

Animal Sciences Group

Kennispartner voor de toekomst



process for progress

Rapport 112

Bepaling van de nauwkeurigheid van
mineralenafvoer op veehouderijbedrijven

Maart 2008



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group van Wageningen UR
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail Info.veehouderij.ASG@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Aansprakelijkheid

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

Liability

Animal Sciences Group does not accept any liability for damages, if any, arising from the use of the results of this study or the application of the recommendations.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

The amount of manure livestock farms are allowed to apply on their land is legally restricted. Surplus of manure should be discharged from the farm and be applied elsewhere. For control and maintenance purposes the ministry of Agriculture, Nature and Food quality needs an instrument with which the accuracy of discharge of nitrogen and phosphorus in manure can be determined.

Against this background a desk study was conducted into the factors that affect the accuracy of manure discharge at farm level.

Keywords: manure, minerals, nitrogen, phosphate, sampling, analysis, disposal, accuracy

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteurs: P. Hoeksma en J. van Riel

Titel: TBepaling van de nauwkeurigheid van mineralenafvoer op veehouderijbedrijven
Rapport 112

Samenvatting

Agrarische bedrijven mogen op grond van de Meststoffenwet binnen de gebruiksnormen dierlijke mest op eigen land aanwenden. Overtollige mest moet buiten het bedrijf een bestemming vinden. Om de gebruiksregels adequaat te kunnen controleren en handhaven heeft LNV behoefte aan een methodiek waarmee de nauwkeurigheid kan worden vastgesteld van de hoeveelheid stikstof en fosfaat die met dierlijke mest van een individueel bedrijf wordt afgevoerd.

Tegen deze achtergrond is een bureaustudie uitgevoerd naar de factoren die de nauwkeurigheid van de mineralenafvoer op bedrijfsniveau beïnvloeden.

Trefwoorden: dierlijke mest, mineralen, stikstof, fosfaat, bemonstering, analyse, afvoer, nauwkeurigheid



Rapport 112

Bepaling van de nauwkeurigheid van mineralenafvoer op veehouderijbedrijven

Assessment of accuracy of nitrogen and phosphate discharge from live-stock farms

P. Hoeksma

J. van Riel

Maart 2008

Samenvatting

Elk agrarisch bedrijf mag op grond van de Meststoffenwet binnen de gebruiksnormen dierlijke mest op eigen land aanwenden. Overtollige mest moet buiten het bedrijf een bestemming vinden. Om de gebruiksregels adequaat te kunnen controleren en handhaven heeft LNV behoefte aan een methodiek waarmee de nauwkeurigheid kan worden vastgesteld van de hoeveelheid stikstof en fosfaat die daadwerkelijk met dierlijke mest van een individueel bedrijf worden afgevoerd.

Tegen deze achtergrond is een bureaustudie uitgevoerd naar de factoren die de nauwkeurigheid van de mineralenafvoer op bedrijfsniveau beïnvloeden. Hierbij is er vanuit gegaan dat de hoeveelheid mineralen die van een bedrijf wordt afgevoerd volgens de wettelijk voorgeschreven methoden wordt vastgesteld met bekende relatieve fouten. Ook is gezocht naar kenmerken van dierlijke mest die kunnen dienen voor het onderscheiden van mestsoorten waarvoor verschillende bemonsteringsnauwkeurigheden gehanteerd moeten worden.

Uit de studie komt naar voren dat de nauwkeurigheid van de N en P afvoer van een bedrijf wordt beïnvloed door de nauwkeurigheid van wegen, bemonsteren en analyseren van de afgevoerde vrachten mest, door het aantal afgevoerde vrachten en door de mate waarin gebruik is gemaakt van mengmonsters. De nauwkeurigheid van de hoeveelheid N en P in een vracht drijfmest wordt grotendeels bepaald door de bemonsteringsfout. Als het om vaste mest gaat dan is ook de analysefout een belangrijke factor. Op bedrijfsniveau is de nauwkeurigheid van de N en P afvoer vooral afhankelijk van het aantal afgevoerde vrachten omdat bij meerdere vrachten sprake is van uitmiddeling van bemonsterings- en analysefouten. Hoe groter het aantal vrachten hoe groter de nauwkeurigheid. Geconcludeerd wordt dat de nauwkeurigheid van de stikstof- en fosfaatafvoer op bedrijfsniveau vooral afhangt van het aantal afgevoerde vrachten en veel minder van de bemonsterings- en analysefout. Voor veehouderijbedrijven van gemiddelde omvang, die meer dan 10 vrachten mest per jaar afvoeren, is verkleining van de bemonsterings- en analysefout slechts van geringe invloed op de nauwkeurigheid van de N en P afvoer. Verdere differentiëring van de bemonsteringsfout naar verschillende mestsoorten is alleen zinvol als het gaat om het vaststellen van de hoeveelheid N en P per vracht of bij kleine aantallen analyses per jaar (bij gebruik van mengmonsters).

De studie naar een mestkenmerk als voorspeller van de bemonsteringsnauwkeurigheid heeft vooralsnog niet een bevredigend resultaat opgeleverd. Het drogestofgehalte lijkt een indicator te kunnen zijn maar het is niet verantwoord om nu op basis van de beschikbare informatie een methodiek op te zetten die de bemonsteringsnauwkeurigheid van alle mestsoorten kan voorspellen.

Summary

Each farmer in the Netherlands may use an amount of manure on his own land according to the legal standards set in the Manure law. Surplus manure must find a destination outside the farm. In order to be able to adequately check and maintain the legal rules the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality needs a tool to measure the accuracy of the amount of nitrogen and phosphate that is actually taken away from the farm.

Against this background, a desk study into the factors that influence the accuracy of the disposal of minerals within the transport of manure from the farm was done. It was assumed that the disposal of the amount of minerals is measured in accordance with legally prescribed methods with known relative errors. The study was also meant to find characteristics of animal manure that can serve to distinguish different kinds of manure for which different sampling accuracies should be used.

The study does show that the accuracy of measuring the amount of Nitrogen and Phosphate disposed from a farm is affected by the accuracy of weighing, sampling and analysis of the truck loads of manure disposed, by the number of loads and by the extent to which is made use of mixed samples. The accuracy of the amount of N and P in a truck load of slurry is largely determined by the sampling error. If it comes to solid manure than the error made with analysis is an important factor. At farm level the accuracy of the N and P drain above all depends on the number of truck loads disposed because the errors of sampling and analysis are leveling out. The greater the number of truck loads the greater the accuracy.

We conclude that the accuracy of the disposal of Nitrogen and Phosphate at farm level mainly depends on the number of truck loads and much less on the error of sampling and analysis. For livestock farms of medium size, with more than 10 shipments of manure per year, reduction of this errors has only little influence on the accuracy of the N and P removal. Further differentiation of the sampling error to various kinds of manure is only useful if it comes to determining the quantity of N and P by load or in case of small numbers of analyses per year (when using mixed samples).

The study into a characteristic of manure as a predictor of the accuracy of manure sampling had no satisfactory result. Dry weight seems to be an indicator, but it's not justified now based on the information available to establish a methodology that can predict the accuracy of sampling of all kinds of manure.

Inhoudsopgave

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Factoren die nauwkeurigheid beïnvloeden	2
2.1	Wettelijke voorschriften.....	2
2.2	Wegen.....	2
2.3	Bemonstering	2
2.3.1	Drijfmest	2
2.3.2	Vaste mest.....	3
2.4	Analyse	3
2.4.1	Drijfmest	4
2.4.2	Vaste mest.....	4
2.5	Aantal vrachten	5
2.6	Proportie mengmonsters	5
3	Berekening van de onnauwkeurigheid	6
3.1	Aannames.....	6
3.2	Rekenmethodiek.....	6
4	Gevoeligheidsanalyse	8
4.1	Bemonstering	8
4.2	Analyse	9
5	Voorspellen van de bemonsteringsfout	11
5.1	Droge stof als voorspeller van P-gehalte.....	11
5.2	Droge stof als voorspeller van N-gehalte.....	13
6	Discussie en conclusies	14

1 Inleiding

In de nieuwe mestwetgeving staat het stelsel van gebruiksnormen centraal. De gebruiksnormen stellen grenzen aan de hoeveelheid N en P die met dierlijke mest op land mag worden aangewend. Veehouders die volgens deze normen niet alle mest op hun eigen land kwijt kunnen, moeten verantwoorden dat het overschot van hun bedrijf is afgevoerd. De minister van LNV heeft, met het oog op de effectiviteit van dit beleid, aangegeven veel waarde te hechten aan strikte handhaving van de regels gepaard aan sanctiëring in de vorm van boetes. Controles zullen vooral plaatsvinden op bedrijven waarbij niet-naleving een groot milieurisico met zich meebrengt. Het is aan LNV om aannemelijk te maken dat daadwerkelijk sprake is van overschrijding van de gebruiksnormen. In dit kader is er behoefte aan een wetenschappelijk onderbouwde methodiek waarmee op basis van een of meer parameters de nauwkeurigheid kan worden vastgesteld waarmee elk individueel bedrijf hoeveelheden N en P daadwerkelijk afvoert. Hierbij zal nadrukkelijk rekening gehouden moeten worden met de bepalingen nauwkeurigheden die horen bij de verantwoording van de afgevoerde hoeveelheid N en P op bedrijfsniveau. Volgens de huidige wetgeving moet de mineralenafvoer worden verantwoord door de mesthoeveelheid en het mineralengehalte in de mest te meten en de hoeveelheid mineralen hieruit te berekenen. Door onnauwkeurigheden bij wegen, bemonsteren en analyseren kent de afvoer van mineralen van een bedrijf een onnauwkeurigheid. Dit rapport is een verslag van een bureaustudie naar de factoren die de nauwkeurigheid van de mineralenafvoer op bedrijfsniveau beïnvloeden.

Doel van de studie was antwoord te geven op de volgende vragen:

- Welke factoren beïnvloeden de nauwkeurigheid van de N en P afvoer op bedrijfsniveau en in welke mate?
- Wat zijn de leemtes in kennis voor het ontwikkelen van een methodiek waarmee de nauwkeurigheid van de N en P afvoer met voldoende zekerheid kan worden vastgesteld?
- Welke criteria kunnen dienen voor het onderscheiden van mestsoorten waarvoor verschillende bemonsteringsnauwkeurigheden gehanteerd moeten worden?

De studie was ook bedoeld om een basisstructuur te ontwerpen voor de nauwkeurigheidsmethodiek, voor zover mogelijk vanuit de analyse van bepalende factoren, en voor zover de leemtes in kennis dit toelaten.

2 Factoren die nauwkeurigheid beïnvloeden

In deze studie wordt er van uitgegaan dat dierlijke mest per as van veehouderijbedrijven wordt afgevoerd. Andere manieren van mesttransport, zoals transport van kalvergier via een pijpleiding, blijven buiten beschouwing. In deze studie worden nauwkeurigheden, fouten en afwijkingen uitgedrukt in 2σ (d.w.z. met een betrouwbaarheid van 95%), tenzij anders wordt vermeld.

2.1 Wettelijke voorschriften

De huidige regelgeving schrijft voor dat alle afgevoerde vrachten mest worden gewogen en bemonsterd. Van de monsters worden de gehalten aan stikstof en fosfaat bepaald. Dit gebeurt in laboratoria volgens wettelijk voorgeschreven meetmethoden. Onder voorwaarden is het toegestaan dat monsters van een aantal vrachten worden samengevoegd tot een mengmonster. Van het mengmonster worden de N en P- gehalten bepaald, die gelden voor alle deelmonsters. Het aantal deelmonsters dat tot een mengmonster mag worden samengevoegd bedraagt maximaal 12. Voorwaarde is dat de vrachten waarvan de deelmonsters zijn genomen gelijk van omvang zijn en dat de transporten binnen een week hebben plaatsgevonden. Samenvoegen van de deelmonsters tot een mengmonster gebeurt in het laboratorium.

De nauwkeurigheid waarmee de afvoer van een bedrijf van N en P wordt vastgesteld wordt bepaald door de volgende factoren:

- Wegen
- Bemonstering
- Analyse van N en P
- Aantal afgevoerde vrachten
- Proportie mengmonsters (aantal deelmonsters per mengmonster)

2.2 Wegen

Bij afvoer van mest van een veehouderijbedrijf naar een ontvangend bedrijf (intermediair of gebruiker) moet het gewicht van een vracht mest worden vastgesteld door middel van geijkte weegapparatuur in de weegklasse III. Dit houdt in dat de weegapparatuur moet voldoen aan een nauwkeurigheid van 2%. Vrachten mest worden door middel van weegbruggen of aanboord weegapparatuur gewogen. De weegapparatuur moet op grond van de IJkwet eens in de 2 jaar worden herijkt. Vaste geijkte weegbruggen voldoen ruimschoots aan de wettelijke nauwkeurigheidseis (Hoeksma, 1998)¹.

In deze studie wordt gerekend met een constante weegonnauwkeurigheid van 2%.

2.3 Bemonstering

2.3.1 Drijfmest

Voor het bemonsteren van drijfmest zijn twee typen monsterapparaten toegestaan, het zijbuisapparaat en het zuigerapparaat. Beide apparaten verschillen niet wat betreft bemonsteringsnauwkeurigheid.

De bemonstering dient plaats te vinden volgens een wettelijk voorgeschreven protocol. Bemonstering van drijfmest gebeurt automatisch, d.w.z. zonder menselijk handelen. Per vracht wordt een monster van tenminste 650 ml genomen. Dit monster is een verzameling van 6 deelmonsters, die verdeeld over het laden of het lossen worden genomen en wel op 9-20, 31-35, 50-51, 65-71 en 80-91% van het totale vrachtgewicht. Het monsterapparaat ontvangt stuursignalen van aanboord weegapparatuur of van een andere voorziening waarmee de beladingsgraad van het transportvoertuig wordt gemeten.

Voor drijfmest is een toevallige bemonsteringsfout toegestaan van 15%. Dat wil zeggen dat in 95% van de gevallen het N en P-gehalte van het monster minder dan 15% afwijkt (plus of min) van het werkelijke gehalte als gevolg van bemonsteringsnauwkeurigheid. Indien de bemonstering volgens het voorgeschreven protocol wordt uitgevoerd wordt ruimschoots aan deze nauwkeurigheidseis voldaan. Als de bemonstering niet volgens het voorgeschreven protocol wordt uitgevoerd, wat het geval is als de 6 deelmonsters niet op de juiste wijze over de

¹ Hoeksma, P., P.J.L. Derikx en G. van Laar (1998). Verschil in weegresultaat tussen geijkte vaste weegbruggen. IMAG-DLO, Wageningen, Nota P 98-75

lading worden verdeeld, neemt de kans dat niet aan de vereiste nauwkeurigheid wordt voldaan toe. Onjuiste verdeling van de deelmonsters kan bij voorbeeld optreden als de aanboord weegapparatuur niet goed is afgesteld of wordt beïnvloed door de positie van het transportvoertuig waardoor de stuursignalen voor de bemonstering niet op het juiste moment worden uitgezonden (Hoeksma en Boer, 2005)².

Het laatstgenoemde onderzoek geeft aanwijzingen dat er verschil in bemonsteringsnauwkeurigheid bestaat tussen verschillende soorten drijfmest. Voor zeer dunne drijfmest (bijv. kalvergier) lijkt de bemonsteringsfout groter dan voor meer geconcentreerde mestsoorten. De resultaten van het onderzoek naar de bemonsteringsnauwkeurigheid van verschillende soorten drijfmest, anders dan vleesvarkensdrijfmest, zeugendrijfmest en rundveedrijfmest, moeten als indicatief worden beschouwd. Verdere differentiatie is uit wetenschappelijk oogpunt niet verantwoord omdat het aantal bemonsterde vrachten van de andere mestsoorten waarop de indicaties zijn gebaseerd te klein (< 20) is.

De bemonsteringsfout voor stikstof is kleiner dan voor fosfaat. Dit is te verklaren omdat stikstof voor ongeveer de helft in de mestvloeistof is opgelost en voor de andere helft gebonden aan organische stof, terwijl fosfaat vrijwel volledig gebonden is aan vaste mestdeeltjes. Stikstof is daardoor beter over de mest verdeeld en minder gevoelig voor onnauwkeurige bemonstering dan fosfaat.

In deze studie wordt ervan uitgegaan dat de bemonstering van drijfmest volgens het voorgeschreven protocol plaatsvindt en wordt een bemonsteringsfout aangehouden van 15%.

2.3.2 Vaste mest

Vaste mest wordt handmatig bemonsterd. In de praktijk wordt een vracht vaste mest na het lossen bemonsterd, waarbij een aantal monsters uit de mesthoop wordt genomen, soms met gebruik van een steeklans. De monsters worden samengevoegd en gemengd. Het mengmonster wordt verkleind tot een monster van ca. 1 liter dat aan het laboratorium wordt aangeboden. Harde gegevens over de nauwkeurigheid van deze manier van bemonsteren zijn niet beschikbaar. Uit een enkel onderzoek zijn aanwijzingen verkregen dat een nauwkeurigheid kan worden bereikt die vergelijkbaar is met de nauwkeurigheid voor drijfmest (niet gepubliceerd).

Meer betrouwbare gegevens over de bemonsteringsnauwkeurigheid van vaste mest zijn gebaseerd op een bemonsteringsmethode waarbij een vracht vaste mest in de transportcontainer wordt bemonsterd met een steeklans of boor. Er worden 6 verticale steekmonsters over de hele mestdiepte genomen, waarbij de 6 monsterpunten evenredig worden verdeeld over de oppervlakte van de container. Met deze methode kan vaste mest zeer nauwkeurig worden bemonsterd (Hoeksma en Hendriks, 2001)³. De steeklans- en steekboormethode wordt in de praktijk niet of nauwelijks toegepast.

In deze studie wordt voor vaste mest een bemonsteringsnauwkeurigheid aangehouden van 15%.

2.4 Analyse

Onder analysefout wordt de fout verstaan die optreedt in het hele handelingstraject in het laboratorium, dus inclusief subbemonstering en voorbehandeling. Gegevens over de analysefout zijn gebaseerd op ringonderzoeken met laboratoria die voor het uitvoeren van mestanalyses zijn geaccrediteerd volgens AP05⁴ en door de minister van LNV zijn aangewezen voor het meten van het stikstof- en fosfaatgehalte in mestmonsters in het kader van de mestwetgeving. In AP05 is aangegeven aan welke nauwkeurigheidseisen de mestanalyses minimaal moeten voldoen. De analyses moeten volgens voorgeschreven methoden worden uitgevoerd. Huismethoden zijn toegestaan als aangetoond is dat ze wat nauwkeurigheid betreft gelijkwaardig zijn aan de voorgeschreven methoden.

Omdat mestanalyses door verschillende laboratoria uitgevoerd worden hebben we te maken met twee foutenbronnen: de binnen-laboratoriumfout en de tussen-laboratoriumfout. De laatste ontstaat onder andere door verschillen in apparatuur en menselijk handelen.

² Hoeksma en Boer (2005). Vaststellen van de bemonsteringsnauwkeurigheid van drijfmest. Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen, Rapport 532

³ Hoeksma, p en M.M.W.B. Hendriks, 2001. Onderzoek naar de nauwkeurigheid van bemonstering van vaste mest met de knipboor. IMAG-DLO, Wageningen, Nota P 2001-32.

⁴ Anoniem (2005). Accreditatieprogramma dierlijke mest; samenstelling AP05. Bijlage H behorende bij de artikelen 80 en 81 van het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet. Staatscourant 21 november 2005, nr. 226/pag.6

2.4.1 Drijfmest

Gegevens over de analysenauwkeurigheid voor drijfmest zijn gebaseerd op ringonderzoeken die de Kwaliteitsdienst voor Landbouwkundige Laboratoria (KDLL) heeft uitgevoerd in de periode 1997 - 2004⁵. De binnen-laboratoriumfout is voor stikstof ca. 2-3% voor vleesvarkens- en zeugendrijfmest. De tussen-laboratoriumfout voor stikstof bedraagt ca. 5-7%. Voor fosfaat zijn de fouten iets groter, n.l. 3-5% en 8-9% voor de binnen-laboratoriumfout respectievelijk de tussen-laboratoriumfout. De vermelde fouten zijn gebaseerd op 2 maal de standaarddeviatie.

In deze studie worden voor drijfmest de volgende relatieve analysefouten aangehouden:

voor stikstof: 7%
voor fosfaat: 9%

2.4.2 Vaste mest

In Hoeksma *et al.* (2002)⁶ is onderzoek gedaan naar de bijdrage van subbemonstering aan de analyse-onnauwkeurigheid van vaste leghennenmest. Hier worden de volgende binnen-laboratorium onnauwkeurigheden (inclusief subbemonsteringsfout) genoemd: 3,7% voor fosfaat en 11,2% voor stikstof. Onderzoeksgegevens over de binnen-laboratoriumfout voor vleeskuikensmest zijn niet beschikbaar.

Gegevens over de analyse-onnauwkeurigheden inclusief de tussen-laboratoriumfout zijn gebaseerd op de resultaten van ringonderzoeken met bandmest en strooiselmest die door Wepal in 1999 zijn uitgevoerd⁷.

In deze studie worden voor vaste mest de volgende relatieve analysefouten aangehouden:

voor stikstof: 13% strooiselmest
26% bandmest
voor fosfaat: 11% strooiselmest
7% bandmest

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de in deze studie gehanteerde relatieve fouten voor wegen, bemonsteren en analyseren. Voor wegen is de wettelijk toegestane fout genomen. De fouten voor bemonstering en analyse zijn afgeleid van Boer *et al.* (2005)⁸.

Tabel 1 Overzicht van in deze studie gehanteerde relatieve fouten voor wegen, bemonstering en analyse

	Component	Mestsoort	Wegen (%)	Bemonstering (%)	Analyse (%)
Drijfmest	Stikstof	Mest van alle dieren	2	15	7
	Fosfaat	Mest van andere dieren	2	15	9
Vaste mest	Stikstof	Strooiselmest	2	15	13
		Bandmest	2	15	26
	Fosfaat	Strooiselmest	2	15	11
		Bandmest	2	15	7

De huidige wettelijk toegestane bemonsteringsfout bedraagt 15% voor alle soorten vloeibare mest. Voor vaste mest bestaat geen wettelijk voorgeschreven bemonsteringsprotocol en dus ook geen wettelijk toegestane bemonsteringsfout.

⁵ KDLL (1997 – 2004). Resultaten van ringonderzoek. KDLL Rapporten 1997-2004.

⁶ Hoeksma, P, E. Evers en M.M.W.B. Hendriks (2002). Onderzoek naar de P-balans van opslagen met vaste mest. IMAG-DLO, Wageningen, Nota 2002-78.

⁷ OFEP (1999). Wageningen-UR, WEPAL, Rapporten 99.1 en 99.2

⁸ Boer, E., J. van Riel, P. Hoeksma, M. Timmerman, N. Ogink, H. Ellen en H. Altena (2005). Onderzoek naar de effectiviteit van bedrijfsspecifieke forfaits voor de samenstelling van dierlijke mest. Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen, Rapport 573

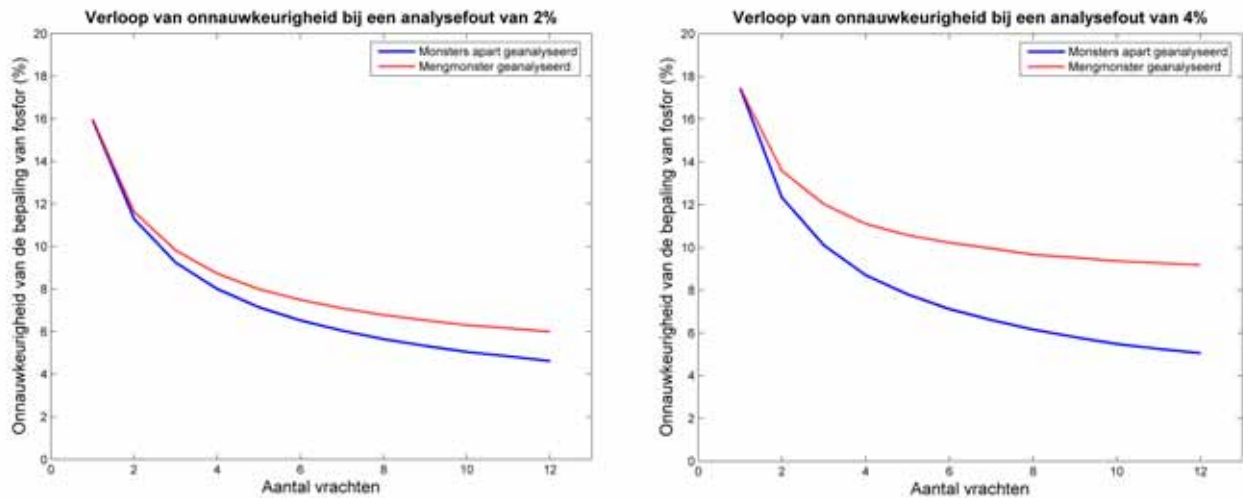
2.5 Aantal vrachten

De nauwkeurigheid waarmee de mineralenafvoer van een bedrijf wordt vastgesteld wordt beïnvloed door het aantal afgevoerde vrachten. Omdat de fout bij bemonstering van een vracht mest een willekeurige fout is middelt deze uit. Hierdoor is de totale bemonsteringsfout van meerdere vrachten kleiner dan de bemonsteringsfout van een enkele vracht.

2.6 Proportie mengmonsters

De nauwkeurigheid waarmee de mineralenafvoer van een bedrijf vastgesteld wordt, wordt negatief beïnvloed door het maken van mengmonsters. De nauwkeurigheid bij analyse van één mengmonster is kleiner dan de nauwkeurigheid bij individuele analyse van de vrachtmonsters waaruit het mengmonster is samengesteld. Bij individuele analyse van de vrachtmonsters middelt de analysefout uit, bij mengmonsters is dit niet het geval. Het verschil in nauwkeurigheid tussen wel en geen mengmonsters neemt toe naarmate het aantal vrachten per mengmonster toeneemt en naarmate de analysefout toeneemt. Dit wordt geïllustreerd door figuur 1 waarin de onnauwkeurigheid van de bepaling van P is weergegeven als functie van het aantal vrachten, als de vrachtmonsters apart geanalyseerd worden en als van de vrachtmonsters één mengmonster wordt geanalyseerd, dit bij een analysefout van 2% en 4% (Hoeksma en Boer, 2005)⁹.

Figuur 1 Onnauwkeurigheid (in %) van de bepaling van het P-gehalte van de afgevoerde mest als functie van het aantal vrachten, als alle vrachtmonsters worden geanalyseerd en als van de vrachtmonsters één mengmonster wordt geanalyseerd, bij een analysefout van 2% en 4%.
Bron: Hoeksma en Boer (2005).



⁹ Hoeksma en Boer (2005). Vaststellen van de bemonsteringsnauwkeurigheid van drijfmest. Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen, Rapport 532

3 Berekening van de onnauwkeurigheid

Voor het kwantificeren van de onnauwkeurigheid van de mineralenafvoer is een rekenmethodiek opgezet.

3.1 Aannames

Bij de rekenmethodiek wordt gewerkt met de volgende aannames:

- De nauwkeurigheid van de mestgewicht-meting bij mestafvoer is bekend.
- De nauwkeurigheid van bemonstering bij mestafvoer is bekend.
- De nauwkeurigheid van analyse van het monster in het laboratorium is bekend.
- De meetfouten die bij deze metingen worden gemaakt zijn altijd toevallige (random) fouten, die gemiddeld nul zijn.
- De meetfouten die bij deze metingen worden gemaakt zijn ongecorreleerd. Dit betekent dat bijvoorbeeld een toevallige positieve afwijking (fout) bij de mestgewicht-meting niet relatief vaak samengaat met een positieve (of negatieve) afwijking bij bemonstering of analyse.
- In geval van een mengmonster van meerdere vrachten ten behoeve van één mestanalyse wordt gebruik gemaakt van een proportioneel monster.

3.2 Rekenmethodiek

De informatie van nauwkeurigheden van de verschillende invloedsfactoren kunnen uitgedrukt worden in termen van variantie. Op niveau van mengmonsters (d.w.z. de vrachten die bij hetzelfde mengmonster horen worden qua gewicht opgeteld) geldt:

De variantie van de hoeveelheid mineraal op mengmonsterniveau:

$$\begin{aligned} \text{Var}[M_{tot_mm}] = \\ \mu_{\text{gehalte}}^2 \times \text{Var}[\text{gewicht}] + \mu_{\text{gewicht}}^2 \times \text{Var}[\text{gehalte}] + \text{Var}[\text{gewicht}] \times \text{Var}[\text{gehalte}] \end{aligned} \quad (3.1)$$

Waarbij:

μ_{gehalte} = gemeten gehalte in het mengmonster

μ_{gewicht} = gemeten totale gewicht van de vrachten in hetzelfde mengmonster

De variantie van de hoeveelheid mineraal per jaar:

$$\text{Var}[M_{tot_jaar}] = \sum_{i=1}^n (\text{Var}[M_{tot_mm}]) \quad (3.2)$$

Het 2s-interval van de hoeveelheid mineraal per jaar:

$$M_{tot_jaar} = 2 * \frac{\sqrt{\text{Var}[M_{tot_jaar}]}}{\sum_{i=1}^n (M_{tot_mm})} \quad (3.3)$$

De variantie van de meetfout op het mineraalgehalte:

$$Var[gehalte] = \frac{\left((2s_{\text{monsterfout}} / 2) * \mu_{\text{gehalte}} \right)^2}{\#vrachten_mengmonster} + \left((2s_{\text{analysefout}} / 2) * \mu_{\text{gehalte}} \right)^2 \quad (3.4)$$

De variantie van de meetfout op het vrachtgewicht:

$$Var[gewicht] = \frac{\left((2s_{\text{weegfout}} / 2) \mu_{\text{gewicht}} \right)^2}{\#vrachten_mengmonster} \quad (3.5)$$

In meer uitgewerkte vorm kan de fout (2s interval) in de afvoer van mineralen per jaar op bedrijfsniveau als volgt worden berekend:

Fout (2σ interval) in de afvoer van mineralen op bedrijfsniveau =

$$\frac{2}{\sum_{i=1}^n (geh_i * gew_i)} * \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(geh_i^2 * gew_i^2 * \left(\frac{A^2}{\#vr_i} + \frac{B^2}{\#vr_i} + C^2 + \frac{A^2}{\#vr_i} * \left(\frac{B^2}{\#vr_i} + C^2 \right) \right) \right)} \quad (3.6)$$

Waarin:

geh_i en gew_i = gehalte resp. gewicht van de ⁱde levering

vr_i = aantal vrachten per mengmonster (bij geen mengmonster is dit 1)

A, B en C = relatieve onnauwkeurigheid van resp. wegen, bemonsteren en analyse, uitgedrukt als 1σ

4 Gevoeligheidsanalyse

De mate waarin de fouten in bemonstering en analyse de totale onnauwkeurigheid in de mineralenafvoer beïnvloeden wordt in deze paragraaf met enkele voorbeelden geïllustreerd. De invloed van de bemonsteringsfout is uitgewerkt voor een bedrijf met drijfmest en die van de analysefout voor een bedrijf met vaste mest. Deze keuze is gemaakt omdat bij drijfmest sprake is van een relatief grote bemonsteringsfout en bij vaste mest van een relatief grote analysefout (zie tabel 1). De weegfout, die klein is ten opzichte van de bemonsterings- en analysefout en constant wordt verondersteld, wordt hier niet gevarieerd.

De berekeningen zijn uitgevoerd met de gegevens van tabel 1. Verder is gerekend met forfaitaire N en P gehalten in de afgevoerde mest¹⁰. Alle berekeningen zijn uitgevoerd voor 1, 10, 50 en 100 afgevoerde vrachten mest, en tevens voor wel en geen gebruik van mengmonsters. Eén mengmonster vertegenwoordigt 10 vrachten mest van gelijke omvang.

4.1 Bemonstering

De invloed van de bemonsteringsfout is uitgewerkt voor fosfaat op een vleesvarkensbedrijf met drijfmest. In tabel 2 zijn de onnauwkeurigheden gegeven in de afvoer van fosfaat en stikstof van een vleesvarkensbedrijf met drijfmest bij verschillende bemonsteringsfouten voor fosfaat. Bij de berekeningen zijn de volgende gegevens gebruikt:

N-gehalte mest	7,0 g/kg
P-gehalte mest	3,9 g/kg
Weegfout	2 %
Analysefout N	7 %
Analysefout P	9 %
Vrachtomvang	35.000 kg
Aantal vrachten per mengmonster	10

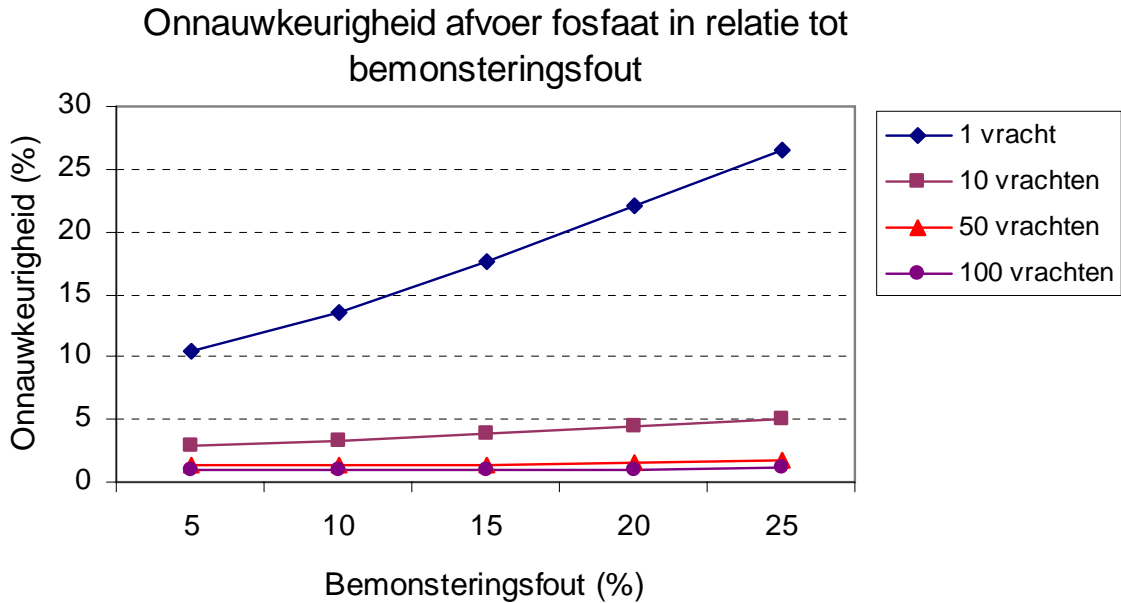
Tabel 2 Relatieve onnauwkeurigheid in de afvoer van fosfaat en stikstof van een vleesvarkensbedrijf met drijfmest bij verschillende bemonsteringsfouten, voor verschillende aantallen afgevoerde vrachten en wel of geen toepassing van mengmonsters

Aantal afgevoerde vrachten	Relatieve onnauwkeurigheid (%) in afvoer van mineralen											
	Fosfaat										Stikstof	
	Fout 5%		Fout 10%		Fout 15%		Fout 20%		Fout 25%		Fout 15%	
	Enkel	Meng	Enkel	Meng	Enkel	Meng	Enkel	Meng	Enkel	Meng	Enkel	Meng
1	10,7		13,7		17,6		22,1		26,7		16,8	
10	3,2	9,2	3,3	9,6	3,8	10,2	4,5	11,0	5,1	12,0	5,3	8,5
50	1,3	4,2	1,3	4,3	1,4	4,3	1,5	4,5	1,7	4,7	2,4	3,8
100	1,1	2,9	1,0	3,0	1,0	3,0	1,1	3,0	1,1	3,2	1,7	2,7

Figuur 2 toont het verband tussen de onnauwkeurigheid van de fosfaatafvoer en de bemonsteringsfout wanneer alle vrachtmonsters worden geanalyseerd.

¹⁰ LNV, Dienst Regelingen (2006). Mestbeleid 2006: tabellen. Tabel 5: Forfaitaire stikstof- en fosfaatgehalten in dierlijke mest.

Figuur 2 Ontwikkeling van de onnauwkeurigheid van de fosfaatafvoer van een vleesvarkensbedrijf met drijfmest in relatie tot de bemonsteringsfout bij verschillende aantallen afgevoerde vrachten mest (geen mengmonsters)



Tabel 2 en figuur 2 laten zien dat de onnauwkeurigheid van de fosfaatafvoer sterk wordt beïnvloed door de bemonsteringsfout indien slechts één vracht van het bedrijf wordt afgevoerd. De invloed van de bemonsteringsfout neemt af naarmate er meer vrachten worden afgevoerd. Bij afvoer van 50 vrachten en meer is de onnauwkeurigheid van de fosfaatafvoer vrijwel niet meer van de bemonsteringsfout afhankelijk. Tabel 2 laat zien dat wanneer gebruik wordt gemaakt van mengmonsters de onnauwkeurigheid van de bepaling van de fosfaatafvoer groter is dan wanneer alle monsters afzonderlijk worden geanalyseerd. Ook in geval van mengmonsters is het aantal afgevoerde vrachten sterk bepalend voor de onnauwkeurigheid van de fosfaatafvoer.

4.2 Analyse

In tabel 3 zijn de onnauwkeurigheden gegeven in de afvoer van stikstof en fosfaat van een leghennenbedrijf met vaste mest bij verschillende analysefouten voor stikstof.

Voor de berekening zijn de volgende aannames gedaan:

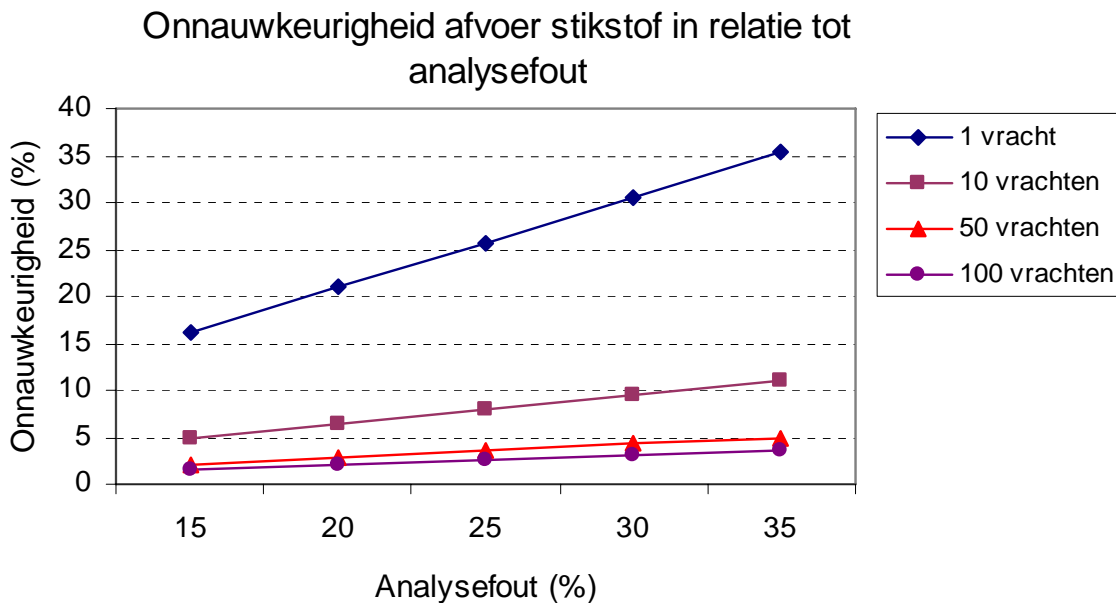
N-gehalte mest	36,5 g/kg
P-gehalte mest	28,2 g/kg
Weegfout	2 %
Bemonsteringsfout N	15 %
Bemonsteringsfout P	15 %
Vrachtsomvang	20.000 kg
Aantal vrachten per mengmonster	10

Tabel 3 Relatieve onnauwkeurigheid in de afvoer van stikstof en fosfaat van een leghennenbedrijf met vaste mest bij verschillende analysefouten, voor verschillende aantallen afgevoerde vrachten en wel of geen toepassing van mengmonsters

Aantal afgevoerde vrachten	Relatieve onnauwkeurigheid (%) in afvoer van mineralen											
	Stikstof										Fosfaat	
	Fout 15%		Fout 20%		Fout 25%		Fout 30%		Fout 35%		Fout 7%	
	Enkel	Meng	Enkel	Meng	Enkel	Meng	Enkel	Meng	Enkel	Meng	Enkel	Meng
1	16,2		20,9		25,7		30,6		35,5		9,3	
10	4,9	15,1	6,4	20,1	8,0	25,1	9,5	30,1	11,1	35,1	2,5	7,3
50	2,1	6,7	2,8	9,0	3,5	11,2	4,3	13,4	5,0	15,7	1,0	3,2
100	1,5	4,8	2,0	6,3	2,5	7,9	3,0	9,5	3,5	11,1	0,7	2,2

Figuur 3 toont het verband tussen de onnauwkeurigheid van de stikstofafvoer en de analysefout wanneer alle vrachtmonsters worden geanalyseerd.

Figuur 3 Ontwikkeling van de onnauwkeurigheid van de stikstofafvoer van een leghennenbedrijf met drijfmest in relatie tot de analysefout bij verschillende aantallen afgevoerde vrachten mest (geen mengmonsters)



Tabel 3 en figuur 3 laten zien dat de onnauwkeurigheid van de stikstofafvoer sterk wordt bepaald door de analysefout indien slechts één vracht van het bedrijf wordt afgevoerd. De invloed van de analysefout neemt af naarmate er meer vrachten worden afgevoerd, of naarmate er meer analyses worden uitgevoerd. Echter ook bij afvoer van meer dan 50 vrachten is de onnauwkeurigheid van de stikstofafvoer nog afhankelijk van de analysefout.

Tabel 2 laat zien dat wanneer gebruik wordt gemaakt van mengmonsters de onnauwkeurigheid van de bepaling van de stikstofafvoer groter is dan wanneer alle monsters afzonderlijk worden geanalyseerd. In geval van mengmonsters is het aantal analyses sterk bepalend voor de onnauwkeurigheid van de stikstofafvoer. Dus hoe groter het aantal analyses hoe kleiner de onnauwkeurigheid.

5 Voorspellen van de bemonsteringsfout

De voorgestelde rekenmethode voor het vaststellen de onnauwkeurigheid van de mineralenafvoer gaat ervan uit dat de bemonsteringsfout bekend is. In § 2.2 wordt uiteengezet dat de bemonsteringsfout niet voor alle mestsoorten gelijk is en ook dat niet voor alle mestsoorten een voldoende onderbouwde bemonsteringsnauwkeurigheid is vastgesteld. Er zijn aanwijzingen dat bemonstering van zeer dunne mest zoals kalvergier niet aan de maximaal toegestane onnauwkeurigheid voldoet, ook niet als het voorgeschreven bemonsteringsprotocol wordt gevolgd.

Tot op heden werd de bemonsteringsnauwkeurigheid vastgesteld door een groot aantal vrachten volgens de voorgeschreven methode te bemonsteren en de resultaten te vergelijken met een referentiemethode. Dit is een arbeids- en kostenintensieve werkwijze die voor alle mestsoorten gevolgd zou moeten worden. Daarom is een studie gedaan naar een manier om de bemonsteringsnauwkeurigheid te kunnen voorspellen. Gezocht is naar een mestkenmerk dat kan dienen als indicator voor de bemonsteringsnauwkeurigheid. Omdat er aanwijzingen zijn dat de nauwkeurigheid van de bemonstering afhankelijk is van het drogestofgehalte van de mest is de studie hier op gericht. Door middel van een regressie-analyse is onderzocht of de nauwkeurigheid van de bepaling van het gehalte aan stikstof en fosfaat primair afhankelijk is van het drogestofgehalte. De gekozen methodiek moet gezien worden als een benadering. De analyse is uitgevoerd met data van een eerdere studie met drijfmest van 6 diercategorieën. Deze staan vermeld in tabel 4 met het aantal vrachten waarvan gegevens beschikbaar zijn.

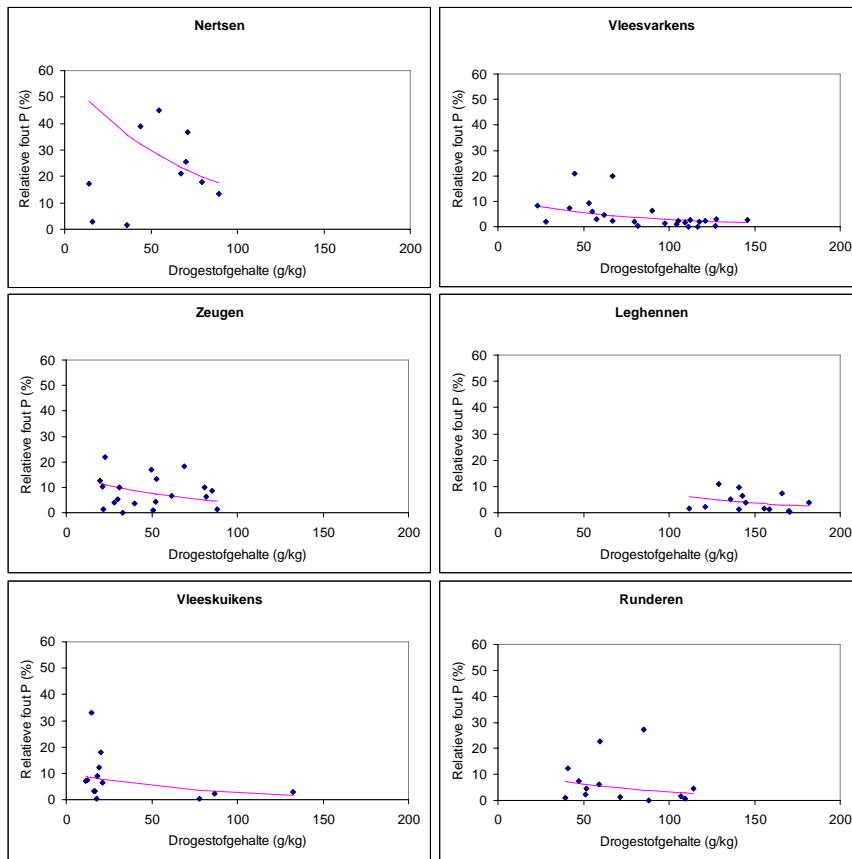
Tabel 4 Mestsoorten waarmee de studie is uitgevoerd naar de relatie tussen drogestofgehalte in de mest en de bemonsteringsnauwkeurigheid

Mestsoort	Aantal vrachten
1 Nertsen	13
2 Vleesvarkens	26
3 Zeugen	21
4 Leghennen	14
5 Vleeskalveren	13
6 Runderen	18

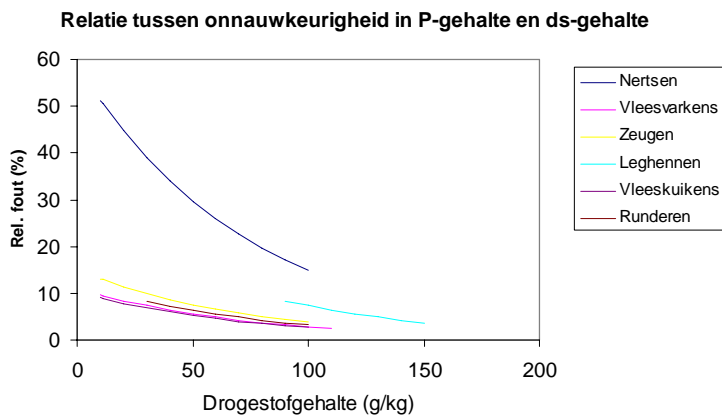
5.1 Droge stof als voorspeller van P-gehalte

De regressie-analyse heeft voor de verschillende mestsoorten het verband tussen de relatieve afwijking in het fosfaatgehalte en het drogestofgehalte opgeleverd zoals weergegeven in figuur 4. De resultaten zijn samengevat in figuur 5.

Figuur 4 Relatieve fouten in het fosfaatgehalte versus het drogestofgehalte in de mest voor 6 verschillende mestsoorten



Figuur 5 Relatie tussen de onnauwkeurigheid in het fosfaatgehalte en het drogestofgehalte voor 6 verschillende mestsoorten

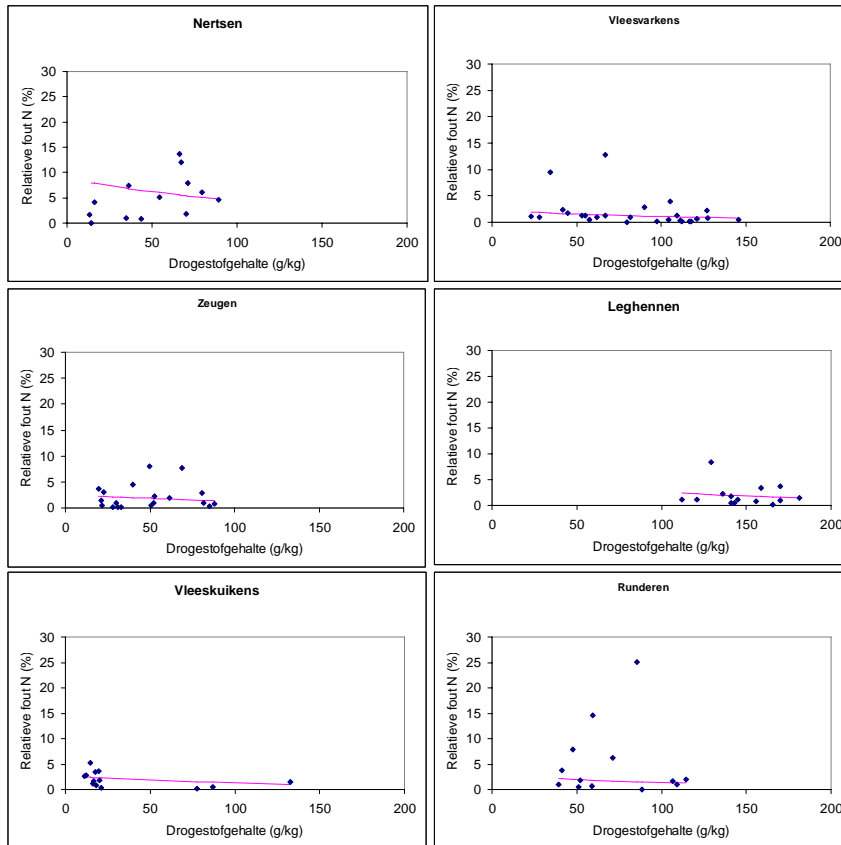


Figuur 4 geeft de indicatie dat de nauwkeurigheid waarmee het fosfaatgehalte in de mest wordt vastgesteld afhankelijk is van het drogestofgehalte. Het verband tussen de geschatte onnauwkeurigheid en het drogestofgehalte is significant ($p < 0,001$) en heeft een negatieve relatie, d.w.z. hoe hoger het ds-gehalte, hoe kleiner de onnauwkeurigheid. Daarnaast blijkt er ook een significant verschil te zijn in nauwkeurigheid tussen de mestsoorten ($p < 0,001$). Dit komt in figuur 4 duidelijk naar voren. Figuur 5 laat zien dat de onnauwkeurigheid van nertsenmest bij vergelijkbare drogestofgehalten groter is dan van de overige mestsoorten. De overige mestsoorten lijken onderling qua onnauwkeurigheid vrijwel niet te verschillen. Het is daarom vooralsnog niet verantwoord om op basis van deze kennis een methodiek op te zetten die de nauwkeurigheid van de bepaling van het fosfaatgehalte bij andere mestsoorten kan voorspellen op basis van alleen het drogestofgehalte van de mest.

5.2 Droge stof als voorspeller van N-gehalte

De regressie-analyse heeft voor de verschillende mestsoorten het verband tussen de relatieve afwijking in het stikstofgehalte en het drogestofgehalte opgeleverd zoals weergegeven in figuur 6.

Figuur 6 Relatieve fouten in het stikstofgehalte versus het drogestofgehalte in de mest voor 6 verschillende mestsoorten



Figuur 6 laat zien dat de nauwkeurigheid waarmee het stikstofgehalte in de mest wordt vastgesteld slechts in geringe mate afhankelijk is van het drogestofgehalte. Het verband tussen de geschatte onnauwkeurigheid en het drogestofgehalte is zwak. Daarnaast blijkt wederom een significant grotere onnauwkeurigheid bij nertsendrijfmest bij vergelijkbare ds-gehalten. De overige mestsoorten vertonen onderling vrijwel geen verschil. Het lijkt daarom vooralsnog niet verantwoord om op basis van deze kennis een methodiek op te zetten die de nauwkeurigheid van de bepaling van het stikstofgehalte bij andere mestsoorten kan voorspellen op basis van alleen het ds-gehalte van de mest.

6 Discussie en conclusies

De nauwkeurigheid waarmee de hoeveelheid stikstof en fosfaat die van een veehouderijbedrijf worden afgevoerd vastgesteld wordt, hangt vooral af van het aantal afgevoerde vrachten en veel minder van de bemonsterings- en analysefout. De meetnauwkeurigheid van de hoeveelheden N en P die met een enkele vracht worden afgevoerd wordt sterk bepaald door de onnauwkeurigheid van bemonstering en analyse. Omdat het hier toevallige fouten betreft is er bij meerdere vrachten sprake van uitmiddeling en geldt voor veel bedrijven dat de relatieve fout in de hoeveelheid N en P die jaarlijks van het bedrijf worden afgevoerd slechts gering is. Dit neemt echter niet weg dat de absolute fout (de afwijking in kilogrammen) in de afvoer wel toeneemt met het aantal vrachten.

Als we ervan uitgaan dat Nederlandse veehouderijbedrijven veel vrachten mest per jaar afvoeren en weinig gebruikmaken van mengmonsters is verkleining van de bemonsterings- en analysefout slechts van geringe invloed op de nauwkeurigheid van de N en P afvoer. In dat geval is verdere differentiëring van de bemonsteringsfout naar verschillende mestsoorten niet erg zinvol. Als het gaat om het vaststellen van de hoeveelheid N en P per vracht of bij kleine aantallen analyses per jaar zou het hanteren van een bemonsteringsfout per mestsoort wel zinvol kunnen zijn.

De studie naar een mestkenmerk als voorspeller van de bemonsteringsnauwkeurigheid heeft vooralsnog niet een bevredigend resultaat opgeleverd. Het drogestofgehalte lijkt een indicator te kunnen zijn maar het is niet verantwoord om nu op basis van de beschikbare informatie een methodiek op te zetten die de bemonsteringsnauwkeurigheid van alle mestsoorten kan voorspellen.

Voor het ontwikkelen van een betrouwbare en robuuste methodiek zou meer gericht gezocht moeten worden naar relaties tussen eenvoudig te meten mestkenmerken en de bemonsteringsnauwkeurigheid. Te denken valt aan bijv. viscositeit en geleidbaarheid.

De gevonden relatie tussen de bemonsteringsnauwkeurigheid en het drogestofgehalte van de mest zou verder onderbouwd (en gecontroleerd) kunnen worden door middel van steekproeven waarbij vrachten mest in duplo worden bemonsterd en ook worden geanalyseerd op drogestofgehalte.