

# Snelmeters dierlijke mest

Verbetering van de gebruiksmogelijkheden van dierlijke mest door directe meting van de werkzame hoeveelheid stikstof vóór uitrijden van de mest

W.C.A. van Geel, P.H.M. Dekker, R. Kassies, W. Uijthoven, G.J. Weijers

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, 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.

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Dit onderzoek is financieel mede mogelijk gemaakt door:  
LNV/VROM (Nitraatgelden)

Projectnummer: 510.107

**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

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING 7	
1.1 Probleemschets .....	7
1.2 Snelmeters.....	8
1.2.1 Mestanalyseset N/P van Eijkelkamp .....	8
1.2.2 Quantofix .....	8
1.3 Projectfasen.....	9
2 VOORBEREIDING.....	11
2.1 Overleg met betrokken instanties.....	11
2.2 Toetsing betrouwbaarheid snelmeters.....	11
2.2.1 Mestmonsters van uiteenlopende samenstelling .....	11
2.2.2 Materialen en werkwijze.....	13
2.3 Voorbehandeling mestmonster.....	14
3 BEPROEVING IN PRAKTIJK.....	17
3.1 Monstername .....	17
3.2 Meten in herhalingen en homogeniseren mest in de silo.....	17
3.3 Temperatuur .....	18
3.4 Meetuitslagen praktijkmonsters.....	19
3.4.1 Vergelijking met de labanalyse .....	19
3.4.2 Vergelijking met de Minas-uitslag.....	21
3.5 Response primaire sector en mesthandel .....	23
3.5.1 Eisen aan mest door de gebruiker.....	23
3.5.2 Mesthandel.....	23
3.5.3 Gebruik snelmeters op het primaire bedrijf.....	24
4 SCHATTING WERKZAME HOEVEELHEID STIKSTOF.....	25
4.1 Schatting Norg .....	25
4.1.1 Schatting op basis van het fosfaatgehalte.....	25
4.1.2 Schatting op basis van de dikte van de mest.....	25
4.2 Inzet Quantofix.....	26
4.3 Vergelijking mogelijkheden schatting werkzame stikstof.....	26
5 BESPREKING.....	29
LITERATUUR .....	31
COMMUNICATIE.....	33
BIJLAGE 1. HANDLEIDING VOOR DE MESTANALYSE-SET N/P VAN EIJKELKAMP AGRISEARCH EQUIPMENT ..	35
BIJLAGE 2. HANDLEIDING VOOR DE QUANTOFIX.....	43
BIJLAGE 3. BEPALING VAN DE MESTDOSERING OP BASIS VAN DE GEMETEN SAMENSTELLING VAN DE MEST .....	49
BIJLAGE 4. MEETRESULTATEN NAJAAR 2001 VAN 24 UITEENLOPENDE MESTMONSTERS.....	57

BIJLAGE 5. HERHAALDE METINGEN 2 VARKENSDRIFMESTMONSTERS .....	59
BIJLAGE 6. TOETSING WERKWIJZE SNELTEST EIJKELKAMP .....	61
BIJLAGE 7. VOORBEHANDELING MESTMONSTER .....	63
BIJLAGE 8. EFFECT VAN TEMPERATUUR .....	65
BIJLAGE 9. CORRECTIE MEETUITSLAG QUANTOFIX.....	67
BIJLAGE 10. VERGELIJKING N-NH <sub>3</sub> -METING SNELTEST EIJKELKAMP EN QUANTOFIX .....	69
BIJLAGE 11. VERBAND TUSSEN NORG EN FOSFAAT IN DE GEANALYSEERDE VARKENSDRIFMESTMONSTERS.....	71
BIJLAGE 12. VERBAND TUSSEN NORG EN DROGE STOF IN DE GEANALYSEERDE VARKENSDRIFMESTMONSTERS.....	73

# Samenvatting

In het kader van "Instrumenten mineralenmanagement" heeft PPO-agv het perspectief van snelmeters voor dierlijke mest onderzocht om te komen tot een beter landbouwkundig gebruik van dierlijke mest. De grootste, onzekere factor bij gebruik van mest is meestal de kennis over de samenstelling, die sterk kan variëren. Uitgaan van forfaitaire mineralengehalten om de mestdosering te bepalen, is zeer onnauwkeurig. De Minas-uitslag is pas na toediening van de mest bekend en geeft bovendien geen informatie over de verhouding tussen N-mineraal en N-organisch in de mest. Met behulp van snelmeters kan de samenstelling van de mest vóór het uitrijden worden gemeten om de mestdosering beter te kunnen bepalen. Dit kan de gebruikswaarde van de mest vergroten en leiden tot een nauwkeurigere (veelal lagere) stikstofbemesting.

In het project zijn twee in Nederland beschikbare snelmeters gebruikt:

1. de Mestanalyseset N/P van de fa. Eijkelkamp, kortweg 'veldkit of sneltest van Eijkelkamp' genoemd. Met deze meter kan N-totaal, fosfaat en ammoniakstikstof in de mest worden gemeten;
2. de Quantofix van de fa. Gullimex. Hiermee kan enkel ammoniakstikstof worden gemeten.

De snelmeters zijn beoordeeld op betrouwbaarheid en bruikbaarheid. De bruikbaarheid betreft het gebruik van de snelmeters zelf maar ook de inpasbaarheid in de logistieke keten van mestafzet, -transport en -toediening.

Het mestmonster voor de snelmeting kan het beste tijdens het laden van de mest worden genomen. Dat levert een representatiever monster op dan bij het lossen van de mest en er is meer tijd om de analyse uit te voeren (terwijl de mest onderweg is naar de afnemer).

Het Minas-monster kan niet worden gebruikt voor een snelmeting, omdat de monsterpot of -zak automatisch wordt verzegeld. Het is wel mogelijk om simultaan een tweede monster te nemen. Logistiek is deze monsternamen goed in te passen.

Een geslaagde snelmeting vereist dat er nauwkeurig wordt gewerkt. Nadat een representatief mestmonster is genomen, moet dit goed worden gehomogeniseerd. Voorts moet er in herhalingen worden gemeten om sterk afwijkende meetuitslagen eruit te kunnen halen. Ook is het belangrijk dat de mest in de silo goed is gemengd.

Het sturen van de mestdosering op basis van een snelmeting van de gehalten is aanzienlijk nauwkeuriger dan het sturen op forfaitaire gehalten. Niettemin heeft een snelmeting enkel landbouwkundige waarde en is geen vervanging van de Minas-analyse. De snelmeting en de Minas-analyse zullen vrijwel nooit overeenkomen; het verschil kan gemakkelijk oplopen tot 20%.

De praktijk zal moeten wennen en leren omgaan met de afwijkende meetresultaten tussen verschillende monsters van dezelfde mestpartij en/of de verschillende meetmethoden (sneltest versus laboratoriumbepaling). Men moet hierbij bedenken dat ook de laboratoriumanalyse kan afwijken van de werkelijkheid.

Ammoniakstikstof was nauwkeuriger te meten dan N-totaal (kleinere meetfout), zowel met de sneltest van Eijkelkamp als met de Quantofix. De Quantofix gaf echter structureel te lage meetuitslagen van gemiddeld ca. -10%. Dit euvel is te ondervangen door de metingen van de Quantofix consequent met 10% verhogen. Bij mest met een zeer lage stikstofgehalte, van rond de 1 kg N-NH<sub>3</sub> per kuub mest, gaf de Quantofix geen betrouwbare meetuitslag en moet het gebruik worden afgeraden.

Wanneer dierlijke mest voorafgaand aan een teelt wordt ingezet, is de werkzame hoeveelheid stikstof meestal bepalend voor de mestdosering. Voor bepaling van de werkzame hoeveelheid stikstof is een snelmeting van het ammoniakgehalte nauwkeuriger en te prefereren boven een snelmeting van N-totaal. Daar komt bij dat een snelmeting van ammoniak sneller en eenvoudiger is uit te voeren en bovendien niet conflicteert met de Minas-analyse.

Bij meting van N-totaal met de sneltest van Eijkelkamp verdient het aanbeveling om ook het N-NH<sub>3</sub>-gehalte te

meten, daar dit tot een nauwkeurigere schatting leidt van de werkzame hoeveelheid stikstof. Wanneer de mestdosering wordt gestuurd op basis van de ammoniakmeting, kan het schatten van het Norg-gehalte op basis van de dikte van de mest, een iets nauwkeurigere bepaling van de werkzame hoeveelheid stikstof in de mest geven dan wanneer wordt uitgegaan van een forfaitaire verhouding tussen Nm en Norg. Deze methode voor het schatten van Norg moet nader worden uitgewerkt.

Breekpunt voor gebruik van snelmeters in praktijk is dat het extra kosten met zich meebrengt, die noch de mesthandel, noch de afnemers van mest voor rekening willen nemen. De mesthandel wijst de huidige snelmeters af.

Er is behoefte aan een snelle (laboratorium)meting die tevens voor Minas kan worden gebruikt. Dan kunnen er nooit problemen ontstaan door verschillende meetuitslagen.

De eisen die de mesthandel stelt aan een snelmeting zijn: goedkoop en zeer snel en eenvoudig uit te voeren (de chauffeur van de mestwagen moet het kunnen doen). De mesthandel zou liever investeren in geavanceerde, dure meetapparatuur die niet of nauwelijks extra arbeid vraagt, dan in goedkope meetapparatuur die veel arbeid vraagt.

Toepassing van de Quantofix op het mestontvangende bedrijf ligt ook moeilijk. De tijd ontbreekt om vlak vóór uitrijden de mest te analyseren. Daarnaast zal de afnemer van mest niet bereid zijn extra kosten te maken en verwacht hij dat de leverancier van de mest de gehalten erbij geeft.

De extra kosten, arbeid en de tijddruk geven het gebruik van snelmeters weinig kans. Het perspectief voor gebruik van de onderzochte snelmeters in praktijk is daarom momenteel slecht.

# 1 Inleiding

In het kader van "Instrumenten mineralenmanagement" heeft PPO-agv het perspectief van snelmeters voor dierlijke mest onderzocht om te komen tot een beter landbouwkundig gebruik van dierlijke mest.

## 1.1 Probleemschets

Op de zandgronden in Nederland wordt dierlijke mest in het voorjaar toegediend. Veelal wordt echter de onvoldoende rekening gehouden met de hoeveelheid werkzame stikstof in de mest.

Op de kleigronden wordt de meeste mest aan het eind van de zomer (na de graanoogst, vóór een groenbemester) of in de herfst toegediend. Om stikstofverlies in de herfst en winter te verminderen is het gewenst om de herfsttoediening te verschuiven naar het voorjaar. In praktijk wordt dit weinig toegepast, vanwege de angst voor structuurbederf van de kleigrond en vanwege onzekerheid over de hoeveelheid werkzame stikstof in de mest.

Het wegnemen van onzekerheid over de te verwachten stikstofwerking, kan het gebruik van dierlijke mest in het voorjaar verhogen. Ook kan de benodigde, aanvullende kunstmestgift nauwkeuriger worden bepaald, waardoor er scherper (veelal lager) kan worden bemest.

De hoeveelheid werkzame stikstof in mest is een resultante van de volgende factoren:

- het totale stikstofgehalte in de mest (N-totaal) en de verdeling van deze stikstof over de minerale fractie in de mest (aangeduid als N-mineraal, ammoniak, Nm of N-NH<sub>3</sub>) en de organische fractie (N-organisch ofwel Norg). De minerale stikstof is direct beschikbaar. De organische gebonden stikstof komt na toediening van de mest geleidelijk vrij door afbraak in de grond van de organische fractie;
- de methode van inwerken van de mest. Dit beïnvloedt de hoeveelheid stikstof die verloren gaat door ammoniakvervluchtiging. Injectie van de mest in de grond geeft de minste vervluchtiging. Meer vervluchtigingsverlies betekent een lagere stikstofwerking;
- het tijdstip van aanwenden. Bij aanwending in de herfst bijvoorbeeld, spoelt veel stikstof in de winter uit en is er het volgend voorjaar nog maar weinig beschikbaar voor het gewas. De werking is in dat geval laag;
- de snelheid waarmee de organische fractie van de mest wordt afgebroken c.q. de organisch gebonden stikstof mineraliseert. Dit is afhankelijk van de mestsoort en de periode van het jaar. Van de organisch gebonden stikstof in rundermest komt de helft in het eerst jaar na toediening vrij en bij varkens- en kippenmest tweederde deel. De mineralisatie bij varkens- en kippenmest gaat dus sneller. Daarnaast verloopt de mineralisatie bij hogere temperatuur sneller dan bij lagere temperatuur;
- de stikstofopnameperiode van het gewas. Een langere opnameperiode betekent in de regel dat het gewas ook langer kan profiteren van de stikstof die mineraliseert.

Van de vier laatst genoemde punten is veel bekend en er zijn normgetallen beschikbaar om de stikstofwerking van de mest voor elke situatie te kunnen schatten (zie bijlage 3). De grootste, onzekere factor bij gebruik van mest is meestal de kennis over de samenstelling. De samenstelling varieert per mestsoort. Voor elk mestsoort is weliswaar een gemiddelde samenstelling bekend (zie bijlage 3: tabel 4), maar het hanteren van deze cijfers kan tot een grote afwijking leiden van de hoeveelheid stikstof die men denkt toe te dienen, omdat ook binnen elke mestsoort de samenstelling sterk varieert.

Zelfs tussen opeenvolgende partijen aangevoerde mest uit dezelfde mestsilo kan de samenstelling behoorlijk fluctueren, zelfs als de mest in de silo is gemixt (Hoeksma, 2001). Wanneer deze verschillende mestpartijen op een perceel worden toegediend en er constant eenzelfde hoeveelheid mest worden gedoseerd, ontstaat forse heterogeniteit op het perceel qua hoeveelheid toegediende stikstof. Als van elke afzonderlijke partij de samenstelling vooraf bekend is, kan de dosering steeds worden aangepast, opdat op het gehele perceel een zo uniforme mogelijke hoeveelheid werkzame stikstof komt.

Tussen het laden van de mest en het uitrijden zit onvoldoende tijd om de samenstelling van de mest door een laboratorium te laten bepalen. Met snelmeters kan dit mogelijk wel. Vragen hierbij zijn hoe het mestmonster moet worden genomen, wie de snelmeting uitvoert en waar of wanneer dit het beste kan gebeuren: door de mestleverancier tijdens het laden van de mest, of door de teler, vlak vóór het uitrijden van de mest.

## 1.2 Snelmeters

In het project zijn twee in Nederland beschikbare snelmeters gebruikt:

3. de Mestanalyseset N/P van de fa. Eijkelkamp, kortweg 'veldkit of sneltest van Eijkelkamp' genoemd
4. de Quantofix van de fa. Gullimex

Beide snelmeters zijn ontwikkeld voor drijfmest en niet geschikt voor vaste mest.

### 1.2.1 Mestanalyseset N/P van Eijkelkamp

Met de sneltest van Eijkelkamp kan N-totaal worden gemeten, N-mineraal ( $N-NH_3$ ) en fosfaat ( $P_2O_5$ ). Voor het op maat doseren van de mest, voorafgaan aan de teelt van een gewas, is stikstof de meest sturende factor. Kennis over het fosfaatgehalte in de mest is bij varkensmest vooral van belang om binnen de Minasnorm te blijven.

De analyseset bestaat uit twee koffers met chemicaliën, meetapparatuur en hulpmaterialen. De set kost ca. €2000,=. Daarbovenop komen de kosten voor de verbruiksmaterialen: ca. €9,= per analyse op N-totaal + fosfaat.

Uit een mestmonster wordt na homogeniseren een submonster genomen van 2 ml of 2 gram. Vervolgens wordt de organische stof in de mest gedestruëerd. Het destruaat wordt toegevoegd aan buisjes met een chemische vloeistof, waarna een kleuringsreactie optreedt. De intensiteit van kleur in de buisjes is een maatstaf voor het gehalte stikstof of fosfaat in de mest. De kleurintensiteit wordt gemeten met een fotometer. De gehele analyse kost een half uur. De gedetailleerde uitvoering staat beschreven in bijlage 1. Eijkelkamp heeft de sneltest laten ontwikkelen door IMAG-DLO (Walraven en Starmans, 1999). Volgens het IMAG-onderzoek bedraagt de afwijking van de sneltest (uitgedrukt als 2x de standaardafwijking) ten opzichte van de laboratoriumanalyse volgens de NEN-normen: 13,3% voor N-totaal en 13,2% voor fosfaat bij volumetrische monsternamen (met een pipet) en 9,2% respectievelijk 10,0% bij gravimetrische monsternamen (weging van het submonster).

De set is standaard uitgerust om N-totaal en fosfaat te meten. PPO-agv heeft Eijkelkamp geadviseerd ook de  $N-H_3$ -meting in de set op te nemen, omdat dit de set een meerwaarde zal geven. Wanneer zowel N-totaal als N-mineraal bekend zijn, kan N-organisch worden berekend: N-totaal – N-mineraal, en kan de stikstofwerking nauwkeuriger worden geschat. Verschil met de N-totaalmeting is dat er geen destructie van de organische stof plaatsvindt en er andere reagentia worden gebruikt (zie bijlage 1). Ook moet de elektronica in de fotometer worden aangepast.

### 1.2.2 Quantofix

Met de Quantofix kan alleen de ammoniak in de mest (N-mineraal) worden gemeten. N-organisch wordt vervolgens geschat op basis van een forfaitaire verhouding tussen deze fracties in de mest, afgeleid van de gemiddelde samenstelling van de betreffende mestsoort (bijlage 3: tabel 4). Deze snelmeter is in Duitsland ontwikkeld (Klasse & Werner, 1985) en wordt in Nederland verkocht door o.a. de fa. Gullimex.

De Quantofix is een compacte apparaat, dat gemakkelijk is te bedienen en mee te nemen. Het apparaat kost €316,=. De verbruikskosten voor chemicaliën bedragen ca. €0,16 per meting, indien het reagens zelf wordt gemaakt (zie bijlage 2) of €0,67 indien het kant en klaar wordt gekocht.

Uit een mestmonster wordt na homogeniseren een submonster genomen van 100 ml. Hieraan wordt een overmaat loog toegevoegd. Bij de daaropvolgende chemische reactie komt stikstofgas vrij. Dit wordt opgevangen en de hoeveelheid wordt gemeten. De hoeveelheid stikstofgas is een maatstaf voor de hoeveelheid  $N-NH_3$  in de mest, die direct op de meter kan worden afgelezen. De meting kost een kwartier. De gedetailleerde uitvoering van de meting staat beschreven in bijlage 2.



## 1.3 Projectfasen

Met dit project is beoogd tot een systeem te komen waarbij per vracht mest de dosering wordt afgestemd op de werkzame hoeveelheid stikstof, gebruikmakend van snelmeters. In dit project zijn daarom de bestaande snelmeters beoordeeld op betrouwbaarheid en bruikbaarheid. De bruikbaarheid betreft het gebruik van de snelmeters zelf maar ook de inpasbaarheid in de logistieke keten van mestafzet, -transport en -toediening.

Het project bestond uit drie onderdelen: voorbereiding, ontwikkeling en evaluatie. In de voorbereidingsfase (herfst 2001 en winter 2001/2002) zijn contacten gelegd en is overleg gevoerd met belanghebbenden in de "mestwereld" en met mogelijke participanten. Het betrof o.a. de mesthandel, loonwerkers, vertegenwoordigers van telersgroepen en leveranciers van de snelmeters. Verder is de betrouwbaarheid van de beide snelmeters onderzocht en is de werkwijze voor de monsternamen en het gebruik van de snelmeters vastgelegd.

In de ontwikkelingsfase (voorjaar en zomer 2002) zijn de beide snelmeters beproefd onder praktijkomstandigheden bij mestsilo's van de mesthandel en op mestproducerende agrarische bedrijven. Tevens is de logistieke inpasbaarheid beoordeeld.

Aan de hand van de opgedane ervaring in deze fase en de voorbereidingsfase zijn handleidingen opgesteld voor het gebruik van de snelmeters. Deze zijn gebaseerd op de korte handleidingen van de leveranciers, aangevuld met de ervaringen/bevindingen van PPO-agv. De handleidingen zijn opgenomen in de bijlagen 1 en 2. Ook is een hulpmiddel ontwikkeld, in de vorm van handzame tabellen, om op basis van resultaten van de snelmeters de werkzame hoeveelheid stikstof uit de mest te schatten. Dit is opgenomen in bijlage 3. In een discussiebijeenkomst met vertegenwoordigers van de mesthandel (september 2002) en met vertegenwoordigers van alle betrokken partijen bij het gebruik van mest (november 2002) zijn de bevindingen van PPO-agv en het perspectief van de snelmeters bediscussieerd. In september 2003 zijn de sneltesters gedemonstreerd op een open dag van de proeftuin Meterikse Veld.

Tot slot is het gebruik van de Quantofix op de mestontvangende bedrijven c.q. dan wel gemengde bedrijven die hun eigen mest gebruiken, beoordeeld (voorjaar en zomer 2003).

De uitvoering en bevindingen van de voorbereidingsfase zijn beschreven in hoofdstuk 2 en die van de beproeving in praktijk in hoofdstuk 3, inclusief het gebruik van de Quantofix op de mestontvangende bedrijven. Ook is in hoofdstuk 3 de response van de mesthandel en de agrariërs weergegeven, welke is opgetekend tijdens het uitvoeren van de metingen in praktijk en tijdens de discussiebijeenkomsten. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op diverse mogelijkheden om de stikstofwerking van de mest te schatten, gebruikmakend van de sneltesters en wordt de nauwkeurigheid van de verschillende mogelijkheden vergeleken. In hoofdstuk 5 worden de bevindingen besproken en wordt het perspectief geëvalueerd. De handleidingen voor de snelmeters en de hulptabellen zijn opgenomen in de bijlagen 1 t/m 3.



## 2 Voorbereiding

### 2.1 Overleg met betrokken instanties

Tijdens de start van het project is overleg gevoerd met:

- Bureau Mestafzet (bevordering afzet dierlijke mest en mestproducten)
- Cumela (overkoepelende organisatie voor belangbehartiging van o.a. mestdistributeurs)
- IMAG-DLO (ontwikkelaar van de sneltest van Eijkelkamp)
- Praktijkonderzoek Veehouderij
- Eijkelkamp (leverancier van de NP-sneltest en van automatische mestmonsternameapparatuur)
- Gullimex (leverancier van de Quantofix)
- VMA (leverancier van automatische mestmonsternameapparatuur)
- Blgg en IMAG-laboratorium
- LTO

De gesprekken met de bovengenoemde partijen maakten enerzijds duidelijk dat er een grote behoefte bestaat om vooraf de samenstelling van mest te kennen, maar anderzijds dat men zeer sceptisch staat tegenover de haalbaarheid ervan met snelmeters.

Mestdistributiebedrijven die reeds enige ervaring met de snelmeter van Eijkelkamp hadden opgedaan, waren hierin teleurgesteld. Ze constateerden dat de analyseresultaten sterk konden afwijken van die van de officiële Minas-analyses. Gezien de status van de Minas-analyses is het voor deze bedrijven zeer lastig om met twee verschillende uitslagen te werken. Hoewel bekend is dat ook de Minas-uitslagen een afwijking kennen, worden de resultaten wel als een hard gegeven geïnterpreteerd.

De snelmeter van Gullimex was in de praktijk niet bekend of er was geen ervaring mee opgedaan.

### 2.2 Toetsing betrouwbaarheid snelmeters

Op grond van de inventarisatie naar ervaringen met de snelmeters is besloten eerst zelf bij PPO-agv te Lelystad de betrouwbaarheid van de snelmeters te toetsen.

#### 2.2.1 Mestmonsters van uiteenlopende samenstelling

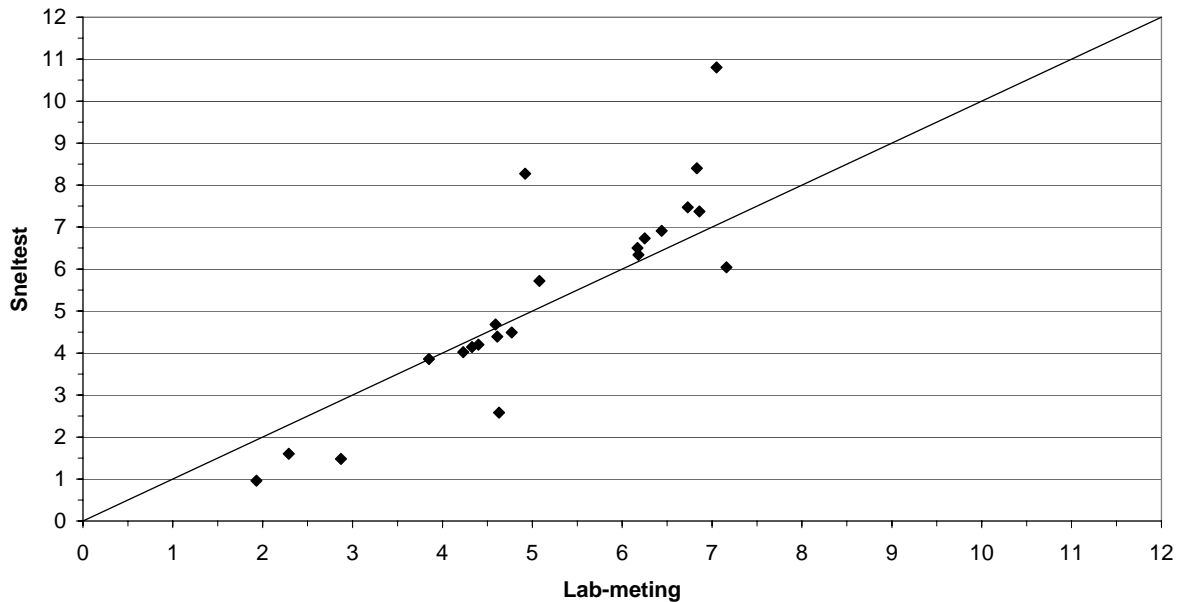
In het najaar van 2001 zijn met de beide meters 24 mestmonsters van zeer uiteenlopende samenstelling geanalyseerd, afkomstig van varkens, rundvee en kippen, waaronder een monster vaste kippenmest. De metingen zijn uitgevoerd in enkelvoud. Dezelfde monsters zijn naar Blgg gestuurd voor laboratoriumanalyse van de mestsamenstelling. Deze labanalyse voldoet aan de eisen van Minas en is gebruikt als referentie. De Quantofix geeft de uitslag weer in kg NH<sub>3</sub> per m<sup>3</sup> mest. Dit is omgerekend naar kg NH<sub>3</sub> per ton mest op basis van de gemiddelde dichtheid van de betreffende mestsoort (bijlage 3: tabel 4). De omschrijving van de mestmonsters en de meetuitslagen zijn weergegeven in bijlage 4.

Ten opzichte van de Blgg-analyse gaf de sneltest voor N-totaal bij eenderde deel van de monsters een afwijking van meer dan 15% (figuur 1). Bij een kwart van de monsters was de afwijking groter dan 30%. Voor P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-totaal was de afwijking eveneens bij eenderde deel van de monsters groter dan 15%, waarvan drie monsters met een afwijking van meer dan 30% (figuur 2). Het monster vaste kippenmest is in deze beoordeling niet meegenomen.

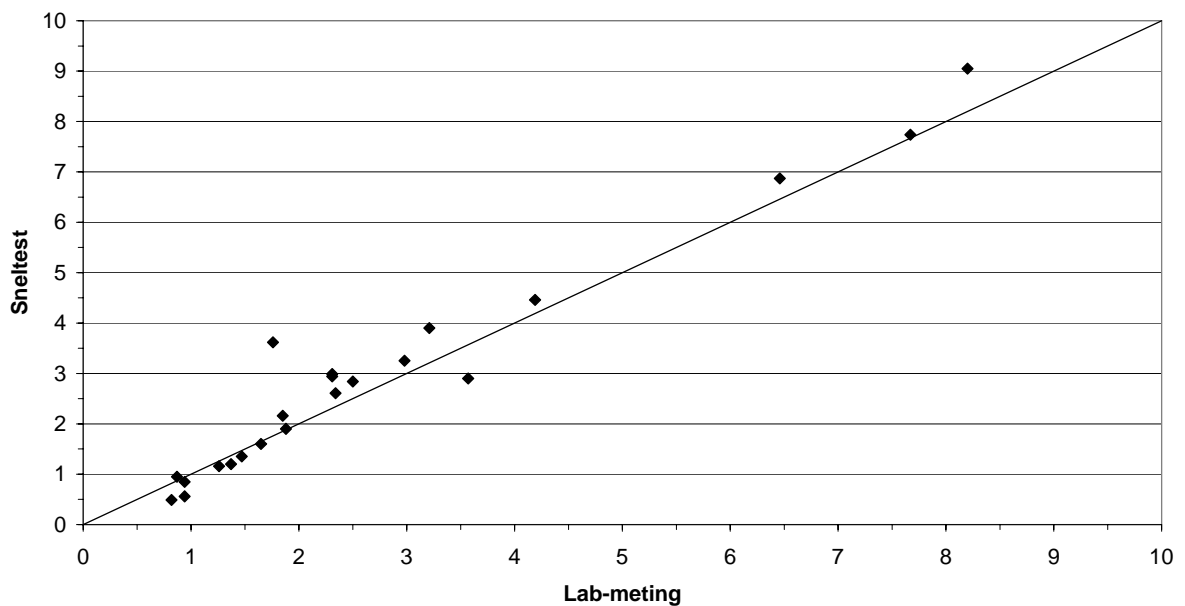
In de monsters met een laag fosfaatgehalte ( $\leq 1$  kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ton) kon N-totaal soms niet goed worden gemeten. De kleuringsreactie (zie bijlage 1) verliep niet goed. Het reagens behoort groen te kleuren, maar bij deze monsters kleurde het geel en werd het troebel. In het monster rundergier kon de meter zelfs niets meten. Ook fosfaat kon hierin niet worden gemeten, omdat het gehalte onder het meetbereik van de meter lag. Het Norg-gehalte en het fosfaatgehalte in gier zijn echter dermate laag, dat meting van enkel N-mineraal

voldoende informatie geeft over de stikstofbemestende waarde van de gier.

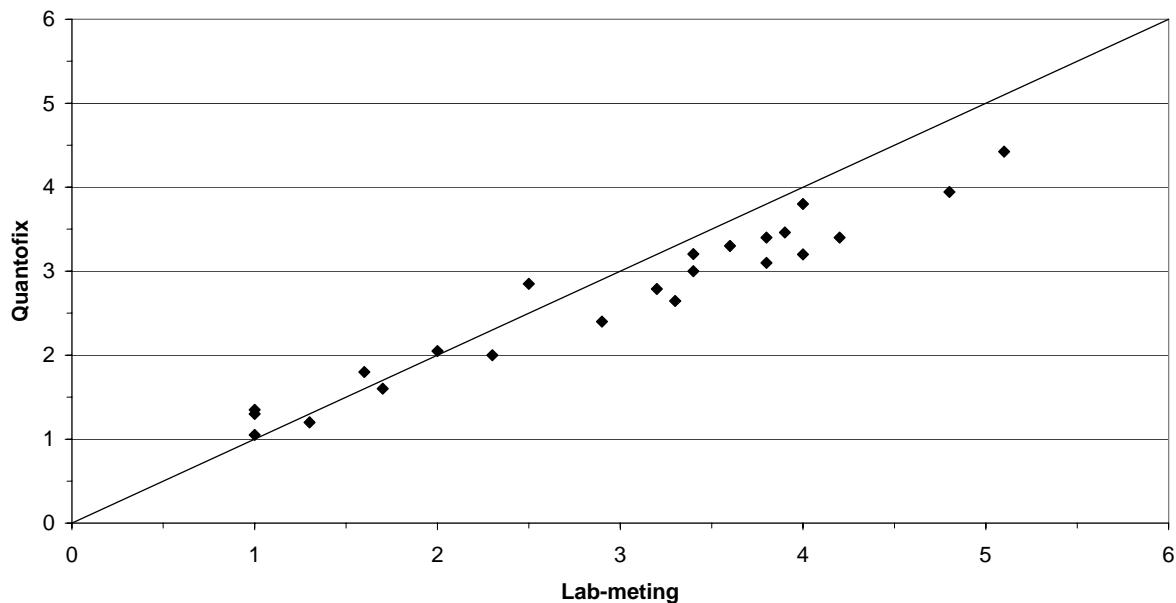
De Quantofix gaf een structurele onderschatting van het ammoniakgehalte in de mest van ongeveer 5% (figuur 3). Bij lage gehalten van rond de 1 kg N-NH<sub>3</sub> per kuub mest was de afwijking bij enkele monsters relatief groot (30-35%) en lijkt de Quantofix onvoldoende betrouwbaar.



Figuur 1. Uitslag sneltest Eijkelkamp versus laboratoriummeting voor N-totaal (de diagonale lijn geeft de 1:1-verhouding aan)



Figuur 2. Uitslag sneltest Eijkelkamp versus laboratoriummeting voor fosfaat (de diagonale lijn geeft de 1:1-verhouding aan)



Figuur 3. Uitslag Quantofix versus laboratoriummeting voor N-NH<sub>3</sub> (de diagonale lijn geeft de 1:1-verhouding aan)

Aangezien ook tussen verschillende laboratoria de uitslagen kunnen afwijken (oplopend tot 15%), kunnen de gevonden afwijkingen tussen de snelmeters en de labuitslag, niet volledig aan de snelmeters worden toegeschreven, maar bij afwijkingen groter dan 30% is dit wel waarschijnlijk.

### 2.2.2 Materialen en werkwijze

Om de oorzaak van de afwijkende meetuitslagen op te sporen zijn in twee varkensdrijfmestmonsters herhaalde metingen uitgevoerd, door vijf submonsters te nemen en te analyseren. Voordat de submonsters werden uitgenomen, is de mest steeds geroerd. Van twee submonsters is eveneens het destryaat in vijf herhalingen geanalyseerd. Het gehalte N-NH<sub>3</sub> is zowel met de Quantofix gemeten als met de sneltest van Eijkelkamp. De mestmonsters zijn vervolgens door zowel Blgg als het IMAG-lab geanalyseerd.

De labuitslagen voor N-totaal verschilden 5-6% van elkaar, voor fosfaat verschilden ze 0-1%. Het verschil tussen de sneltestuitslagen en de labuitslag (Blgg) was duidelijk groter, variërend van -37% tot 4% voor N-totaal en -3% tot 28% voor fosfaat (bijlage 5).

Voor N-NH<sub>3</sub> verschilden de labuitslagen 0-12%. Het verschil tussen de labuitslag (Blgg) en de snelmeting varieerde van -3% tot 16% voor de sneltest van Eijkelkamp en van -29% tot 5% voor de Quantofix.

De spreiding van de meetuitslagen was bij fosfaat en N-NH<sub>3</sub> (sneltest Eijkelkamp) kleiner dan bij N-totaal. Ook bij de Quantofix was de spreiding van de ammoniakmetingen kleiner dan bij N-totaal, maar wel groter dan bij de sneltest van Eijkelkamp (bijlage 5).

Bij N-totaal en N-NH<sub>3</sub> (sneltest Eijkelkamp) was de spreiding van de meetuitslagen van het destryaat kleiner dan van de submonsters. Dit duidt erop dat het nemen van een submonster (ofwel de heterogeniteit van het mestmonster) grotere invloed heeft op de afwijking dan de verdere uitvoering van de meting. Bij fosfaat was de spreiding van de meetuitslagen van de submonsters en van het destryaat min of meer gelijk.

De betrouwbaarheid van de apparatuur, de reagentia en de werkwijze van de sneltest zijn samen met de fa. Eijkelkamp en de Dr. Lange Group (leverancier van de meetapparatuur) nader onderzocht. Om de betrouwbaarheid van de fotometer en de reagentia te toetsen, zijn metingen uitgevoerd met een standaardoplossing, met bekende samenstelling. De betrouwbaarheid bleek goed te zijn.

Om de nauwkeurigheid van de werkwijze te toetsen zijn vier verschillende mestmonsters (2x varkensdrijfmest, 1x runderdrijfmest met spoelwater en 1x rundergier) door twee verschillende personen verwerkt. Voordat de submonsters werden uitgenomen, is de mest intensief geroerd. De submonsters zijn tevens gewogen en de meetuitslag is gecorrigeerd voor het gewicht.

Bij zowel de varkens- als runderdrijfmest was de variatie tussen de individuele metingen vrij gering

(bijlage 6). Het verschil tussen de sneltest en de labuitslag (Imag) was bij de varkensdrijfmest ook gering voor fosfaat: -4% tot 6%. Voor N-totaal was het verschil groter: -5% tot -18%. Bij het runderdrijfmestmonster bedroeg het verschil -11% tot -14% voor N-totaal en -14% tot -20% voor fosfaat.

Rundergier bleek wederom lastiger te analyseren. Bij N-totaal verschilden de meetuitslagen vrij sterk van elkaar en weken -8% tot -32% af van de Imag-analyse. Het fosfaatgehalte was laag en moeizaam te meten. Ook is het gehalte N-NH<sub>3</sub> in de bovengenoemde mestmonster gemeten met de sneltest van Eijkelkamp (in enkelvoud). De meetuitslagen weken ten opzichte van de Imag-analyse -7% tot -15% af voor de varkensdrijfmestmonsters, -7% voor het runderdrijfmestmonster en -1% voor de rundergier (zie bijlage 6).

De gebruikte materialen en werkwijze gaven voor varkens- en runderdrijfmest stabiele uitslagen. De gevonden, grote afwijkingen ten opzichte van de laboratoriumanalyse zijn hier niet aan toe te schrijven. Dat er desondanks toch structureel sterke afwijking optraden ( $\geq 20\%$ ) is niet goed te verklaren. Het nemen van een betrouwbaar submonsters c.q. de heterogeniteit van het mestmonster heeft in elk geval belangrijke invloed op de afwijking tussen meetuitslagen.

Het meten in herhalingen kan de nauwkeurigheid verhogen, omdat sterk afwijkende meetuitslagen dan opvallen en de meting opnieuw kan worden gedaan c.q. een keer extra herhaald.

Gelet op het resultaat van de beide meetsessies, bleek het met de sneltest van Eijkelkamp goed mogelijk om ook het ammoniakgehalte in de mest te meten. De ammoniakmeting gaf zelfs stabielere uitslagen dan de meting van N-totaal.

Van de Quantofix is een tweede exemplaar aangeschaft en vervolgens zijn met standaardoplossingen beide apparaten getest. Ze gaven beide een onderschatting van het ammoniakgehalte van gemiddeld 9%. Bij een laag gehalte, van 1 g per l, bedroeg de afwijking zelfs -26% tot -41%.

Tot slot is nagegaan of de leeftijd van het reagens invloed heeft op de meetuitslag. Het reagens is na aanmaak beperkt houdbaar, zeker als het niet gekoeld wordt bewaard. Er is een standaardoplossing gemeten, waarbij reagens van verschillende leeftijden is gebruikt, variërend van 0 tot 24 weken. Het reagens was bewaard bij 4°C. De meetuitslag bleek niet te worden beïnvloed door de leeftijd van het reagens, maar was gemiddeld 11% lager. De spreiding was gering (-9% tot -12%).

De Quantofix gaf dus een structurele onderschatting van gemiddeld ca. 10%. Op zich valt hier wel mee te werken, als de meetuitslag wordt gecorrigeerd. Enkel bij lage gehalten van rond de 1 kg N-NH<sub>3</sub> per kuub mest kan de uitslag zeer sterk afwijken en is de Quantofix onbetrouwbaar. In praktijk komen dergelijke lage gehalten echter weinig voor.

## 2.3 Voorbehandeling mestmonster

De betrouwbaarheid van de mestanalyse wordt voor groot deel bepaald of men er in slaagt een representatief monster te nemen. Zeker voor varkensdrijfmest, waarvan de vaste delen in de mest snel uitzakken, is dit geen gemakkelijke opgave. Bij de sneltest van Eijkelkamp wordt uit het mestmonsters slechts 2 ml dan wel 2 gram genomen voor de meting. Het is daarom zeer belangrijk dat het mestmonster zeer goed is gehomogeniseerd.

Mogelijkheden om de mest te homogeniseren zijn roeren, schudden (in een afgesloten pot), omscheppen of meermalen overgieten. Echter, mest die vaste bestanddelen bevat (stukjes of strodeeltjes), met name dikkere runderdrijfmest, bleek hierdoor niet goed te homogeniseren. Ook bleek dikkere mest moeilijk te pipetteren.

Nagegaan is of de mest kan worden gehomogeniseerd met een blender. Hiervoor is een blender van Braun genomen, voor huishoudelijk gebruik. Het bleek goed mogelijk met dit apparaat de stukjes en strootjes in de mest fijn te malen en de mest te homogeniseren.

Het volume van de mest nam evenwel met ongeveer een derde toe. De mest werd als het ware opgeklopt. Er kan dan niet meer worden volstaan met het nemen van een submonster van 2 ml. Veelal woog dat na mixen nog maar ca. 1,5 g. Afwegen van 2,0 gram is dan noodzakelijk.

Bij gebruik van de Quantofix moet blenden worden afgeraden, omdat bij deze meter een volumebepaling

doet (ammoniakgehalte per kuub mest) Het gemeten gehalte zou dan een sterke onderschatting opleveren van de werkelijkheid.

Bij dikkere (runder)mest leidde het blenden tot een wat hogere nauwkeurigheid. De spreiding in meetuitslagen van hetzelfde monster werd kleiner (bijlage 7). De indruk is dat dit mede komt omdat de mest na mixen makkelijker of beter was te pipetteren.

Bij dunnere mesten lijkt blenden niet zinvol. Bij dunne varkensmestmonsters leidde het niet tot een hogere nauwkeurigheid van de meetuitslagen.





## 3 Beproeving in praktijk

In het voorjaar en de zomer van 2002 is op verschillende locaties mest bemonsterd bij mestsilo's in de praktijk (in Noord-Brabant, Gelderland, Overijssel, Drenthe, Flevoland en Noord-Holland). De metingen vonden plaats na contact met en bemiddeling via mestbureaus/-distributeurs (Mest Bureau Oost, Agrifirm, Houbraken, Mestac).

Verder is op drie bedrijven gemeten die deelnemen aan het project Telen met Toekomst (TmT). Het betrof twee gemengde bedrijven die hun eigen mest gebruiken en één akkerbouwer die zijn mest rechtstreeks van een veehouder betreft. Ook is bij de mestsilo van het varkensproefbedrijf van Praktijkonderzoek Veehouderij te Lelystad gemeten, toen deze silo werd leeggereden.

Op alle locaties is gemeten met de Quantofix en met de sneltester van Eijkelkamp: N-totaal, fosfaat en soms ook ammoniak.

In het voorjaar en de zomer van 2003 is twee keer bij een gemengd bedrijf en een keer bij een akkerbouwbedrijf (beide uit TmT) met de Quantofix gemeten, op het moment van uitrijden van de mest.

### 3.1 Monstername

De mestmonsters kunnen zowel bij het laden als lossen van de mest worden genomen. Bemonstering tijdens het laden verdient sterk de voorkeur, om twee redenen:

1. Bemonstering tijdens het lossen van de mest geeft een aanzienlijke kans op onderschatting van het fosfaatgehalte (Hoeksma et al., 2002). Ontmenging van de mest in de transporttank (uitzakken van de vaste delen) is hiervan de meest waarschijnlijke oorzaak. Roeren van de tankinhoud voor lossen kan een oplossing bieden.
2. Er is meer tijd om de analyse uit te voeren. Na het laden kan de analyse meteen worden uitgevoerd, terwijl de mest onderweg is naar de afnemer. De uitslag kan dan telefonisch of per fax worden doorgegeven voordat de mest wordt uitgereden.

Wanneer de mest bij aankomst op het ontvangende bedrijf wordt bemonsterd, is er onvoldoende tijd om deze te analyseren tenzij de mest tijdelijk wordt opgeslagen in een silo.

Het mestmonster zou met het geautomatiseerde Minas-monsternameapparaat kunnen worden genomen. Het is echter niet mogelijk om hetzelfde monster te gebruiken voor de sneltest en voor Minas, aangezien de pot of zak waarin het Minas-monster wordt opgevangen, automatisch wordt verzegeld (om fraude te bestrijden). Het nemen van het sneltestmonster bij laden en het Minas-monsters bij lossen of vice versa, moet worden afgeraden, omdat de samenstelling van de beide monsters sterk uiteen kan lopen. Het beste is om de monsters gelijktijdig te nemen. Dat geeft de minste afwijking. Simultane monstername is mogelijk door het automatische monsternameapparaat zodanig aan te passen (met behulp van een T-stuk) dat er tegelijkertijd twee potten of zakken met mest worden gevuld. Een alternatief is een tweede, (handbediend) monsternameapparaat te gebruiken, dat tussen de mesttank en de aan- of afvoerslang wordt gekoppeld.

PPO-agv heeft een handbediend monsternameapparaat gebruikt dat werkt volgens het zogenoemde zijbuisprincipe (Hoeksma, 1997; bijlage 1 en 2). Op de momenten dat het Minas-monsternameapparaat een steek uit de meststroom nam, werd handmatig ook een steek genomen. Het apparaat is gemakkelijk en snel te plaatsen en de chauffeur van de mestwagen kan het monster nemen, zonder dat dit vertraging bij het laden van de mestwagen/mesttank oplevert.

### 3.2 Meten in herhalingen en homogeniseren mest in de silo

Tijdens de metingen bij de mestsilo's in praktijk werd gemiddeld ieder half uur tot iedere drie kwartier een vracht mest geladen. Het nemen van een monster, het eventueel homogeniseren van het monster en de

uitvoering van een analyse op N-totaal, fosfaat en N-NH<sub>3</sub> kostte drie kwartier. In geval het monster niet zelf hoefde te worden genomen, kostte het homogeniseren en het uitvoeren van de analyse van de drie componenten ruim een half uur.

Voor het analyseren met de snelmeters moet een afzonderlijke arbeidskracht worden aangetrokken of vrijgemaakt, die de hele dag uitsluitend metingen uitvoert. Een gespecialiseerde arbeidskracht is temeer noodzakelijk omdat het belangrijk is heel secuur te werken. Een geroutineerd persoon zal ook meerdere monsters tegelijk kunnen verwerken.

Sturen op één individuele meting is te onbetrouwbaar. Geadviseerd moet worden om tenminste twee metingen met de sneltest uit te voeren en bij sterke onderlinge afwijking (>20%) een derde en zondig vierde meting te doen. Een andere controle die men nog heeft is de vergelijking van N-totaal en N-NH<sub>3</sub>: het gehalte N-totaal kan niet lager zijn dan N-NH<sub>3</sub>. Als dit wel zo is, is één van de twee meetuitslagen onjuist.

Nadeel van duplobepalingen is dat de analyse meer geld en tijd kost. In plaats van herhaalde metingen meting aan hetzelfde mestmonster, kunnen ook de uitslagen van meerdere opeenvolgende vrachten mest met elkaar worden vergeleken, als ze uit een goed gemixte silo worden genomen. Ervaren is dat de samenstelling van monsters van opeenvolgende vrachten mest uit een goed gemixte silo weinig varieerde dan wel geleidelijk veranderde. De eerste en laatste vracht(en) wijken af, maar de grote bulk is redelijk homogeen van samenstelling. Sterk afwijkende uitslagen vielen meteen op en de meting kon dan worden overgedaan.

Bovendien is ervaren dat bij het roeren of overgieten van de mest in een andere pot, aan de hand van de dikte en homogeniteit van de mest behoorlijk goed kan worden geschat of de samenstelling van opeenvolgende monsters vrij constant blijft of verandert.

Op deze wijze is het ook niet nodig om alle vrachten te analyseren en hoeft er bij zeer frequent laden van de mest (bijvoorbeeld elk kwartier) geen arbeidsknelpunt op te treden bij het meten.

Als de mest in de silo daags voor het lossen al goed wordt gemengd zou ook dan reeds een monster genomen en geanalyseerd kunnen worden. Dit monster zou genomen kunnen worden met de automatische monsternameapparatuur op de mestwagen door een wagen te vullen en de mest daarna weer terug te pompen in de silo.

Voor de homogeniteit van de verschillende vrachten mest die de afnemer ontvangt, is het eveneens belangrijk dat de mest uit een goed gemixte silo komt. Echter ook tijdens het transport of vlak voor toediening moet worden gemixt, omdat met name varkensdrijfmest tijdens het transport tamelijk snel uitzakt. Bij het uitrijden op het veld ontstaat dan toch nog een heterogene verdeling van nutriënten.

In de praktijk wordt het mixen op verschillende wijzen en met wisselend resultaat uitgevoerd.

### 3.3 Temperatuur

Voor een betrouwbare meetresultaat met de sneltest van Eijkelkamp moet de omgevingstemperatuur 20°C bedragen voor de stikstofbepaling en 15-25°C voor de fosfaatbepaling. Het gehalte aan stikstof en fosfaat wordt bepaald aan de hand van een kleuringsreactie. Na een vaste tijd wordt de kleurintensiteit gemeten (na 10 minuten voor fosfaat en 15 minuten voor stikstof). De kleuringsreactie is temperatuursafhankelijk. Bij lage temperatuur verloopt de kleuring langzamer.

Voor de meting met de Quantofix moet de temperatuur van het monster, het water dat wordt gebruikt bij de meting en het reagens 15-25°C bedragen.

Wanneer wordt gemeten onder niet-geconditioneerde omstandigheden, bijvoorbeeld in het open veld, heeft men de temperatuur niet in de hand. Bij de mestsilos waar PPO-agv heeft gemeten, was lang niet altijd een goede ruimte vlakbij aanwezig om in te meten. Soms lagen de silos midden in het veld en moest een paar honderd meter verderop worden gemeten in een schuur. Verwarming was niet aanwezig en de temperatuur was met name in maart en april te laag om een betrouwbare meting te kunnen doen.

Derhalve is een elektrisch kacheltje meegenomen. Deze werd op dusdanig afstand geplaatst dat de luchttemperatuur op de meetplek en met name bij de reagentia 20°C bedroeg. De temperatuur werd met een thermometer gecontroleerd.

Verder heeft PPO-agv via een experiment naar een praktische oplossing gezocht voor meting bij lagere temperatuur. De resultaten van het experiment zijn weergegeven in bijlage 8. Bij stikstof bleek het effect van lagere temperatuur te ondervangen door in plaats van na 15 minuten na 20, 25 minuten enz. te meten, totdat de meetwaarde niet meer verandert. De kleuringsreactie verloopt weliswaar langzamer, maar stabiliseert zich uiteindelijk wel op hetzelfde niveau (het reagens is dan uitgekleurd). Bij kamertemperatuur is dat na 15 minuten. Bij zeer lage temperaturen, van rond de 5°C, verloopt de kleuring zo langzaam, dat meten bij deze temperatuur moet worden afgeraden.

Bij fosfaat bleek in het experiment dat de temperatuur minder invloed heeft op de kleuring en de meetuitslag dan bij stikstof. Zelfs bij een temperatuur van 10°C werd na 10 minuten een correcte meetuitslag verkregen.

Wachten tot de vloeistof is uitgekleurd, is nochtans voor fosfaat niet mogelijk. De kleuringsreactie zou zich niet stabiliseren, zoals bij stikstof. De meetapparatuur is gekalibreerd op meting van de kleurintensiteit na 10 minuten. Toch werd in het experiment ervaren dat de kleuring na 15 à 20 minuten nauwelijks veranderde. Ook bij herhaling met mestmonsters in plaats van met standaardoplossingen is dit geconstateerd. Wellicht is het beter de meter zo te kalibreren dat bij fosfaat ook na 15 minuten de kleurintensiteit wordt gemeten in plaats van na 10 minuten.

## 3.4 Meetuitslagen praktijkmonsters

Na de metingen met de sneltesters zijn van de mestmonsters veelal mengmonsters gemaakt (indien de mestmonsters overeenkwamen), die vervolgens zijn geanalyseerd door het Blgg te Oosterbeek of door het IMAG-laboratorium. De labuitslag is vergeleken met het gemiddelde van de sneltestuitslagen. Bij de Quantofix is het mestmonster ook steeds gewogen, om de uitslag om te kunnen rekenen naar kg N-NH<sub>3</sub> per ton. Met de sneltest van Eijkelkamp is van een beperkt aantal praktijkmonster het gehalte N-NH<sub>3</sub> gemeten.

### 3.4.1 Vergelijking met de labanalyse

In de figuren 4 en 5 zijn de vastgestelde gehalten met de sneltest van Eijkelkamp uitgezet tegen de labuitslag. In ruim de helft van de gevallen bedroeg het verschil tussen de sneltestuitslag en labuitslag ≤10%. sneltest (tabel 1). Incidenteel kwamen nog forse verschillen voor, tot ca. 35% bij zowel N-totaal als fosfaat.

In figuur 6 zijn de vastgestelde ammoniakgehalten met de Quantofix uitgezet tegen de labuitslag. De Quantofix gaf een structurele afwijking naar beneden van gemiddeld bijna 10%. Op een structurele afwijking kan echter worden gecorrigeerd, in dit geval door de meetuitslag met 10% te verhogen (bijlage 9). Na correctie was het verschil tussen de meetwaarde van de Quantofix en de labuitslag in bijna driekwart van de gevallen ≤10% (tabel 1). Afwijkingen >25% kwamen niet voor.

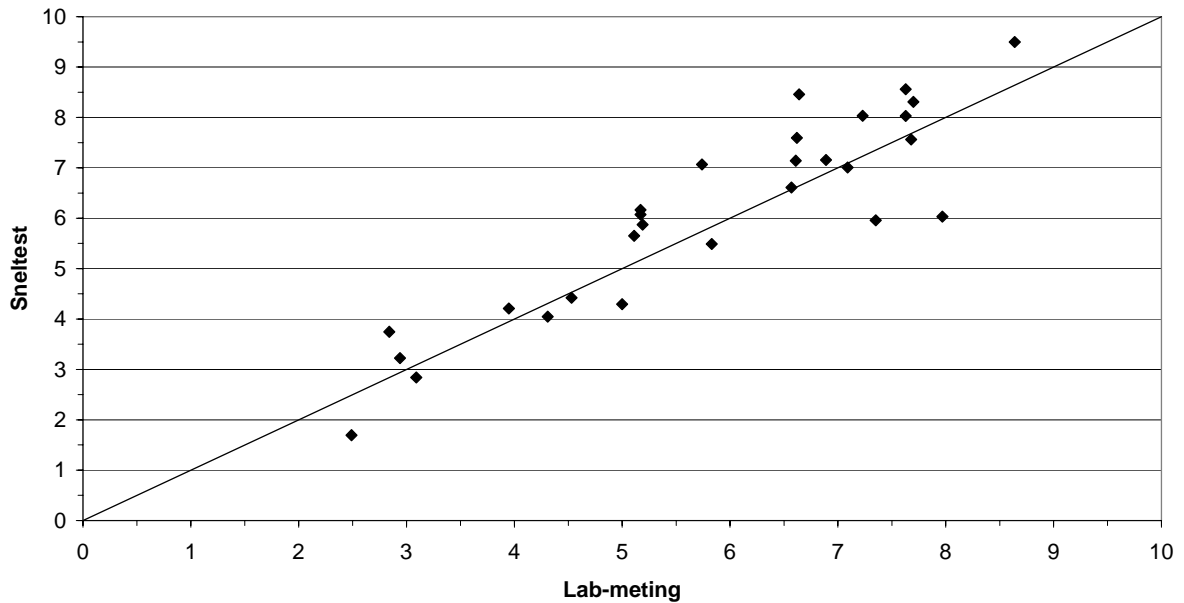
Tabel 1. **Afwijking snelmeteruitslag ten opzichte van laboratoriumuitslag.**

Afwijking	Percentage van de metingen		
	Sneltest Eijkelkamp		Quantofix
	N-totaal	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -totaal	N-NH <sub>3</sub> na correctie
≤ 10%	51%	52%	73%
> 10% en ≤ 20%	29%	40%	22%
> 20% en ≤ 30%	10%	4%	5%
> 30% en ≤ 35%	10%	4%	0%

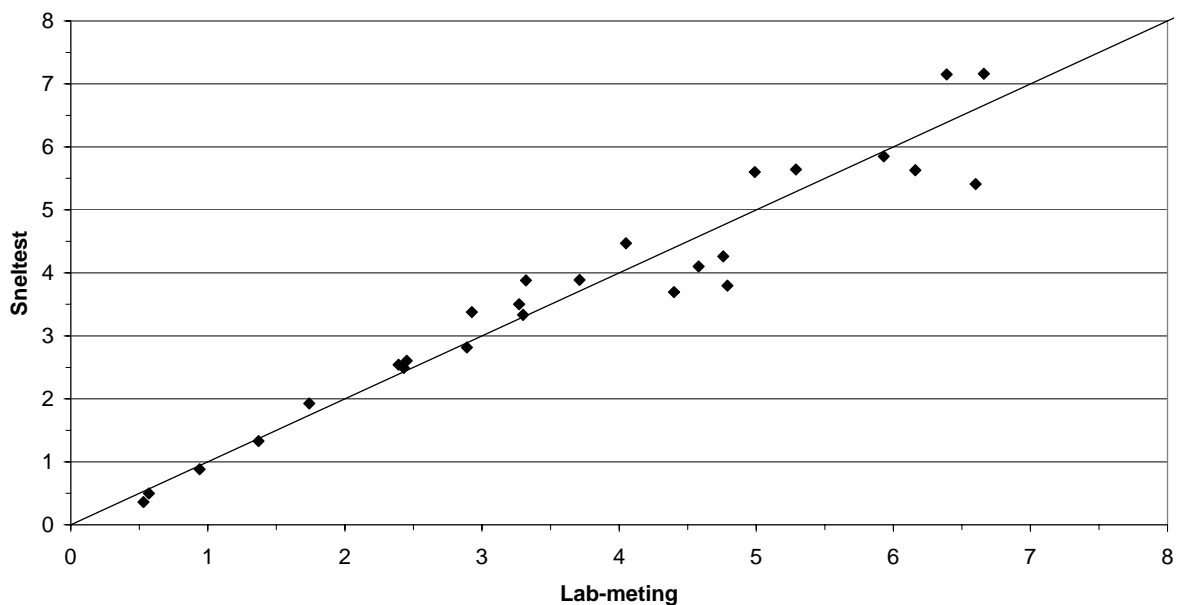
De met de sneltest van Eijkelkamp gemeten ammoniakgehalten verschilden -7% tot 11% van de labuitslag. Van dezelfde monsters verschilde de uitslag van de Quantofix (na correctie) -14% tot 15% van de labuitslag. Meting van ammoniak met de sneltest van Eijkelkamp gaf dus een zeker zo nauwkeurig resultaat

als de Quantofix (zie ook bijlage 10). I.h.a. was ammoniakstikstof nauwkeuriger te bepalen dan N-totaal.

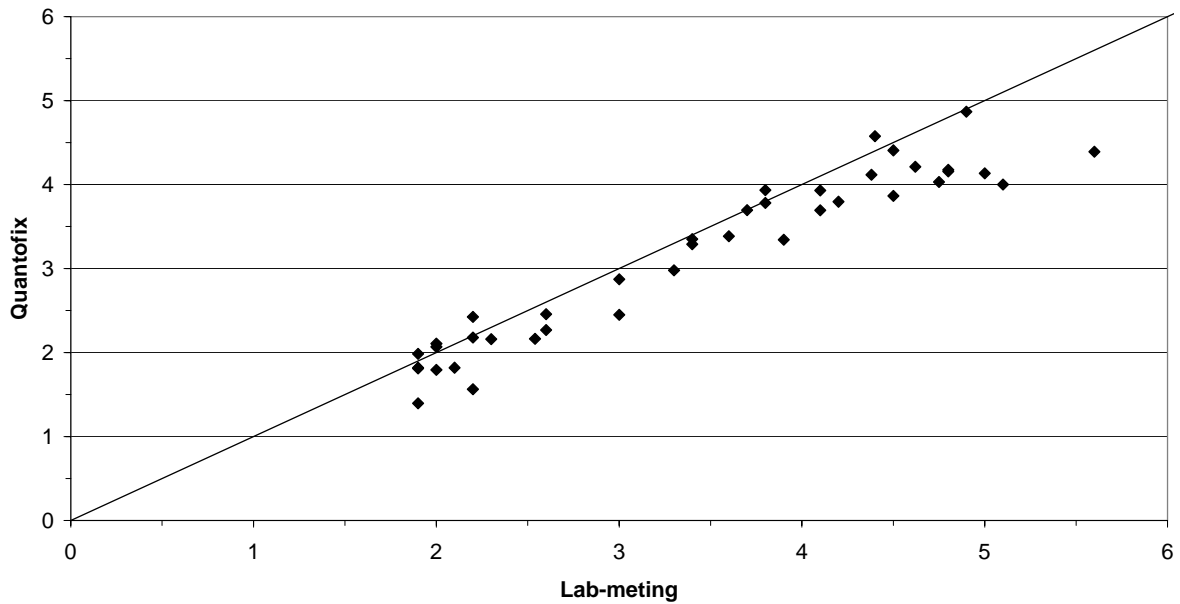
De metingen in praktijk bevestigden dat het sturen op één, individuele meting onbetrouwbaar is, ook bij gebruik van de Quantofix. Bij de metingen op de agrarische bedrijven bleken de uitslagen gemiddeld over meerdere metingen goed overeen te komen met de labanalyse, maar de afzonderlijk monsters verschilden onderling soms flink van elkaar, oplopend tot een verschil van 20 à 25% tussen de hoogste en laagste meetwaarde. Daarbij waren de extreme uitschieters al verwijderd.



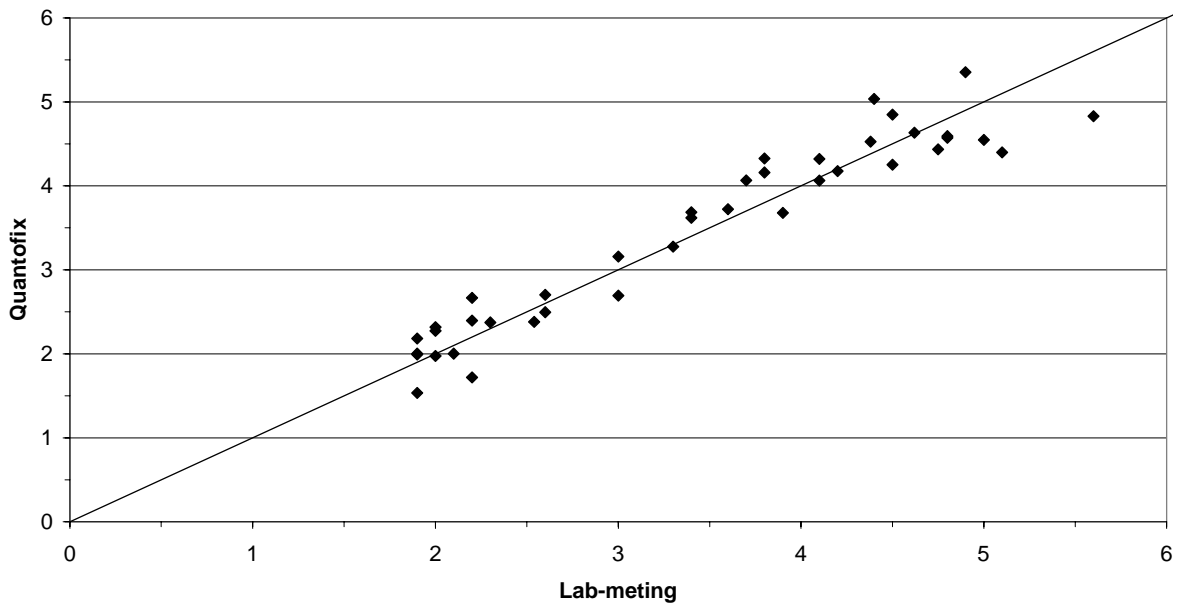
Figuur 4. **Uitslag sneltest Eijkelkamp versus laboratoriummeting voor N-totaal**  
(de diagonale lijn geeft de 1:1-verhouding aan)



Figuur 5. **Uitslag sneltest Eijkelkamp versus laboratoriummeting voor fosfaat**  
(de diagonale lijn geeft de 1:1-verhouding aan)



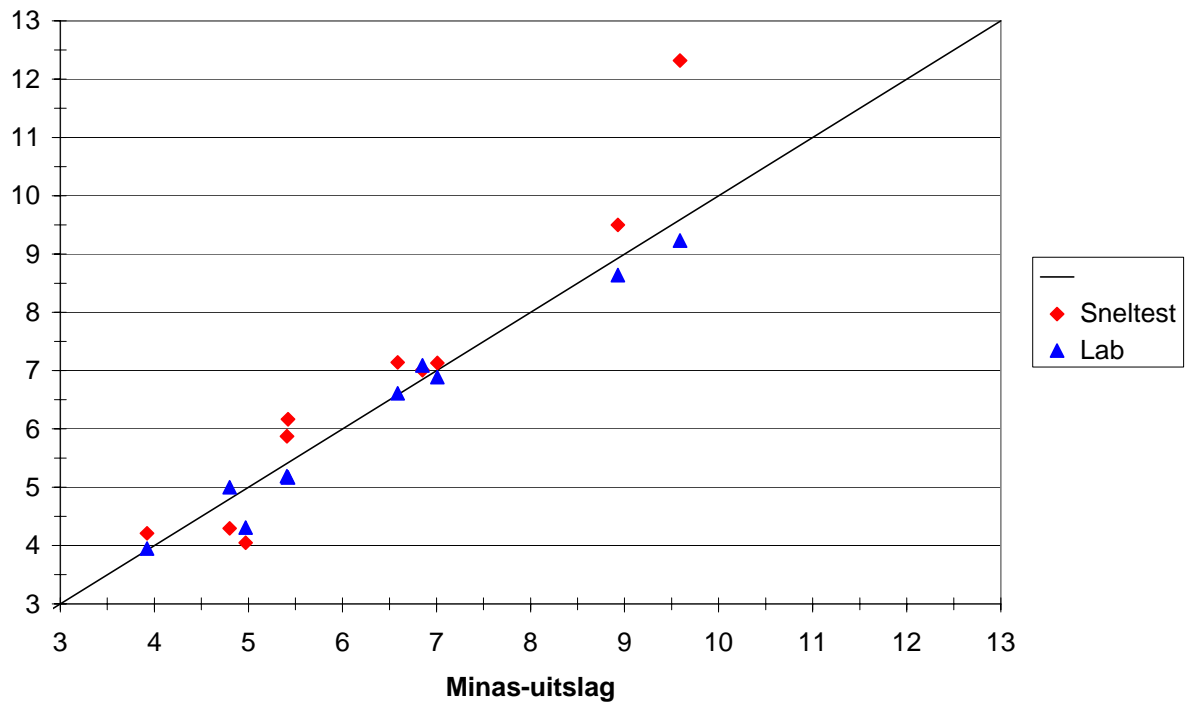
Figuur 6. Uitslag Quantofix versus laboratoriummeting N-NH<sub>3</sub> (de diagonale lijn geeft de 1:1-verhouding aan)



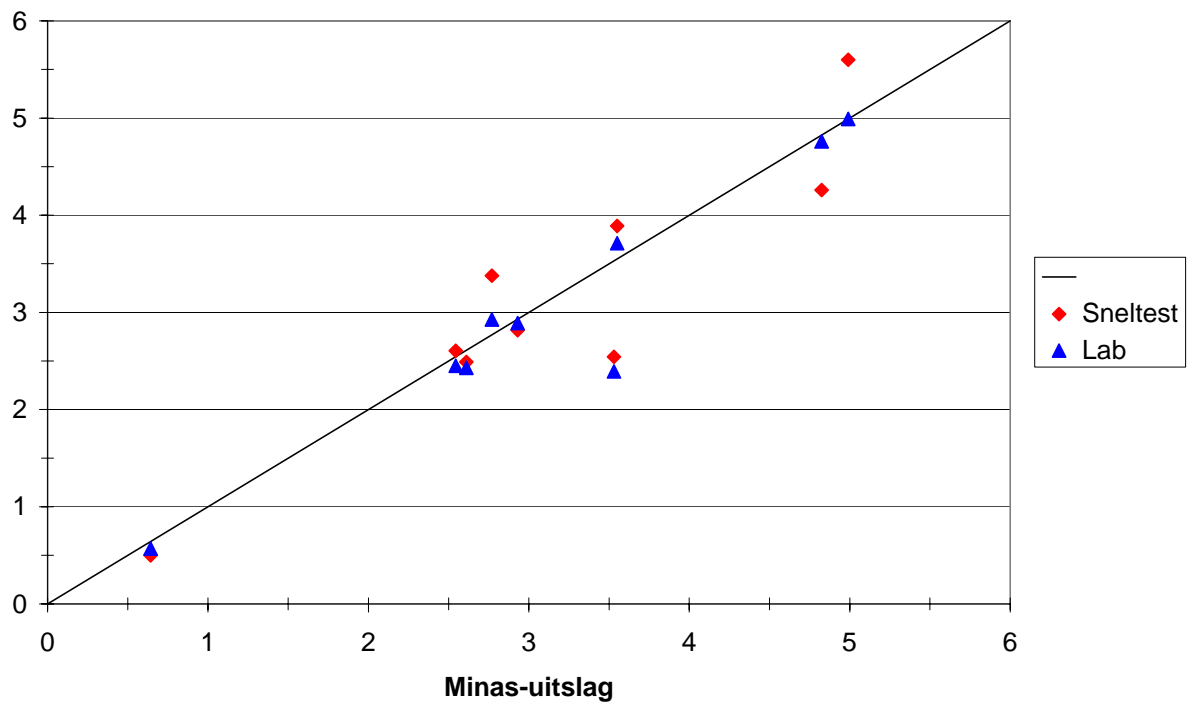
Figuur 7. Gecorrigeerde uitslag Quantofix versus laboratoriummeting N-NH<sub>3</sub> (de diagonale lijn geeft de 1:1-verhouding aan)

### 3.4.2 Vergelijking met de Minas-uitslag

Daar waar mogelijk zijn de meetuitslagen van de mestmonsters vergeleken met de uitslagen van de Minas-monsters van dezelfde vrachtwagens. Het betreft dus twee analyses van verschillende monsters, genomen uit dezelfde mestvracht(en). De sneltestuitslag verschilde over het geheel wat sterker van de Minas-uitslag dan de labuitslag van het sneltestmonster (figuren 8 en 9). Echter ook tussen labuitslag van het sneltestmonster en de Minas-uitslag liep het verschil op tot 13% bij N-totaal en 32% bij fosfaat.



Figuur 8. Uitslag snelmeting en labmeting versus Minas-uitslag voor N-totaal  
(de diagonale lijn geeft de 1:1-verhouding aan)



Figuur 9. Uitslag snelmeting en labmeting versus Minas-uitslag voor fosfaat  
(de diagonale lijn geeft de 1:1-verhouding aan)

Gelet op deze verschillen ofwel de onnauwkeurigheid rondom de vaststelling van gehalten in mest (representativiteit monstername en meetfout van de analyse), zullen uitslagen van een sneltestmeting vrijwel nooit overeenkomen met de uitslag van het Minas-monster. Een sneltestmeting kan dan ook niet worden gezien als een vervanging van de Minas-meting. Men moet (leren) accepteren dat een verschil tussen beide van bijvoorbeeld 20% niet vreemd is.

Ten behoeve van Minas wordt geen ammoniak in de mest gemeten. De ammoniakmeting met een sneltester zal dan ook geen discussie opleveren over de juistheid van de meting, aangezien er geen vergelijking is. De ammoniakmeting kan worden beschouwd als een complementaire meting, die kan worden gebruikt als een aanvulling op de Minas-uitslag (zie verder in paragraaf 4.2).

## 3.5 Response primaire sector en mesthandel

### 3.5.1 Eisen aan mest door de gebruiker

Vanuit de primaire sector is naar voren gebracht dat een modern akkerbouwbedrijf een gecertificeerd bedrijf is en daarbij kennis hebben van wat op het bedrijf wordt aangevoerd een vereiste. Kennis over de samenstelling van de mest op het tijdstip van leveren is ook landbouwkundig van groot belang. De snelmeters kunnen daarbij een rol spelen, maar het kan niet zo zijn dat werken met snelmeters tot andere conclusies over mestsamenstelling leidt dan de uitslag van de Minas-analyse. Hoewel een gering verschil tussen de uitslag van de snelmeters en de Minas-analyse vanuit bemestingsoogpunt niet bezwaarlijk hoeft te zijn, is er wettelijk maar één uitslag rechtsgeldig en dat is de Minas-uitslag. De uitslag van de snelmeters kan niet voor Minas worden gebruikt, omdat de snelmeters niet aan de wettelijke criteria voldoen die worden gesteld aan de mestanalyse.

De afnemer van mest vindt dat de mestleverancier voor eenduidige analyse-uitslagen moet zorgen. Naast gegevens over de samenstelling, wil de akkerbouwer zekerheid van levering en homogeniteit van de geleverde vrachten mest. Vaak ook wil de akkerbouwer het liefst mest met een vooraf bekende NPK-samenstelling. Het is voor de mesthandel echter moeilijk om mest op maat te leveren. Anderzijds vindt de akkerbouwer prijs belangrijker dan kwaliteit en is niet bereid om voor kwaliteit te betalen.

Dierlijke mest zal nooit kunstmest kunnen vervangen wat betreft bekendheid van de minerale samenstelling en logistieke zekerheid van levering en toediening op het veld.

Als ideaal voor de akkerbouw wordt een systeem geschetst waarbij tijdens het uitrijden van de mest de samenstelling via een continumeting wordt geanalyseerd en de mestdosering automatisch wordt aangepast.

In met name het Zuidoostelijk zandgebied is de behoefte om het fosfaatgehalte te kennen groter dan de behoefte om het stikstofgehalte te kennen. Bij aanwending van varkensdrijfmest is fosfaat het eerst limiterend voor de hoeveelheid mest die binnen de Minas-norm kan worden aangewend. Bij sturen van de mestdosering op stikstof, bestaat het risico dat men de fosfaatnorm overschrijdt.

### 3.5.2 Mesthandel

De mesthandel vindt kennis over de samenstelling van de mest noodzakelijk, maar acht gebruik van de bestaande snelmeters voor dit doel niet geschikt, vanwege de te hoge kosten en te lage betrouwbaarheid. Een snelmeting heeft alleen waarde als de afwijking t.o.v. van Minas-analyse niet meer dan 10% bedraagt. Het meten van de mestsamenstelling met snelmeters geeft extra kosten en veroorzaakt in het voorjaar extra logistieke problemen. De mesthandel kan die kosten niet doorberekenen aan de afnemers, omdat deze niet bereid zijn extra voor de mest te betalen. De akkerbouw wil direct financieel voordeel hebben van de afname van mest (het liefst geld verkrijgen in plaats van ervoor te betalen).

De mesthandel heeft behoefte aan snelle (laboratorium)meting die tevens voor Minas kan worden gebruikt. Dan kunnen er nooit problemen ontstaan door verschillende meetuitslagen.

De eisen die de mesthandel stelt aan een snelmeting zijn: goedkoop en zeer snel en eenvoudig uit te voeren (de chauffeur van de mestwagen moet het kunnen doen). De mesthandel zou liever investeren in geavanceerde, dure meetapparatuur die niet of nauwelijks extra arbeid vraagt, dan in goedkope

meetapparatuur die veel arbeid vraagt. Gedacht wordt aan een meetsysteem dat op de mestvrachtwagens wordt gebouwd en dat tijdens het transport automatisch de samenstelling van de tankinhoud meet dan wel aan een systeem waarbij tijdens het uitrijden van de mest de samenstelling geanalyseerd wordt en de dosering daarop wordt aangepast. Dergelijke systemen zijn echter nog niet ontwikkeld.

### 3.5.3 Gebruik snelmeters op het primaire bedrijf

Bij de agrariërs sprak de Quantofix meer aan dan de sneltest van Eijkelkamp, omdat de meting met de Quantofix aanzienlijk eenvoudiger is en gemakkelijker en sneller is uit te voeren. Men vindt de sneltest van Eijkelkamp te ingewikkeld.

Toch zullen agrariërs niet snel overgaan tot aanschaf van de Quantofix. Hoewel men de samenstelling van de mest wil weten, vindt men zelf meten te duur en te tijdrovend. Weliswaar kost het meten met de Quantofix slecht een kwartier, maar voor een betrouwbaar resultaat moeten meerdere metingen worden gedaan. Bovendien vindt men dat de mestleverancier de gehalten moet leveren.

Bij het uitrijden van de mest ontbreekt de tijd om op het ontvangende bedrijf de mest vlak vóór uitrijden te analyseren met de Quantofix. De werkbare periode in het voorjaar waarin mest kan worden uitgereden is kort, waardoor de tijddruk zeer hoog is. Veelal rijdt een loonwerker de mest uit en deze wil of kan niet wachten op een uitslag van de Quantofix: stilstaan kost geld! Ook de agrariër heeft weinig tijd in deze hectische periode waarin moet worden gezaaid, gepoot, geplant enz.

Hoewel de agrariërs waar is gemeten, geïnteresseerd waren in mogelijke verschillen in mestsamenstelling tussen afzonderlijke mesttanks, heeft geen van hen de uitslag van de snelmeter gebruikt om de mestdosering op te sturen. De mestdosering is vooraf vastgesteld en was voor alle vrachten gelijk. De agrariërs hebben de mestanalyse gebruikt om achteraf te weten hoeveel stikstof er op het land is gekomen en vervolgens te bepalen hoeveel kunstmest er moet worden bijgestrooid. Voor dit doel kan echter ook de Minas-uitslag worden gebruikt, als de kunstmest niet meteen hoeft te worden gestrooid. Gebruik van de Quantofix heeft dan als enige voordeel dat de ammoniakmeting een aanvulling geeft op de Minas-uitslag (zie hoofdstuk 4).

Verder gebruikt de praktijk de kennis over het N-gehalte om te bepalen hoeveel vrachtwagens mest er moeten worden aangevoerd. Voorbeeld: een akkerbouwer wenst op een perceel van 6 ha 125 kg werkzame N per ha uit te rijden (totaal 750 kg N). Indien de mest 5 kg werkzame N per ton bevat, heeft hij 150 ton nodig. Als een mestvrachtwagen 40 ton mest bevat, kan de akkerbouwer dus met vier vrachten (160 ton) volstaan.

Voor een veehouderijbedrijf of gemengd bedrijf dat eigen mest gebruikt (waarvan geen analyse beschikbaar is), is de Quantofix misschien wel interessant. Evenwel zal men de aanschafprijs afwegen tegen het nemen van monsters uit de mestkelder of –silo en deze door een laboratorium te laten analyseren. Één van de agrariërs die zijn eigen mest gebruikte, overwoog om een (tweedehands) handmatig monsternameapparaat aan te schaffen om tijdens het uitrijden zelf monsters te kunnen nemen en die door een laboratorium (als mengmonster) te laten analyseren.

Wanneer een veehouderijbedrijf een constante veebezetting met een constant voederrantsoen heeft, blijft de samenstelling van de mest gelijk. Op basis van eerdere analyses kan de mestsamenstelling dan worden voorspeld.



## 4 Schatting werkzame hoeveelheid stikstof

Wanneer dierlijke mest in het voorjaar wordt aangewend, voorafgaand aan de teelt, is stikstof meestal de sturende component die bepalend is hoeveel mest er wordt gedoseerd. Om de werkzame hoeveelheid stikstof van een mestpartij te kunnen schatten, kan gebruik worden gemaakt van de hiertoe opgestelde tabellen door Lammers (1984). In bijlage 3 is een gebruikershandleiding opgenomen die beschrijft hoe met de uitslagen van de snelmeters de gewenste mestdosering (hoeveelheid werkzame N) kan worden gekozen. De dosering hangt af van de hoeveelheid N-NH<sub>3</sub> en Norg in de mest, de mestsoort, het tijdstip van uitrijden (maand) en de wijze van inwerken van de mest, het gewas (stikstofopnameperiode) en het volumegewicht van de mest.

Bij najaarstoepassing van mest is kennis over de werkzame hoeveelheid stikstof minder relevant. Telers willen wel het totaal stikstof- en fosfaatgehalte kennen in verband met Minas, maar de sneltest kan de Minas-analyse niet vervangen. Bovendien kan het stikstofoverschot over de jaren heen worden gemiddeld. Als men onverhoopt de norm overschrijdt, kan dit in de navolgende jaren nog worden gecorrigeerd door minder mest aan te wenden.

### 4.1 Schatting Norg

Wanneer alleen N-totaal bekend is, moet voor de schatting van de stikstofwerking worden uitgegaan van een forfaitaire verhouding tussen ammoniakstikstof (Nm) en organisch gebonden stikstof (Norg). Ook wanneer enkel de ammoniakstikstof is gemeten, moet Norg worden geschat door uit te gaan van een forfaitaire verhouding tussen Nm en Norg (zie bijlage 3: tabel 4).

Uit de geanalyseerde mestmonsters bleek echter dat de verhouding Nm/Norg in de mest sterk kan variëren en dat uitgaan van een vaste verhouding onnauwkeurig is. In geval van varkensdrijfmest is Norg gemiddeld 40% van N-totaal. In de gemeten praktijkmonsters varieerde dit van 18% tot 54%. Wanneer beide componenten afzonderlijk worden bepaald, is de stikstofwerking nauwkeuriger te berekenen.

#### 4.1.1 Schatting op basis van het fosfaatgehalte

Een mogelijk alternatief is om het Norg-gehalte te schatten op basis van het gemeten fosfaatgehalte. Bij de binnen dit project geanalyseerde varkensdrijfmestmonsters werd een redelijk goed verband gevonden tussen het fosfaatgehalte en het Norg-gehalte (zie bijlage 11). Beide componenten maken deel uit van de droge stof in de mest. De gevonden relatie was:  $Norg = 4,62 - 4,39 * 0,827^{P_{205}}$  ( $R^2 = 0,81$ ). Van de overige mestsoorten zijn te weinig monsters geanalyseerd om een relatie te kunnen opstellen. Wanneer wordt uitgegaan van een database met een veel grote aantal analysegegevens van mest, bijvoorbeeld de database die worden gehanteerd voor het opstellen van de tabel in de adviesbasis bemesting met gemiddelde gehalten van verschillende mestsoorten (Van Dijk, 2003), kan zomogelijk een nog betere schatting worden gemaakt van de relatie tussen Norg en fosfaat.

#### 4.1.2 Schatting op basis van de dikte van de mest

Als het fosfaatgehalte niet is gemeten, is een mogelijk alternatief om Norg te schatten aan de hand van de dikte van de mest. Naarmate de mest meer droge stof bevat, is deze dikker. Bij de binnen dit project geanalyseerde varkensdrijfmestmonsters werd een redelijk goed verband gevonden tussen het drogestofgehalte en het Norg-gehalte (zie bijlage 12). Ook is tijdens de analyses met de snelmeters de dikte van de mest beoordeeld en vergeleken met het drogestofgehalte. Op grond hiervan is een volgende indeling gemaakt om het Norg-gehalte te schatten:

Omschrijving varkensdrijfmest	Drogestofgehalte (kg/ton mest)	Schatting Norg-gehalte
dunne mest; weinig vaste delen	0 – 50	0,8
mest van gemiddelde dikte	50 – 100	2,2
dikke mest	100 – 150	3,2

In het voorjaar van 2003 is bij enkele mestpartijen het Norg-gehalte op basis van de dikte van de mest geschat:

schatting	forfaitair (40% van N-totaal	labuitslag
3,0	3,2	3,2
1,5	2,0	1,3
1,0	1,4	1,3
0,5	1,2	0,8

De schatting was de ene keer nauwkeuriger dan uitgaan van een forfaitaire verhouding en de andere keer minder nauwkeurig. Met deze werkwijze zou nog meer ervaring moet worden opgedaan om het perspectief ervan goed te kunnen beoordelen.

## 4.2 Inzet Quantofix

Bij voorjaarstoepassing van mest is het ammoniakgehalte het meest bepalend voor de hoeveelheid werkzame stikstof. Kennis hierover geeft de grootste sturing. Bovendien is ammoniak ook de direct voor het gewas beschikbare stikstof. Als in aardappelen bijvoorbeeld een stikstofbijmeststelsel wordt toegepast, wordt hiermee tijdens het groeiseizoen ingespeeld op de stikstofwerking uit de organische fractie en is voor de basisgift stikstof, bij aanvang van de teelt, vooral het kennen van de ammoniakfractie belangrijk.

In principe kan de teler de mestgift sturen m.b.v. de Quantofix, waarbij Norg wordt geschat op basis van een forfaitaire verhouding tussen Nm en Norg of op basis van de dikte van de mest. Als hij enkele weken later de Minas-uitslag ontvangt, kan hij Norg preciezer berekenen door het met de Quantofix gemeten ammoniakgehalte van de uitslag voor N-totaal af te trekken ( $Norg = N\text{-totaal} - N\text{-NH}_3$ ). Vervolgens kan hij herberekenen hoeveel werkzame stikstof er precies is aangewend en kan hij de aanvullende kunstmestgift bepalen. Corrigeren met kunstmest kan overigens alleen als de teler ervoor heeft gekozen niet de gehele voor de gewasbehoefte benodigde stikstofgift via mest te geven, maar slechts een deel.

## 4.3 Vergelijking mogelijkheden schatting werkzame stikstof

De verschillende mogelijkheden om de werkzame hoeveelheid stikstof in mest te schatten zijn met elkaar vergeleken met betrekking tot hun nauwkeurigheid. Voor elk van de geanalyseerde praktijkmonsters varkensdrijfmest is de werkzame hoeveelheid stikstof volgens de verschillende mogelijkheden berekend en vergeleken met de berekening op basis van de labuitslag voor Nm en Norg. Deze labuitslag is dus steeds als referentie gebruikt.

De werkzame hoeveelheid stikstof is berekend voor een situatie waarbij op 1 maart de varkensdrijfmest wordt geïnjecteerd en het gewas stikstof opneemt tot 1 augustus (aardappelen). De werking van de Nm-fractie wordt dan geschat op 95% en de werking van de Norg-fractie op 45%.

De volgende analyses en schattingen zijn vergeleken:

1. Uitgaan van forfaitaire waarden voor Nm en Norg. Bij de varkensdrijfmestmonsters was niet altijd te achterhalen of het mest van vleesvarkens of fokzeugen betrof (zie bijlage 3: tabel 4). Bovendien komt het voor dat beide mesten door elkaar zijn gemengd, indien ze uit een centrale opslagsilo komen. Het is dus al lastig om te bepalen of men de forfaitaire gehalten van vleesvarkensdrijfmest moet nemen of van fokzeugendrijfmest. Voor deze berekening is uitgegaan van het gemiddeld gevonden Nm- en Norg-gehalte in de geanalyseerde praktijkmonsters: 3,4 kg Nm en 2,1 kg Norg per ton.
2. Labmeting N-totaal en uitgaan van een forfaitaire verhouding tussen Nm en Norg.
3. Labmeting N-totaal en schatting Norg-gehalte op basis van de labmeting  $P_2O_5$ .
4. Labmeting N-totaal en schatting Norg-gehalte op basis van de dikte van de mest. Voor deze berekening

is hiertoe het drogestofgehalte gehanteerd en zijn drie klassen aangehouden voor Norg:

drogestofgehalte (kg/ton mest)	Schatting Norg-gehalte
0 – 50	0,8
50 – 100	2,2
100 – 150	3,2

5. Labmeting N-totaal en snelmeting Nm.
  6. Snelmeting N-totaal en uitgaan van een forfaitaire verhouding tussen Nm en Norg.
  7. Snelmeting N-totaal en schatting Norg op basis van de snelmeting  $P_2O_5$ .
  8. Snelmeting N-totaal en schatting Norg op basis van de dikte van de mest.
  9. Snelmeting N-totaal en snelmeting Nm.
  10. Snelmeting Nm en uitgaan van een forfaitaire verhouding tussen Nm en Norg.
  11. Snelmeting Nm en schatting Norg op basis van de dikte van de mest.
- Voor de snelmeting Nm is de meetwaarde van de Quantofix genomen, verhoogd met 10%.

Vervolgens is berekend hoe groot het verschil is in toegediende werkzame stikstof op het veld ten opzichte van wanneer was uitgegaan van de labuitslagen. Voorbeeld: een teler wil 100 kg werkzame stikstof toedienen. Indien hij uitgaat van een forfaitaire gehalte (4,2 kg werkzame N per ton) zou hij 24 ton mest per ha toedienen. Als op basis van de labanalyse blijkt dat er 5,1 kg Nm en 2,3 kg Norg in de mest zit, bedraagt de werkzame hoeveelheid  $0,95 \cdot 5,1 + 0,45 \cdot 2,3 = 5,9$  kg werkzame N per ton en is er 140 kg werkzame N per ha toegediend.

Wanneer de mest vooraf met een snelmeting was bemonsterd en de uitslag zou bijvoorbeeld 6,5 kg N-totaal per ton hebben bedragen, zou op basis van een forfaitaire verhouding tussen Nm en Norg de werkzame hoeveelheid stikstof zijn geschat op 4,8 kg per ton en had de teler 21 ton mest per ha toegediend. Op basis van de labanalyse zou dit overeenkomen met 124 kg werkzame N per ha. Op deze wijze is voor alle praktijkmonsters varkensdrijfmest het verschil tussen de 11 voornoemde methoden vergeleken met de labanalyse. In figuur 10 is weergegeven tot welke onder- of overdosering dit leidt als de labuitslag als referentie wordt genomen. De in de figuur weergegeven spreiding bedraagt  $-2x$  tot  $+2x$  de standaardafwijking (het interval waarin 95% van de afwijkingen ligt). Voorbeeld: wanneer een teler 100 kg werkzame N per ha wil toedienen en hij stuurt de mestdosering op basis van de snelmeting N-totaal + hantering van een forfaitaire verhouding tussen Nm en Norg, bedraagt de dosering van werkzame stikstof op basis van de labanalyse gemiddeld over alle monsters 103 kg N per ha met een spreiding van 67 tot 138 kg N per ha.

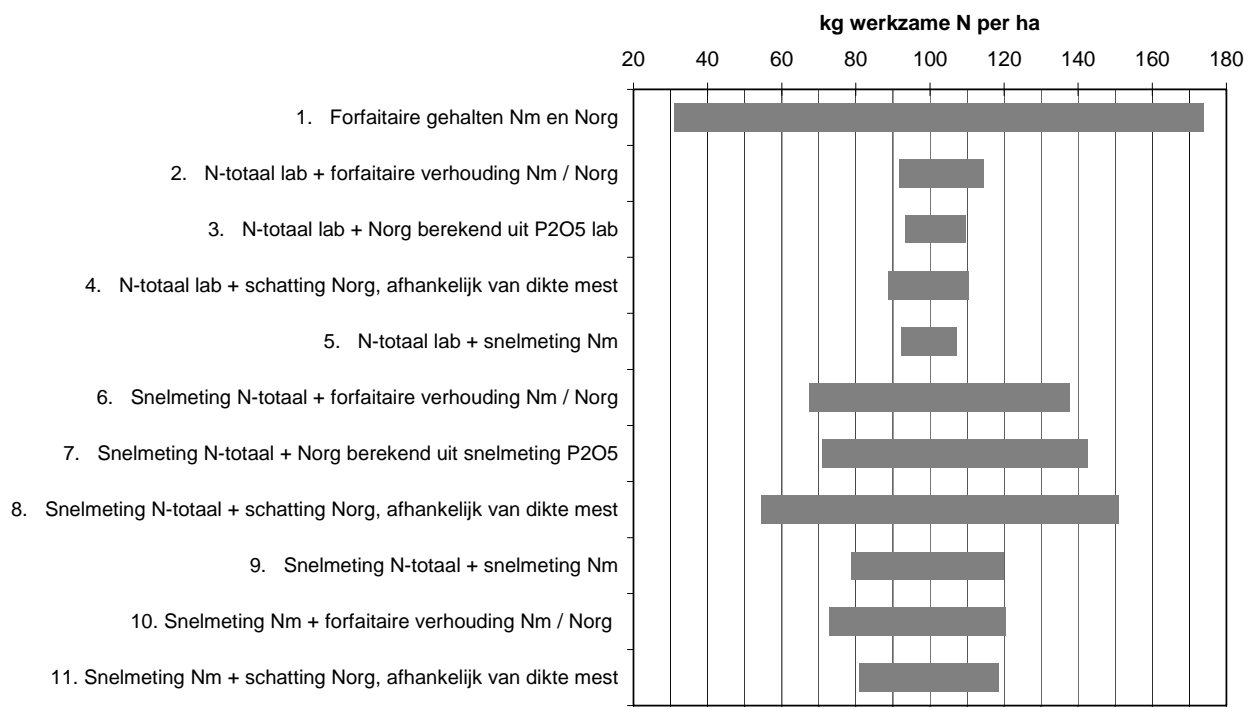
Uitgaan van forfaitaire gehalten (1) kan tot zeer forse afwijkingen leiden. Gebruik van sneltesters (6 t/m 11) leidde tot een hogere nauwkeurigheid. De snelmeting van Nm (10) leidde tot een nauwkeurigere schatting van de werkzame hoeveelheid stikstof dan de snelmeting van N-totaal (6). Nm is nauwkeuriger te meten dan N-totaal.

Wanneer achteraf de werkzame hoeveelheid stikstof wordt bepaald aan de hand van de labanalyse, gaf het schatten van Norg aan de hand van het fosfaatgehalte (3) of een aanvullende meting van Nm met de Quantofix (5) een geringe verhoging van de nauwkeurigheid ten opzichte van uit te gaan van een forfaitaire verhouding tussen Nm en Norg (2).

Het schatten van Norg op basis van het fosfaatgehalte (3 + 7) gaf een wat hogere nauwkeurigheid dan het schatten van Norg op basis van de dikte van de mest (4 + 8).

Bij de snelmeting van N-totaal leidde het schatten van Norg op basis van het fosfaatgehalte (7) of op basis van de dikte van de mest (8) niet tot een hogere nauwkeurigheid dan uit te gaan van een forfaitaire verhouding tussen Nm en Norg (6). Een aanvullende snelmeting van Nm (9) leidde wel tot hogere nauwkeurigheid.

Bij de snelmeting van Nm leidde het schatten van Norg op van de dikte van de mest (11) tot een iets hogere nauwkeurigheid dan uit te gaan van een forfaitaire verhouding tussen Nm en Norg (10). Het gaf een minstens evengoed resultaat als de snelmeting van N-totaal + Nm.



Figuur 10. Afwijking in dosering werkzame stikstof per ha ten opzichte van hantering van de labanalyse.

## 5 Bespreking

Voor goed landbouwkundig gebruik van dierlijke mest is het belangrijk om de samenstelling van de mest te kennen om de juiste dosering te kunnen bepalen. Uitgaan van forfaitaire mineralengehalten is zeer onnauwkeurig, omdat de gehalten sterk kunnen fluctueren. Het sturen van de mestdosering op basis van een snelmeting van de gehalten is aanzienlijk nauwkeuriger dan het sturen op forfaitaire gehalten.

Het mestmonster voor de snelmeting kan het beste tijdens het laden van de mest worden genomen. Dat levert een representatiever monster op dan bij het lossen van de mest en er is meer tijd om de analyse uit te voeren (terwijl de mest onderweg is naar de afnemer).

Het Minas-monster kan niet worden gebruikt voor een snelmeting, omdat de monsterpot of -zak automatisch wordt verzegeld. Het is wel mogelijk om simultaan een tweede monster te nemen. Logistiek is deze monsternamen goed in te passen.

Een geslaagde snelmeting vereist dat er nauwkeurig wordt gewerkt. Nadat een representatief mestmonster is genomen, moet dit goed worden gehomogeniseerd. Voorts moet er in herhalingen worden gemeten om sterk afwijkende meetuitslagen eruit te kunnen halen. Ook is het belangrijk dat de mest in de silo goed is gemengd.

Een snelmeting heeft enkel landbouwkundig waarde en is geen vervanging van de Minas-analyse. De praktijk zal moeten wennen en leren omgaan met de afwijkende meetresultaten tussen verschillende monsters van dezelfde mestpartij en/of verschillende meetmethoden (sneltest versus laboratoriumbepaling). Men moet hierbij bedenken dat ook de laboratoriumanalyse kan afwijken van de werkelijkheid.

Wanneer dierlijke mest voorafgaand aan een teelt wordt ingezet, is de werkzame hoeveelheid stikstof in de regel bepalend voor de mestdosering. Voor een schatting van de werkzame hoeveelheid stikstof is een snelmeting van het ammoniakgehalte nauwkeuriger en te prefereren boven een snelmeting van N-totaal. Ammoniak bleek nauwkeuriger te analyseren dan N-totaal (kleinere meetfout). Daar komt bij dat een snelmeting van ammoniak sneller en eenvoudiger is uit te voeren en bovendien niet conflicteert met de Minas-analyse. Voor snelmeting van het ammoniakgehalte kan de Quantofix alsook de sneltester van Eijkelkamp worden gebruikt.

Op grond van de in dit project opgedane ervaring met de Quantofix, moet men de meetuitslagen van de Quantofix met 10% verhogen. Bij mest met een zeer lage stikstofgehalte, van rond de 1 kg N-NH<sub>3</sub> per kuub mest, moet gebruik van de Quantofix worden afgeraden.

Bij meting van N-totaal met de sneltest van Eijkelkamp verdient het aanbeveling om ook het N-NH<sub>3</sub>-gehalte te meten, daar dit tot een nauwkeurigere schatting leidt van de werkzame hoeveelheid stikstof.

Wanneer de mestdosering wordt gestuurd op basis van de ammoniakmeting, kan het schatten van het Norg-gehalte op grond van de dikte van de mest, een iets nauwkeurigere bepaling van de werkzame hoeveelheid stikstof in de mest geven dan wanneer wordt uitgegaan van een forfaitaire verhouding tussen Nm en Norg. Deze methode voor het schatten van Norg moet nader worden uitgewerkt.

Als de teler de Minas-uitslag ontvangt (N-totaal en fosfaat), kan hij Norg opnieuw bepalen (N-totaal – N-NH<sub>3</sub>) en de werkzame hoeveelheid stikstof herberekenen.

Breekpunt voor gebruik van snelmeters in praktijk is dat het extra kosten met zich meebrengt, die noch de mesthandel, noch de afnemers van mest voor rekening willen nemen. Toepassing van de Quantofix op het mestontvangende bedrijf ligt ook moeilijk. De tijd ontbreekt om vlak vóór uitrijden de mest te analyseren. Daarnaast zal de afnemer van mest niet bereid zijn extra kosten te maken en verwacht hij dat de leverancier van de mest de gehalten erbij geeft.

De extra kosten, arbeid en de tijddruk geven het gebruik van snelmeters weinig kans. Het perspectief is daarom momenteel slecht.



# Literatuur

Dijk, W. van (2003). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Publicatienr. 307. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad.

Hoeksma, P., J.V. v/d Berg, E, Evers, M.MW.B. Hendriks & G.C.C. Kupers (2002). Bemonsteringsnauwkeurigheid bij laden en lossen van transportvoertuigen voor drijfmest. IMAG-nota P 2002-79.

Hoeksma, P. (2001). Oriënterend onderzoek naar het homogeniseren van drijfmest in opslagsilo's. IMAG-nota P 2001-15.

Hoeksma, P. & P.J.L. Derikx (1997). Automatische bemonstering volgens MINAS-systematiek. Landbouwmecanische, nr. 4 (9 april 1997), p. 52-53.

Lammers, H.W. (1984). Een berekende N-werkingscoëfficiënt voor diverse dierlijke organische mestsoorten. De Buffer 1984, nr. 5, p. 169-197.

Walraven, N. & D.A.J. Starmans (1999). Ontwikkeling van een prototype veldkit voor de bepaling van het gehalte aan N, P en K in drijfmest. IMAG-nota P 99-121.

Walraven, N. & D.A.J. Starmans (1999). Optimalisatie en realisatie van een marktrijpe veldkit voor de bepaling van het gehalte aan N en P in drijfmest. IMAG-nota P 99-122.

Klasse, J. & W. Werner (1985). Schnellmethode zur Bestimmung des Stickstoffgehaltes der Gülle in Landwirtschaftlichen Betrieb. Kali-Briefe 17(9), p. 715-723.





# Communicatie

Naast de locaties waar voor het project is gemeten, zijn de snelmeters in onderstaande publicaties of tijdens onderstaande bijeenkomsten ter sprake gebracht en/of gedemonstreerd.

## **Artikelen waarin de snelmeter ter sprake is gebracht:**

- Dekker P.H.M. & J.J. Slabbekoorn. Alternatieven voor ontijdige toediening van dierlijke mest in de akkerbouw. Effect mestsoort, mestscheidingsproducten, tijdstip van aanwenden van de mest en gebruik van een groenbemester op de N-benutting bij aardappelen op klei. PPO-projectrapport nr. 510170, maart 2004.
- Dekker P.H.M. Dierlijke mest vervangt kunstmest. Boerderij 88, no. 24 (18 maart 2003), pag. 30.
- Dekker P.H.M. & J. Paauw. Bepaling opbrengtschade in wintertarwe bij aanwending van dierlijke mest in het voorjaar op kleigrond. PPO-projectrapport nr. 110120, september 2002.
- Lokhorst, K., P. Dekker, K. Grashoff, T. Guiking & S. van 't Riet. Perspectieven van geleide bemesting in de open teelten: van deskstudie naar onderzoek. IMAG-nota 2003-51, juni 2003, 43 pagina's.
- Paauw, J. & P. Dekker. Mest op kleigrond na poten kan goed. Boerderij/akkerbouw 88, no. 5 (11 maart 2003). pag 28+29.

## **Posterspresentatie + demonstratie:**

- Dekker P., W. van Geel en W. Uijthoven. "Directe meting van stikstof in drijfmest met snelmeters", Themadag Bemesting, 5 september 2003 in Meterik

## **Inleidingen en discussiebijeenkomsten:**

- Dekker P.H.M. of O. Clevering. Gebruik snelmeters voor bepaling mestdosering. Project Telen met toekomst in winterbijeenkomsten met telers, werkgroep bemesting en vergadering projectteam op meerdere tijdstippen gedurende de projectperiode.
- Discussiebijeenkomst met vertegenwoordigers van de mesthandel en het IMAG, 18 september 2002, Lelystad.
- Discussiebijeenkomst met vertegenwoordigers van de mestkolom, 27 november 2003, Lelystad. Inleiding + demonstratie op deze bijeenkomst: Geel, W. van. Bevindingen PPO-agv gebruik sneltesters voor drijfmest.
- Themadag dierlijke mest op 20 juni 2002 op PPO-agv in Lelystad. Tijdens lezing en proefveldbezoek, inclusief demonstratie snelmeters.



# Bijlage 1. Handleiding voor de Mestanalyse-set N/P van Eijkelkamp Agrisearch Equipment

## Algemeen

Als voor het uitrijden van de mest de mineralensamenstelling van de mest bekend is, kan de gewenste dosering in ton mest per ha daarop worden afgestemd. De tijd ontbreekt veelal om mest voor het uitrijden op een laboratorium te analyseren. Snelmeters, zoals de Mestanalyse-set N/P, bieden deze mogelijkheid wel. In deze handleiding is beschreven hoe met de Mestanalyse-set N/P de hoeveelheid stikstof en fosfaat in de mest wordt gemeten. Voor het bepalen van de mestdosering op basis van de gemeten mineralensamenstelling is door het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) een aanvullende handleiding opgesteld.

Met de Mestanalyse-set N/P van Eijkelkamp Agrisearch Equipment te Giesbeek kunt u in ca. 30 minuten de gehalten aan stikstof-totaal (N) en fosfaat-totaal ( $P_2O_5$ ) in varkens- en runderdrijfmest meten. Eventueel kan de mestanalyse na een aanpassing ook worden uitgerust voor het meten van de hoeveelheid ammoniakstikstof ( $N-NH_3$ ) in de mest.

De analyseset kan direct worden gebruikt voor mestsoorten met een drogestofgehalte lager dan 15%. Bij mestsoorten met een drogestofgehalte tussen 15 en 30% moet de mest eerst met een factor twee met water worden verdund.

De mestanalyse set is niet geschikt voor analyse van vaste mestsoorten en evenmin voor de meting van N-totaal en  $P_2O_5$ -totaal in rundergier. Echter ook bij varkensgier en dunne drijfmest met een zeer laag fosfaatgehalte zijn de meetuitslagen voor N-totaal en  $P_2O_5$ -totaal vaak niet betrouwbaar.

Meting van het ammoniakgehalte in gier en dunne drijfmest is wel goed mogelijk. Voor de stikstofbepaling in gier kan met alleen de ammoniakbepaling worden volstaan. Ca. 95% van de totale hoeveelheid stikstof in gier bestaat namelijk uit ammoniak.

Hieronder is een beknopte overzicht weergegeven van de stappen die nodig zijn voor het meten van de stikstof- en fosfaatgehalten in drijfmest met behulp van de Mestanalyse-set N/P. Het is een vereiste dat bij al deze stappen zeer nauwkeurig wordt gewerkt!



**De eerste stap** is het nemen van een representatief mestmonster van de te onderzoeken mestpartij.

**De tweede stap** is het homogeniseren van dit mestmonster om hieruit een representatief submonster van 2 gram te nemen voor de verdere analyse.

**De derde stap** is de voorbehandeling van het monster. Bijna al het fosfaat en een deel van de stikstof zijn gebonden in de organische fractie in de mest. Om ze te kunnen meten, moet eerst de organische fractie worden afgebroken, waarna het fosfaat en de organische gebonden stikstof (Norg) vrijkomen.

Voor de bepaling van de ammoniakstikstof (de Nm-fractie) wordt de organische stof in de mest niet afgebroken.

Het na de voorbehandeling verkregen monster, wordt in deze handleiding het meetmonster genoemd.

**De vierde stap** is het meten van het stikstof en fosfaatgehalte. Dit gebeurt door middel van een kleuringsreactie. Met een fotometer wordt de keuringsintensiteit gemeten. Op grond hiervan wordt het gehalte van het betreffende nutriënt berekend door de software in de fotometer. Op het display van de fotometer wordt de uitslag direct weergegeven in kg per ton drijfmest.

**De vijfde stap** is het bepalen van de mestdosering op basis van de gemeten mineralensamenstelling. De berekeningswijze is opgenomen in een aanvullende handleiding van het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO).

De stappen 3 en 4 zijn beschreven aan de hand van figuren die zijn ontleend aan de gebruiksaanwijzing van de analyseset, opgesteld door de fa. Eijkelkamp Agrisearch Equipment.

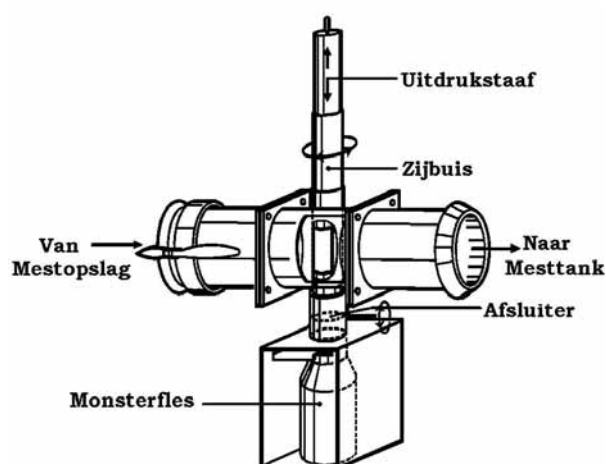
## Stap 1: het nemen van een representatief mestmonster

Het gehalte aan mineralen en het drogestof- en het organischestofgehalte in de mest varieert per diersoort en per mestpartij. Vanwege uitzakken van de mest kan zelfs de mestsamenstelling van mest uit dezelfde silo sterk variëren. Naarmate de mest op het moment van uitrijden minder goed gemengd is, zal er meer bemonsterd moeten worden. Uit onderzoek blijkt dat zelfs als er continu gemixt wordt, er een grote variatie in mestsamenstelling tussen de vrachten kan bestaan.

Voor een goed meetresultaat is het belangrijk dat het monster representatief is voor de gehele mestpartij in de tankwagen en dat het monster homogeen is. Om een zo betrouwbaar mogelijk monster te verkrijgen, kunt u dit het beste tijdens het vullen of lossen van de tank over meerdere momenten verspreid nemen (overeenkomstig de Minas-monstername). Als de mest bovendien goed is gemengd, zal de betrouwbaarheid van het monster hoger zijn.

Het is niet mogelijk om uit het Minas-monster een mesthoeveelheid te nemen voor de bepaling met de Mestanalyse-set N/P. Vanaf 1 januari 2001 is de monstername voor het officiële Minas-monster geheel geautomatiseerd. Het monster wordt voor het uitnemen uit de monsterkamer reeds verzegeld.

Voor de bepaling met de Mestanalyse-set N/P moet u daarom een apart monster nemen. Dit kan bijvoorbeeld met een handbediend monstername-apparaat van de fa. Eijkelkamp Agrisearch Equipment (zie figuur). Dit apparaat werkt volgens het zogenoemde zijbuisprincipe. Het weegt 25 kg en kan tussen de mesttank en de aanvoerslang vanuit de mestopslag worden gekoppeld, dan wel tussen mesttank voor het wegtransport en de mesttank waarmee de mest op het veld wordt uitgereden. Tijdens het vullen van de mesttank wordt voor het Minas-monster automatisch op 5 tijdstippen een submonster genomen. Het moment waarop zo'n submonster genomen wordt, is hoorbaar. Op hetzelfde moment kunt u dan ook met de handbediende apparatuur een submonster nemen. De monstergrootte is circa 0,7 liter.



Meteen na monstername moet u de pot waarin de mest is opgevangen, afsluiten om verlies van ammoniak door vervluchtiging te voorkomen. Als het monster niet dezelfde dag wordt geanalyseerd, moet u het koel bewaren (bij 4°C).

## Stap 2: het homogeniseren van het mestmonster

Voor de analyse wordt uit het mestmonster met een pipet een submonster genomen van 2 gram. Deze geringe hoeveelheid stelt hoge eisen aan de homogeniteit van het mestmonster. Immers, die 2 gram moet nog steeds representatief zijn voor de gehele mestpartij.

Zorg er daarom voor, vlak voordat u het submonster neemt, dat het mestmonster zo homogeen mogelijk is. De vaste delen in de mest zakken snel naar de bodem van de pot. Verder kan het mestmonster zo dik zijn en/of vaste bestanddelen bevatten dat het moeilijk is om een betrouwbaar submonster te pipetteren. In dikkere runderdrijfmest bijvoorbeeld, zitten vaak stukjes.

Hoe u het mestmonster het beste kunt homogeniseren, hangt af van het type mest.

### 1. **Dunne mest die geen stro of andere vaste bestanddelen bevat.**

Voor deze mest kunt u volstaan met het goed mengen van het monster door te roeren, om te scheppen, de afgesloten pot te schudden of door het monster meermalen over te gieten van de ene pot in een andere en terug. Let er steeds op dat er geen dikke laag onderop de bodem van de pot blijft liggen, maar dat de vaste bestanddelen volledig door de mest zijn gemengd.

Roer of schud niet te krachtig. Er mag zich geen schuim vormen.

### 2. **Dunne mest met een drogestofgehalte lager dan 15% die wel stro of andere vaste bestanddelen bevat.**

U kunt deze mest het beste homogeniseren met een snel draaiende messen met een regelbare snelheid (bijvoorbeeld een staafmixer of een blender). Mix de mest met een zo hoog mogelijke rotatiesnelheid van de messen, maar dusdanig dat overmatige schuimvorming wordt vermeden. Bij gebruik van een staafmixer kunt u deze tijdens het mixen verticaal op en neer bewegen om de homogenisatie te bevorderen. Mix net zo lang tot u geen stro of deeltjes meer in de mest ziet en deze uniform van samenstelling is geworden.

De gehomogeniseerde mest kan gemakkelijk weer uitzakken. Roer of schud de mest daarom of schud hem om in een andere pot, voordat u het submonster neemt.

### 3. **Dikke mest met een drogestofgehalte tussen de 15 en 30% (verpompbare drijfmest).**

Weeg het monster tot op de gram nauwkeurig. Weeg precies eenzelfde hoeveelheid water af en voeg deze toe aan het monster. Het monster is nu de helft verdund. U moet daarom de meetuitslagen met twee vermenigvuldigen.

Vervolgens kan er gemixt worden zoals beschreven onder punt 2.

## Stap 3a: de voorbehandeling voor de bepaling van N- en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-totaal

### **Het nemen van een submonster**

Neem met een pipet uit het gehomogeniseerde mestmonster een submonster van 2,0 ml en breng dit in een memopot (figuur A). U kunt een nauwkeuriger meetresultaat verkrijgen, als u exact 2,0 gram pipetteert in plaats van 2 ml. Wanneer het monster is gemixt, is afwegen zelfs noodzakelijk. Door het mixen kan het volume van de mest kan wel met een derde toenemen. De mest wordt als het ware opgeklopt. Een hoeveelheid van 2 ml mest weegt dan nog maar 1,5 gram in plaats van 2 gram.

Om het submonster te wegen, is een draagbare weegschaal verkrijgbaar (bij de fa. Eijkelkamp). Als het submonster iets meer of iets minder weegt, bijvoorbeeld 1,9 of 2,1 gram, kunt u de meetuitslag later corrigeren. Stel dat u 2,1 g heeft afgewogen en het gemeten stikstofgehalte bedraagt 4,0 kg/ton, dan is de correctie:  $4,0 \text{ kg/ton} \times 2,0/2,1 = 3,8 \text{ kg/ton}$ .

Sluit de memopot af met een deksel met gat, zodat er zo min mogelijk stikstof kan vervluchten.

### **De destructie van de organische stof**

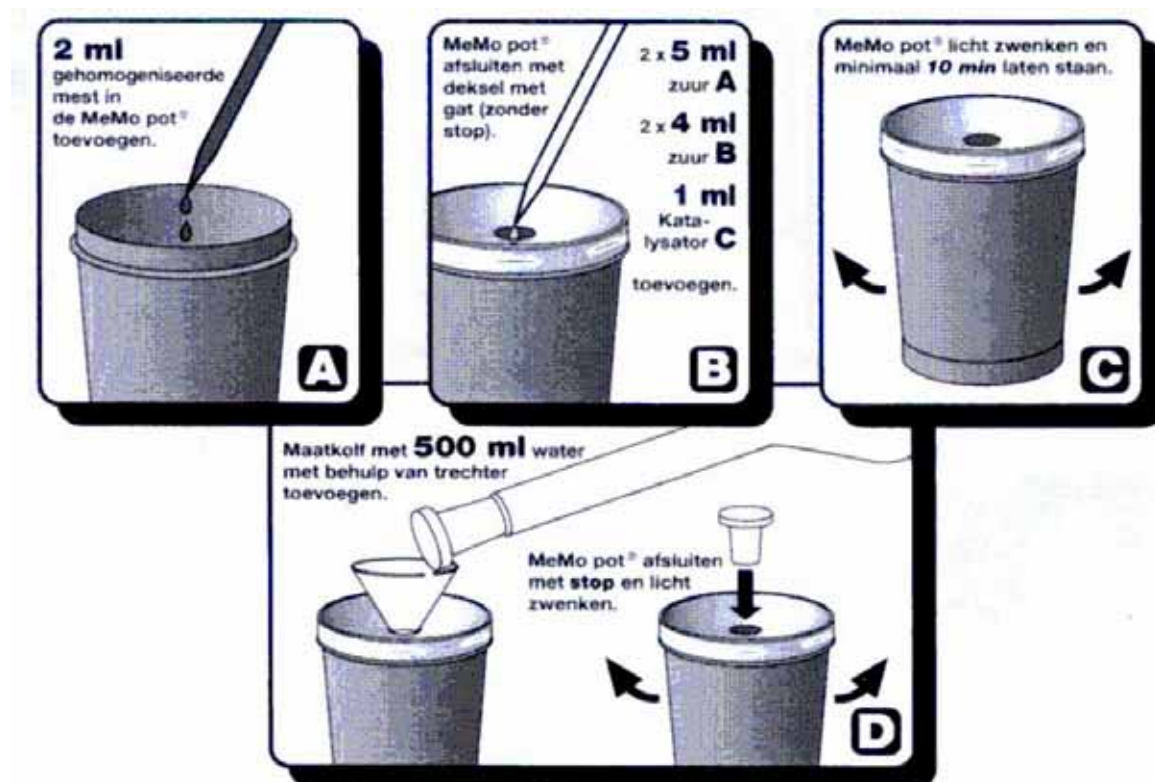
Pipetteer achtereenvolgens 2 x 5 ml zwavelzuur (A), 2 x 4 ml waterstofperoxide (B) en 1 ml van de katalysator (C) in de memopot (volgens figuur B). Gebruik bij het pipetteren van de verschillende chemicaliën

afzonderlijke pipetten. Voor de veiligheid verdient het aanbeveling aanbevolen de bijgeleverde handschoenen aan te trekken en de veiligheidsbril op te zetten.

Laat de pot nu minstens 10 minuten staan en zwenk de pot ondertussen af en toe (figuur C). Gebruik een klok, horloge of stopwatch om de tijd bij te houden. Let op: door de chemische reactie die plaatsvindt, wordt de memopot heet.

Giet vervolgens 500 ml water in de memopot met behulp van de maatkolf en de trechter (figuur D). Vul de maatkolf exact tot aan het streepje. Sluit daarna de memopot af met de stop en zwenk de pot licht voor een goede menging. Schudden is niet nodig.

Het meetmonster is nu klaar voor de bepaling van de hoeveelheid stikstof-totaal en fosfaat-totaal.



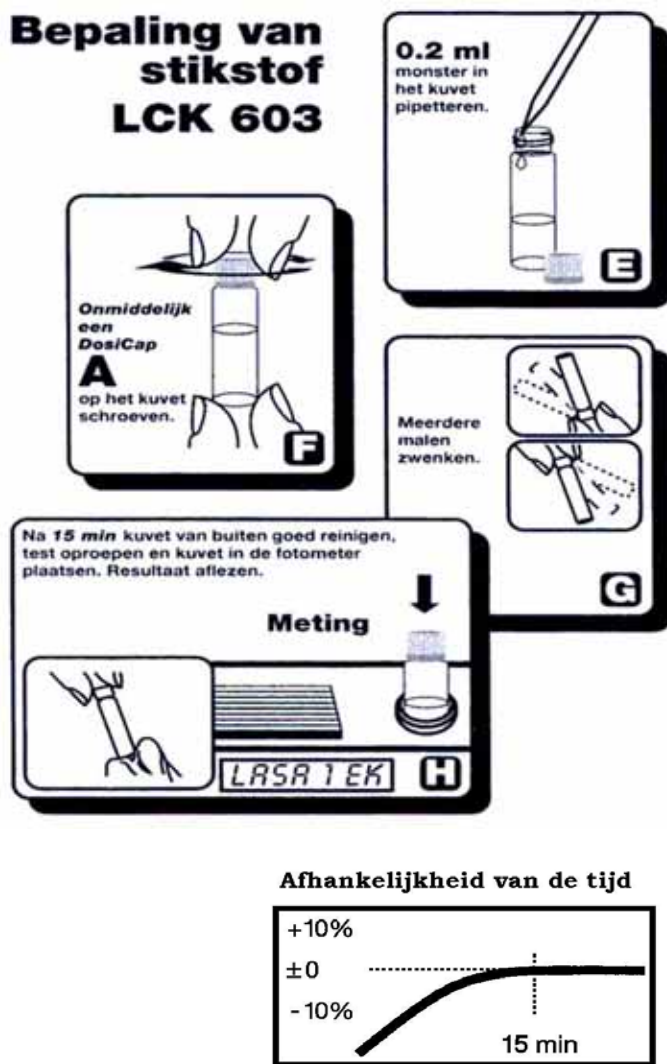
## Stap 4a: het bepalen van de totale hoeveelheid stikstof

Zwenk de memopot nogmaals. Schud niet, want dit brengt losse deeltjes in de oplossing die overgebleven zijn na de chemische reactie. Leg een stopwatch klaar en stel deze in op 15 minuten.

Neem een kuvet voor de stikstofbepaling (type LCK 603) en schroef de dop eraf. Pipetteer 0,2 ml van het meetmonster in de kuvet (zie figuur E). Bij het pipetteren blijft er wel eens een druppel hangen aan de buitenkant van de pipet. Door de punt van de pipet langs de rand van de memopot te halen, verwijdert u deze. Gebruik voor elk monster een nieuwe, ongebruikte pipetpunt.

Sluit vervolgens de kuvet meteen af met de speciale dop (DosiCap A - zie figuur F). Zwenk nu de kuvet en houdt hem meerdere malen ondersteboven (zie figuur G). Schakel het stopwatch in, zodra u start met zwenken. Aan de binnenkant van de DosiCap-dop zitten chemicaliën die met de vloeistof in de kuvet reageren. Deze chemicaliën zijn schadelijk bij opname door de mond en zijn irriterend voor de ogen en ademhalingswegen. Wees dus voorzichtig! Let ook goed op dat de verpakking droog blijft.

## Bepaling van stikstof LCK 603



De vloeistof in de kuvet kleurt groen. De kleurreactie is sterk afhankelijk van de temperatuur. Het meetmonster en de kuvetten moeten op kamertemperatuur zijn (20°C), wanneer u met de analyse begint. Afwijkende temperaturen beïnvloeden de nauwkeurigheid van het resultaat. Opmerking: de vloeistoffen en kuvetten moeten koel worden bewaard. Om ervoor te zorgen dat ze bij de meting op kamertemperatuur zijn, moet u ze geruime tijd voor de meting (enig uren tot halve een dag) uit de koeling te halen.

Zet de fotometer aan door op de "mode"-toets te drukken. Druk zonodig nogmaals op de "mode"-toets tot de meting voor stikstof-totaal wordt aangegeven in het display (Nm LCK 603).

Reinig de buitenkant van de kuvet met een zachte doek of tissue en plaats de kuvet na 15 minuten in de fotometer (figuur H). Lees de meetuitslag af op het display van de fotometer (kg N per ton mest). Trek de kuvet omhoog, draai hem een slag en meet nog een keer. Doe dit 3 à 4 keer en neem het gemiddelde van de meetuitslagen. Na 15 minuten is de kleuring voltooid en blijft het stikstofgehalte de volgende 15 minuten constant. Wanneer het gehalte na 15 minuten toch nog oploopt, kunt u beter nog drie minuten wachten en opnieuw meten.

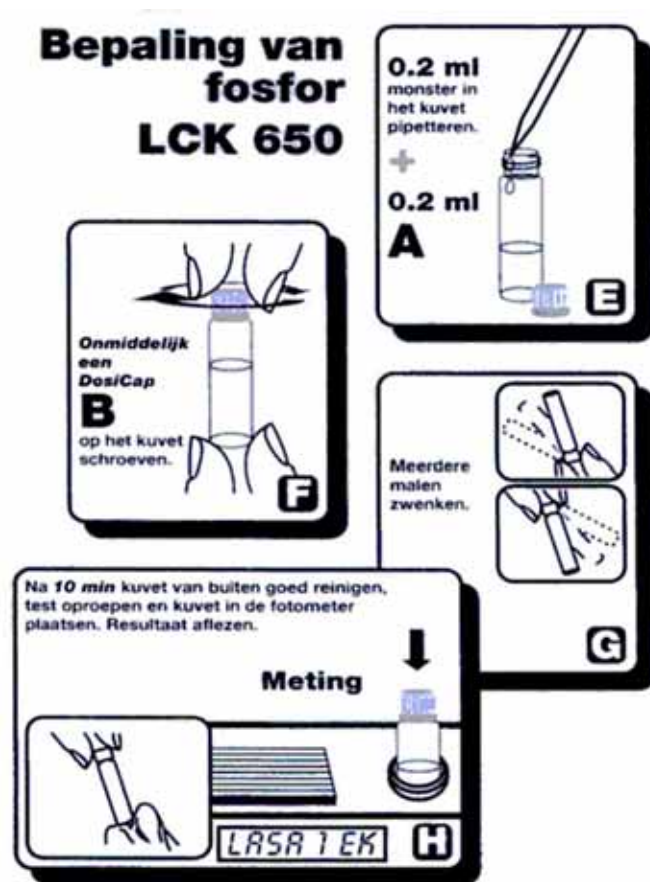
## Stap 4b: het bepalen van de totale hoeveelheid fosfaat

Zwenk de memopot nogmaals. Schud niet, want dit brengt losse deeltjes in de oplossing die overgebleven zijn na de chemische reactie. Leg een stopwatch klaar en stel deze in op 10 minuten.

Neem een kuvet voor de fosfaatbepaling (type LCK 650) en schroef de dop eraf. Pipetteer 0,2 ml van het meetmonster in de kuvet (zie figuur E). Neem een nieuwe, schone pipetpunt en pipetteer vervolgens 0,2 ml uit het potje met vloeistof A in de kuvet (zie figuur E). Bij het pipetteren blijft er wel eens een druppel hangen aan de buitenkant van de pipet. Door de punt van de pipet langs de rand van de memopot te halen, verwijdert u deze. Gebruik voor elk monster een nieuwe, ongebruikte pipetpunt.

Sluit vervolgens de kuvet meteen af met de speciale dop (DosiCap B - zie figuur F). Zwenk nu de kuvet en houdt hem meerdere malen ondersteboven (zie figuur G). Schakel het stopwatch in, zodra u start met zwenken. Aan de binnenkant van de DosiCap-dop zitten chemicaliën die met de vloeistof in de kuvet reageren.

De vloeistof in de kuvet kleurt blauw. Ook bij fosfaat is de kleurreactie afhankelijk van de temperatuur. De temperatuur van het meetmonster en de kuvetten moet tussen de 15 en 25°C zijn, wanneer u met de analyse begint. Lagere en hogere temperaturen geven een lager resultaat.



Zet de fotometer aan door op de "mode"-toets te drukken. Druk zonodig nogmaals op de "mode"-toets tot de meting voor fosfaat wordt aangegeven in het display (P2O5m LCK 650).

Zwenk na 10 minuten de kuvet opnieuw, reinig de buitenkant van de kuvet met een zachte doek of tissue en plaats de kuvet in de fotometer (figuur H). Lees de meetuitslag af op het display van de fotometer (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ton mest). Trek de kuvet omhoog, draai hem een slag en meet nog een keer. Doe dit 3 à 4 keer en neem het gemiddelde van de meetuitslagen.

Het is belangrijk dat er precies na 10 minuten wordt gemeten. De kleuringsreactie blijft na die 10 minuten nog doorgaan. Eerder of later meten leidt toe een foutieve meetwaarde.

### Stap 3b: de voorbehandeling voor de bepaling van ammoniakstikstof

Neem het submonster op dezelfde wijze als is beschreven onder 3a. Destructie van de organische stof met chemicaliën vindt niet plaats.

Nadat u het submonster in de memopot hebt gebracht, voegt u 500 ml water toe op dezelfde wijze als beschreven is onder 3a. Sluit de memopot af met de stop en schud de pot licht voor een goede menging. Neem vervolgens een andere, lege memopot. Sluit deze af met een deksel met een gat en plaats hierop een trechter met filtreerpapier erin. Giet het monster over in de lege pot via de trechter met het filter. De vaste deeltjes worden nu uit het meetmonster gefilterd. U hoeft niet persé het gehele monster over te gieten. Een gefilterd meetmonster van 50 – 100 ml is meer dan voldoende. Het meetmonster is nu klaar voor de bepaling van de hoeveelheid ammoniakstikstof.

### Stap 4c: het bepalen van de hoeveelheid ammoniakstikstof

De werkwijze voor de bepaling van ammoniakstikstof is grotendeels gelijk aan die van de bepaling van N-totaal, zoals beschreven onder 4a. Enkel worden andere kuvetten gebruikt (type LCK 303). Deze kuvetten hebben een dubbele dop, die men kan omdraaien.

Leg een stopwatch klaar en stel deze in op 15 minuten. Verwijder voorzichtig het afdekkfolie van de dop en schroef de dop van de kuvet af. Pipetteer uit het gefilterde meetmonster 0,2 ml in de kuvet. Draai de dop om en sluit hiermee meteen de kuvet af. De geribbelde zijde van de dop moet nu aan de bovenkant zitten.



Schud vervolgens de kuvet enkele malen krachtig. Schakel het stopwatch in, zodra u start met schudden. In het deel van de dop dat nu op de kuvet is gedraaid, bevinden zich de chemicaliën die met de vloeistof in de kuvet reageren. Deze chemicaliën zijn schadelijk bij opname door de mond en zijn irriterend voor de ogen en ademhalingswegen. Wees dus voorzichtig! Let ook goed op dat de verpakking droog blijft.

Doordat de dop enigszins doorzichtig is, kunt u controleren of de chemicaliën na het schudden goed zijn opgelost in de vloeistof van de kuvet. Is dit niet het geval, schud dan nogmaals.

De vloeistof in de kuvet kleurt groen. Ook voor ammoniak is de kleurreactie sterk afhankelijk van de temperatuur. Het meetmonster en de kuvetten moeten op kamertemperatuur zijn (20°C), wanneer u met de analyse begint. Afwijkende temperaturen beïnvloeden de nauwkeurigheid van het resultaat.

Opmerking: de vloeistoffen en kuvetten moeten koel worden bewaard. Om ervoor te zorgen dat ze bij de meting op kamertemperatuur zijn, moet u ze geruime tijd voor de meting (enig uren tot halve een dag) uit de koeling te halen.

Zet de fotometer aan door op de "mode"-toets te drukken. Druk zonodig nogmaals op de "mode"-toets tot de meting voor ammoniak stikstof wordt aangegeven in het display (NH<sub>4</sub>-N LCK 303).

Reinig de buitenkant van de kuvet met een zachte doek of tissue en plaats de kuvet na 15 minuten in de fotometer. Lees de meetuitslag af op het display van de fotometer. Trek de kuvet omhoog, draai hem een slag en meet nog een keer. Doe dit 3 à 4 keer en neem het gemiddelde van de meetuitslagen. Deel de uitslag door 4! De aldus verkregen waarde is het aantal kg ammoniakstikstof per ton mest.

Na 15 minuten is de kleuring voltooid en blijft het stikstofgehalte de volgende 15 minuten constant.

Wanneer het gehalte na 15 minuten toch nog oploopt, kunt u beter nog drie minuten wachten en opnieuw meten.

## Meetbereik

Het meetbereik is:	N-totaal:	0,4 – 12 kg/ton
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -totaal:	0,5 – 9 kg/ton
	N-NH <sub>3</sub> :	0,5 – 12 kg/ton

Als het gehalte boven het meetbereik ligt (in het display verschijnt "O 22.4") kunt u het monster verdunnen. In plaats van 0,2 ml vanuit de memopot (meetmonster) in de kuvet te pipetteren, neemt u 0,1 ml en voegt u 0,1 ml water toe. De gevonden uitslag moet vervolgens met twee worden vermenigvuldigd.

Als het gehalte onder het meetbereik ligt, verschijnt in het display "U 1.23".



## Bijlage 2. Handleiding voor de Quantofix

Met de Quantofix kunt u in een kwartier tijd het ammoniakstikstofgehalte (N-NH<sub>3</sub> ofwel de Nm-fractie) in drijfmest of gier bepalen. De uitslag van de meting wordt afgelezen in kg ammoniakstikstof per m<sup>3</sup> mest. Hoe op basis van het gemeten ammoniakstikstofgehalte de mestdosering kan worden bepaald, is weergegeven in een aanvullende handleiding van het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO).

Het principe van de Quantofix berust op een chemische reactie van de ammoniak in de drijfmest of gier met een oxidatiemiddel. Bij die chemische reactie komt stikstofgas vrij. De hoeveelheid stikstofgas die vrijkomt wordt gemeten en is een maatstaf voor de hoeveelheid ammoniak in de drijfmest of gier.

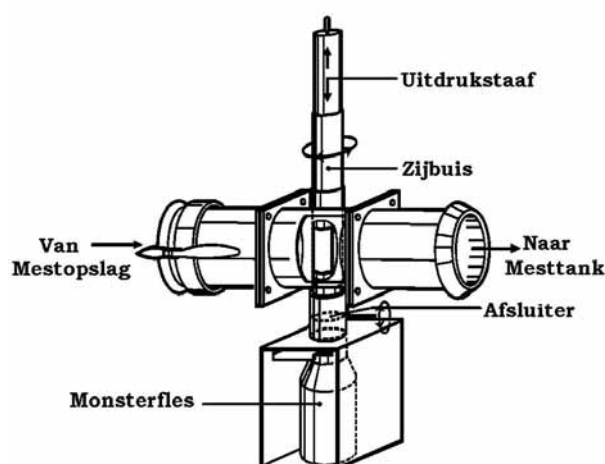
In de navolgende paragrafen wordt in stappen beschreven hoe u de Quantofix moet gebruiken. De tekst en illustraties bij stap 3 zijn grotendeels overgenomen uit de handleiding die door de fa. Gullimex te Borne is geleverd.

### Stap 1: het nemen van een representatief mestmonster

U kunt het mestmonster zowel bij het vullen als lossen van een mesttankwagen nemen. Voor een goed meetresultaat is het belangrijk dat het monster representatief is voor de gehele mestpartij in de tankwagen en dat het monster homogeen is. Om een zo betrouwbaar mogelijk monster te verkrijgen, kunt u dit het beste tijdens het vullen of lossen van de tank over meerdere momenten verspreid nemen (overeenkomstig de Minas-monstername). Als de mest bovendien goed is gemengd, zal de betrouwbaarheid van het monster hoger zijn.

Het is niet mogelijk om uit het Minas-monster een hoeveelheid te nemen voor de bepaling met de Quantofix. Vanaf 1 januari 2001 is de monstername voor het officiële Minas-monster geheel geautomatiseerd. Het monster wordt voor het uitnemen uit de monsterkamer reeds verzegeld.

Voor de bepaling met sneltesters moet u daarom een apart monster nemen. Dit kan bijvoorbeeld met een handbediend monstername-apparaat van de fa. Eijkelkamp Agrisearch Equipment (zie figuur). Dit apparaat werkt volgens het zogenoemde zijbuisprincipe. Het weegt 25 kg en kan tussen de mesttank en de



aanvoerslang vanuit de mestopslag worden gekoppeld, dan wel tussen mesttank voor het wegtransport en de mesttank waarmee de mest op het veld wordt uitgereden.

Tijdens het vullen van de mesttank wordt voor het Minas-monster automatisch op 5 tijdstippen een submonster genomen. Het moment waarop zo'n submonster genomen wordt, is hoorbaar. Op hetzelfde moment kunt u dan ook met de handbediende apparatuur een submonster nemen. De monstergrootte is circa 0,7 liter.

Meteen na monstername moet u de pot waarin de mest is opgevangen, afsluiten om verlies van ammoniak door vervluchtiging te voorkomen. Als het monster niet dezelfde dag wordt geanalyseerd, moet u het koel bewaren (bij 4°C).

## Stap 2: het homogeniseren van het mestmonster

Zorg ervoor dat het mestmonster goed gemengd is vlak voordat u met de meting begint. De vaste delen in de mest zakken snel naar de bodem van de pot. U kunt het mestmonster mengen (homogeniseren) door te roeren, de afgesloten pot te schudden of door het monster meermalen over te gieten van de ene pot in een andere en terug. Let er steeds op dat er geen dikke laag onderop de bodem van de pot ligt, maar dat de vaste bestanddelen volledig door de mest zijn gemengd.

Roer of schud niet te krachtig. Er mag zich geen schuim vormen.

Homogeniseren met behulp van een (staaf)mixer of blender is niet mogelijk. Het volume van de mest kan hierdoor wel met een derde toenemen. De mest wordt als het ware opgeklopt. Aangezien de Quantofix de hoeveelheid ammoniakstikstof per volume-eenheid mest meet (in kg per m<sup>3</sup>), wordt hierdoor het gehalte sterk onderschat. In het "opgeklopte" monster is het gehalte per m<sup>3</sup> lager dan in de oorspronkelijke mestpartij.

## Stap 3: het uitvoeren van de meting

### **Reactievloeistof**

Maak van tevoren de reactievloeistof aan. Voeg daartoe 5 (volume)delen natriumhypochloriet (NaOCl) en 1 (volume)deel natronloog (NaOH) bij elkaar.

N.B.: de reactievloeistof is bijtend en kan ernstige schade veroorzaken aan ogen, huid of kleding. Ga er dus voorzichtig mee om en draag desnoods beschermende kleding, handschoenen en een veiligheidsbril. Als u de vloeistof op de huid krijgt, spoel het dan af met veel water.

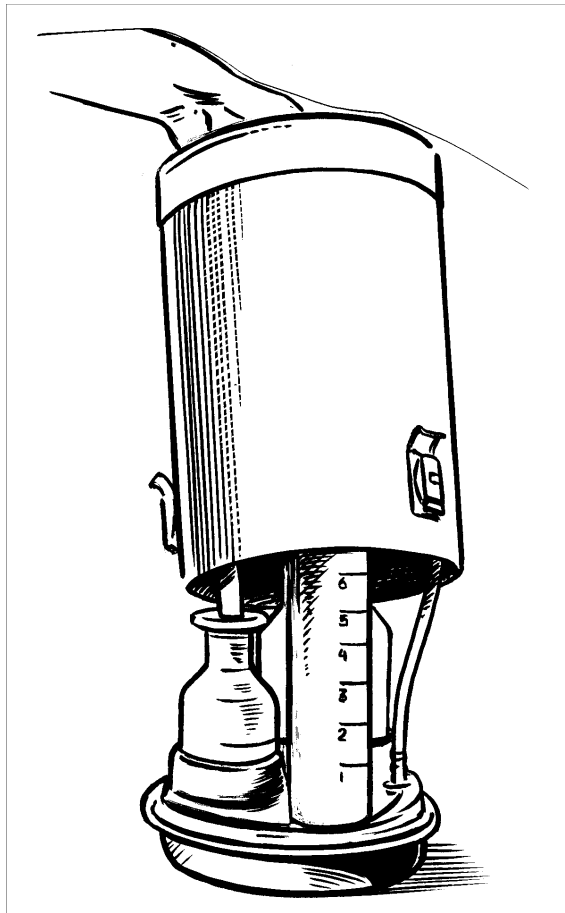
Bewaar de reactievloeistof op een koele, donkere plaats, buiten bereik van kinderen.

De vloeistof is beperkt houdbaar. Maak daarom een niet te grote voorraad aan. Wanneer de reactievloeistof troebel wordt of gaat vlokken, is deze niet meer bruikbaar.

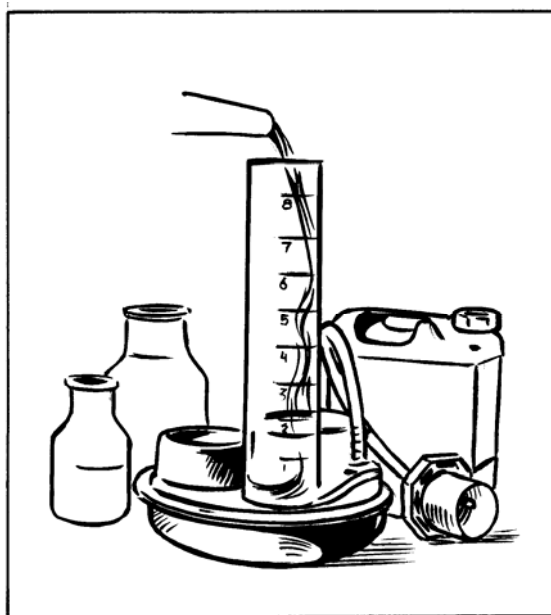
### **Temperatuur**

Voer de meting uit bij een temperatuur van 15 tot 25°C. Dit geldt zowel voor de omgeving waarin u meet als voor de temperatuur van de mest, de reactievloeistof en het water dat u gebruikt.

## De meting



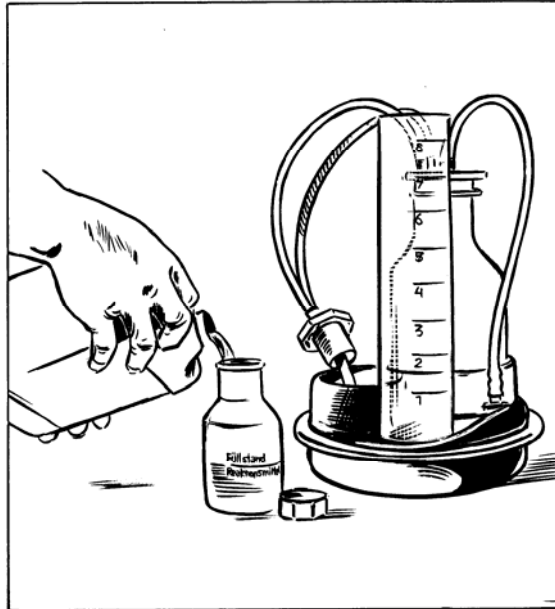
1. Maak de 3 sluitingen los en zet ze vast tegen de kokerwand. Til de koker omhoog.



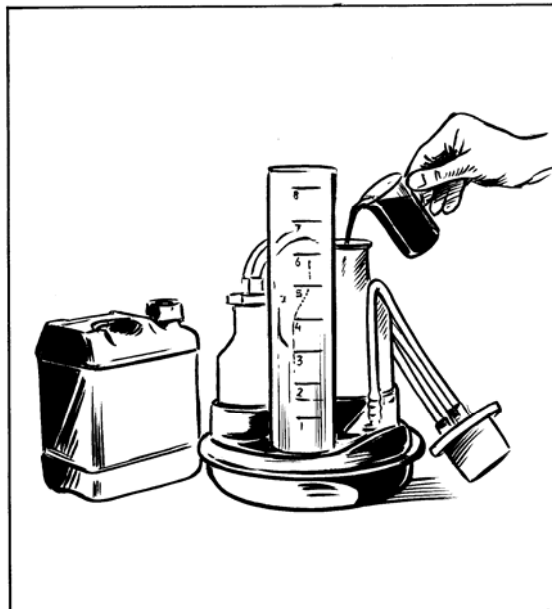
2. Verwijder de stoppen van de flessen en vul het reservoir (onderaan het apparaat) met water tot aan de 0-streep op het maatglas.

Let erop dat alle lucht uit het reservoir verdwijnt door het gehele apparaat regelmatig te kantelen tijdens het vullen.

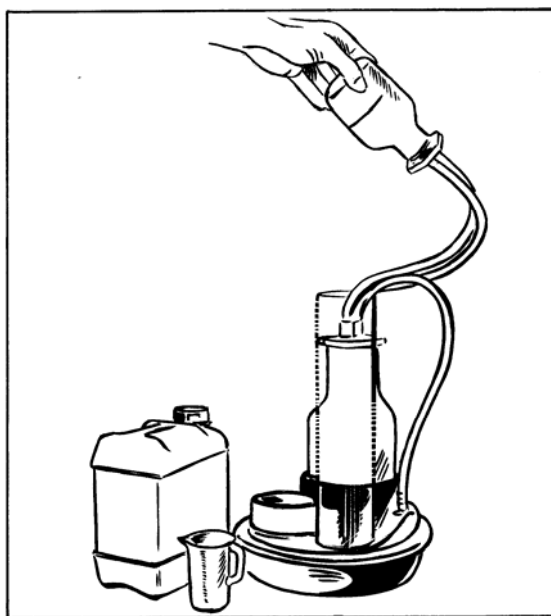
Het vullen hoeft u in principe maar één keer te doen. Het water kan in het reservoir blijven. U moet het apparaat dan wel vorstvrij bewaren.



3. Meet in een maatbeker 150 ml reactievloeistof af en giet dit over in de kleine fles. Plaats de stop stevig op de fles, zodat er geen gas kan ontsnappen.



4. Neem met behulp van een maatbeker 100 ml uit het gehomogeniseerde mestmonster. Giet dit in de grote fles.  
Spoel de maatbeker 2 keer om met water en giet het spoelwater (2 x 100 ml) ook in de grote fles.  
Plaats de stop stevig op de fles, zodat er geen gas kan ontsnappen.



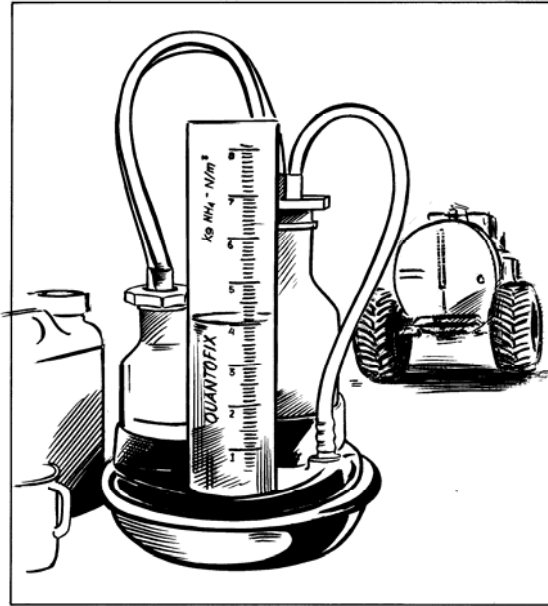
5. Controleer of het waterniveau in het maatglas nog steeds op de 0-streep staat. Vul zonodig water bij. Controleer ook of de slangen en stoppen goed vast zitten en goed aansluiten. Bij lekkage ontsnapt er gas, wat resulteert in een foutieve meetuitslag.

Til de kleine fles op en houdt hem ondersteboven boven de grote fles, zodat de reactievloeistof in de grote fles loopt. Zet de kleine fles daarna weer terug op zijn plaats.

De reactie begint onmiddellijk. Het stikstofgas dat vrijkomt drukt het water in het reservoir omhoog, waardoor het vloeistofniveau in het maatglas stijgt.

Til na enkele minuten de grote fles op en zwenk hem enkele malen rustig rond, zodat de inhoud van de fles in beweging komt. Dit bevordert de chemische reactie.

Als het waterniveau niet stijgt, is er meestal sprake van een lek. Controleer in dat geval de slangaansluitingen en de stoppen. Als er geen lekkage is, is de reactievloeistof waarschijnlijk niet goed meer.



6. Wacht 7 minuten. De reactie is dan voltooid.

Lees op de schaalverdeling van het maatglas het niveau van de waterspiegel af. Het aldus gevonden cijfer is het aantal kg ammoniumstikstof per kuub mest.

Haal de stoppen van de flessen af en spoel de flessen schoon.

#### **Aandachtspunten**

- Controleer regelmatig de slangen en slangaansluitingen op lekkage.
- Na elke meting moet het waterniveau terugkomen op de 0-streep van het maatglas. Nadat de stoppen van de flessen zijn gehaald, daalt het waterniveau in het maatglas weer, maar blijft veelal boven de 0-streep staan. Dit komt doordat er in het reservoir van de meter hardnekkig gas blijft zitten. Schud het apparaat net zolang en kantel het op de zijkant totdat al het gas uit het reservoir is ontsnapt en het waterniveau op de 0-streep staat. Let op dat er bij het kantelen geen water uitloopt.
- De ervaring leert dat het gevonden ammoniumstikstofgehalte vaak wat lager is dan de waarde die via een officiële laboratoriumanalyse wordt verkregen (gemiddeld zo'n 10%). Daarom kunt u de met de Quantofix gevonden waarde het beste 10% verhogen.

Ter vergroting van de nauwkeurigheid kunt u de meting twee keer of nog vaker uitvoeren en de meetwaarden middelen.



## Bijlage 3. Bepaling van de mestdosering op basis van de gemeten samenstelling van de mest

### Waarom is kennis over de mest samenstelling voor de gebruiker van mest belangrijk?

Dierlijke mest wordt gebruikt voor de aanvoer van mineralen zoals stikstof, fosfaat en kali en voor de organischestofvoorziening van de grond. Anders dan bij kunstmest kan het gehalte van mineralen in de mest sterk variëren. Het gehalte aan mineralen en het drogestof- en het organischestofgehalte varieert per diersoort en per mestpartij. Vanwege uitzakken van de mest kan zelfs de mest samenstelling van mest uit dezelfde silo sterk variëren. Sturen op een gemiddeld gehalte heeft risico's. De werkelijke gehalten kunnen ook de helft of het dubbele zijn van die waarvan dan wordt uitgegaan. De analyses van de mest, die bij toepassing van het verfijnde Minas-systeem verplicht zijn, hebben voor de bemestingsdoelstellingen maar een beperkte waarde. De uitslagen worden pas bekend als de mest al is uitgereden en in de Minasanalyse wordt wat stikstof betreft alleen het gehalte van N-totaal bepaald, terwijl voor een goede inschatting van de werkzaamheid van de mest meer gedetailleerde gegevens nodig zijn.

Als de mest eenmaal is uitgereden, is corrigeren maar beperkt mogelijk. Voor een goede sturing van de groei van de gewassen is met name kennis over de te verwachten stikstofwerking van de mest essentieel. Stikstofbemesting is gewasgericht, terwijl fosfaatbemesting vooral bouwplan gericht is. Voor zowel stikstof als fosfaat is het ook belangrijk te weten of men met de geplande mestgift binnen de Minas-normen blijft. Ook daarom is kennis over het mineralengehalte voor het uitrijden van de mest essentieel.

### Stikstofwerking

Als dierlijke mest wordt ingezet voor de N-bemesting van het gewas is het belangrijk de stikstofwerking van de mest te kennen. De werking wordt dan vergeleken met die van dezelfde hoeveelheid N gegeven als kunstmest N (kalkammonsalpeter). Voor de berekening van de stikstofwerking worden twee N-fracties in de mest onderscheiden, nl.:

1. minerale stikstof die volledig aanwezig is in de vorm van ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) en ook wel wordt aangeduid als  $N_m$  of  $N_{\text{min}}$ . Dit is stikstof die meteen door het gewas kan worden opgenomen;
2. organisch gebonden stikstof, aangeduid als Norganisch of ook wel  $N_{\text{org}}$ . Deze stikstof komt vrij na afbraak van de organische fractie in de mest (mineralisatie). De afbraaksnelheid wordt voornamelijk door de temperatuur gestuurd.

Voor beide fracties gelden afzonderlijke werkingscoëfficiënten. De werkzame hoeveelheid stikstof in de mest is afhankelijk van het gehalte van  $N_m$  en  $N_{\text{org}}$  in de mest en de werkingscoëfficiënt ( $w.c.$ ) van beide fracties.

$$\text{Werkzame hoeveelheid stikstof} = (N_m * w.c. N_m) + (N_{\text{org}} * w.c. N_{\text{org}})$$

De werkzame hoeveelheid N en het gehalte van  $N_m$  en  $N_{\text{org}}$  worden uitgedrukt in kg N per ton of per  $\text{m}^3$  mest. Niet alleen de fractieverdeling  $N_m$  en  $N_{\text{org}}$  is bepalend voor de stikstofwerking van de mest. De werking van stikstof uit dierlijke mest is van meer factoren afhankelijk. De volgende gegevens zijn nodig om de werkzame hoeveelheid stikstof van 1  $\text{m}^3$  of van 1 ton drijfmest te kunnen berekenen:

1. de hoeveelheid  $N_m$  (=  $N \cdot \text{NH}_3$ ) uitgedrukt in kg N per ton of per  $\text{m}^3$  mest;
2. de hoeveelheid Norganisch uitgedrukt in kg N per ton of per  $\text{m}^3$  mest;
3. de mestsoort, waarbij onderscheid gemaakt wordt in enerzijds rundermest en anderzijds mest van varkens en kippen;
4. het tijdstip (maand) van uitrijden van de mest in verband met de mineralisatie van de organisch

gebonden stikstof en het risico van uitspoelen en van denitrificatie in de winterperiode. Er is een groot verschil in stikstofwerking tussen voorjaars- en najaarstoepassing van dierlijke mest;

5. de stikstofopnameperiode van het gewas dat geteeld wordt;
6. het volumegewicht van de mest (voor omrekening van gehalte per ton mest naar m<sup>3</sup> en omgekeerd).

De mestdosering moet vervolgens worden afgestemd op de hoeveelheid stikstof uit de dierlijke mest die men aan het betreffende gewas wenst te geven. Het is de resultante van de gewenste hoeveelheid werkzame N met dierlijke mest gedeeld door het gehalte aan werkzame N per ton of per m<sup>3</sup> mest.

## Directe meting van de hoeveelheid stikstof en fosfaat in drijfmest

Met snelmeters kan de samenstelling van de mest voor het uitrijden van de mest bepaald worden. Er zijn twee verschillende snelmeters in de handel: de Mestanalyse-set N/P van Eijkelkamp Agrisearch Equipment te Giesbeek en de 'Quantofix' van Gullimex BV te Borne. Beide zijn alleen geschikt voor het doen van metingen van drijfmest. Voor analyses van vaste mestsoorten zijn de snelmeters niet geschikt en in geval van gier van runderen kan de Mestanalyse-set N/P ook niet gebruikt worden.

Met de Mestanalyse-set N/P kan de hoeveelheid N-totaal, Nm en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-totaal bepaald worden. Op indirecte wijze wordt ook de hoeveelheid Norg bepaald. Het verschil tussen N-totaal en Nm is de Norg. De analyse-uitslag van N-totaal, Nm en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-totaal met de Mestanalyse-set N/P wordt uitgedrukt in kg per ton. Wanneer bij de N- NH<sub>3</sub>-bepaling wordt uitgegaan van 2 ml mest in plaats van 2 gram mest dan wordt het gehalte ook uitgedrukt in kg per m<sup>3</sup>. Het meetbereik van stikstof is 0,4 - 12 kg N per ton en van fosfaat 0,5 – 9 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ton.

Met de 'Quantofix' wordt de hoeveelheid Nm gemeten. De analyse-uitslag wordt weergegeven in kg ammoniumstikstof per m<sup>3</sup> mest.

Voor beide methoden (Mestanalyse-set N/P en Quantofix) geldt dat de metingen bij kamertemperatuur moeten worden uitgevoerd.

## Werkingscoëfficiënt van Nm-fractie in drijfmest

De werkingscoëfficiënt van de Nm-fractie is afhankelijk van de toedieningstechniek en het tijdstip van aanwenden. Dit is weergegeven in tabel 1. Deze tabel geldt voor alle drijfmestsoorten (runder-, kippen- en varkensdrijfmest).

Tabel 1. **Werkingscoëfficiënt van Nm-fractie in drijfmest.**

Tijdstip van aanwenden	Toediening Injecteur	Toediening Aangedreven werktuig	toediening cultivator
voorjaar	95%	90%	70%
najaar	via Nmin-bepaling in de grond in voorjaar	via Nmin-bepaling in de grond in voorjaar	via Nmin-bepaling in de grond in voorjaar

Bij voorjaarstoediening in wintergraan kan worden gerekend met een werkingscoëfficiënt van de Nm van 90% (mits de mest conform de wetgeving wordt ingewerkt).

Wanneer de mest niet direct wordt ingewerkt, maar pas na circa 1 uur, moet rekening worden gehouden met een 10% lagere werkingscoëfficiënt van de Nm-fractie.

## Werkingscoëfficiënt van de Norg-fractie in drijfmest

De werkingscoëfficiënt van de Norg-fractie is afhankelijk van de mestsoort, het tijdstip van toedienen en de stikstofopnameperiode van het gewas dat geteeld wordt. Kennis over de te verwachten werking van stikstof

is met name van belang wanneer de mest direct voor zaaien/planten/poten wordt toegediend. De mineralisatie van varkens- en kippendrijfmest verloopt anders dan die van runderdrijfmest. In tabel 2 en 3 wordt daarom een onderscheid gemaakt in varkens- en kippenmest (tabel 2a en 3a) en rundermest (tabel 2b en 3b).

In tabel 2a (varkens- en kippendrijfmest) en 2b (runderdrijfmest) wordt het percentage werkzame N van de Norg weergegeven dat in het jaar van toediening van de mest beschikbaar komt. Ten opzichte van kunstmest-N hoeft er bij voorjaarstoepassing niet of slechts bij toepassing in de maand februari gecorrigeerd te worden op denitrificatie en N-uitspoeling. De werking van Norg wordt vergeleken met die van kunstmest, waarbij kans op denitrificatie en op uitspoeling in de periode maart t/m oktober aan elkaar gelijk is.

Bij najaarstoepassing van dierlijke mest gaat veel stikstof in de winterperiode verloren. Op zandgrond levert voorjaarstoepassing van mest geen problemen op en daarom mag op zandgrond in de periode 15 september t/m 31 januari geen mest worden uitgereden. Om bij najaarstoepassing de stikstofwerking in het daaropvolgende jaar te kunnen schatten wordt geadviseerd om begin maart een Nmin-monster van het perceel te nemen waarop de mest is uitgereden. Deze Nmin-waarde geeft aan hoeveel van de Nm-fractie en hoeveel van de reeds gemineraliseerde Norg-fractie dan reeds beschikbaar is. Vervolgens kan met de gegevens van tabel 3a (varkens- en kippendrijfmest) en 3b (runderdrijfmest) de hoeveelheid werkzame N bepaald worden die na 1 maart nog door mineralisatie beschikbaar komt.

**Tabel 2a. Varkens- en kippendrijfmest.**

Werkingscoëfficiënt van Norg (% van de organisch gebonden stikstof) in het jaar van toepassing van varkens- en kippendrijfmest. Bron: Rijtema en Lammers 1984.

Stikstof opname periode	Tijdstip van uitrijden van de mest (eerste dag van de maand)									
	januari	februari	maart	april	mei	juni	juli	aug	sep	oktober
t/m mei	26	25	24	20	13	-	-	-	-	-
t/m juni	37	37	36	33	27	17	-	-	-	-
t/m juli	47	47	47	45	41	33	20	-	-	-
t/m aug	54	55	56	54	51	45	35	20	-	-
t/m sep	59	60	61	59	57	52	43	31	15	-
t/m okt	61	63	63	62	60	55	48	37	23	10
t/m nov	64	66	65	64	62	58	51	41	28	16

**Tabel 2b. Runderdrijfmest.**

Werkingscoëfficiënt van Norg (% van de organisch gebonden stikstof) in het jaar van toepassing van runderdrijfmest. Bron: Rijtema en Lammers 1984.

Stikstof opname periode	Tijdstip van uitrijden van de mest (eerste dag van de maand)									
	januari	februari	maart	april	mei	juni	juli	aug	sep	oktober
t/m mei	16	16	15	12	8	-	-	-	-	-
t/m juni	24	24	23	21	17	10	-	-	-	-
t/m juli	31	31	31	29	26	21	12	-	-	-
t/m aug	37	38	38	36	33	29	22	12	-	-
t/m sep	41	42	42	40	38	34	28	19	9	-
t/m okt	43	44	44	43	41	37	32	24	14	6
t/m nov	45	45	45	44	42	39	34	26	17	9

Tabel 3a. **Varkens- en kippendrijfmest**

Werkingscoëfficiënt van Norg (% van de organisch gebonden stikstof) vanaf maart bij toepassing van varkens- en kippendrijfmest in voorafgaande herfst. Bron: Rijtema en Lammers 1984.

	Tijdstip van uitrijden van de mest (eerste dag van de maand)				
	aug	sep	okt	nov	dec
maart t/m mei	11	14	17	19	21
maart t/m juni	16	21	26	29	31
maart t/m juli	21	27	33	38	41
maart t/m augustus	24	32	39	44	48
maart t/m september	25	34	42	48	52
maart t/m oktober	26	35	44	50	54
maart t/m november	27	36	45	51	55

Tabel 3b. **Runderdrijfmest**

Werkingscoëfficiënt van Norg (% van de organisch gebonden stikstof) vanaf maart bij toepassing van runderdrijfmest in voorafgaande herfst. Bron: Rijtema en Lammers 1984.

	Tijdstip van uitrijden van de mest (eerste dag van de maand)				
	aug	sep	okt	nov	dec
maart t/m mei	8	10	12	13	14
maart t/m juni	13	16	18	20	21
maart t/m juli	17	21	24	26	29
maart t/m augustus	19	25	29	32	35
maart t/m september	20	27	32	35	39
maart t/m oktober	21	28	33	37	41
maart t/m november	21	28	34	38	42

## Dosering mest uitgedrukt in ton en in m<sup>3</sup> per ha

Laboratoriumanalyses van de mest en ook de snelmeteranalyses met de Mestanalyse-set N/P van N- totaal, Nm en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-totaal worden uitgedrukt in kg per ton mest. De N-NH<sub>3</sub>-metingen met de Quantofix worden daarentegen uitgedrukt in kg per m<sup>3</sup>. Wanneer bij de N-NH<sub>3</sub>-bepaling met de Mestanalyse-set N/P wordt uitgegaan van 2 ml mest in plaats van 2 gram mest dan wordt het gehalte ook uitgedrukt in kg per m<sup>3</sup>. Bij aanvoer van mest wordt op de vrachtbrief het gewicht van de aangevoerde mest vermeld, maar op de mestuitrijmachine geeft de flowmeter de dosering aan in m<sup>3</sup> per ha. Bij het bepalen van de mestdosering moeten alle analyses in dezelfde eenheid worden uitgedrukt. Voor omrekening van gewicht naar volume en andersom moet de dichtheid van de drijfmest bekend zijn.

Wanneer geen gegevens bekend zijn kan van een gemiddelde waarde worden uitgegaan. Voor varkensdrijfmest wordt dan wel gerekend met een dichtheid van 1040 kg, voor kippendrijfmest van 1020 kg en voor runderdrijfmest van 1005 kg per ton mest.

## Wanneer is gebruik van snelmeters zinvol?

Het gebruik van snelmeters is met name zinvol bij voorjaarstoepassing van drijfmest. Dan wordt de Nm-fractie in de mest grotendeels door het gewas benut, terwijl deze fractie bij najaarstoepassing door uitspoeling en denitrificatie grotendeels verloren gaat. Echter ook bij najaarstoepassing heeft de analyse met snelmeters zijn waarde. In verband met Minas kan het belangrijk zijn om vooraf het fosfaatgehalte te kennen en bovendien kan aan de hand van de analyses met de Mestanalyse-set N/P het gehalte aan Norg bepaald worden.

Vanwege de grote bijdrage van de Nm-fractie aan de werkzame hoeveelheid stikstof in de mest, is het belangrijk dat deze fractie zo nauwkeurig mogelijk gemeten wordt. Hoewel met de 'Quantofix' alleen de Nm-fractie gemeten wordt en geen N-totaal en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-totaal is vanwege het belang van de Nm-fractie deze snelmeter ook zeer waardevol.

Gezien het prijsverschil tussen beide snelmeters ligt het voor de hand dat de Mestanalyse-set N/P van Eijkelkamp Agrisearch Equipment vooral door mestdistribuerende bedrijven gebruikt zal worden en de Quantofix van de fa. Gullimex zowel door telers en mestdistribuerende bedrijven.

De aanschafprijs van de Mestanalyse-set N/P is ongeveer € 2000,- en die van de Quantofix ongeveer € 300,-. De variabele analysekosten bij de Mestanalyse-set N/P zijn ongeveer € 9,- en die bij de Quantofix <€ 1,- per meting.

## Berekening stikstofwerkingscoëfficiënt van de mest bij gebruik van de Mestanalyse-set N/P van Eijkelkamp Agrisearch Equipment

Met de Mestanalyse-set N/P wordt bepaald N-totaal, N- NH<sub>3</sub> en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-totaal (Norg wordt indirect bepaald, zijnde het verschil tussen N-totaal en Nm )

### Voorbeeld 1. Voorjaarstoepassing varkensdrijfmest in zomergraan

Op 1 februari wordt varkensdrijfmest geïnjecteerd op een perceel waar zomergraan wordt geteeld met een N-opnameperiode tot 1 juli. Stel dat het N-totaal gehalte van de mest 7,2 kg N per ton mest is en het gehalte van Nm en Norg resp. 4,2 en 3,0 kg N per ton mest. Het fosfaatgehalte is 4,2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ton. De werkingscoëfficiënt van de Nm is bij injecteren 90% (tabel 1).

De werkingscoëfficiënt van de N-org is 37% (zie tabel 2a).

De werking van de stikstof in de mest is dan  $(0,90 \cdot 4,2) + (0,37 \cdot 3,0) = 4,89$  kg N per ton.

De stikstofwerkingscoëfficiënt van de mest is in dit voorbeeld  $100 \cdot 4,89 / 7,2 = 68\%$

Om 100 kg werkzame N met dierlijke mest te geven is in dit voorbeeld  $100 / 4,89 = 20,4$  ton mest per ha nodig. Dit komt overeen met  $20,4 \cdot 1000 / 1040 = 19,7$  m<sup>3</sup> per ha.

Om 100 kg/ha werkzame N te geven, wordt  $20,4 \cdot 4,2 = 86$  kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha gegeven.

### Voorbeeld 2. Voorjaarstoepassing van effluent van varkensdrijfmest in zomergraan

Op 1 februari wordt effluent (na mestbewerking) van varkensdrijfmest geïnjecteerd op een perceel waar zomergraan wordt geteeld met een N-opnameperiode tot 1 juli. Stel dat het N-totaal gehalte van het effluent 5,7 kg N per ton is en het gehalte van Nm en Norg resp. 4,7 en 1,0 kg N per ton. Het fosfaatgehalte is 1,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ton effluent.

De werkingscoëfficiënt van de Nm is bij injecteren 90% (tabel 1).

De werkingscoëfficiënt van de N-org is 37% (zie tabel 2a).

De werking van de stikstof in de mest is dan  $(0,90 \cdot 4,7) + (0,37 \cdot 1,0) = 4,60$  kg N per ton.

De stikstofwerkingscoëfficiënt van de mest is in dit voorbeeld  $100 \cdot 4,60 / 5,7 = 81\%$ .

Om 100 kg werkzame N met dierlijke mest te geven is in dit voorbeeld  $100 / 4,60 = 21,7$  ton effluent per ha nodig. Dit komt bij een dichtheid van 1010 kg/ton overeen met 21,5 m<sup>3</sup> per ha.

Om 100 kg/ha werkzame N te geven, wordt  $21,7 \cdot 1,5 = 33$  kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha gegeven.

### Voorbeeld 3. Voorjaarstoepassing runderdrijfmest in schorseneer

Op 1 mei wordt runderdrijfmest uitgereden en een uur na uitrijden met een cultivator ingewerkt. Stel dat het N-totaal gehalte van de mest 4,9 kg N per ton mest is en het gehalte van Nm en Norg resp. 2,6 en 2,3 kg N per ton mest. Het fosfaatgehalte is 1,8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ton.

Op betreffend perceel wordt begin mei schorseneer gezaaid met een N-opname tot en met oktober.

De werkingscoëfficiënt van de Nm bij cultivateren is 70% (tabel 1).

De werkingscoëfficiënt van de N-org is 41% (zie tabel 2b).

De werking van de stikstof in de mest is dan  $(0,70 \cdot 2,6) + (0,41 \cdot 2,3) = 2,76$  kg N per ton.

De werkingscoëfficiënt van de mest is in dit voorbeeld  $100 \cdot 2,76 / 4,9 = 56\%$ .

Om 100 kg werkzame N met dierlijke mest te geven is in dit voorbeeld  $100 / 2,76 = 36,2$  ton mest per ha

nodig. Dit komt overeen met  $36,2 * 1000/1005 = 36,0 \text{ m}^3$  per ha.  
Om 100 kg/ha werkzame N te geven, wordt  $36,2 * 1,8 = 65 \text{ kg P}_2\text{O}_5$  per ha gegeven.

#### Voorbeeld 4. Najaarstoepassing op kleigrond ten behoeve van aardappel in het daaropvolgende jaar

Op 1 oktober wordt varkensdrijfmest (25 ton/ha) uitgereden met een N-totaal gehalte van de mest van 7,2 kg N per ton mest is en het gehalte van Nm en Norg resp. 4,2 en 3,0 kg N per ton mest. Het fosfaatgehalte is 4,2 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  per ton. In het daaropvolgende jaar worden aardappelen geteeld met een stikstofopname tot 1 augustus.

De N-min van de bodem op 1 maart is 40 kg/ha en dit is 20 kg N per ha hoger dan van een vergelijkbaar perceel waarop geen mest is uitgereden. Het N-bemestingsadvies voor aardappelen is  $285 - 1,1 * N_{\text{min}}$ . Dit betekent een N-gift van  $285 - 44 = 241 \text{ kg}$ . Vervolgens moet rekening worden gehouden met de stikstof die na 1 maart door mineralisatie uit de dierlijke mest beschikbaar komt. Uit tabel 3a is af te leiden dat dit 33% van de Norg-fractie is. De werking van de stikstof uit de Norg na 1 maart is dan  $(0,33 * 3,0) = 0,99 \text{ kg N}$  per ton mest. Bij 25 ton mest per ha is dit 25 kg N per ha. Dit betekent dat aan kunstmest-N een bemesting nodig is van  $241 - 25 = 216 \text{ kg N}$  per ha.

De totale stikstofwerking van de mest is tot 1 maart 20 kg en na 1 maart 25 kg/ha. In totaal 45 kg N per ha. De werkingscoëfficiënt van de mest in dit voorbeeld is  $100 * 45/25 * 7,2 = 25\%$

#### Berekening stikstofwerkingscoëfficiënt van de mest bij gebruik van de 'Quantofix' van Gullimex BV

##### Met de 'Quantofix' wordt het gehalte van Nm bepaald.

In tabel 4 is weergegeven welke verhouding gemiddeld bestaat tussen het gehalte aan Nm en Norg in de verschillende mestsoorten. Door van deze gemiddelde verhouding uit te gaan, kan met de analyse-uitslag van de 'Quantofix' een inschatting gemaakt worden van de totale werkzame hoeveelheid stikstof. Op basis hiervan kan vervolgens de gewenste mestdosering (ton drijfmest per ha) bepaald worden.

Als later (na uitrijden van de mest) de uitslag van de Minasanalyse bekend is, kan een herberekening van de te verwachten stikstofwerking worden uitgevoerd met het werkelijk gehalte aan Norg. De hoeveelheid Norg in de mest is het verschil tussen de hoeveelheid N-totaal volgens de Minasanalyse en de hoeveelheid Nm volgens de meting met de 'Quantofix'. Als de hoeveelheid Norg in de mest lager is dan de hoeveelheid van waar is uitgegaan, kan men met bijbemesting nog bijsturing. Als de hoeveelheid Norg hoger is, kan een eventueel geplande bijbemesting naar beneden worden bijgesteld.

Tabel 4. Gemiddelde stikstofgehalten (kg per ton) in runder- en varkensdrijfmest en runder- en varkensgier.  
bron: Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen, feb 2003

	N-totaal- gehalte	Nm		Norg		Norg % van Nm	Dichtheid (kg/m <sup>3</sup> )
		gehalte	% van N-totaal	gehalte	% van N-totaal		
<i>Drijfmest</i>							
Rundvee	4,4	2,2	50%	2,2	50%	100%	1005
Vleesvarkens	7,2	4,2	58%	3,0	42%	71%	1040
Zeugen	4,2	2,5	60%	1,7	40%	68%	
Vleeskalveren	3,0	2,4	80%	0,6	20%	25%	
Kippen	10,2	5,8	57%	4,4	43%	76%	1020
<i>Gier</i>							
Rundvee	4,0	3,8	95%	0,2	5%	5%	1030
Vleesvarkens	6,5	6,1	94%	0,4	6%	7%	1010
Zeugen	2,0	1,9	95%	0,1	5%	5%	

### Voorbeeld 5. Voorjaarstoepassing varkensdrijfmest in zomergraan

Op 1 februari wordt varkensdrijfmest geïnjecteerd op een perceel waar zomergraan wordt geteeld met een N-opnameperiode tot 1 juli. Stel dat met de 'Quantofix' een Nm-gehalte gemeten wordt van  $3,2 \text{ kg/m}^3$  en een dichtheid van  $1030 \text{ kg/m}^3$ . Het gehalte uitgedrukt in kg Nm per ton mest is dan 3,3. Gemiddeld genomen geldt voor drijfmest van vleesvarkens dat het gehalte aan N-org = 71 % is van dat van de Nm. In dit voorbeeld zou dat dan neerkomen op  $0,71 * 3,3 = 2,34 \text{ kg Norg}$ .

De werkingscoëfficiënt van de Nm is bij injecteren 90 % (tabel 1).

De werkingscoëfficiënt van de N-org is 37 % (zie tabel 2a).

De geschatte werking van de stikstof in de mest is dan  $(0,90 * 3,3) + (0,37 * 2,34) = 3,84 \text{ kg N per ton}$ .

Om 100 kg werkzame N met dierlijke mest te geven is in dit voorbeeld  $100/3,84 = 26,0 \text{ ton mest per ha}$  nodig. Dit komt overeen met  $26,0 * 1000/1030 = 25,3 \text{ m}^3$  per ha.

### Voorbeeld 5a.

Na enige tijd wordt de uitslag van de Minas-analyse bekend. Veronderstel dat nu bekend wordt dat het gehalte aan N-totaal en  $\text{P}_2\text{O}_5$ -totaal resp. 8,0 en 4,0 was. Dit betekent dat het werkelijk gehalte van de Norg niet 2,34, maar 4,7 kg/ton was. Het hogere gehalte heeft gevolgen voor de hoeveelheid werkzame N. Deze is nu  $(0,90 * 3,3) + (0,37 * 4,7) = 4,71 \text{ kg N per ton}$ . Er is 26,0 ton mest per ha uitgereden en dus kan men er nu vanuit gaan dat niet 100 kg werkzame N per ha is gegeven, maar  $26,0 * 4,71 = 122 \text{ kg N}$ . Op basis van de Minasanalyse is nu bekend dat er  $26,0 * 4,0 = 104 \text{ kg P}_2\text{O}_5$  per ha is gegeven.

### Voorbeeld 5b.

Anders dan in voorbeeld 5a wordt in voorbeeld 5b de situatie uitgewerkt dat het gehalte aan Norg lager blijkt te zijn dan dat waarvan is uitgegaan. De Minasanalyse geeft aan dat het gehalte aan N-totaal en  $\text{P}_2\text{O}_5$ -totaal resp. 4,8 en 3,6 is. Dit betekent dat het werkelijk gehalte van de Norg niet 2,34 was, maar 1,5 kg/ton (verschil  $4,8 - 3,3$ ). Het lagere gehalte heeft gevolgen voor de hoeveelheid werkzame N die gegeven is. Deze is nu  $(0,90 * 3,3) + (0,37 * 1,5) = 3,53 \text{ kg N per ton}$ . Er is 26,0 ton mest per ha uitgereden en dus kan men er nu vanuit gaan dat niet 100 kg werkzame N per ha is gegeven, maar  $26,0 * 3,53 = 92 \text{ kg N}$ . Op basis van de Minasanalyse is nu bekend dat er  $26,0 * 3,6 = 94 \text{ kg P}_2\text{O}_5$  per ha is gegeven.

Voorbeeld 5a en 5b maken duidelijk dat de bijdrage van de Norg-fractie aan de hoeveelheid werkzame N betrekkelijk gering is en dat kennis hebben van het Nm-gehalte bij voorjaarstoepassing het meest wezenlijk is.

## N-opnameperiode van gewassen

Tussen gewassen bestaan grote verschillen in de periode dat zij stikstof opnemen. Dit heeft te maken met de specifieke groeiperiode van een gewas en met gewaseigenschappen. Groentegewassen nemen stikstof op tot aan de oogst, bij akkerbouwgewassen is dit niet het geval. Als vuistregel kan worden aangenomen dat granen en graszaad t/m juni stikstof opnemen, mais en aardappelen t/m juli en suikerbieten t/m augustus.

## Gewasverschillen in stikstofbehoefte

Tussen gewassen bestaan grote verschillen in totale stikstofbehoefte, verschillen in de hoeveelheid minerale stikstof die bij het zaaien/planten/poten aanwezig moet zijn en er bestaan verschillen in de mate waarin de stikstofbehoefte met dierlijke mest ingevuld kan worden. Vanwege de onvoorspelbaarheid van de mineralisatie (tijdstip en hoeveelheid) en de invloed daarvan op de groei van het gewas en de kwaliteit van het geoogste product wordt bij een aantal gewassen slechts een beperkte mestgift geadviseerd of wordt zelfs aanbevolen om in het geheel geen mest te geven.

In tabel 5 zijn een aantal gewassen in groepen ingedeeld naar de hoeveelheid werkzame stikstof uit dierlijke mest die aan deze gewassen kan worden gegeven.

Tabel 5. Indeling gewassen naar hoeveelheid N-werkzaam die in de vorm van dierlijke mest aan deze gewassen kan worden gegeven. Bron: PPO

Geen dierlijke mest of minder dan 50 kg/ha N-werkzaam	50 tot 100 kg/ha N-werkzaam	100 tot 150 kg/ha N-werkzaam	150 tot 200 kg/ha N-werkzaam
aardbei, (dop)erwt, fijne peen, koolzaad (najaar) luzerne, peulen, rabarber, teunisbloem, tuinboon, uien, veldboon, vlas, witlofwortel, zomergerst	andijvie, asperge, cichorei, graszaad (veldbeemd nazomer), karwij, kropsla, grove peen, haver, pootaardappel, prei, rogge, schorseneer, stamslaboon, suikerbiet, wintergerst, ijssla, zomertarwe	blauwmaanzaad, bleekselderij, bruine boon, Chinese kool (excl. bewaarkool), fabrieksaardappel, graszaad (Engels- en Italiaans raaigras en Veldbeemd voorjaarsbemesting), knolselderij, koolrabi, koolzaad (voorjaar), kroot (rode biet), spinazie, spruitkool, triticale, wintertarwe	bloemkool, broccoli consumptieaardappel, graszaad (engels raaigras 2 <sup>e</sup> jaars ) korrelmaïs sluitkool, snijmaïs suikermaïs



## Bijlage 4. Meetresultaten najaar 2001 van 24 uiteenlopende mestmonsters

Omschrijving mest	Datum monster- ontvangst	N-totaal (kg per ton)			Fosfaat (kg per ton)			N-NH <sub>3</sub> (kg per ton)		
		sneltest	lab	afwijking	sneltest	lab	afwijking	Quantofix	lab	afwijking
drijfmest gespeende biggen varkensproefbedrijf PV Lelystad	25-sep-01	4,39	4,61	-5%	1,60	1,65	-3%	2,4	2,9	-17%
	05-okt-01	6,73	6,25	8%	2,61	2,34	12%	3,3	3,6	-8%
drijfmest gespeende biggen varkensproefbedrijf Sterksel	17-okt-01	8,40	6,83	23%	3,90	3,21	21%	3,8	4,0	-5%
	17-okt-01	7,47	6,73	11%	3,25	2,98	9%	3,4	4,2	-19%
drijfmest drachtige zeugen varkensproefbedrijf PV Lelystad	25-sep-01	4,14	4,33	-4%	1,90	1,88	1%	2,0	2,3	-13%
	05-okt-01	3,86	3,85	0%	2,16	1,85	17%	2,1	2,0	2%
drijfmest guste + dragende zeugen varkensproefbedrijf Sterksel	17-okt-01	5,72	5,08	13%	3,62	1,76	106%	3,4	3,8	-11%
	17-okt-01	2,58	4,63	-44%	0,49	0,82	-40%	3,1	3,8	-18%
drijfmest kraamzeugen varkensproefbedrijf PV Lelystad	25-sep-01	6,50	6,17	5%	6,87	6,46	6%	2,9	2,5	14%
	05-okt-01	6,91	6,44	7%	4,46	4,19	6%	3,0	3,4	-12%
drijfmest kraamzeugen varkensproefbedrijf Sterksel	17-okt-01	4,68	4,59	2%	9,05	8,20	10%	1,4	1,0	35%
	17-okt-01	4,20	4,40	-5%	7,74	7,67	1%	1,3	1,0	30%
drijfmest vleesvarkens PV Lelystad	05-okt-01	7,37	6,86	7%	2,84	2,50	14%	3,5	3,9	-11%
drijfmest vleesvarkens bijvoer + bijproducten varkensproefbedrijf Sterksel	17-okt-01	8,27	4,92	68%	1,36	1,47	-8%	2,8	3,2	-13%
	17-okt-01	4,49	4,77	-6%	1,16	1,26	-8%	2,6	3,3	-20%
drijfmest vleesvarkens droogvoer varkensproefbedrijf Sterksel	17-okt-01	6,34	6,18	3%	1,20	1,37	-12%	3,9	4,8	-18%
	17-okt-01	10,80	7,05	53%	2,99	2,31	29%	4,4	5,1	-13%
rundveedrijfmest zonder spoelwater Waiboerhoeve Lelystad	12-okt-01	4,02	4,23	-5%	2,94	2,31	27%	1,8	1,6	13%
	12-okt-01	1,60	2,29	-30%	0,95	0,87	9%	1,2	1,3	-8%
stierendrijfmest Waiboerhoeve Lelystad	12-okt-01	0,96	1,93	-50%	0,56	0,94	-40%	1,1	1,0	5%
drijfmest rosé-kalveren Waiboerhoeve L'stad	12-okt-01	1,48	2,87	-48%	0,85	0,94	-10%	1,6	1,7	-6%
rundveegier Waiboerhoeve L'stad	12-okt-01	- <sup>1</sup>	3,92	-	- <sup>1</sup>	0,34	-	3,2	3,4	-6%
dunne kippenmest praktijkbedrijf Lelystad	04-okt-01	6,04	7,16	-16%	2,90	3,57	-19%	3,2	4,0	-20%
kippenstrooiselmest opfokhennen Barneveld	01-nov-01	11,35	26,60	-57%	19,44	26,80	-27%	1,5	1,2	25%
<i>gemiddeld</i>				<i>-1%</i>			<i>6%</i>			<i>-5%</i>
<i>standaardafwijking</i>				<i>28%</i>			<i>29%</i>			<i>15%</i>

Noot 1: geen meting mogelijk



## Bijlage 5. Herhaalde metingen 2 varkensdrijfmestmonsters

### Monster 1

Sub-monster mest	Sub-monster destruaat	Sneltest Eijkelkamp						Quantofix	
		N-totaal kg/ton	Afw. tov. Blgg	Fosfaat kg/ton	Afw. tov. Blgg	N-NH <sub>3</sub> kg/ton	Afw. tov. Blgg	N-NH <sub>3</sub> kg/ton	Afw. tov. Blgg
1	1	3,76	-11%	2,59	1%	2,41	9%	1,92	-13%
	2	3,16	-25%	2,91	14%	2,53	15%		
	3	3,36	-21%	2,83	11%	2,53	15%		
	4	3,10	-27%	2,74	7%	2,55	16%		
	5	3,23	-24%	2,72	6%	2,53	15%		
2		4,40	4%	2,56	0%	2,39	9%	2,10	-4%
3		3,83	-10%	2,81	10%	2,35	7%	2,16	-2%
4		4,40	4%	2,65	4%	2,43	10%	2,31	5%
5		3,72	-12%	2,65	4%	2,24	2%	2,11	-4%
gemiddelde submonsters <sup>1</sup> :		3,93	-7%	2,69	5%	2,38	8%	2,12	-4%
variatiecoëfficiënt:		12%		4%		4%		7%	
standaardafwijking:		11%		4%		4%		6%	
gem. destruaat monster. 1:		3,32	-22%	2,76	8%	2,51	14%		
variatiecoëfficiënt:		8%		4%		2%			
standaardafwijking:		6%		5%		3%			
Blgg-uitslag:		4,24		2,56		2,2		2,2	
IMAG-uitslag:		4,46		2,56		2,21		2,21	
Verschil Blgg t.o.v. IMAG:		-5%		0%		0%		0%	

### Monster 2

Sub-monster mest	Sub-monster destruaat	Sneltest Eijkelkamp						Quantofix	
		N-totaal kg/ton	Afw. tov. Blgg	Fosfaat kg/ton	Afw. tov. Blgg	N-NH <sub>3</sub> kg/ton	Afw. tov. Blgg	N-NH <sub>3</sub> kg/ton	Afw. tov. Blgg
1	1	3,96	-6%	2,75	6%	2	-	1,85	-2%
	2	3,87	-9%	3,07	19%	2,00	5%		
	3	3,71	-12%	2,91	12%	1,98	4%		
	4	3,82	-10%	2,71	5%	1,96	3%		
	5	3,67	-13%	3,32	28%	2,03	7%		
2		3,39	-20%	2,87	11%	2,01	6%	1,61	-15%
3		2,87	-32%	3,00	16%	2,06	8%	1,66	-13%
4		2,66	-37%	2,52	-3%	1,91	0%	1,36	-29%
5		3,66	-13%	2,60	0%	1,84	-3%	1,46	-23%
gemiddelde submonsters <sup>1</sup> :		3,28	-23%	2,79	8%	1,96	3%	1,59	-16%
variatiecoëfficiënt:		15%		8%		4%		12%	
standaardafwijking:		12%		8%		5%		10%	
gem. destruaat monster. 1:		3,81	-10%	2,95	14%	1,99	5%		
variatiecoëfficiënt:		3%		8%		1%			
standaardafwijking:		3%		10%		1%			
Blgg-uitslag:		4,23		2,59		1,9		1,9	
IMAG-uitslag:		4,48		2,56		2,16		2,16	
Verschil Blgg t.o.v. IMAG:		-6%		1%		-12%		-12%	

Noten:

1. bij submonster 1 is het gemiddelde genomen van de vijf metingen in het destruaat
2. meting mislukt (zeer sterke afwijking)



## Bijlage 6. Toetsing werkwijze sneltest Eijkelkamp

### Meting N-totaal en fosfaat

Mestmonster	Deconstructie door persoon	Analyse door persoon	N-totaal (kg per ton)			Fosfaat (kg per ton)		
			sneltest	Imag-lab	afwijking	sneltest	Imag-lab	afwijking
drijfmest drachtige zeugen	1	1	5,05		-12%	3,60		-1%
	1	2	4,98	5,73	-13%	3,55	3,63	-2%
	2	1	5,28		-8%	3,72		3%
	2	2	4,70		-18%	3,75		3%
gemiddeld: variatiecoëfficiënt: standaardafwijking:		5,00 4%	-13% 4%		3,66 2%	1% 2%		
drijfmest vleesvarkens	1	1	8,20		-5%	4,93		-4%
	1	2	8,27	8,67	-5%	5,05	5,15	-2%
	2	1	8,07		-7%	5,48		6%
	2	2	7,96		-8%	4,98		-3%
	2	1	7,85		-9%	5,16		0%
gemiddeld: variatiecoëfficiënt: standaardafwijking:		8,07 2%	-7% 2%		5,12 4%	-1% 4%		
rundveedrijfmest met spoelwater	1	1	2,80		-14%	0,89		-20%
	2	1	2,77	3,27	-15%	0,92	1,12	-18%
	2	2	2,90		-11%	0,96		-14%
gemiddeld: variatiecoëfficiënt: standaardafwijking:		2,82 2%	-14% 2%		0,92 4%	-17% 3%		
rundveegier	1	1	1,93	2,84	-32%	---	0,65	
	2	2	2,60		-8%	0,66		2%
gemiddeld:			2,27		-20%			

Noot 1: geen meting mogelijk

### Meting N-NH<sub>3</sub>

Mestmonster	Sneltest	Imag-lab	afwijking
drijfmest drachtige zeugen	2,83	3,05	-7%
drijfmest vleesvarkens	4,40	5,15	-15%
rundveedrijfmest met spoelwater	1,57	1,68	-7%
rundveegier	1,81	1,82	-1%
gemiddeld:			-7%
standaardafwijking:			6%



## Bijlage 7. Voorbehandeling mestmonster

### Dikke runderdijfmest (met vaste stukjes erin)

Het monster is eerst geroerd, waarna er vijf submonsters zijn uitgenomen, die zijn geanalyseerd met de sneltest van Eijkelkamp. Vervolgens is het monster gehomogeniseerd in de blender waarna wederom vijf submonsters zijn geanalyseerd. De rest van het monster is naar Blgg gestuurd voor een labanalyse. Het resultaat is hieronder weergegeven.

	N-totaal				Fosfaat			
	Sneltest		Afw. t.o.v. Blgg		Sneltest		Afw. t.o.v. Blgg	
	blenden	roeren	blenden	roeren	blenden	roeren	blenden	roeren
	3,48	2,22	-13%	-44%	1,75	1,61	-19%	-25%
	3,04	4,21	-24%	6%	1,82	2,17	-15%	1%
	3,79	3,90	-5%	-2%	1,78	2,07	-17%	-4%
	3,42	3,82	-14%	-4%	1,79	1,96	-17%	-9%
	3,80	3,42	-5%	-14%	1,93	1,58	-10%	-27%
gemiddeld:	3,51	3,51	-12%	-12%	1,81	1,88	-16%	-13%
variatiecoëfficiënt:	9%	22%			4%	14%		
standaardafwijking:			8%	19%			3%	13%
Blgg-analyse:	3,99				2,15			

### Varkensdrijfmest:

Tijdens latere metingen in praktijk is drie maal varkensdrijfmest gehomogeniseerd door roeren of blenden. In twee gevallen is dit met hetzelfde monster gedaan en in het derde geval met verschillende monsters. De resultaten zijn hieronder weergegeven.

Drijfmestmonster	N-totaal				Fosfaat			
	Sneltest		Afw. t.o.v. Blgg		Sneltest		Afw. t.o.v. Blgg	
	blenden	roeren	blenden	roeren	blenden	roeren	blenden	roeren
drachtige zeugen	- <sup>1</sup>	5,20	-	-9%	4,36	4,07	20%	12%
(zelfde monster)	5,11	4,90	-11%	-14%	3,97	4,26	9%	17%
gemiddeld:	-	5,05	-	-12%	4,17	4,17	15%	15%
Blgg-analyse:	5,73				3,63			
vleesvarkens	8,55	8,18	-1%	-6%	5,68	5,17	10%	0%
(zelfde monster)								
Blgg-analyse:	5,73				3,63			
vleesvarkens	5,70	8,26	-22%	14%	3,50	3,80	6%	14%
(verschillende	6,22	7,71	-15%	7%	3,02	3,86	-8%	16%
monsters)	4,24	8,13	-42%	12%	3,48	3,98	5%	20%
gemiddeld:	5,39	8,03	-27%	11%	3,33	3,88	1%	17%
Blgg-analyse	7,35	7,23			3,30	3,32		
mengmonsters:								
standaardafwijking								
verschillen			15%	12%			9%	7%
individuele analyses								

Noot 1: meting mislukt





## Bijlage 8. Effect van temperatuur

Om het effect van temperatuur na te gaan, is met behulp van een standaardoplossing het verloop van de kleuringsreactie gemeten bij verschillende temperaturen van de reagentia, variërend van 5 tot 20°C. De standaardoplossing bevatte 8,13 g/kg N en 5,95 g/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Er zijn metingen gedaan met de onverdunde standaardoplossing (100%) en met twee verdunningen: 50% en 25%.

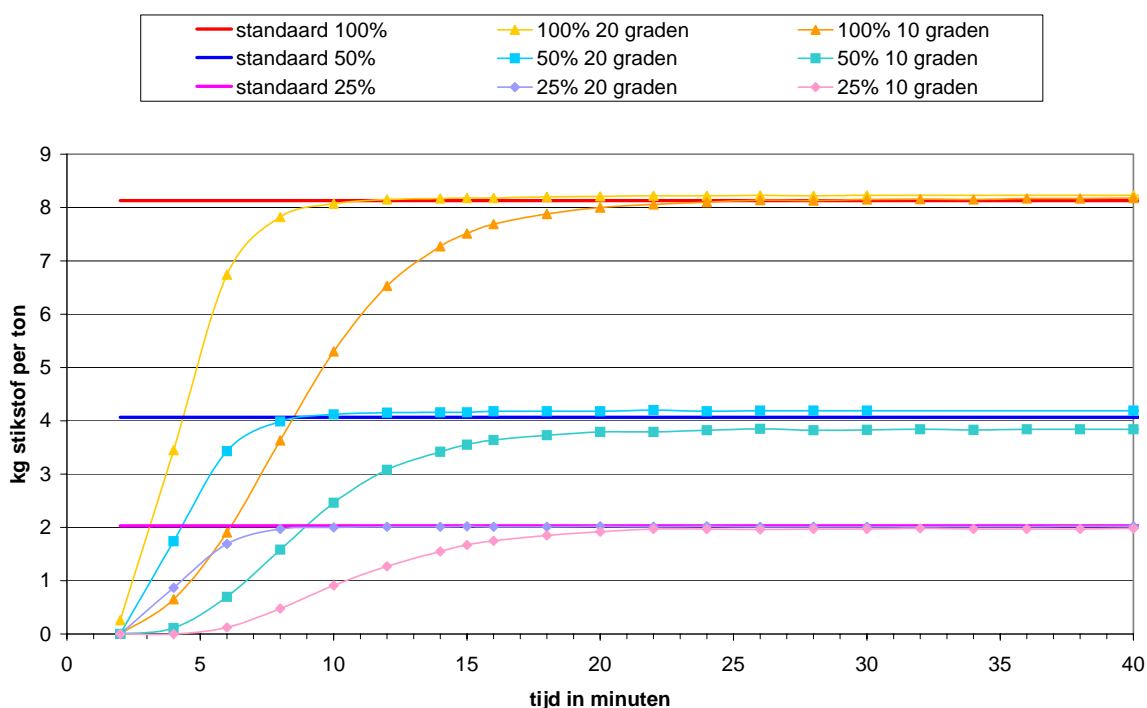
Bij stikstof resulteerde een lagere temperatuur in een lagere meetwaarde na 15 minuten, maar na langere tijd veranderde de meetwaarde niet meer en stabiliseert zich uiteindelijk op hetzelfde niveau (figuur 1).

Bij 5°C verliep de kleuring zeer langzaam (figuur 2).

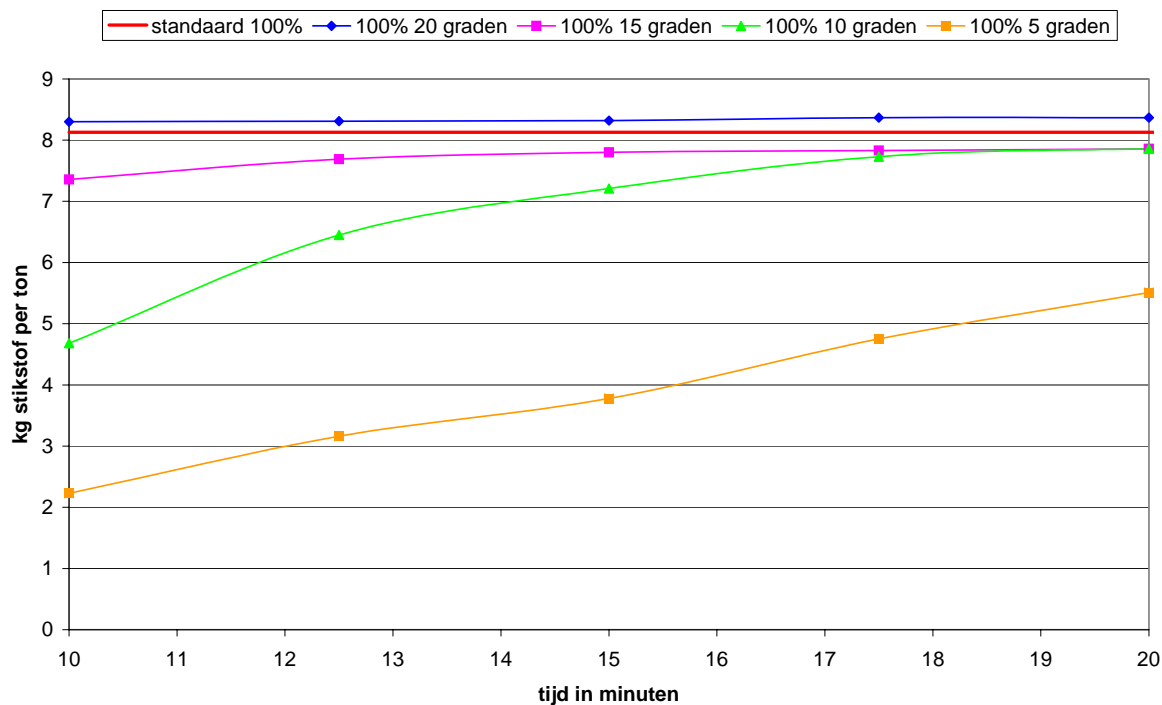
Bij meting aan een monster varkensdrijfmest (bij kamertemperatuur) bleek de kleuringsreactie zich eveneens te stabiliseren.

Bij fosfaat was het effect van de temperatuur op de meetuitslag klein (figuur 3). Bij een temperatuur van 10°C was de meetwaarde na 10 minuten correct. Bij hogere temperatuur leek de meetuitslag iets naar boven af te wijken.

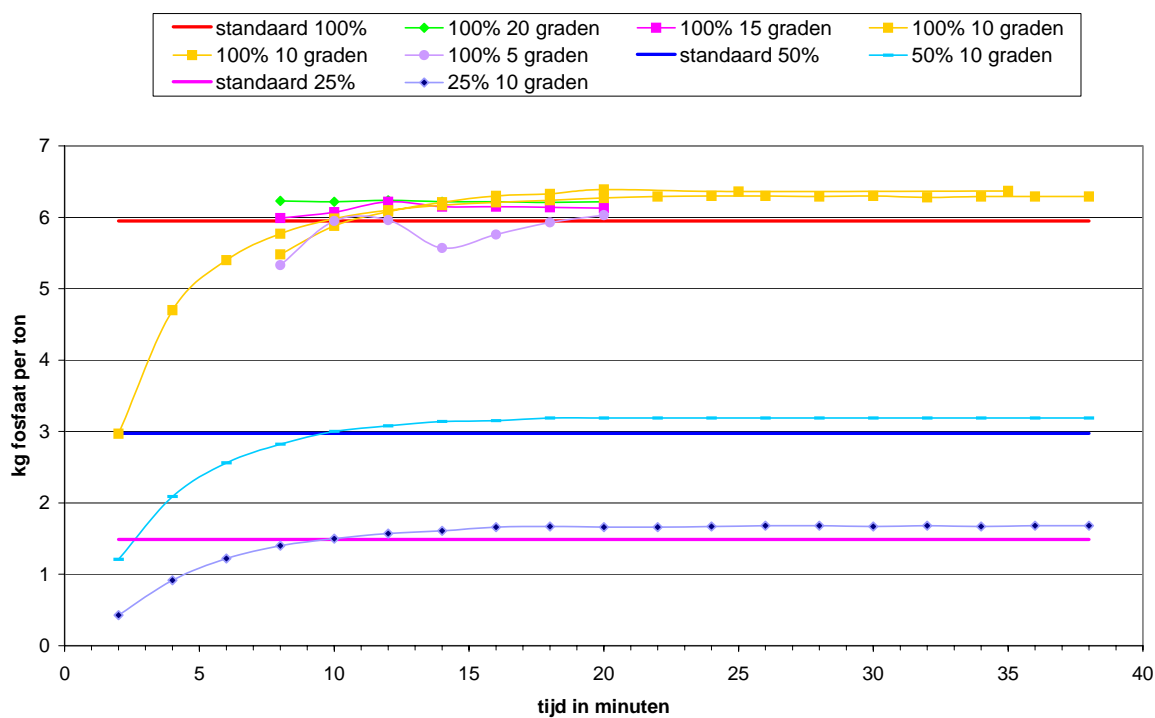
Na 15 à 20 minuten nam de kleuringsintensiteit nog maar nauwelijks toe. Ook bij een meting van een mestmonster is dit geconstateerd. Dit roept de vraag op of het niet beter zou zijn de meter zo te kalibreren dat fosfaat na een kwartier wordt afgelezen in plaats van na 10 minuten. Wanneer men dan iets eerder of later afleest is de fout minder groot dan bij 10 minuten.



Figuur 1. Effect van temperatuur (10 en 20°C) op de meting van stikstof in een standaardoplossing met 100%, 50% en 25% concentratie.



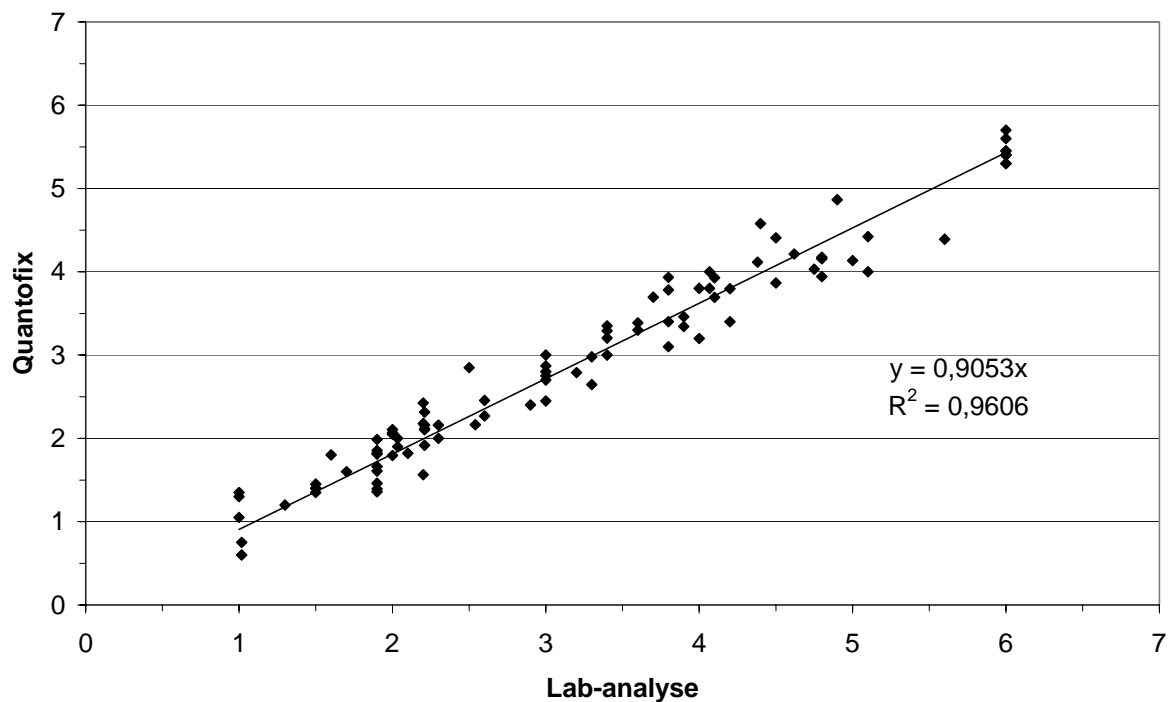
Figuur 2. Effect van temperatuur (5, 10, 15 en 20°C) op de meting van stikstof in een standaardoplossing (100% concentratie)



Figuur 3. Effect van temperatuur (5, 10, 15 en 20°C) op de meting van fosfaat in een standaardoplossing met 100% concentratie en bij enkel 20°C met 50% en 25% concentratie.

## Bijlage 9. Correctie meetuitslag Quantofix

In figuur 1. zijn alle meetuitslagen van de Quantofix die binnen dit project zijn uitgevoerd, uitgezet tegen de labuitslag. Via lineaire regressie is een verband berekend tussen de Quantofix-meting en de labmeting. Hieruit volgt een correctiefactor van  $1/0,905 = 1,10$ .



Figuur 1. Verband tussen de Quantofix- en de labuitslagen voor ammoniakstikstof.



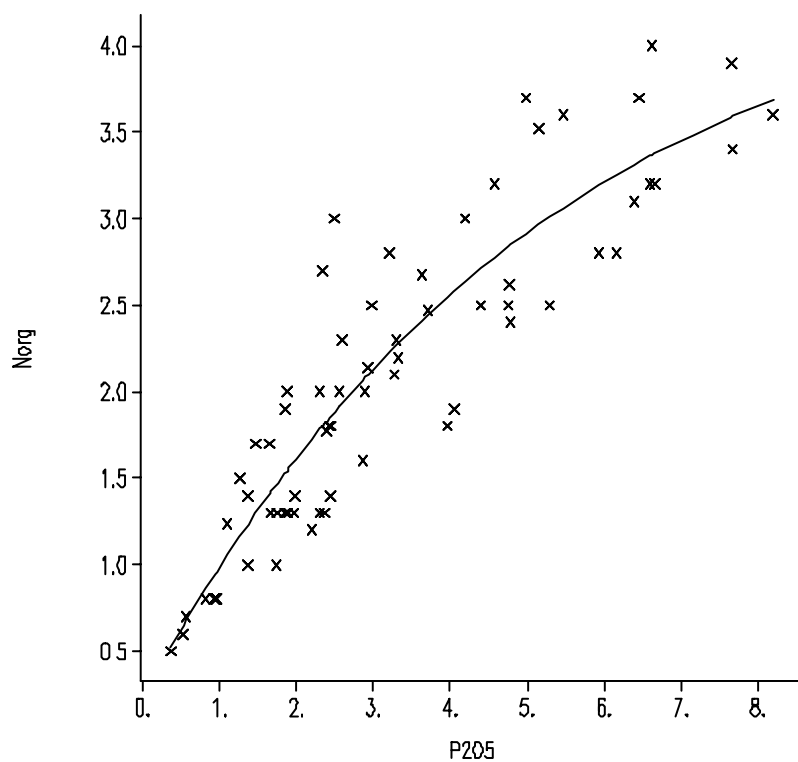
## Bijlage 10. Vergelijking N-NH<sub>3</sub>-meting sneltest Eijkelkamp en Quantofix

In een aantal varkensdrijfmestmonsters is het N-NH<sub>3</sub>-gehalte zowel met de sneltest van Eijkelkamp bepaald als met de Quantofix.

	labanalyse	Sneltest Eijkelkamp		Quantofix	
		uitslag	afw. t.o.v. lab	uitslag	afw. t.o.v. lab
	2,2	2,4	9%	2,3	5%
	1,9	2,0	5%	1,7	-11%
	5,1	5,0	-2%	4,3	-16%
	5,0	5,2	4%	4,7	-6%
	2,6	2,6	0%	2,7	4%
	1,9	1,8	-5%	2,0	5%
	1,9	2,1	11%	2,0	5%
gemiddeld			3%		-2%
standaardafwijking			6%		9%



## Bijlage 11. Verband tussen Norg en fosfaat in de geanalyseerde varkensdrijfmestmonsters



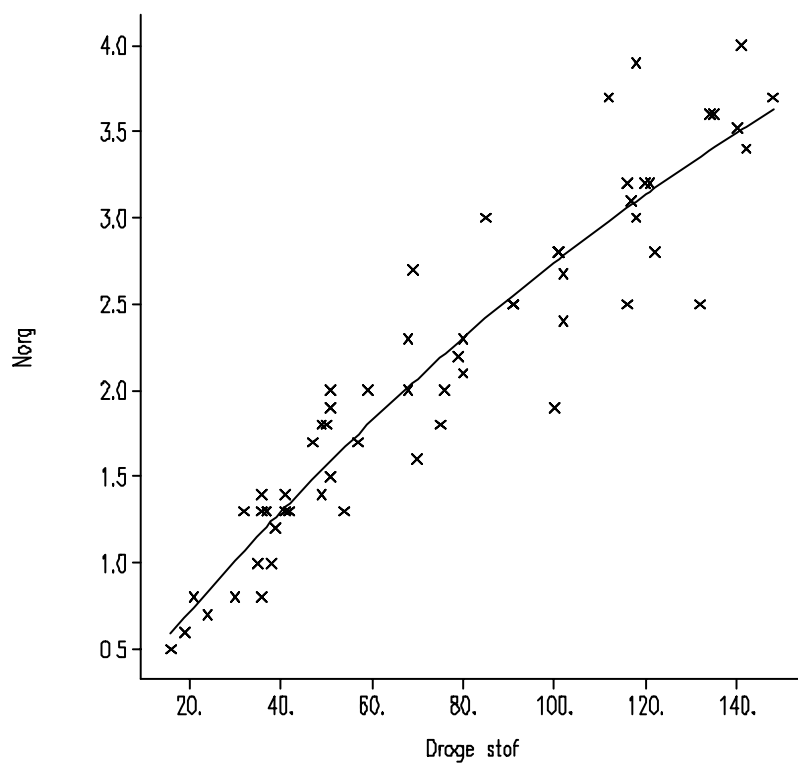
$$\text{Norg} = 4,62 - 4,39 * 0,827^{\text{P205}}$$

$$R^2 = 0,81$$





## Bijlage 12. Verband tussen Norg en droge stof in de geanalyseerde varkensdrijfmestmonsters



$$\text{Norg} = 7,02 - 9,95 * 0,995^{\text{Droge stof}}$$

$$R^2 = 0,88$$