter Berg (2001).

Voor kalkoenen- en eendenmest is uitgegaan van de initiële leeftijd van kippenmest, voor konijnen-, paarden-, schapen-, geiten-, nertsenmest is uitgegaan van die van rundermest. Voor gier en mestscheidingsproducten (dunne en vaste fracties) is uitgegaan van de initiële leeftijd van de hiermee corresponderende onbewerkte mestsoorten.



In tabel 3 is ook de initiële leeftijd van vers plantaardig afval opgenomen. Deze is als volgt afgeleid. In plantaardig afval dat gebruikt wordt als meststof zal naar verwachting weinig wortelmateriaal zitten. Het gaat veelal om bovengronds materiaal. Er is vervolgens uitgegaan van het gemiddelde van de humificatiecoëfficiënt van groene massa (20%) en stro (30%), namelijk 25%.

Tabel 3. **Humificatiecoëfficiënten en corresponderende initiële leeftijd van dierlijke en plantaardige mestsoorten.**

	humificatiecoëfficiënt (hc)	initiële leeftijd (a) <sup>1</sup>
rundermest	0,50	1,95
varkensmest	0,33	1,36
vaste kippenmest	0,34	1,38
vaste vleeskuikens	0,36	1,44
vers plantaardig materiaal	0,25	1,13
champost	0,50	1,95
gft-compost	0,75	3,69
heidecompost	0,80	4,40
boomschorscompost	0,85	5,47
turfstrooisel	0,85	5,47

1. Afgeleid via:  $hc = \exp(4,7 * ((a+1)^{-0,6} - a^{-0,6}))$ .

Meststoffen waarvan onvoldoende informatie bekend is (vooral initiële leeftijd) zijn bij de modelberekeningen buiten beschouwing gelaten. Wel is nagegaan of er via empirische onderzoeksgegevens informatie beschikbaar was.



## 4 Resultaten berekeningen

### 4.1 Eerstejaars werking

In tabel 4 zijn de resultaten van de modelberekeningen bij de diverse meststoffen weergegeven. De vermelde NWC-waarden zijn afgerond op 5-tallen. Van meststoffen waarvan slechts beperkte informatie beschikbaar was (bijlage 5) zijn wel indicatieve berekeningen uitgevoerd. De resultaten zijn niet weergegeven in tabel 4 maar wel verwoord in de tekst.

Per meststof zijn een aantal varianten doorgerekend die een inschatting geven van de bandbreedte van de NWC. Ten behoeve van normstelling kan het beste uitgegaan worden van toediening op bouwland bij een middellang groeiseizoen (vetgedrukte kolommen in tabel 4). Een groot deel van de beschouwde meststoffen worden vooral op bouwland toegepast. Bovendien is een middenlang groeiseizoen (bijvoorbeeld aardappelen en maïs) ook uitgangspunt geweest bij de onderbouwing van de NWC van dunne mest (Van Dijk et al., 2004).

#### 4.1.1 N-meststoffen

Dit betreft vooral N-hulpmeststoffen gemaakt van dierlijk (o.a. verenmeel, bloedmeel) en plantaardig afval (o.a. cacaodoppen, moutscheuten). Er is weinig gedocumenteerde informatie beschikbaar over de afbraaksnelheid van dergelijke materialen. In het rapport "Organische stofmanagement in Biologische kasteelt. Chrysantenproef 2002" van Marcelis et al. (2003) is gekeken naar afbraak en N-mineralisatie van organische meststoffen w.o. bloedmeel en de producten Monterra (mengsel van verenmeel en melasse) en Maltaflor (mengsel van moutkiemen, melasse en sojaschroot). Er zijn zowel experimenten (kasproeven en incubatieproeven) als modelberekeningen (w.o. Minip) uitgevoerd. De in incubatieproeven gemeten C-afbraak was vergelijkbaar voor de drie genoemde meststoffen. De hieruit afgeleide initiële leeftijd bedroeg 0,65-0,8. Deze lage waarden impliceren een snelle afbraak. Wel werd aangegeven dat bij deze meststoffen niet zo'n goede fit werd verkregen met Minip, d.w.z. dat empirische resultaten niet altijd overeenkwamen met modelberekeningen.

In het kader van het project Biokas ([www.biokas.nl](http://www.biokas.nl)) is ook onderzoek verricht naar de afbraak van organische stof in o.a. N-hulpmeststoffen (via incubatieproeven). De volledige resultaten zijn echter nog niet beschikbaar, maar worden opgenomen in een rapport dat in 2005 zal worden gepubliceerd. Uit de informatie rond afbraak van organische stof die inmiddels wel op de website is gepubliceerd, kan worden afgeleid dat de initiële leeftijd hoger (niveau vers plantmateriaal, varkensmest) dan die waarden die hierboven zijn vermeld.

Omdat voldoende gedocumenteerde informatie over de initiële leeftijd vooralsnog ontbreekt is in deze studie *indicatief* gerekend met een range, waarbij gerekend is met een initiële leeftijd van snel afbreekbaar materiaal (0,8), vers plantaardig materiaal (1,13) en varkensmest (1,36). Er zijn berekeningen uitgevoerd met de producten bloedmeel, verenmeel, Monterra en Maltaflor (voor samenstelling zie bijlage 5). Van andere producten was onvoldoende gedocumenteerde informatie over samenstelling beschikbaar. De berekende NWC (bouwland, middenlang groeiseizoen, voorjaarstoediening) bedraagt 75-80%, 60-65% en 50-60% bij een initiële leeftijd van respectievelijk 0,8, 1,13 en 1,36. Benadrukt moet worden dat het hier gaat om producten met een lage C/N-verhouding (3-6). De berekende NWC's kunnen daarom niet direct doorvertaald worden naar andere meststoffen in deze groep.

#### 4.1.2 Meststoffen met twee of drie van de waardegevende bestanddelen N, P en K

In deze groep gaat het hoofdzakelijk om kunstmeststoffen. De enige uitzondering is guano. Deze organische meststof wordt echter niet in de landbouw gebruikt en is daarom buiten beschouwing gelaten.

#### 4.1.3 Samengestelde meststoffen

Het gaat hier om mengsels van organische meststoffen (zowel van dierlijke als plantaardige oorsprong) of verrijkte organische mest. In het Handboek Meststoffen wordt een groot aantal van deze meststoffen genoemd. Bij mengsels is de verhouding vaak niet bekend. Dat geldt ook voor de Nm/Norg-verhouding. Dat maakt het lastig betrouwbare modelberekeningen uit te voeren. Deze meststoffen zijn vooralsnog buiten beschouwing gelaten.

#### 4.1.4 Kalkmeststoffen

Het gaat hier vooral om schuimaarde, een bijproduct van de suikerindustrie. Er is geen gedocumenteerde informatie beschikbaar over de initiële leeftijd. Wel loopt op dit moment onderzoek. In 2004 is een incubatieproef uitgevoerd. In 2005 worden opnieuw incubatieproeven uitgevoerd bij drie grondsoorten en worden ook twee veldproeven aangelegd.

Wanneer wordt uitgegaan van een initiële leeftijd van vers plantaardig materiaal, dan wordt een *indicatieve* NWC berekend van circa 30 en 50% bij respectievelijk najaars- en voorjaarstoediening.

#### 4.1.5 Organische bodemverbeterende middelen

In tabel 4 is de NWC van diverse dierlijke en plantaardige mestsoorten weergegeven. Er is een onderscheid gemaakt tussen dierlijke en plantaardige mestsoorten. In het algemeen is de werking van vaste dierlijke mestsoorten hoger dan van plantaardig, veelal gecomposteerd materiaal. Dit komt door de hogere afbraaksnelheid van de organische stof bij dierlijke mestsoorten.

##### Dierlijke mest

###### *Vaste mest*

De meest gebruikte vaste dierlijke mestsoort is kippenmest. In de tabel is de NWC weergegeven van leghennen-, vleeskuikens- en kippenstrooiselmest. Bij voorjaarstoediening op bouwland bedraagt de NWC 50-55% bij een middenlang groeiseizoen. Bij grasland varieert de NWC van 40-60% uitgaande van toediening voor de eerste snede (lang groeiseizoen). De in vergelijking met bouwland lagere NWC van kippenstrooiselmest (circa 40% t.o.v. 55%) wordt veroorzaakt door het relatief hoge Nm-gehalte. Dit leidt tot meer ammoniakemissie op grasland omdat vaste mest niet kan worden ingewerkt.

NWC's van kippenmest gevonden in veldproeven, variëren sterk (Van der Veen, 1985). Ook internationaal is er op de internetsites van diverse adviseurs vrij uitvoerig informatie beschikbaar over de N-werking van kippenmest. In Amerikaanse Adviesystemen is de eerstejaarsbeschikbaarheid in akkerbouwsystemen tussen de 40 en 70%, afhankelijk van de wijze van inwerken (Extension Service University of Minnesota); vaak wordt een percentage van 60% aangehouden (Extension Services Universities of Georgia, Kentucky & North Carolina). Adviesystemen in Nieuw Zeeland hanteren een beschikbaarheid tussen de 45 en 60% afhankelijk van de duur van opslag ([www.lifestyleblock.co.nz](http://www.lifestyleblock.co.nz)).

Bij vaste rundvee- en varkensmest is voor zowel gras- als bouwland een werking berekend van respectievelijk 40 en 50% bij voorjaarstoediening. In het algemeen is de NWC van vaste kippen- en varkensmest van dezelfde grootte orde. De NWC van vaste rundveemest ligt daar circa 10-15% onder.

Bij de overige dierlijke vaste mestsoorten loopt de NWC uiteen van 35-50% en 40-60% voor resp. gras- en bouwland.

De NWC stijgt volgens verwachting bij een langer groeiseizoen omdat dan door langere mineralisatieperiode de werking van de Norg toeneemt. Bij bouwland is de stijging sterker dan bij grasland. Dit komt doordat het korte groeiseizoen bij grasland van juni tot oktober loopt. Dit betreft relatief warme maanden (meer mineralisatie dus hogere werking Norg). Uitbreiding van het groeiseizoen met de relatief 'koude' maanden maart, april en mei levert dan een geringere winst in werking van de Norg. Voor bouwland is juist het omgekeerde het geval. Het korte groeiseizoen loopt hier van april tot half juni. Verlenging met de warme maand juli (middenlang) of de maanden juli, augustus en september (lang) geeft dan een relatief sterke stijging van de werking van de Norg.

Bij najaarstoediening is de NWC laag door verliezen als gevolg van uitspoeling en denitrificatie gedurende het wintergroeiseizoen. Naarmate het aandeel Nm hoger is (o.a. kippenstrooiselmest, nertsenmest), is het effect sterker. De NWC loopt, afhankelijk van grondgebruik, grondsoort en groeiduur, uiteen van 10 tot 30%.

###### *Gedroogde mest*

In het Handboek Meststoffen worden ook een aantal gedroogde kippen- en rundveemestsoorten vermeld (zie bijlage 3). Informatie over Nm/Norg-verhouding ontbreekt in veel gevallen, waardoor het lastig is een betrouwbare schatting te geven van de NWC. Wanneer het enkel gaat om het indrogen van dunne of vaste mest kan uitgegaan worden van de NWC van laatstgenoemde mestsoorten. Soms worden de gedroogde producten echter verrijkt met nutriënten (w.o. N). Een voorbeeld daarvan is Culterra verrijkte koemest (tabel 4). Van deze meststof is de Nm/Norg-verhouding wel gegeven en is een NWC berekend van 60 en 15-20% bij respectievelijk voorjaars- en najaarstoediening op bouwland.

### Gier

De NWC van gier is in geval van voorjaarstoediening hoog, namelijk 85-90% voor zowel gras- en bouwland. Doordat het grootste deel van de N als Nm aanwezig is, is de invloed van teeltduur gering. Wel is er volgens verwachting een groot verschil tussen voor- en najaarstoediening. In het laatste geval is de NWC niet hoger dan 0 en 15% voor resp. zand en kleigrond.

### Dunne en vaste fracties

In het Handboek Meststoffen staan diverse dunne en vaste fracties van zowel rundvee als varkens vermeld. Er wordt echter alleen een N-totaalgehalte vermeld en geen verdeling tussen Nm en Norg. In PPO-onderzoek is de laatste jaren regelmatig gebruik gemaakt van effluënten en vaste fracties van dunne mest van varkens. Om een indicatie te krijgen van de NWC is op basis van de gemiddelde samenstelling van deze producten de NWC berekend bij toediening op bouwland (tabel 5). Benadrukt moet worden dat het om een relatief gering aantal analyses betrof (zeven analyses dunne fractie en vier analyses vaste fractie).

Het Nm-aandeel van de dunne fracties bleek circa 20% lager te zijn (in absolute zin) dan die van gier en circa 15% hoger dan van dunne mest. Het Nm-aandeel in de vaste fractie was hoger dan die in vaste mest. De verschillen met gier en vaste mest ontstaan waarschijnlijk doordat de scheiding kunstmatig plaatsvindt en niet volledig is. Bij voorjaarstoediening bedraagt de berekende NWC bij een middenlang groeiseizoen bij gier, dunne fractie, dunne mest, vaste fractie en vaste mest respectievelijk 90, 80, 75, 50 en 50%. In geval van najaarstoediening zijn de verschillen tussen de mestsoorten geringer.

Tabel 5. **NWC (%) van diverse varkensmestproducten bij toediening op bouwland.**

mestsoort	Nm-aandeel (%)	voorjaarstoediening			najaarstoediening (klei)		
		kort	<b>mlang</b>	lang	kort	<b>mlang</b>	lang
gier <sup>1</sup>	95	85	<b>90</b>	90	15	<b>15</b>	15
dunne fractie	75	75	<b>80</b>	85	15	<b>20</b>	20
dunne mest <sup>1</sup>	60	65	<b>75</b>	80	20	<b>20</b>	25
vaste fractie	35	40	<b>50</b>	60	20	<b>25</b>	25
vaste mest <sup>1</sup>	20	40	<b>50</b>	60	20	<b>25</b>	30

1. Op basis van samenstelling in Adviesbasis.

## Plantaardige mest

### Champost

Voor champost is de NWC berekend op basis van zowel de samenstelling zoals vermeld in de Adviesbasis als die weergegeven in het Handboek Meststoffen. Er zijn weinig verschillen in uitkomsten tussen de twee bronnen. Bij voorjaarstoediening bedroeg de NWC circa 25% (bouwland, middellang groeiseizoen), bij najaarstoediening circa 20%.

### Compost

Voor gft-compost is de NWC ook berekend op basis van samenstelling zoals vermeld in de Adviesbasis of Handboek Meststoffen. De NWC van gft-compost is lager dan die van champost vooral door de hogere initiële leeftijd. Bij voorjaarstoediening liep de NWC uiteen van 10-20% (bouwland, middellang groeiseizoen), bij najaarstoediening van 5-15%. De verschillen tussen de diverse gft-compostsoorten ontstaan door verschillen in C/N-verhouding van de organische stof.

Bij een tweetal soorten (groencompost en schorscompost) wordt een negatieve NWC berekend. Dit komt door de hoge C/N-verhouding (respectievelijk 55 en 75) gecombineerd met de relatief hoge initiële leeftijd van compost.

In de Adviesbasis wordt voor GFT-compost uitgegaan van een werking van 10-15% van de N-totaal in het eerste jaar na toediening. Deze is gebaseerd op veldonderzoek van Van Lune et al. (1993).

### Zwarte grond

In de regelgeving grond MINAS is een product gedefinieerd dat de naam "zwarte grond" heeft. In de praktijk zijn dit opgemengde partijen compost met een hoeveelheid grond. Uit een gemiddelde samenstelling van afgeleverde zwarte grond (bron: ministerie LNV) blijkt het N-gehalte van deze partijen 2,9% te zijn en is hoger dan het gemiddelde N-gehalte van afgeleverde GFT-compost (1,6%). Verwacht mag dus worden dat voor zwarte grond N-rijke composten zijn gebruikte en het aandeel compost hierin vrij hoog is.

In deze studie is voor dit product voor verschillende mengverhoudingen (grond en compost) een benadering gegeven van de NWC (tabel 6). Voor het compostdeel is uitgegaan van de samenstelling zoals die in de Adviesbasis is vermeld en de NWC zoals berekend met MINIP (tabel 4, toediening op bouwland). De verhouding tussen de beide bestanddelen (grond en compost) is gevarieerd. Voor de volledigheid is tevens zowel 100% grond als 100% compost gegeven. De NWC is berekend door voor de mengsels de hoeveelheid werkzame N te delen door de totaal aanwezige N. Voor grond is uitgegaan van een N gehalte van 0,1%. Berekeningen met MINIP laten zien dat de werking van deze N verwaarloosbaar is.

Uit de uitkomsten blijkt dat de NWC van het mengsel, volgens verwachting, afneemt bij een oplopend aandeel grond. Tot een mengverhouding van 50:50 is de NWC van het mengsel ("zwarte grond") vrijwel even hoog als die van compost alleen. Bij een hoger aandeel grond daalt de NWC snel. Uit de gemiddelde N-gehalten van partijen zwarte grond lijkt een compostaandeel lager dan 50% in de praktijk echter weinig voor te komen.

Tabel 6. **NWC (%) bij verschillende mengverhoudingen grond en compost bij toediening op bouwland.**

aandeel grond (%)	Ntotaal-gehalte (%)			Nwz mengsel (kg N per ton)			Nwc mengsel (%)		
	grond	compost	mengsel	kort	mlang	lang	kort	mlang	lang
0	0,1	0,85	0,85	1,19	1,70	2,13	14	<b>20</b>	25
10	0,1	0,85	0,78	1,07	1,53	1,91	14	<b>20</b>	25
25	0,1	0,85	0,66	0,89	1,28	1,59	13	<b>19</b>	24
50	0,1	0,85	0,48	0,60	0,85	1,06	13	<b>18</b>	22
75	0,1	0,85	0,29	0,30	0,43	0,53	10	<b>15</b>	18
90	0,1	0,85	0,18	0,12	0,17	0,21	7	<b>10</b>	12
100	0,1	0,85	0,10	0,00	0,00	0,00	0	<b>0</b>	0

#### Overig

Bij tuinturf wordt een negatieve NWC berekend door de hoge C/N-verhouding. De werking van veen is verwaarloosbaar.

#### Zuiveringsslib

Informatie over initiële leeftijd ontbreekt. Dat geldt ook voor recente informatie over verhouding Nm/Norg. Om een indicatie te krijgen van de NWC zijn berekeningen uitgevoerd met de initiële leeftijd van varkens- en rundermest en twee Nm/Norg-verhoudingen (gebaseerd op onderzoek uit de jaren tachtig (De Haan et al., 1985)). De resultaten zijn weergegeven in tabel 7.

Uitgaande van een middenlang groeiseizoen varieert de berekende NWC van 40-60% en 20-30% bij respectievelijk voorjaars- en najaarstoediening. De in de Adviesbasis vermelde N-werking voor zuiveringsslib is gebaseerd op veldonderzoek van De Haan et al. (1985). In dit onderzoek varieerde de N-werking van 10-70%. T.b.v. de advisering is uitgegaan van een werking van 20-30% en 30-40% voor resp. vloeibaar en steekvast slib. Hoe deze vertaalslag van proefresultaten naar advies is gemaakt is niet precies te achterhalen. Ook is niet duidelijk van welk toedieningstijdstip is uitgegaan.

Tabel 7. **NWC (%) van zuiveringsslib in relatie tot initiële leeftijd en Nm-aandeel bij toediening op bouwland.**

initiële leeftijd	Nm-aandeel (%)	voorjaarstoediening			najaarstoediening (klei)		
		kort	mlang	lang	kort	mlang	lang
1,36	10	40	<b>55</b>	65	25	<b>30</b>	35
1,36	50	55	<b>60</b>	70	15	<b>20</b>	25
1,95	10	30	<b>40</b>	50	20	<b>25</b>	30
1,95	50	50	<b>55</b>	60	15	<b>20</b>	20

#### 4.1.6 Producten met ontheffing

##### Vinassekali

Gedocumenteerde informatie rond initiële leeftijd ontbreekt. Wanneer uitgegaan wordt van de initiële leeftijd van vers plantaardig materiaal bedraagt de berekende NWC bij toediening op bouwland (middenlang groeiseizoen), afhankelijk van de samenstelling, *indicatief* 60-70% bij voorjaarstoediening en 20-35% bij najaarstoediening. Door het IRS (Wilting, 1996) is veldonderzoek verricht naar de o.a. de N-werking. Hieruit bleek dat de N-werking 75 en 30-50% bedroeg bij resp. voorjaars- en najaarstoediening.

### *Schuimaarde*

Zie kalkmeststoffen

### *Overige producten*

Dit betreft de volgende producten:

- Afvalproduct van de aromabereiding (Engel BV).
- Aardappelstoomschillen (vloeibare N- en K-houdende meststof van plantaardige oorsprong, diverse producenten).
- Wortelstoomschillen (vloeibare N- en K-houdende meststof van plantaardige oorsprong, diverse producenten).
- Natukali (K-meststof met N, P en S, vrijkomend bij productie van antibioticum, DSM Gist).
- Nutricel (K-meststof met N en P, vrijkomend bij productie van antibioticum, DSM Gist).

Van deze producten is weinig informatie bekend over samenstelling. Ze staan niet in het Handboek Meststoffen. Het betreft alle producten van plantaardige oorsprong. De ontheffingendossiers bevatten wel informatie, echter deze zijn vertrouwelijk. In het kader van dit project mogen deze worden ingezien. Er zijn echter nog geen afspraken gemaakt met de ontheffinghouders over eventueel gebruik van deze gegevens. Vooralnog zijn genoemde producten daarom buiten beschouwing gelaten.

### 4.1.7 Plantenresten

Er zijn berekeningen uitgevoerd voor bermmaaisel en heideplagsel. Voor de samenstelling is gebruik gemaakt van onderzoek van Zwart (2001b). Wanneer uitgegaan wordt van een initiële leeftijd van vers plantaardig materiaal wordt voor bermmaaisel en heideplagsel een NWC berekend van circa 40 en 30% bij respectievelijk voorjaars- en najaarstoediening. Ook dit betreft slechts *indicatieve* waarden omdat geen informatie beschikbaar is over de afbraaksnelheid van dit materiaal.

Tabel 4. Eerstejaars werking en nawerking (% van Ntotaal) in relatie tot toedieningstijdstip, grondgebruik en teeltduur.

meststof	eerstejaarswerking												nawerking			
	voorjaarstoediening						najaarstoediening (zand)				najaarstoediening (klei)				gras	bouwland mlang
	gras		bouwland				gras	bouwland			gras	bouwland				
	kort	lang	kort	mlang	lang	Kort		mlang	lang	kort		mlang	lang			
<b>dierlijke mest</b>																
<i>vaste mest</i>																
rundvee	30	40	30	<b>40</b>	45	20	10	<b>20</b>	20	25	15	<b>20</b>	25	30	20	
varkens	45	50	40	<b>50</b>	60	25	15	<b>20</b>	25	30	20	<b>25</b>	30	20	15	
leghennen	55	60	40	<b>55</b>	65	30	20	<b>25</b>	30	30	25	<b>30</b>	35	20	15	
kippenstrooiselmest	35	40	45	<b>55</b>	60	15	10	<b>15</b>	15	20	15	<b>20</b>	25	20	10	
vleeskuikens	45	55	40	<b>50</b>	60	25	15	<b>20</b>	25	30	20	<b>25</b>	30	20	15	
vleeskuikenouderdieren	45	50	35	<b>50</b>	60	25	15	<b>20</b>	25	30	20	<b>25</b>	30	20	15	
kalkoenen	45	50	40	<b>55</b>	60	25	15	<b>20</b>	25	25	20	<b>25</b>	30	20	15	
schapen	30	35	30	<b>40</b>	45	20	10	<b>15</b>	20	20	15	<b>20</b>	25	30	20	
geiten	30	35	35	<b>45</b>	50	15	10	<b>15</b>	15	20	15	<b>20</b>	20	25	15	
eenden	40	50	35	<b>50</b>	60	25	15	<b>20</b>	25	25	20	<b>25</b>	30	25	15	
konijnen	30	35	30	<b>40</b>	45	20	10	<b>15</b>	20	20	15	<b>20</b>	20	30	20	
nertsen	30	35	55	<b>60</b>	65	10	5	<b>10</b>	10	15	15	<b>20</b>	20	15	10	
<i>gier</i>																
rundvee	85	85	85	<b>85</b>	85	0	0	<b>0</b>	0	15	15	<b>15</b>	15	0	0	
vleesvarkens	90	90	85	<b>90</b>	90	0	0	<b>0</b>	0	15	15	<b>15</b>	15	0	0	
zeugen	85	85	85	<b>85</b>	85	0	0	<b>0</b>	0	15	15	<b>15</b>	15	5	0	
<i>gedroogde mest</i>																
verrijkte koemest (Culterra)	35	40	50	<b>60</b>	65	15	10	<b>15</b>	15	20	15	<b>20</b>	20	15	10	
<b>plantaardig</b>																
<i>champost<sup>l</sup></i>																
adviesbasis (AB)	25	35	15	<b>25</b>	35	20	10	<b>20</b>	20	25	15	<b>20</b>	25	40	25	
handboek Metsstoffen (HM)	30	35	15	<b>25</b>	35	20	15	<b>20</b>	20	25	15	<b>20</b>	25	35	25	



meststof	eerstejaarswerking												nawerking		
	voorjaarstoediening					najaarstoediening (zand)				najaarstoediening (klei)			gras	bouwland mlang	
	gras		bouwland			gras	bouwland			gras	bouwland				
	kort	lang	kort	mlang	lang		kort	mlang	lang		kort	mlang	lang		
<i>compost<sup>1</sup></i>															
GFT compost (AB)	15	20	15	<b>20</b>	25	15	5	<b>10</b>	15	15	10	<b>15</b>	15	40	25
GFT-compost (HM)	10	15	10	<b>15</b>	15	10	5	<b>5</b>	10	10	5	<b>10</b>	10	35	20
GFT-compost (HM)	15	20	15	<b>15</b>	20	15	5	<b>10</b>	15	15	10	<b>10</b>	15	40	25
GFT-compost (HM)	15	20	15	<b>15</b>	20	15	5	<b>10</b>	15	15	10	<b>10</b>	15	40	25
GFT-compost (HM)	15	15	10	<b>15</b>	20	10	5	<b>10</b>	10	10	5	<b>10</b>	15	40	25
GFT-Landbouwcompost (HM)	15	20	15	<b>20</b>	25	15	5	<b>10</b>	15	15	10	<b>15</b>	15	40	25
GFT-Landbouwcompost (HM)	15	20	15	<b>20</b>	25	15	5	<b>10</b>	15	15	10	<b>15</b>	15	40	25
GFT-Opzakcompost (HM)	15	20	15	<b>20</b>	25	15	5	<b>10</b>	15	15	10	<b>15</b>	15	40	25
GFT-Recrocompost (HM)	15	20	15	<b>20</b>	25	15	5	<b>10</b>	15	15	10	<b>15</b>	15	40	25
GFT-Structuurcompost (HM)	15	20	10	<b>15</b>	20	10	5	<b>10</b>	10	15	10	<b>10</b>	15	40	25
VAM Edelcompost (HM)	15	20	15	<b>20</b>	25	15	5	<b>10</b>	15	15	10	<b>15</b>	15	40	25
VAM Landbouwcompost (HM)	15	20	15	<b>20</b>	25	15	5	<b>10</b>	15	15	10	<b>15</b>	15	40	25
VAM Recrocompost (HM)	15	20	15	<b>20</b>	25	15	5	<b>10</b>	15	15	10	<b>15</b>	15	40	25
groencompost (HM)	-10	-15	0	<b>-5</b>	-10	-10	-5	<b>-10</b>	-10	-10	-5	<b>-10</b>	-10	30	15
natuurcompost (HM)	10	15	10	<b>15</b>	20	10	5	<b>10</b>	10	10	5	<b>10</b>	10	40	20
Tellus-Natuurcompost (HM)	15	20	10	<b>15</b>	20	15	10	<b>10</b>	15	15	10	<b>15</b>	15	40	25
VAM Humusarde (HM)	10	15	5	<b>10</b>	15	10	5	<b>10</b>	10	10	5	<b>10</b>	10	40	25
natuurcompost (HM)	5	10	5	<b>10</b>	10	5	5	<b>5</b>	5	5	5	<b>5</b>	5	35	20
VAM Tuinbouwcompost (HM)	5	10	5	<b>5</b>	10	5	5	<b>5</b>	5	5	5	<b>5</b>	5	30	20
schorscompost	-15	-20	0	<b>-10</b>	-15	-15	-10	<b>-15</b>	-15	-15	-10	<b>-15</b>	-15	0	0
tuinturf, turfstrooisel	-5	-5	0	<b>-5</b>	-5	-5	-5	<b>-5</b>	-5	-5	-5	<b>-5</b>	-5	5	5
veen PH <4,5	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	10	5
veen PH >4,5	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	15	10

1. Bij champost en compost is de NWC berekend op basis van de samenstelling van zowel de Adviesbasis (AB) als die in Handboek Meststoffen (HM).

## 4.2 Nawerking

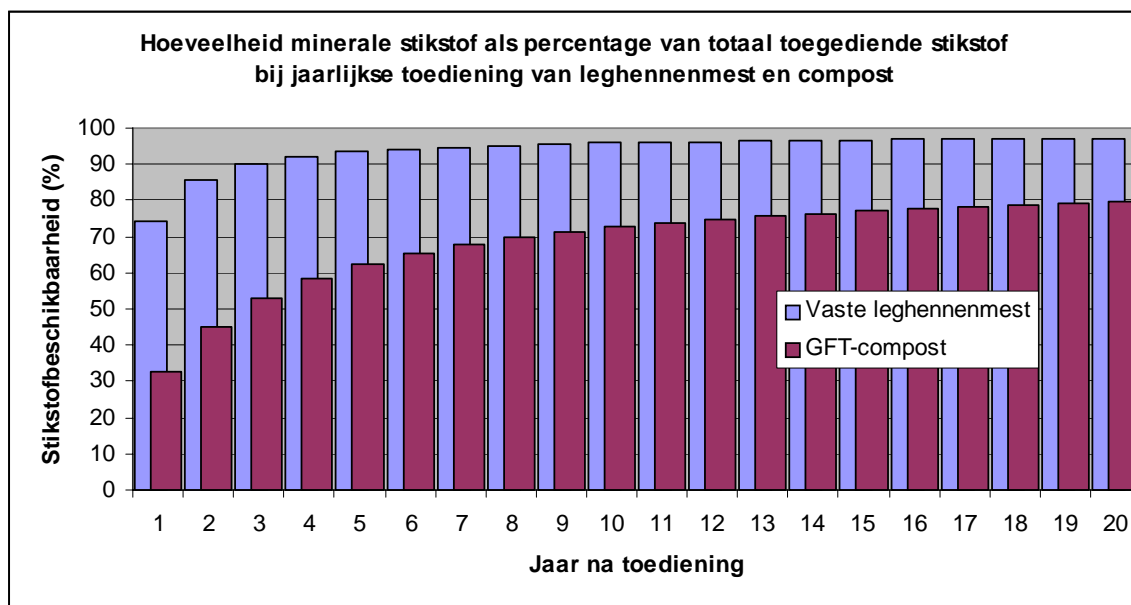
### Snelheid van opbouw van de NWC bij jaarlijkse toediening

Figuur 1 geeft de toename van de stikstofbeschikbaarheid in minerale vorm weer bij jaarlijkse toediening van leghennenmest en GFT-compost. Bij de GFT-compost is het merendeel van de stikstof in relatief langzaam afbreekbare vorm aanwezig waardoor het aandeel beschikbare stikstof in het eerste jaar gering is. Bij de leghennenmest is de afbreekbaarheid groter, en wordt ook sneller een evenwichtsniveau van beschikbaarheid bereikt. Bij de leghennenmest is dit evenwicht globaal na een jaar of vijf al bereikt, terwijl bij de GFT-compost er zo'n 15 jaarlijkse toedieningen nodig zijn voordat er sprake is van een evenwichtsniveau in de beschikbaarheid. Benadrukt moet worden dat het in de berekeningen gaat om de totale hoeveelheid gemineraliseerde stikstof op jaarbasis. Deze komt niet overeen met de werkzame stikstof omdat een deel van de stikstof vrijkomt in een periode waarin er geen sprake is van stikstofopname door een gewas. In de berekeningen is uitgegaan van een toedieningstijdstip van 1 januari en is de stikstof die in minerale vorm wordt toegediend voor 100% ingerekend. De berekeningen zijn uitgevoerd met Minip. In het model blijft een deel van de stikstof achter in niet-afbreekbare vorm waardoor een werking van 100% niet bereikt wordt. Hoe moeilijker een toegediende meststof afbreekbaar is (hoe hoger de initiële leeftijd), hoe meer stikstof er op de lange termijn achterblijft. De maximale beschikbaarheid van Norg bij jaarlijkse toediening over een periode van 100 jaar is voor GFT-compost 84% en voor de leghennenmest 98%.

### Nawerking

In tabel 4 is de nawerking weergegeven van de beschouwde meststoffen voor zowel gras- als bouwland. In het algemeen is de nawerking bij plantaardige mestsoorten (champost en compost) hoger dan van dierlijke mestsoorten. De nawerking van gier is verwaarloosbaar door het lage Norg-gehalte.

Bij champost en GFT- en groencompost bedraagt de nawerking circa 40 en 25% voor resp. gras- en bouwland. Voor dierlijke mestsoorten loopt deze uiteen van 15-30% en 10-20% voor resp. gras- en bouwland. Bij schorscompost en tuinturf is de nawerking zeer gering.



Figuur 1. **Hoeveelheid minerale stikstof als percentage van totaal toegediende stikstof bij jaarlijkse toediening van leghennenmest en compost.**

## 4.3 Effecten van groenbemesters

De werking van in het najaar toegediende mest kan worden verhoogd door het telen van een groenbemester. Hoeveel de NWC verhoogd kan worden is afhankelijk van verschillende factoren. Zo bepaalt het type groenbemester, de gewasontwikkeling en het tijdstip van onderwerken of afvriezen van het gewas hoeveel stikstof naar het volgende jaar wordt overgedragen. Daarnaast speelt de hoogte van de mestgift een rol. Wanneer de beschikbare stikstof uit de mest (Nm en mineralisatie uit Norg in het najaar) de opnamecapaciteit van de groenbemester overstijgt, wordt de positieve bijdrage aan de NWC geringer. Verder is de positieve bijdrage van een groenbemester aan de NWC op zandgrond groter dan op kleigrond doordat de uitspoeling gedurende de winter op kleigrond lager is dan op zandgrond.

Door bovengenoemde factoren is het lastig getalsmatige uitspraken te doen over de bijdrage van groenbemesters aan de NWC. Bij composten zal de N-beschikbaarheid in de herfst zo gering zijn dat groenbemesters weinig effect zullen hebben de NWC. Bij stikstofrijke mestsoorten zoals de vaste kippenmesten wordt bij een relatief lage praktijkgift de N-beschikbaarheid in de herfst al hoger dan de groenbemester kan opnemen. Enkele indicatieve berekeningen laten zien dat het effect van een groenbemester op de NWC op zijn hoogst zo'n 20% op zandgrond en 15% op kleigrond is. In veel gevallen is de bijdrage echter beduidend lager (in absolute zin).



## 5 Discussie

### 5.1 Kalenderjaar i.r.t. bemestingsjaar

In geval van herfsttoediening wordt de NWC berekend over een periode (1 jaar) die valt in twee kalenderjaren (bemestingsjaar). Dit wijkt af van de invulling van het mineralenbeleid waarbij meestal wordt gewerkt met een kalenderjaar (1 januari tot 31 december). In een stabiele rotatie met een vaste bemestingsstrategie maakt dat weinig uit omdat alle gewas/bemestingscombinaties binnen een rotatie ook binnen een jaar aanwezig zijn op het bedrijf. Bij verandering van bemestingsstrategie kan dit wel gevolgen hebben. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer een bedrijf dat aanvankelijk geen organische mest gebruikte, besluit dat wel te gaan doen en wel door deze in de herfst toe te dienen. De forfaitaire werking moet in het jaar van toediening worden ingerekend terwijl de landbouwkundige werking pas in het jaar daarop wordt benut. In het jaar van toediening is daardoor minder werkzame N beschikbaar.

### 5.2 Inrekening nawerking

Bij het vaststellen van de wettelijke NWC voor drijfmest is uitgegaan van de eerstejaars werking. Dit vloeit voor een belangrijk deel voort uit het feit dat de nawerking (deels) zit verdisconteerd in de huidige N-bemestingsadviezen, die op hun beurt weer de basis vormen van de N-gebruiksnormen. Als de nawerking zou worden meegenomen in NWC zou er in meer of mindere mate sprake zijn van dubbelstellingen.

Het niet meetellen van de nawerking is alleen terecht wanneer deze in absolute zin ongeveer gelijk is aan de nawerking die impliciet in de N-bemestingsadviezen zit verdisconteerd. In onderstaande tabel is voor een aantal dierlijke mestsoorten de absolute nawerking weergegeven bij een maximale wettelijke aanvoer (voor vaste rundveemest en kippenmest is dat de fosfaatgebruiksnorm, voor compost de maximaal toegestane dosering volgens BOOM). Hieruit blijkt dat vooral bij grasland de nawerking in absolute zin veel hoger is dan bij bouwland. Dat komt door de hogere toegestane dosering (bij vaste rundveemest en leghennenmest) en het langere groeiseizoen.

Het is lastig aan te geven hoe hoog de nawerking is die impliciet in de bemestingsadviezen is verdisconteerd. Bij grasland wordt er vanuit gegaan dat nawerking terug te vinden is in het stikstof leverend vermogen (NLV) en dat dat regelmatig wordt vastgesteld. Bij het maïsadvies is de nawerking expliciet vermeld, namelijk 25 kg N per ha. Bij de AT-adviezen zal dit naar verwachting niet hoger zijn geweest omdat die meestal zijn afgeleid van proefvelden waarin de periode voorafgaand aan het onderzoek relatief weinig organische mest is gebruikt. Uit tabel 8 blijkt dat de berekende nawerking op bouwland van dezelfde grootte orde is. Bij grasland is deze hoger. Omdat vaste mestsoorten in het algemeen op bouwland worden toegepast zou het gezien de omvang van de nawerking niet nodig zijn om deze mee te rekenen in de NWC. Daar komt bij dat de nawerking pas bij veeljarige toepassing volledig kan worden ingerekend. De periode die hierbij moet worden aangehouden hangt af van de mestsoort. Uit figuur 1 blijkt dat dit voor kippenmest veel sneller gaat dan voor compost.

Tabel 8. **Nawerking (kg per ha) van vaste rundveemest, leghennenmest en GFT-compost bij een P-gebruiksnorm van 85 en 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha voor bouwland en 110 en 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha voor grasland (bij GFT-compost is de maximaal toegestane BOOM-dosering van 6 ton drogestof per ha per jaar bepalend).**

mestsoort	grasland		bouwland	
	110	90	85	60
vaste rundveemest	50	40	25	20
leghennenmest	30	25	15	10
GFT-compost	30	30	20	20

## 5.3 Ammoniakemissie

Bij de berekening van de NWC is bij vaste mest uitgegaan van een ammoniakemissie van 75 en 20% van Nm-fraction bij resp. gras- en bouwland. In Van Dijk et al. (2004) is al aangegeven dat wat betreft ammoniakemissie bij toediening van vaste mest weinig gegevens beschikbaar zijn. De onzekerheid is het grootst bij toediening op grasland omdat daar de mest niet kan worden ingewerkt. Anderzijds is het aandeel Nm in de Ntotaal bij vaste mest in het algemeen relatief gering. Bovendien wordt op grasland relatief weinig vaste mest gebruikt.

De ammoniakemissie bij toediening van ammoniakhoudende meststoffen is mede afhankelijk van de zuurgraad (pH) van de mest. Bij de berekeningen is hiermee geen rekening gehouden. Bij sterk zure en sterk basische meststoffen zou de NWC, zoals berekend in dit rapport, respectievelijk kunnen worden onder- of overschat. In het verleden is onderzoek uitgevoerd naar de vermindering van ammoniak emissie bij het uitrijden van aangezuurde runderdrijfmest (Van Lent et al., 1995). Door toevoeging van salpeterzuur werd de pH verlaagd van 7-7,5 naar 4,5. Bij een pH van 4,5 werd de ammoniakemissie bij bovengronds uitrijden van aangezuurde runderdrijfmest met 85% gereduceerd ten opzichte van uitrijden van runderdrijfmest zonder salpeterzuur. Het is niet mogelijk een duidelijk verband tussen pH en ammoniakemissie aan te geven voor verschillende mestsoorten.

## 5.4 Afbraaksnelheid organische stof

Bij de modelberekeningen is uitgegaan van een bepaalde afbraaksnelheid van de organische stof (afgeleid van de humificatiecoëfficiënt). Voor dierlijke mest is hierbij uitgegaan van waarden zoals die ook in de huidige advisering rond N-werking worden gebruikt. In de WOWI-studie is reeds de aanbeveling gedaan om de afbraakarakteristieken te actualiseren.

Verder is voor verschillende organische materialen geen gedocumenteerde informatie beschikbaar rond afbraak. Aanbevolen wordt hier verder onderzoek naar te verrichten zodat de NWC betrouwbaarder kan worden ingeschat.

Bij kippenmest is bij de berekeningen geen rekening gehouden met het aandeel urinezuur in de Norg. Urinezuur breekt snel af en kan gelijk worden gesteld aan Nm. Hierdoor wordt de werking van kippenmest bij hantering van de rekenregels van Lammers (1984) mogelijk onderschat. Het aandeel urinezuur is echter erg variabel (Velthof et al., 1999). Factoren die hierop van invloed zijn o.a. de voersamenstelling (Tamminga et al., 2000) en waarschijnlijk vooral het stalsysteem. Snel gedroogde mest bevat waarschijnlijk meer urinezuur dan mest die lang vochtig blijft.

## 6 Conclusies

Hieronder staan de belangrijkste conclusies weergegeven. Deze zijn toegespitst op gebruik van de meest frequent gebruikte meststoffen op bouwland bij een middenlang groeiseizoen.

- Bij voorjaarstoediening bedraagt de NWC van vaste kippenmest, varkensmest en rundveemest respectievelijk 50-55, 50 en 40%. De NWC van de overige vaste dierlijke mestsoorten loopt uiteen van 40-55%. Bij toediening in de herfst is de NWC laag, circa 20-25% voor genoemde mestsoorten.
- De NWC van rundvee- en varkensgier bedraagt 85-90%. De als gevolg van mestscheiding verkregen dunne fracties kennen door het lagere aandeel Nm een circa 10-15% lagere NWC dan gier. De NWC van vaste fracties en vaste mest zijn van dezelfde grootte orde, circa 50%.
- Gecomposteerd (plantaardig) materiaal heeft een lagere NWC dan vaste dierlijke mest. De NWC van champost bedraagt circa 25 en 20% bij resp. voorjaars- en najaarstoediening. Compost kent een wat lagere NWC, namelijk 10-20% en 5-15% bij resp. voorjaars- en najaarstoediening.
- De berekende nawerking van vaste dierlijke mestsoorten en compost bedraagt globaal respectievelijk 15 en 25%. Vooral bij resistentere mestsoorten duurt het lang (10-15 jaar) voordat bij jaarlijkse toediening de evenwichtssituatie wordt bereikt, waarbij de genoemde nawerking wordt gerealiseerd.

## 7 Aanbevelingen

In de voorgaande studie naar onderbouwing van de NWC van dunne mest en weidemest (Van Dijk, 2005) zijn een aantal aanbevelingen gedaan die ook van toepassing zijn op deze studie. Dit betreft vooral aspecten als ammoniakemissie bij toediening van vaste mest en nader onderzoek naar afbraakkenmerken van dierlijke mest. De in dit hoofdstuk gedane aanbevelingen zijn aanvullend op die in genoemde studie.

- Nader (laboratorium)onderzoek naar samenstelling en afbraakkenmerken van organisch materiaal om tot eenduidige kengetallen te komen.
- Het opstellen van een eenduidig, technisch protocol, waarmee relatief snel en goedkoop de NWC kan worden bepaald.





## 8 Literatuur

- Anonymus, 2002a. Adviesbasis Grasland en Voedergewassen. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad, 156 pp.
- Anonymus, 2002b. Handboek Meststoffen. Nutriënten Management Instituut, Wageningen, 1192 pp.
- Beijer, L & Westhoek, H. (1996) Meststoffen voor de rundveehouderij IKC rapport, 109 pp
- Bokhorst, J. & C. ter Berg (2001). Handboek Mest & Compost. Louis Bolk Instituut, Driebergen/Zeist, 292 pp.
- Haan, de S., J. Lubbers & A. de Jong, 1985. Zuiveringsslib in de akkerbouw. PAGV-verslag nr. 38, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, 111 pp.
- Lammers, H.W. (1983) Gevolgen van het gebruik van dierlijke mest op bouwland. ICW rapport voor de commissie ter voorbereiding van de normering van het gebruik van dierlijke mest
- Lammers, H.W. , 1984. Een berekende N-werkingscoëfficiënt voor diverse dierlijke organische mestsoorten. De Buffer 1984-5:169-197
- Janssen, B.H. (1984). A simple method for calculating decomposition of 'young' soil organic carbon. Plant & Soil 76, 297-304
- Marcelis, L.F.M., W. Voogt, P.H.B. de Visser, J. Postma, M. Heinen, R. de Werd & G. Straatsma (2003). Organische stofmanagement in biologische kasteelt. Chrysantenproef 2002. Plant Research International rapport 70, Wageningen, 50 pp.
- Lent, A.J.H. van, R.L.M. Schils, Tj. Boxem, J. Zonderland, M.C. Verboon, 1995. Aanzuren mest in stal en silo. Rapport 156, Praktijkonderzoek Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.
- Locher, W.P. & Bakker, H. de (1990). Bodemkunde van Nederland Deel 1 Algemene Bodemkunde, Malmberg, Den Bosch, .pp.
- Postma, R. & Dijk, T.A. van (2004) Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven: verfijning model MINIP. Telen met Toekomst rapport OVO414, Plant Research International, 31 pp,
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, M.J.C. de Bode, W. van Dijk, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof & W.J. Willems (2004). Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Plant Research International, rapport nr. 79, Wageningen, 60 pp.
- Sluijsmans C.M.J. & Kolenbrander, G.J. (1976) De stikstofwerking van stalmest op lange en korte termijn. Stikstof 83/84: 349-354
- Tamminga, S Jongbloed, AW, Eerd, MM van, Aarts, HFM, Mandersloot, F, Hoogervorst, NJP, & Westhoek, H, 2000. De forfaitaire excretie van stikstof door landbouwhuisdieren. Rapport ID Lelystad no. 00-2040, 71 pp.
- Van Dijk, W., 2003. Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen (In Dutch). PPO-publicatie nr. 307, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad, 66 pp.
- Van Dijk, W., J.G. Conijn, J.F.M. Huijsmans, J.C. van Middelkoop & K.B. Zwart (2005). Onderbouwing N-werkingscoëfficiënt organische mest. Studie t.b.v. onderbouwing gebruiksnormen. PPO-publicatie nr. 339,

Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad, 50 pp.

Van Lune, P., J. Hassink, B. van Luit & K.W. Smilde, 1993. Onderzoek naar de landbouwkundige waarde van VAM GFT-landbouwcompost. N- en P-werking en afbraak organische stof. IB-rapport, DLO-Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren, 81 pp.

Van der Veen, L. (1985) Invloed van de mestsoort en mesthoeveelheid op de opbrengst en chemische samenstelling van gras, de botanische samenstelling en dichtheid van de zode, alsmede de mineralenhuishouding en enkele biologische factoren in een zandgrond. IB-rapport 3-85.

Velthof, G.L., P.J. van Erp & J.C.A. Steevens, 1999. Karakterisering en stikstofmineralisatie van organische meststoffen in een nieuw daglicht. Meststoffen 1999, p. 36-43.

Wadman, W.P. & Haan, S. de (1997) Decomposition from 36 soils in a long-term pot experiment Plant and Soil 189, 289-301.

Wiltink, P. (1996). Vinassekali als meststof in de akkerbouw. Samenvattend verslag van vijf jaar veldonderzoek. Instituut voor Rationele Suikerproductie, Bergen op Zoom.

Zwart, K.B. (2001a) Computersimulatiemodellen voor de fruitteelt; een inventarisatie Plant Research International Nota 95, 42 pp

Zwart, K.B. (2001b). De bemestende waarde van bermmaaisel, slootmaaisel en heideplagsel. Plant Research International, nota nr. 108, Wageningen.

Zwart, K.B., (2002), XCLNCE, een spreadsheet voor het berekenen van stikstof en koolstof in de bodem. Alterra rapport 427.

# Bijlage I. N-mineralisatie berekend met Minip en XCLNCE

## Minip

Minip is gebaseerd op de ideeën van Janssen (1984). Een beschrijving van het gebruikte model is te vinden in Postma (2002).

De dagelijkse temperatuur is beschreven volgens een sinusfunctie:

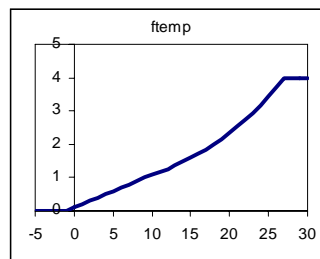
$$T_{\min}: 5.2 + 6.4 * \sin(2 * \pi * (\text{dagnummer} - 118) / 365)$$

$$T_{\max}: 13.1 + 8.7 * \sin(2 * \pi * (\text{dagnummer} - 111) / 365)$$

$$\text{Temp} = (t_{\min} + t_{\max}) / 2$$

Temperatuur-reductiefactor ( $f_{\text{temp}}$ ):

Temperatuur (°C)	$f_{\text{temp}}$
$T \leq -1$	0
$-1 < T \leq 9$	$0.1 * (T+1)$
$9 < T \leq 27$	$2^{(T-9)/9}$
$T > 27$	4



## XCLNCE

XCLNCE is gebaseerd op Lammers (1983), maar er is 1 organische fractie toegevoegd voor zeer gemakkelijk afbreekbare materialen (verse gewasresten, bloedmeel etc), die met de oorspronkelijke Lammers-waarden niet berekend konden worden. De verdeling over de fracties is afgeleid (gefit) vanuit incubatieproeven en anders geschat op basis van de samenstelling van het materiaal.

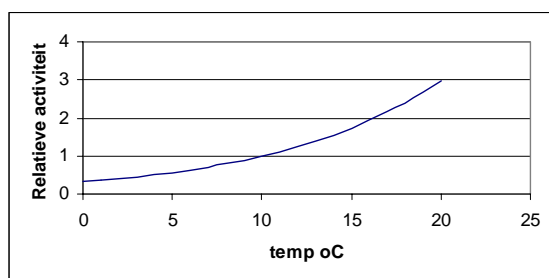
Temperatuur volgt eveneens een sinusfunctie, maar dan gebaseerd op de gemiddelde temperatuur; het is mogelijk om met gemeten temperatuur te rekenen.

$$T_{\text{gem}} = T_{\text{gem}} + (T_{\text{max}} - T_{\text{gem}}) * \sin(2 * \pi * (\text{dagnummer} - 106) / 365.25)$$

Temperatuur- reductiefunctie volgens een Arrhenius vergelijking

Relatieve activiteit ten opzichte van 10°C:

$$a_t/a_{10} = \text{EXP}(-9000 * (1/(273 + \text{temp } ^\circ\text{C}) - 1/(283)))$$



De berekende temperatuur is bij beide modellen nagenoeg gelijk. Er zijn wel verschillen in temperatuur-effect: Bij 10°C is deze precies gelijk, daarbuiten is de mineralisatie in XCLNCE iets hoger dan in Minip.

## Voorbeeldberekening

### Mestsoort

Voor vergelijking van de beide modellen zijn de volgende berekeningen uitgevoerd met vaste rundveemest (grupstal) met de volgende samenstelling (kg/ton, bron BLGG Oosterbeek 2002):

- drogestof 248
- org.stof 150
- Nm 1.2
- Norg 5.2

De hoeveelheid C is berekend als  $0.45 \times \text{org.stof}$ .

### Invoer Minip:

- initiële leeftijd (a-waarde): 1.95 (berekend vanuit een humificatiecoëfficiënt van 50%)
- micro-organismen:
  - o C/N-verhouding 10
  - o D/A-verhouding 2In Minip wordt gerekend met vastlegging in bodemleven. Van de C die afbreekt gaat de helft naar het bodemleven en via de C/N-verhouding wordt daar stikstof aan gekoppeld.
- Er is 100 kg organische N ingevoerd, en  $(67.5/5.2) \times 100 = 1298$  C: geeft uitkomsten in procenten

### Invoer XCLNCE

- fractieverdeling mest (Lammers 1983)
- micro-organismen:
  - o C/N-verhouding 6
  - o D/A verhouding 3In XCLNCE wordt (in tegenstelling tot Lammers) ook gerekend met vastlegging in bodemleven. Van de C die afbreekt gaat de 33% naar het bodemleven en via de C/N wordt daar stikstof aan gekoppeld. (Bij dezelfde instellingen als voor MINIP verandert er zo goed als niets in de uitkomst (Ne wordt 43%))

Hieronder staan de uitkomsten van de beide berekeningen (tabel 1A en B).

Tabel 1A. **Mineralisatie van Norg uit stalmest voor twee uitrijdtijdstippen en drie periodes van stikstofopname (uitgedrukt in procenten van Norg) (MINIP, totaal 46% per jaar).**

uitrijdtijdstip	opnameperiode	stikstofmineralisatie (aandeel van de uitgereden Norg)	
		tussen uitrijden en begin opnameperiode	tijdens de opnameperiode
31 augustus	15 mrt – 15 jun	24.0	11.1
	1 mei – 1 aug	28.7	13.5
	1 mei – 15 sep	28.7	18.7
1 maart	15 mrt – 15 jun	1.5	17.8
	1 mei – 1 aug	9.1	20.8
	1 mei – 15 sep	9.1	28.4

Tabel 1B. **Mineralisatie van Norg uit stalmest voor twee uitrijdtijdstippen en drie periodes van stikstofopname (uitgedrukt in procenten van Norg) (XCLNCE =Lammers totaal 42% per jaar).**

uitrijdtijdstip	opnameperiode	stikstofmineralisatie (aandeel van de uitgereden Norg)	
		tussen uitrijden en begin opnameperiode	tijdens de opnameperiode
31 augustus	15 mrt – 15 jun	19.0	11.3
	1 mei – 1 aug	23.4	14.4
	1 mei – 15 sep	23.4	19.0
1 maart	15 mrt – 15 jun	1.0	16.0
	1 mei – 1 aug	7.7	20.3
	1 mei – 15 sep	7.7	27.0

Als in XCLNCE de immobilisatie in micro-organismen wordt uitgezet wordt de Ne 50%, gelijk aan de waarde waar Lammers vanuit ging.

De verschillen in uitkomsten tussen MINIP en XCLNCE zijn dus vrij gering.



## Bijlage 2. Winterverliezen door uitspoeling op zandgronden

Voor de berekening van de winterverliezen van Nm als gevolg van uitspoeling en denitrificatie is uitgegaan van de rekenregels van Lammers (1983, zie ook Beijer en Westhoek, 1996). Lammers (1983) ging er van uit dat een vast percentage anorganische N verdween door denitrificatie gedurende de maanden met een positief neerslagoverschot (tabel 1). Het percentage stikstof dat uitspoelde nam af naarmate de mest later in de herfst of winter werd toegediend (tabel 1).

Tabel 1. **Verliezen door uitspoeling en denitrificatie op zand en klei als percentage van de anorganische stikstof in relatie tot het tijdstip van mesttoediening.**

anorganische N aanwezig in	uitspoeling %		denitrificatie %	
	zand	klei	zand	klei
oktober	68	47	17	38
november	68	47	17	38
december	60	30	17	38
januari	40	20	17	38
februari	20	10	17	38

Deze werkwijze werd ook gehanteerd in de eerste versie van XCLNCE, het spreadsheet model waarin ook de rekenregels van de mineralisatie volgens Lammers zijn overgenomen. (Zwart, 2002). Vervolgens bleek dat op biologische praktijk- en proefbedrijven op zandgrond, de berekende hoeveelheden anorganische stikstof in de bovenste 30 cm systematisch werd overschat ten opzichte van gemeten hoeveelheden. Daarna is de berekening voor de uitspoeling aangepast, waardoor de berekende en gemeten hoeveelheden veel beter op elkaar aansloten. Om die reden is besloten de uitspoeling op zandgronden te corrigeren. De verantwoording daarvan is weergegeven in deze bijlage.

### Berekeningen met XCLNCE

XCLNCE is een EXCEL spreadsheet waarin de rekenregels van Lammers voor de mineralisatie van dierlijke mest zijn overgenomen (Zwart 2002). XCLNCE werd ontwikkeld om te testen of het noodzakelijk was om vrij complexe rekenmodellen te gebruiken voor de voorspelling van de mineralisatie of dat ook kon worden volstaan met eenvoudige rekenregels.

Daarbij zijn enige aanpassingen aangebracht, waarvan de belangrijkste zijn:

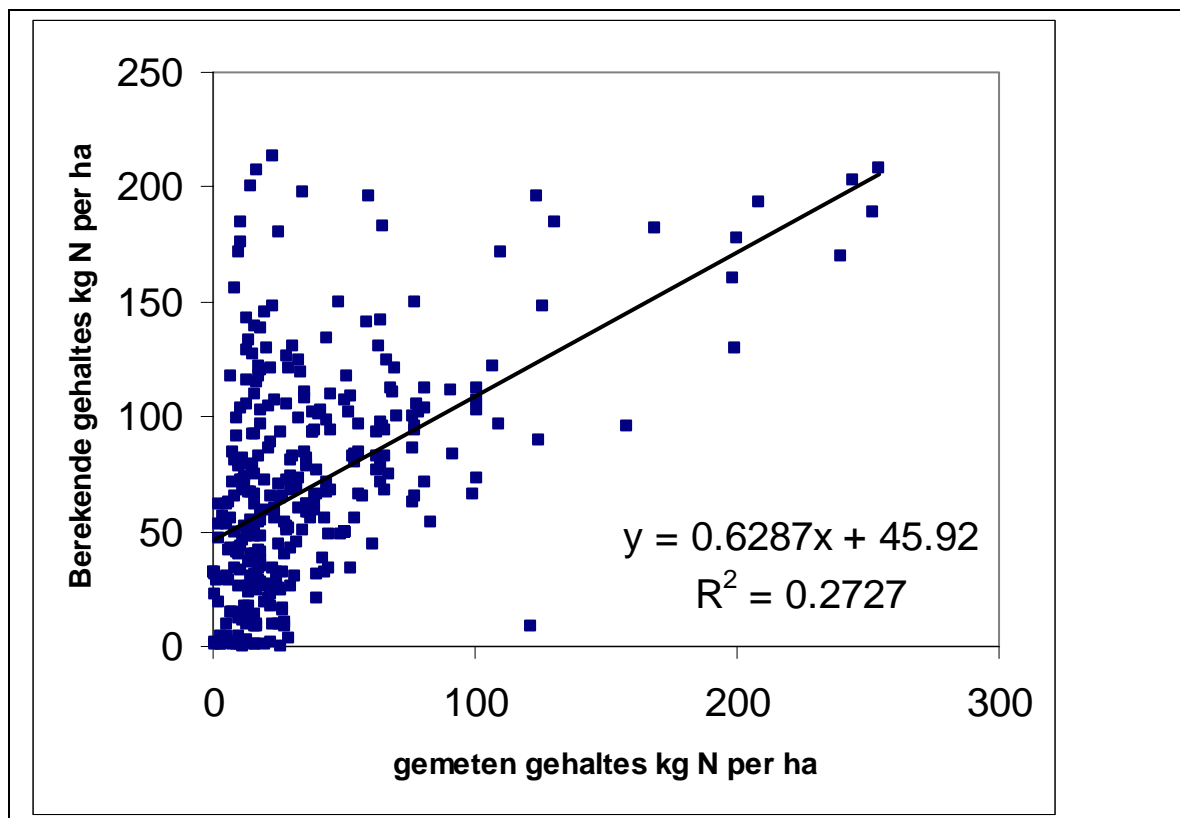
1. Het aantal fracties waaruit organische meststoffen waren opgedeeld is uitgebreid van 3 tot 4, nadat bleek dat met de drie oorspronkelijke fracties de mineralisatie van producten met een andere samenstelling dan dierlijke mest niet goed kon worden beschreven (verse gewasresten, bloedmeel, sojaschroot, etc). De afbraaksnelheid van de vierde fractie (zeer gemakkelijk afbreekbaar) werd bepaald door middel van incubatieproeven en was hoger dan de afbraaksnelheid van de gemakkelijk afbreekbare fractie in dierlijke mest.
2. Er is een berekening van de mineralisatie van bodem-organische stof opgenomen, welke is afgeleid van een serie langdurige (20 jaar) incubatieproeven met verschillende grondsoorten (Wadman en de Haan, 1997).
3. Er is een eenvoudige berekening van de stikstofopname door gewassen opgenomen. Deze opname bepaalt immers in belangrijke mate hoeveel anorganische N er nog in de bodem aanwezig is gedurende het groeiseizoen.
4. De berekeningen kunnen worden uitgevoerd op dagbasis.
5. atmosferische depositie is toegevoegd.

De denitrificatie en de verliezen tijdens uitrijden zijn overgenomen van Lammers (1983) en XCLNCE voert de berekeningen uit voor 1 bodemlaag (meestal de bovenste 30 cm).

De resultaten van XCLNCE zijn getest op een aantal percelen van biologische praktijk- en proefbedrijven met akkerbouw en volleggronds groenteteelt waarvan de meeste op zandgrond gelegen waren. Op deze bedrijven

werd van 1996 tot en met 2002 zeer regelmatig (om de ca 6 weken) het anorganische N-gehaltes van de bovenste 30 cm bepaald en de berekende waarden van XCLNCE werden vergeleken met gemeten waarden.

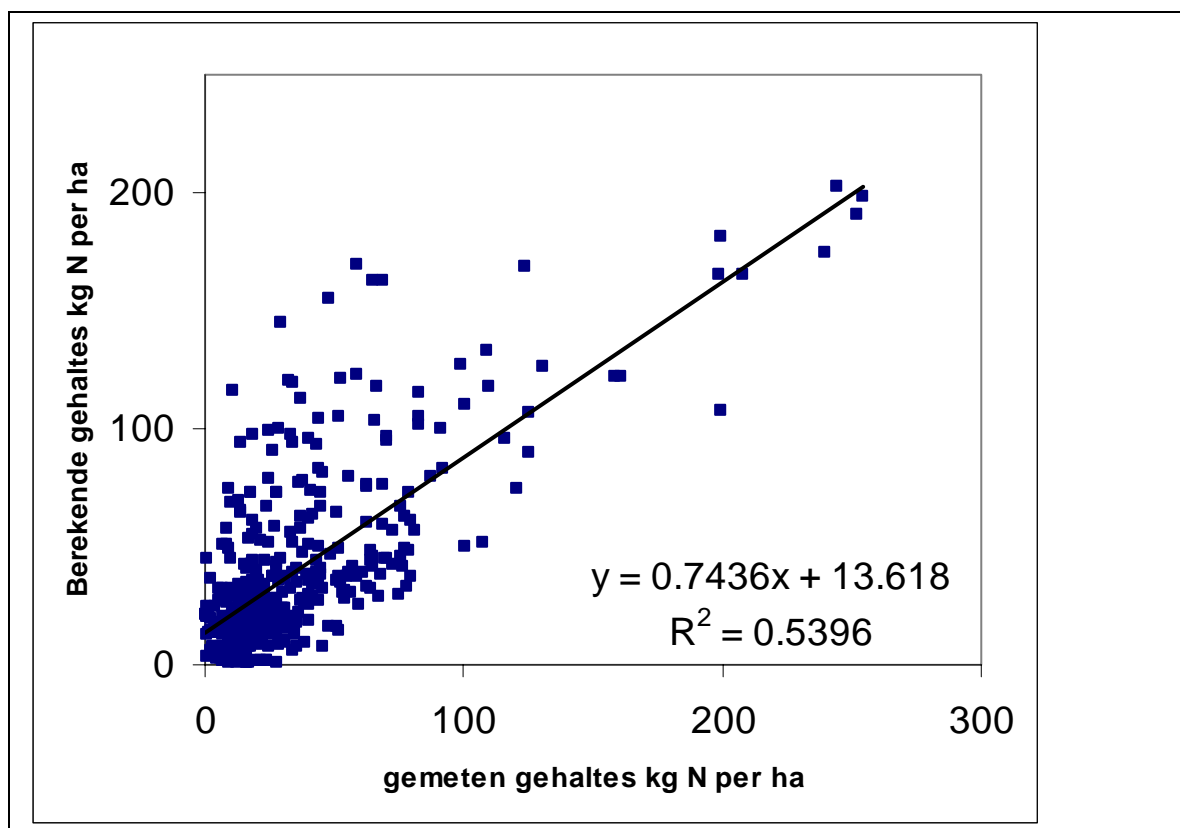
Het resultaat van de vergelijking waarbij de uitspoeling volgens Lammers (1983) werd gebruikt staat in figuur 1.



Figuur 1. **Berekende (XCLNCE met uitspoeling volgens Lammers (1983)) en gemeten gehaltenes aan anorganische N op 18 biologische percelen en de lineaire regressielijn door de punten.**

Het percentage verklaarde variantie was betrekkelijk laag, evenals de richtingscoëfficiënt en het intercept met de Y-as was betrekkelijk hoog. De gehaltenes in de lagere regionen van de metingen werden dus overschat, terwijl die in de hogere regionen werden onderschat. De indruk bestond dat dit werd veroorzaakt door het gebruik van de zeer eenvoudige berekening van de uitspoeling. De berekende voorjaarsgehaltenes waren over het algemeen veel hoger dan de gemeten waarden. Bovendien werd het effect van grote hoeveelheden neerslag die in korte tijd kunnen optreden (buien en regenperioden) teniet gedaan in de benadering van Lammers (1983). Om die reden is de berekening van de uitspoeling in XCLNCE veranderd volgens een 'tipping bucket' (TB) benadering; de overige berekeningen bleven gelijk. In een TB benadering kan de bodemlaag een maximum hoeveelheid water bevatten. Wanneer dat maximum wordt overschreden door het neerslagoverschot (neerslag minus verdamping), spoelt de overmaat vocht uit en neemt een proportionele hoeveelheid opgeloste anorganische stikstof mee naar de laag eronder. In XCLNCE is dat dan uitspoeling. De maximum hoeveelheden vocht die een grond kan bevatten zijn overgenomen uit Locher & De Bakker (1990). De neerslag en verdamping die werd gebruikt was afkomstig van het dichtstbijzijnde KNMI meetstation voor elk bedrijf. De resultaten van de berekeningen volgens het TB model zijn weergegeven in Figuur 2 en waren in duidelijk beter dan die volgens de oorspronkelijke benadering volgens Lammers (1983). Het percentage verklaarde variantie was hoger, evenals de richtingscoëfficiënt en het intercept met de Y-as was lager.





Figuur 2. **Als figuur 1, maar nu met uitspoeling volgens een 'tipping bucket' benadering**

Wanneer in plaats van de werkelijke klimaatgegevens de meerjarige gemiddelden werden gebruikt, waren de resultaten slechter, waarschijnlijk doordat het effect van langdurige neerslagperioden en zware buien dan ook werd afgevlakt.

De uitspoeling per maand uit de bovenste 30 cm was lager in de berekeningen volgens Lammers dan die volgens de TB benadering. De gemiddelde maandelijkse uitspoeling voor de bedrijven op zandgrond zijn weergegeven in tabel 2. (Dit is niet gedaan voor percelen op kleigrond, omdat er daarvan slechts 2 in het bestand zaten).

Tabel 2. **Gemiddelde stikstofuitspoeling (kg N per ha) uit de bovenste 30 cm op 16 zandgrond percelen van biologische bedrijven berekend met XCLNCE volgens Lammers en de 'tipping bucket' (TB) benadering.**

uitspoeling in	gemiddelde uitspoeling kg N per ha	
	Lammers	TB
Januari	11	9
februari	8	7
maart	0	9
april	0	6
mei	0	2
juni	0	1
juli	0	1
augustus	0	3
september	0	13
oktober	8	13
november	13	18
december	18	16
<b>totaal herfst en winterperiode *</b>	<b>57</b>	<b>75</b>

\* september t/m februari

De uitspoeling zoals die volgens Lammers werd aangenomen is blijktbaar te laag voor zandgronden. Daarom is een correctie aangebracht op basis van de TB berekeningen.

De gecorrigeerde verliezen voor zandgronden staan in tabel 3 volgens de formule:

$$U_{corr} = UL * U-TB/UL,$$

Waarbij U corr de gecorrigeerde uitspoeling is, UL de uitspoeling volgens Lammers en U-TB de uitspoeling volgens de TB benadering in XCLNCE gedurende de herfst en winter periode. Aangenomen werd dat vocht dat in de de herfst en winterperiode uit de bovenste laag van 30 cm verdween volledig verloren zou gaan door uitspoeling en dat van overige maanden niet.

Voor september worden dezelfde verliespercentages genomen als voor oktober.

Tabel 3. **De verliezen van anorganisch N door uitspoeling op zandgronden volgens Lammers (1983) en na correctie op basis van berekeningen met XCLNCE.**

anorganische N aanwezig in	uitspoeling %	
	Lammers	na correctie
oktober	68	89
november	68	69
december	60	52
januari	40	33
februari	20	17

## Bijlage 3. Samenstelling doorgerekende dierlijke meststoffen

Meststof_naam	samengesteld uit	initiele leeftijd	hc	init leeft. gelijkgesteld aan	herkomst/mestcode	bron van info	Ntotaal gehalte (%)	bron Norg/Ntot	Norg/Ntot	Nmin gehalte	Norg gehalte	P205 gehalte	% org stof	C/N quotient	ds %
dunne mest rundvee	dunne rundveemest	1,95	0,50			adviesbasis GV	0,44	adv bas GV	0,50	0,22	0,22	0,16	6,4	13,09	8,6
dunne mest vleesvarkens	dunne vleesvarkensmest	1,36	0,33			adviesbasis GV	0,72	adv bas GV	0,42	0,42	0,30	0,42	6	9,00	9
Rundveegier	rundveegier	1,95	0,50			adviesbasis GV	0,4	adv bas GV	0,05	0,38	0,02	0,02	1	22,50	2,5
Varkensgier	varkensgier	1,36	0,33	varkensmest		adviesbasis GV	0,65	adv bas GV	0,06	0,61	0,04	0,09	0,5	5,63	2
Zeugengier	zeugengier	1,39	0,34			adviesbasis GV	0,2	adv bas GV	0,05	0,19	0,01	0,09	1	45,00	1
vaste mest eenden	eendenmest	1,38	0,34	kippenmest		adviesbasis GV	0,83	adv bas GV	0,80	0,17	0,66	0,74	20,9	14,25	26,5
Vaste geitenmest	geitenmest	1,95	0,50	vaste rundveemest		adviesbasis GV	0,85	adv bas GV	0,69	0,26	0,59	0,52	18,2	13,88	26,5
vaste mest kalkoenen	kalkoenenmest	1,38	0,34	kippenmest		adviesbasis GV	2,47	adv bas GV	0,74	0,64	1,83	1,96	46,4	11,41	56,5
vaste mest kippen, strooiselmest	kippenmest	1,38	0,34			adviesbasis GV	1,91	adv bas GV	0,55	0,86	1,05	2,42	42,3	18,13	64
vaste mest konijnen	konijnenmest	1,95	0,50	vaste rundveemest		adviesbasis GV	1,36	adv bas GV	0,76	0,33	1,03	1,38	36,7	16,03	45
vaste mest leghennen	leghennenmest	1,36	0,33			adviesbasis GV	2,41	adv bas GV	0,90	0,24	2,17	1,88	37,4	7,76	51,5
vaste mest nertsen	nerstenmest	1,95	0,50	tussen rdm en rvast (bron handb mest & compost LBI)		adviesbasis GV	1,77	adv bas GV	0,43	1,01	0,76	2,7	18,5	10,95	28,5

vaste mest paarden	paardemest	1,95	0,50	vaste rundveemest		adviesbasis GV	0,5	schatting	0,50	0,25	0,25	0,3	25	45,00	31
vaste mest rundvee grupstal	rundveemest	1,95	0,50			adviesbasis GV	0,64	adv bas GV	0,81	0,12	0,52	0,41	15	12,98	24,8
vaste mest schapen	schapenmest	1,95	0,50	vaste rundveemest		adviesbasis GV	0,86	adv bas GV	0,77	0,20	0,66	0,42	20,5	13,98	29
vaste mest varkens (stro)	varkensmest	1,36	0,33	dunne mest vleesvarkens		adviesbasis GV	0,75	adv bas GV	0,80	0,15	0,60	0,9	16	12,00	23
vaste mest vleeskuikenouderdier en	vleeskippenmest	1,38	0,34	kippenmest		adviesbasis GV	1,9	schatting	0,82	0,34	1,56	2,85	42,3	12,22	61
vaste mest vleeskuikens	vleeskippenmest	1,44	0,36			adviesbasis GV	3,05	adv bas GV	0,82	0,55	2,50	1,7	50,8	9,14	60,5
Gedroogde Mestkorrels	gedroogde kippen/rundveemest	1,66	0,42	gemidd rundv + kip	Komeco Holland BV	handboek meststoffen	2,6	schatting	0,68	0,83	1,77	1,8	70	17,78	90
DCM Fecapol	gedroogde kippenmest	1,38	0,34	kippenmest	De Ceuster Meststoffen NV	handboek meststoffen	4,5	schatting	0,55	2,03	2,48	3	50	9,09	
Farmers House Organische Mest (chloorarm)	gedroogde kippenmest	1,38	0,34	kippenmest	Sunny-Egg- Systems BV	handboek meststoffen	5	schatting	0,55	2,25	2,75	3	62	10,15	92
Gedroogde Hennenmest	gedroogde kippenmest	1,38	0,34	kippenmest	onbekend	handboek meststoffen	4,57	schatting	0,55	2,06	2,51	3,81	63	11,28	88
Gedroogde Legkippenmest	gedroogde kippenmest	1,38	0,34	kippenmest	onbekend	handboek meststoffen	2,9	schatting	0,55	0,99	1,21	3	40	14,88	60
Gedroogde Slachtkippenmest	gedroogde kippenmest	1,38	0,34	kippenmest	onbekend	handboek meststoffen	3,6	schatting	0,55	1,62	1,98	1,9	43	9,77	60
DCM Koemest Groen	gedroogde rundveemest	1,95	0,50	vaste rundveemest	De Ceuster Meststoffen NV	handboek meststoffen	2	schatting	0,81	0,37	1,63	1,5	60	16,61	

Gedroogde Koemest (granulaat)	gedroogde rundveemest	1,95	0,50	vaste rundveemest	Komeco Holland BV	handboek meststoffen	2,4	schatting	0,81	0,45	1,95	2,2	70	16,14	93
Gedroogde Koemest (korrel)	gedroogde rundveemest	1,95	0,50	vaste rundveemest	Komeco Holland BV	handboek meststoffen	1,9	schatting	0,81	0,95	1,16	1,2	60	23,38	90
Gedroogde Koemest (poeder)	gedroogde rundveemest	1,95	0,50	vaste rundveemest	Komeco Holland BV	handboek meststoffen	2,1	schatting	0,81	0,36	1,54	1,7	65	18,94	88
Culterra Verrijkte Koemest 7+3+4	gedroogde koemest	1,95	0,50	vaste rundveemest	Culterra Holland BV	handboek meststoffen	7	handboek meststoffen	0,50	3,50	3,50	3	43	5,53	93
Fertisol	gecompost pluimv	1,38	0,34	kippenmest	Compost Raalte BV	handboek meststoffen	5	schatting	0,55	2,25	2,75	3,5	55	9,00	

## Bijlage 4. Samenstelling doorgerekende plantaardige meststoffen

Meststof_naam	samengesteld uit	initiele leeftijd	hc	init leeft. gelijkgesteld aan	herkomst/mestcode	bron van info	Ntotaal gehalte (%)	bron Norg/Ntot	Norg/Ntot	Nmin gehalte	Norg gehalte	P205 gehalte	% org stof	C/N quotient	ds %
Champost	champost	1,96	0,50	champost		adviesbasis GV	0,58	adv bas GV	0,95	0,03	0,55	0,36	22	18,00	35
champost	champost	1,96	0,50	champost	CNC	handboek meststoffen	0,5	adv bas GV	0,95	0,03	0,47	0,31	17,4	16,52	29,5
GFT compost	GFT compost	3,69	0,75	gft		adviesbasis GV	0,85	adv bas GV	0,92	0,08	0,78	0,37	19	10,96	65
GFT-compost	GFT compost	3,69	0,75	gft	ARCADIS Heidemij Realisatie	handboek meststoffen	0,57	adv bas GV	0,92	0,05	0,52	0,31	24,5	21,07	70
GFT-compost	GFT compost	3,69	0,75		AVL-Maasticht	handboek meststoffen	0,97	adv bas GV	0,92	0,08	0,89	0,99	26,2	13,24	68,6
GFT-compost	GFT compost	3,69	0,75		AVL-Venlo	handboek meststoffen	0,77	adv bas GV	0,92	0,06	0,71	0,97	20,9	13,31	67,5
GFT-compost	GFT compost	3,69	0,75		Kaathoven Compostering Bladel	handboek meststoffen	0,73	adv bas GV	0,92	0,06	0,67	0,6	23,7	15,91	69,4
GFT-Landbouwcompost	GFT compost	3,69	0,75		Regio Twente	handboek meststoffen	1	adv bas GV	0,92	0,08	0,92	0,45	25,4	12,45	63,2
GFT-Landbouwcompost	GFT compost	3,69	0,75		Veluwe Compostering sbedrijf BV	handboek meststoffen	0,87	adv bas GV	0,92	0,07	0,80	0,46	20,5	11,55	71,1
GFT-Opzakcompost	GFT compost	3,69	0,75		Veluwe Compostering sbedrijf BV	handboek meststoffen	0,87	adv bas GV	0,92	0,07	0,80	0,46	20,5	11,55	71,1

GFT-Recrocompost	GFT compost	3,69	0,75		Veluwe Composteringsbedrijf BV	handboek meststoffen	0,87	adv bas GV	0,92	0,07	0,80	0,46	20,5	11,55	73,3
GFT-Structuurcompost	GFT compost	3,69	0,75		Veluwe Composteringsbedrijf BV	handboek meststoffen	1,31	adv bas GV	0,92	0,11	1,20	0,54	40,83	15,28	68,5
Ster Compost	GFT compost	3,69	0,75	gft	Ster Compost	handboek meststoffen						0,32	24		66
VAM Edelcompost	GFT compost	3,69	0,75	gft	VAM	handboek meststoffen	0,91	adv bas GV	0,92	0,07	0,84	0,4	21	11,31	70
VAM Landbouwcompost	GFT compost	3,69	0,75	gft	VAM	handboek meststoffen	0,91	adv bas GV	0,92	0,07	0,84	0,4	21	11,31	70
VAM Recrocompost	GFT compost	3,69	0,75		VAM	handboek meststoffen	0,91	adv bas GV	0,92	0,07	0,84	0,4	21	11,31	70
<b>Groencompost</b>	GFT compost	3,69	0,75	groencompost	Groenrecycling Utrecht BV	handboek meststoffen	0,18	adv bas GV	0,92	0,01	0,17	0,02	20	54,47	62,3
<b>Natuurcompost</b>	GFT compost	3,69	0,75	groencompost	ARCADIS Heidemij Realisatie	handboek meststoffen	0,39	adv bas GV	0,92	0,03	0,36	0,16	15	18,85	60
<b>Tellus-Natuurcompost</b>	GFT compost	3,69	0,75	stro+gras	VAGROEN "locatie Tellus"	handboek meststoffen	0,65	schatting	0,95	0,03	0,62	0,25	15,3	11,15	47
Schorscompost	Schorscompost	5,42	0,85	boomschorscompost	Nigten BV	handboek meststoffen	0,2	schatting	0,92	0,02	0,18	0,02	30,5	74,75	31,6
	gecompost pluimv	1,38	0,34	kippenmest	Compost Raalte BV	handboek meststoffen	5	schatting	0,55	2,25	2,75	3,5	55	9,00	
VAM Humusaarde	gft+tuinturf	5,35	0,85	gemidd gft+tuinturf	VAM	handboek meststoffen	0,57	schatting	0,96	0,02	0,55	0,29	13,8	11,36	74,9
Natuurcompost	gft+tuinturf	5,35	0,85	gemidd gft+tuinturf	CAW	handboek meststoffen	0,67	schatting	0,96	0,03	0,64	0,24	26,6	18,63	58,4

VAM Tuinbouwcompost	45% edelcomp+55%tuinturf	5,51	0,85	gft+tuinturf	VAM	handboek meststoffen	0,56	schatting	0,96	0,02	0,54	0,22	24,2	20,28	50,6
OSMO-FUM 4+3+5 tuinturf	plant rest tuinturf	1,30 7,00	0,31 0,89	schatting tuinturf	OSMO bvba	handboek meststoffen mestst 77	4 0,4	handboek meststoffen lijst PPO	1,00 1,00	0,00 0,00	4,00 0,40	3	50 100	5,63 112,50	100
turfstrooisel, turfmolm	tuinturf	7,00	0,89	tuinturf		mestst 77	0,4	lijst PPO	1,00	0,00	0,40		100	112,50	100
veen PH <4,5	Veen	33,40	0,99	veen		mestst 77	2	schatting	1,00	0,00	2,00		50	11,25	
veen PH >4,5	Veen	21,40	0,98	veen		mestst 77	2	schatting	1,00	0,00	2,00		50	11,25	



## Bijlage 5. Samenstelling doorgerekende overige meststoffen (indicatieve berekeningen)

rubriek meststoffenbeschikking	groep uit meststoffenlijst	onderverdeling uit meststoffenlijst	dierlijk/plantaardig	Meststof_naam	samengesteld uit	initiele leeftijd	hc	init leeft. gelijkgesteld aan	herkomst/mestcode	bron van info	Ntotaal gehalte (%)	bron Norg/Ntot	Norg/Ntot	Nmin gehalte	Norg gehalte	P205 gehalte % org stof	C/N quotient	ds %	
organisch bodemverbeterende middelen	bermmaaisel		plantaardig	bermmaaisel	gras en kruiden, gehalten obv drogestof	1,13	0,25	plantmateriaal		rapp Kor Zwart	1,7	schatting	1,00	0,00	1,7	0,6	72,4	19,16	23,7
organisch bodemverbeterende middelen	heideplagsel		plantaardig	heideplagsel	heide en ander plantmateriaal	1,13	0,25	plantmateriaal		rapp Kor Zwart	0,35	schatting	1,00	0,00	1		15,3	19,67	23,7
A: stikstofmeststoffen	bloedmeel voor meststof		dierlijk	Bloedmeel	bloedmeel	1,13	0,25	plantmateriaal	Ecostyle BV	handboek meststoffen	12	handboek meststoffen	1,00	0,00	12,00		80	3,00	
A: stikstofmeststoffen	verenmeel		dierlijk	Ecostyle verenmeel N13	verenmeel	1,13	0,25	plantmateriaal	Ecostyle BV	website ecostyle	13	website ecostyle	1,00	0,00	13,00		65	2,25	
A: stikstofmeststoffen	moutkiemen en vinasse		plantaardig	Monterra Malt	moutkiemen en vinasse	1,13	0,25	plantmateriaal	Memon	Marcelis et al., 2003	5,64	Marcelis et al., 2003	1,00	0,00	5,64		82	6,54	95
A: stikstofmeststoffen	Verenmeel en melasse		Plantaardig/dierlijk	Monterra Nitrogen plus	Verenmeel en melasse	1,13	0,25	plantmateriaal	Memon	Marcelis et al., 2003	13,6	Marcelis et al., 2003	1,00	0,00	13,6			3,65	94
Kalkmeststoffen	bijproduct van de suikerwerkende industrie	schuimaarde	plantaardig	Agrakalk 23+4	schuimaarde + magnesiakalk	1,13	0,25	plantmateriaal											
Kalkmeststoffen	bijproduct van de suikerwerkende industrie	schuimaarde	plantaardig	Betacal-carbo	schuimaarde	1,13	0,25	plantmateriaal	Suiker Unie UA	handboek meststoffen	0,325		1,00	0,00	0,33	1,15	9	12,46	68
Kalkmeststoffen	bijproduct van de suikerwerkende industrie	schuimaarde	plantaardig	Betacal-flow	schuimaarde	1,13	0,25	plantmateriaal	CSM Suiker VC en Suiker Unie UA	handboek meststoffen	0,275		1,00	0,00	0,28	0,975	8	13,09	58

Kalkmeststoffen	bijproduct van de suikerverwerkende industrie	schuimaarde	plantaardig	Betacal-filter	schuimaarde	1,13	0,25	plantmateriaal	CSM Suiker VC en Suiker Unie UA	handboek meststoffen	0,225	1,00	0,00	0,23	0,8	6	12,00	47	
ontheffing	vinassekali, alg ontheff		plantaardig	Florakal-SFL (chloorarm)	vinassekali	1,13	0,25	plantmateriaal	UNIFERM GmbH & Co	handboek meststoffen	2,1	handboek meststoffen	1,00	0,00	2,10	0,5	30	6,43	80
ontheffing	vinassekali, alg ontheff		plantaardig	Vinassekali (chloorarm)	vinassekali	1,13	0,25	plantmateriaal	Nedalco BV	handboek meststoffen	3,8	handboek meststoffen	0,97	0,10	3,70		41	4,99	62
ontheffing	vinassekali, alg ontheff		plantaardig	Vinassekali nk 2-30	vinassekali	1,13	0,25	plantmateriaal	Ecostyle BV	website ecostyle	2	schatting	0,97	0,05	1,95		10	2,31	
ontheffing	vinassekali, alg ontheff		plantaardig	Vinassekali-SFL (chloorarm)	vinassekali	1,13	0,25	plantmateriaal	onbekend	handboek meststoffen	2,2	handboek meststoffen	1,00	0,00	2,20	0,5	12	2,45	82
ontheffing	vinassekali, bijz ontheff		plantaardig	Vinassekali-SF	vinassekali	1,13	0,25	plantmateriaal	onbekend	handboek meststoffen	0,8	handboek meststoffen	1,00	0,00	0,80	0,5	8,9	5,01	96
geen			plantaardig	Biet-Vinasse	vinassekali	1,13	0,25	plantmateriaal	OSMO bvba	handboek meststoffen	0,8	schatting	1,00	0,00	0,80	0,5	8,9	5,01	
geen			plantaardig	Vinasse-Extract	vinassekali	1,13	0,25	plantmateriaal	OSMO bvba	handboek meststoffen	0,8	schatting	1,00	0,00	0,80	0,5	8,9	5,01	

