

Onderzoek naar de effectiviteit van bedrijfsspecifieke forfaits voor de samenstelling van dierlijke mest

E. Boer (A&F)
J. van Riel (ASG)
P. Hoeksma (A&F)
M. Timmerman (ASG)
N. Ogink (A&F)
H. Ellen (ASG)
H. Altena (ASG)

Rapport 573

Inhoud

Deel I	Samenvattend overzicht systemen	5
1	Inleiding	6
2	Stroomschema's en begrippen bij de afzet van mestmineralen	8
3	Beoordeling Spoor 1	10
4	Beoordeling BMP-systematiek	13
5	Beoordeling DGB-systematiek	17
6	Effecten van afnemende bemonsteringsfrequentie in Spoor 1	19
7	Mogelijkheden toepassing controlekaart	23
Deel II	Deelstudies	25
1	Analyse datasets 2003 en 2004 Dienst Regelingen	27
2	Methode vaststelling onnauwkeurigheid Spoor 1	31
3	Uitwerking nauwkeurigheid BMP-systematiek	43
4	Uitwerking DGB-systematiek	47
5	Effecten van bemonsteringsfrequentie op de nauwkeurigheid in Spoor 1	51
6	Gebruik van controlekaarten	57
7	Inventarisatie bedrijfstypen varkens en pluimvee	61
	7.1 Algemeen	61
	7.2 Variatie in mestvolume en – gehalte in de varkenshouderij	61
	7.3 Variatie in mestvolume in de pluimveehouderij	67
	Bijlage 7-1 Overzicht aangeleverde dataset Dienst Regelingen 2003 en 2004	71
	Bijlage 7-2 Mestproductiecijfers volgens Uitvoeringsregeling Meststoffenwet	72
	Bijlage 7-3 Forfaitaire mineralengehalten in mest volgens Uitvoeringsregeling Meststoffenwet	73
	Bijlage 7-4 Overzicht bedrijfstypen varkenshouderij	74
	Bijlage 7-5 Overzicht bedrijfstypen pluimveehouderij	76
8	Stalbalans-aangifte en mestafvoer Praktijkcentra en praktijkbedrijven	77
	8.1 Algemeen	77
	8.2 Methodes	77
	8.3 Praktijkcentrum Sterksel en Lelystad	78
	8.4 Varkensbedrijven	80

8.5	Pluimveebedrijven	82
8.6	Onnauwkeurigheden	84
8.7	Inzicht in onnauwkeurigheden op verschillende niveau's	84
8.8	Discussie	85
9	Uitwerking aangiften praktijkbedrijven volgens Spoor 2	87
9.1	Algemeen	87
9.2	Voorgaand onderzoek	87
9.3	BMP	88
9.4	Mar2006.nl	89
10	Beschouwing vanuit afnemers van dierlijke mest	91
10.1	Akkerbouw Spoor 1	91
10.2	Akkerbouw Spoor 2	92
10.3	Verbranding	93
	Literatuur hoofdstukken 7, 8, 9 en 10	95

Deel I Samenvattend overzicht systemen

1 Inleiding

Per 1 januari 2006 zal in Nederland een stelsel van gebruiksnormen voor dierlijke mest geïntroduceerd worden als onderdeel van het nieuwe mestbeleid. In dit stelsel worden scherpe eisen gesteld aan de regulering en verantwoording van meststromen. Naast bemonstering en analyse van de aan- en afgevoerde vrachten dierlijke mest dienen gegevens over de laad- en losplaats geregistreerd te worden door middel van AGR en GPS. Deze verplichtingen worden aangeduid als Spoor 1.

De regering heeft de veehouderijsector de ruimte geboden om met alternatieve verantwoordingssystemen voor aan en afvoer van mest te komen (aangeduid als Spoor 2). De ingediende voorstellen zijn beoordeeld door de Commissie Welschen. Geen van de ingediende alternatieven in Spoor 2 werd als volwaardig alternatief voor Spoor 1 aangemerkt. Wel werd door de Commissie geadviseerd een pilot uit te voeren met een potentieel perspectiefrijk systeem op basis van bedrijfsspecifieke forfaits gecombineerd met controlebemonstering.

Aangezien het bedrijfsspecifieke forfait door de Commissie Welschen als meest perspectiefvol is beschreven, heeft het bedrijfsleven besloten om deze methodiek verder uit te werken. Alvorens de minister van LNV een ontheffing kan verlenen voor de bedrijfsspecifieke forfaits dient LNV informatie te verkrijgen over de haalbaarheid van het werken met bedrijfsspecifieke forfaits. Hierbij zijn globaal twee aspecten aan de orde: (1) de nauwkeurigheid (hoe precies kan met elk van de te onderzoeken varianten het bedrijfsspecifieke forfait worden vastgesteld) en (2) de borging (hoe handhaafbaar is het mestbeleid t.a.v. de controleerbaarheid van de daadwerkelijk afgevoerde hoeveelheid mineralen).

In deze rapportage worden de resultaten weergegeven van onderzoek naar de nauwkeurigheid van door het bedrijfsleven aangedragen initiatieven waarmee de afvoer van mineralen met mest van veehouderijbedrijven voor aanwending binnen en buiten het bedrijf kan worden beheerst en verantwoord. Het hoofddoel van deze rapportage is om de opdrachtgevers inzicht te verschaffen in de nauwkeurigheid van de voorliggende initiatieven uit het bedrijfsleven ten opzichte van de nauwkeurigheid van het nieuwe verantwoordingssysteem dat LNV met ingang van 2006 gaat invoeren (opvolging MINAS). De opdracht heeft zich beperkt tot onderzoek naar de nauwkeurigheid en heeft geen betrekking op de borgingsaspecten van de systemen.

De opdrachtgevers voor het onderzoek bestaan uit het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en de projectgroep Spoor 2 met initiatiefnemers voor alternatieve verantwoordingssystemen voor afzet mestmineralen. Het onderzoek wordt uitgevoerd door de onderzoeksinstituten Agrotechnology & Food Innovations (A&F) en de Animal Science Group (ASG) beide onderdeel van Wageningen UR.

Deze rapportage heeft als doel het beoordelen van de nauwkeurigheid van drie systemen:

- Het bemonsteren, analyseren en wegen van alle afgevoerde mest, hier verder Spoor 1 genoemd;
- Het verantwoorden en beheersen van de mineralenafzet via het bedrijfsmineralenplan van Mestbureau West, verder als BMP-initiatief aangeduid;

- Het verantwoorden en beheersen van de mineralenafzet via de aanpak van De Groene Belangenbehartiger, verder als DGB-initiatief aangeduid of MAR2006.nl.

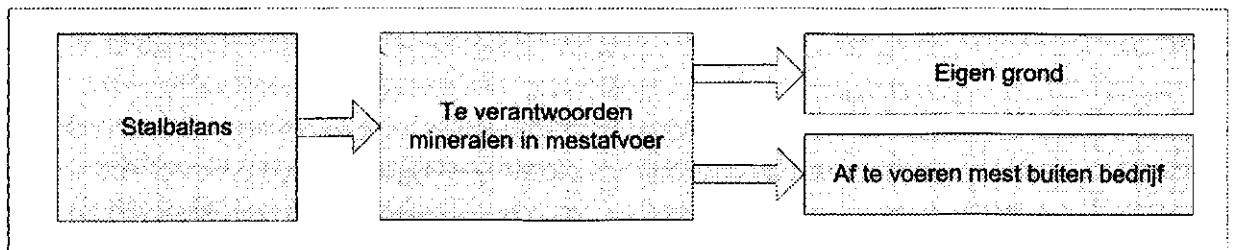
Naast bovengenoemde systemen is door de initiatiefnemers de zogenaamde 1:1 systematiek voorgesteld. Dit kan worden beschouwd als een bedrijfssituatie waarin de mest op eigen grond wordt aangewend en dat niet toegezien wordt op ongelijke belasting van percelen. Gegeven dat de mestproductie in balans is met de hoeveelheid beschikbare grond speelt hierbij alleen het borgingsaspect een wezenlijke rol. Aangezien het hier gaat om 'binnenbedrijf' processen spelen nauwkeurigheidaspecten met betrekking tot de afvoer van mineralen geen rol. Deze systematiek wordt daarom in dit rapport verder niet behandeld.

Ter wille van de leesbaarheid en toegankelijkheid van het rapport is er voor gekozen om het rapport in twee delen te scheiden. In het eerste deel wordt een samenvattend overzicht gegeven van de resultaten van de studie naar de nauwkeurigheid van de bedrijfsinitiatieven. Allereerst wordt schematisch aangegeven welke stromen en hoofdbegrippen een rol spelen in de afzet van mineralen in mest. Vervolgens wordt per systeem een samenvatting gegeven van de resultaten en conclusies. Per systeem wordt aandacht besteed aan de volgende aspecten: de nauwkeurigheid waarmee een systeem op bedrijfsniveau per jaar een inschatting van de hoeveelheid afgevoerde N en P kan maken, de nauwkeurigheid waarmee het systeem in staat is op vrachtniveau een goede inschatting van de hoeveelheid mineralen N en P te geven en aan te bieden aan afnemers. De systemen worden onderling vergeleken. Bij de verantwoording op jaarniveau wordt specifiek gekeken of het BMP- en DGB-initiatief een vergelijkbare of betere nauwkeurigheid kunnen bieden dan Spoor 1. Hierbij wordt ook de nauwkeurigheid van de stalbalans beschouwd die op bedrijfsniveau aangeeft hoeveel mineralen in de mest wordt geproduceerd en moet worden verantwoord. In het eerste deel wordt verder aandacht besteed aan de effecten van een lagere bemonsteringsfrequentie in Spoor 1 en de mogelijkheden van het gebruik van controlekaarten bij een lagere bemonsteringsfrequentie.

De resultaten en conclusies zijn gebaseerd op deelstudies die in het tweede deel van dit rapport zijn opgenomen. De deelstudies bestaan uit een aantal generieke statistische analyses rond de voorliggende verantwoordingssystemen en een aantal studies die ingaan op de aspecten die qua mestafzet voor het individuele bedrijf gelden, met een inventarisatie van bedrijfstypen varkens en pluimvee, een uitwerking van de stalbalansaangifte en mestafvoer voor een aantal praktijkvoorbeelden, een indicatieve uitwerking van Spoor 2 voor aangiften door praktijkbedrijven en een beschouwing vanuit het perspectief van afnemers van dierlijke mest.

2 Stroomschema's en begrippen bij de afzet van mestmineralen

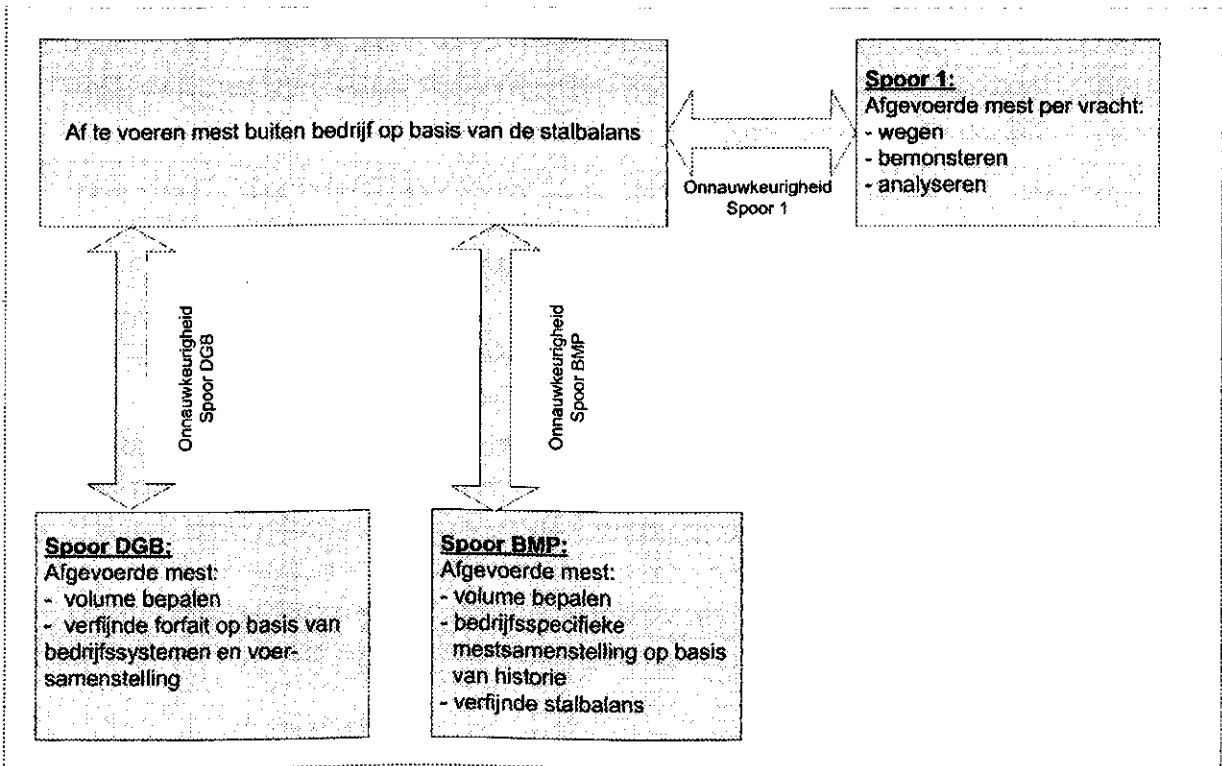
Het doel van de regulering van mineralenafzet is om te zorgen dat de gebruiksnormen bij aanwending van mest uitgedrukt in kg N en P niet worden overschreden en daarmee negatieve milieu-effecten worden vermeden. Veel veehouderijbedrijven hebben te weinig grond om de geproduceerde N en P zonder overschrijding van deze normen op het eigen bedrijf te kunnen afzetten en dienen deze daarom buiten het bedrijf af te zetten. De overheid hanteert hiervoor sinds enkele jaren een reguleringssysteem MINAS en vanaf 1 januari 2006 het z.g. Spoor 1, gebaseerd op een inschatting per bedrijf van de hoeveelheid N en P die in mest wordt geproduceerd.



Deze inschatting is gebaseerd op de zogenaamde stalbalans die de aanvoer bepaalt van de mineralen N en P via voer en de afvoer via dieren, dierlijke producten en gasvormige verliezen, en in het nieuwe stelsel gecorrigeerd voor voorraadverschillen aan het begin en het eind van het jaar. Uit het verschil wordt de hoeveelheid mineralen berekend die in de mest wordt geproduceerd. Als de gebruiksruijme op het bedrijf ontoereikend is moet een hoeveelheid mineralen verantwoord buiten het eigen bedrijf worden afgezet (nb: in de praktijk wordt alleen gekeken naar de mest die buiten het bedrijf moet worden afgezet d.w.z. de stalbalans minus de maximale gift op eigen grond). In Spoor 1 wordt de hoeveelheid N en P die buiten het bedrijf worden afgezet vastgesteld door wegen, bemonsteren en analyseren van alle afgevoerde vrachten. Het verschil tussen de stalbalans en de vastgestelde afvoer van N en P geeft aan hoeveel er op eigen grond aan N en P moet zijn aangewend. Gegeven de gebruiksruijme per ha kan op deze wijze vastgesteld worden of deze normen niet worden overschreden. De nauwkeurigheid van dit mineralensaldo is hierbij dus afhankelijk van de nauwkeurigheid waarmee de stalbalans kan worden ingeschat en de nauwkeurigheid waarmee de afvoer van N en P wordt bepaald.

Dit systeem (Spoor 1) speelt in op het gegeven dat de mestsamenstelling van diercategorieën sterk kan variëren tussen vrachten en tussen bedrijven en dat het daarmee niet voldoende is om alleen de volumestroom te volgen voor een verantwoorde afzet. Alternatieve systemen, zoals voorgesteld in het BMP- en DGB-initiatief zijn gebaseerd op het uitgangspunt dat het mogelijk is de mestsamenstelling (of het volume per eenheid N en P) door zorgvuldig management en bedrijfsinrichting gelijk te houden in de tijd. Dit maakt het mogelijk mest met een voorspelbare

samenstelling af te zetten. In principe kan de verantwoording zich dan beperken tot het bijhouden van de volumeproductie van mest en de volume-afzet buiten het bedrijf.

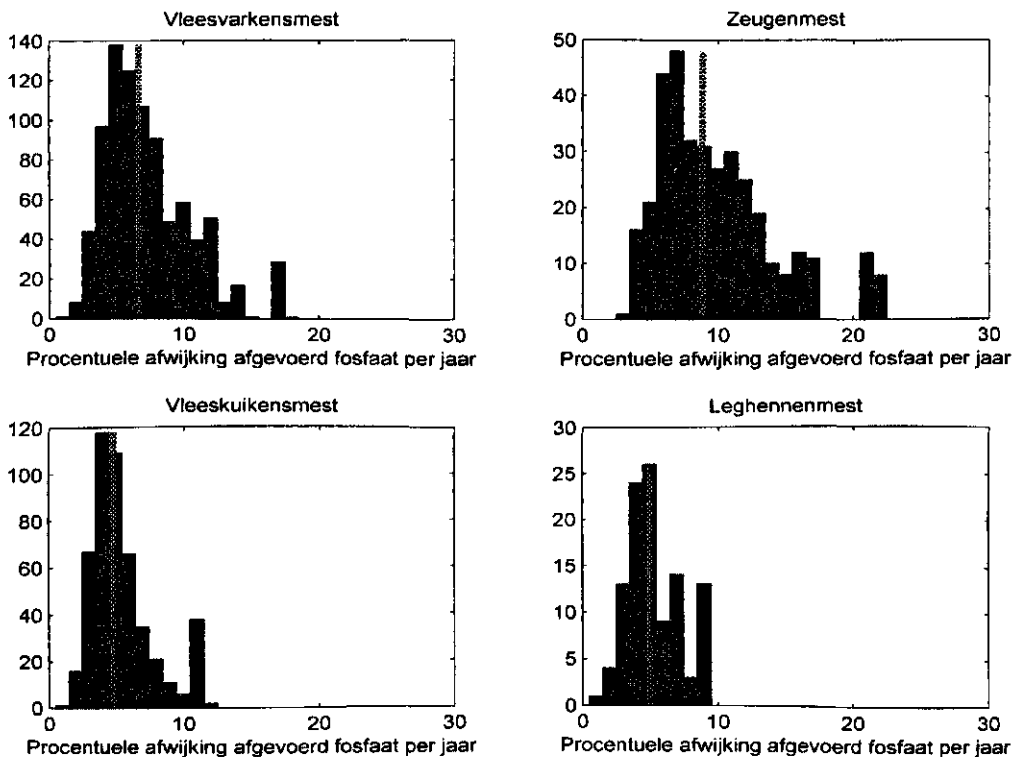


Voor het stimuleren van de afzet van dierlijke mest is het van belang dat afnemers vooraf kunnen beschikken over informatie betreffende de te verwachten samenstelling van mest. Tijdigheid en accuraatheid spelen daarbij een belangrijke rol. Systemen die hierin kunnen voorzien vergemakkelijken de afzet en verminderen de milieurisico's.

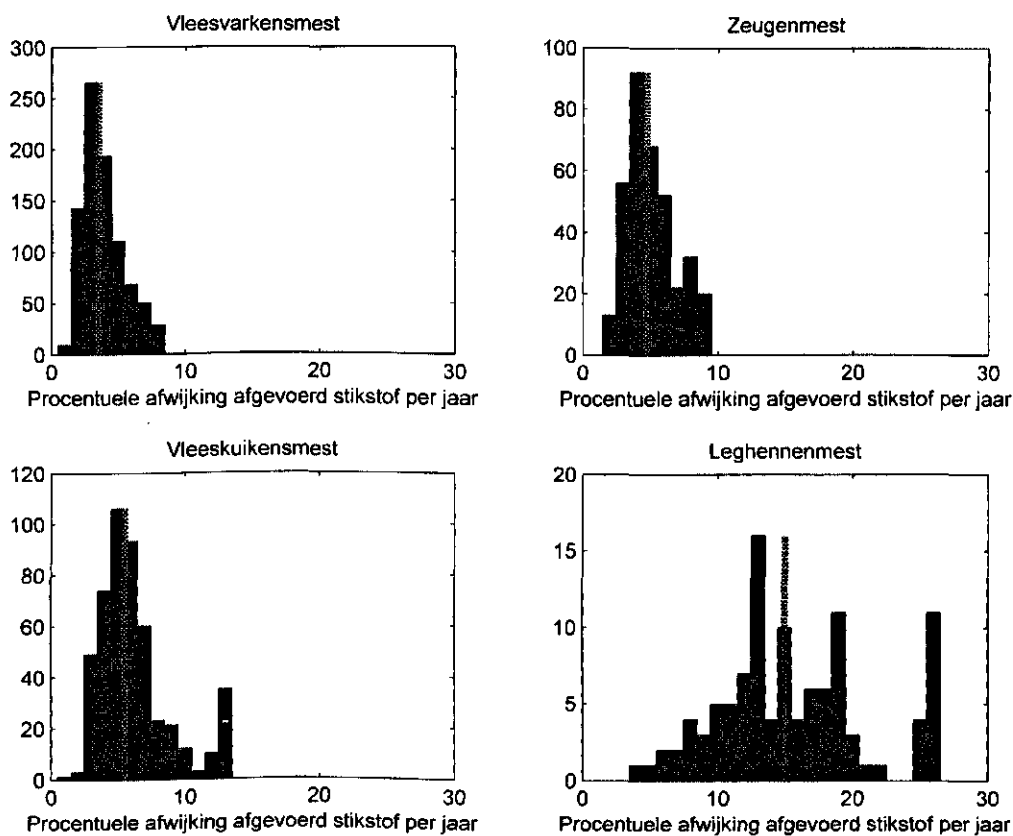
3 Beoordeling Spoor 1

De werkwijze met uitgangspunten voor de beoordeling van Spoor 1 staat gedetailleerd beschreven in deel II (hoofdstuk 2). De uitgevoerde berekeningen zijn toegespitst op het vaststellen van de onnauwkeurigheid waarmee op jaarbasis de hoeveelheid N en P via mestafvoer wordt bepaald. Als maat voor onnauwkeurigheid is gewerkt met 2 maal de standaardfout (95% betrouwbaarheidsinterval).

De resultaten laten zien dat de onnauwkeurigheid op jaarbasis varieert tussen de onderzochte mestcodes. Daarbinnen varieert de onnauwkeurigheid aanzienlijk tussen bedrijven. Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door het aantal vrachten dat wordt afgevoerd en de proportie mengmonstering hierin. Bij een toenemend aantal vrachten, neemt in relatieve zin de informatie toe doordat steeds kleinere proporties van de totale hoeveelheid mest wordt bemonsterd en geanalyseerd. Veel vrachten leidt dus tot grotere nauwkeurigheid. Een groot aandeel mengmonsters leidt tot een verslechtering van de nauwkeurigheid op jaarbasis, vooral daar waar de analysefout een relatief grote rol speelt. De spreiding in onnauwkeurigheid van vaststelling van de jaarlijks afgevoerde hoeveelheid fosfaat en stikstof tussen vier verschillende mestsoorten wordt in Figuur 1 en Figuur 2 weergegeven. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van bedrijfsgegevens uit de dataset 2003 van Dienst Regelingen (zie Figuur 3 en 4 in hoofdstuk 2, deel II). De grijze lijn geeft aan dat 50% van de bedrijven links en rechts hiervan zitten (mediaanwaarde).



Figuur 1 Spreiding in onnauwkeurigheid van vaststelling van de jaarlijks afgevoerde hoeveelheid fosfaat volgens Spoor 1 (grijze lijn = mediaan).



Figuur 2 Spreiding in onnauwkeurigheid van vaststelling van de jaarlijks afgevoerde hoeveelheid stikstof volgens Spoor 1.

Op individueel vrachtniveau leidt het bemonsteren en analyseren tot onnauwkeurigheden zoals vermeld in Tabel 1.

Tabel 1 Onnauwkeurigheden per vracht voor gehalten en in kilogrammen afgevoerd stikstof en fosfaat gebaseerd op bemonsterings- en analysefout (de getallen tussen haakjes bevatten tevens de weegonnauwkeurigheid)

Mestsoort	Onnauwkeurigheid N (%)	Onnauwkeurigheid P (%)
Vleesvarkens	7.6 (7.9)	17.4 (17.6)
Zeugen	9.1 (9.3)	21.8 (21.9)
Vleeskuikens	13.3 (13.4)	11.5 (11.7)
Leghennen	26.3 (26.4)	9.1 (9.3)

In de bepaling van de onnauwkeurigheid is getracht zo gefundeerd mogelijk de verschillende foutenbronnen in beeld te krijgen. De bemonsteringsfout voor vloeibare mest is gebaseerd op recent onderzoek. Voor vaste mest is minder recent onderzoek gebruikt. De analysefout is afgeleid van de resultaten van ringtesten die tussen 1997 en 2004 in het kader van MINAS zijn uitgevoerd. Voor vaste mest waren deze maar zeer beperkt beschikbaar zodat aan de analysefout voor vaste mest een relatief grote onzekerheid kleefte. Bij het vaststellen van de analysefout is

verondersteld dat in laboratoria enkel toevalsfouten worden gemaakt en geen systematische fouten. In de berekeningen is verder uitgegaan van de maximale tussenlaboratoriumvariatie (worst case), uitgaande van de mogelijkheid dat ondernemers telkens met andere laboratoria kunnen werken. In de praktijk zal dit veelal niet zo zijn, waardoor de werkelijke analysefouten kleiner zullen zijn. Wel bestaat het risico dat, wanneer laboratoria systematisch afwijken in de tijd, bedrijven geconfronteerd worden met systematische afwijkingen in hun jaarbalans die niet worden weggemiddeld door toevalsfactoren. Uit de beschikbare ringtesten kon niet worden afgeleid of dit risico bestaat aangezien de geanonymiseerde laboratoria niet over de jaren heen gevolgd kunnen worden.

De systematiek van Spoor 1 heeft zin als in de praktijk grote variaties in de mestsamenvorming optreden die moeilijk voorspeld kunnen worden. Deel II, hoofdstuk 1 bevat een variantie-analyse van de datasets uit 2003 en 2004 van Dienst Regelingen, waarin binnen twee mestcodes de variaties zijn uitgesplitst naar variaties tussen bedrijven, binnen jaren en tussen vrachten inclusief de bemonsterings- en analysefout (zie voor uitgebreide toelichting verder Deel II). Voor beide mestcodes geldt dat de variatie in mestsamenvorming tussen bedrijven veel groter is dan de onnauwkeurigheid van het vaststellen van de afgevoerde hoeveelheid N en P op jaarbasis. Dat betekent dat in ieder geval voor de beide mestcodes vervanging van de Spoor 1 systematiek door een forfait per mestcode, zonder een verfijning hierbinnen, leidt tot een minder nauwkeurige vaststelling van de afgevoerde hoeveelheid N en P per jaar.

Uit dezelfde analyse blijkt tevens dat, als overall-beeld, de feitelijke tussenvrachtwijziging van een bedrijf de bemonsterings- en analysefout aanzienlijk overstijgt. Dat betekent dat, ondanks hun substantiële onnauwkeurigheden, het bemonsteren en analyseren bijdraagt aan het schetsen van een beter beeld van de mestsamenvorming van de vracht. Te verwachten is dat van afnemerszijde veelal veel hogere eisen gesteld zullen worden aan de nauwkeurigheid van de mestsamenvorming dan nu gehaald wordt, met het oog op inpassing in het bemestingsplan.

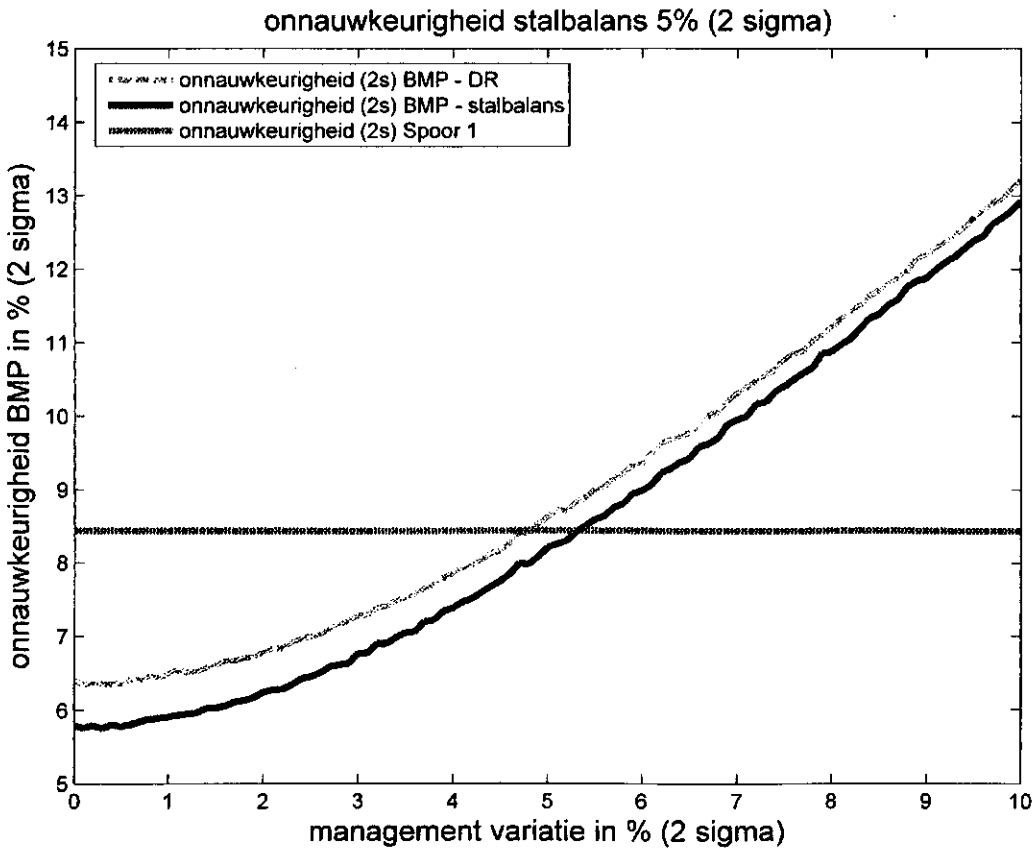
4 Beoordeling BMP-systematiek

Het BMP initiatief is gebaseerd op het vaststellen van een bedrijfsspecifiek forfait en een bedrijfsspecifieke mestsamenstelling (BSS) die stabiel in de tijd wordt verondersteld. Het uitgangspunt is dat in een constante managementomgeving de variatie in mestsamenstelling onder controle kan worden gehouden. De mestsamenstelling is daarmee voorspelbaar en milieurisico's bij de aanwending (overschrijding gebruiksnormen) kunnen door het bijhouden van aangewende volumes mest beheerst worden. Een accuraat voorspelde mestsamenstelling heeft bovendien als voordeel dat de afzetmogelijkheden worden verbeterd doordat vraag (vooraf gewenste kwaliteit) en aanbod beter op elkaar kunnen worden afgestemd.

BMP werkt met een prognose van de stalbalans die de af te voeren hoeveelheid mestmineralen vaststelt voor een te verantwoorden periode. Het schat de mestsamenstelling (of hieruit afgeleid het volume per eenheid N en P) op basis van de voorafgaande bedrijfshistorie van drie jaar. Hierbij wordt de berekende stalbalans over de voorafgaande drie jaar en de gemeten geproduceerde hoeveelheid mest (vrachten mest die zijn afgevoerd) op elkaar gedeeld. Stalbalans en BSS geven vervolgens aan hoeveel mest er wordt geproduceerd. Vervolgens kan, rekening houdend met de gebruikruimte van de hoeveelheid eigen grond, de minimaal af te voeren hoeveelheid mest worden vastgesteld. Na afloop van de verantwoordingsperiode zal een volumesaldo ontstaan (verschil tussen verwachte en waargenomen hoeveelheid) dat, gezien de geringe fout in de volumebepaling, hoofdzakelijk aan een afwijking in de mestsamenstelling kan worden toegeschreven. Deze informatie wordt weer meegenomen in het daarop volgende jaar, enz. Het volumesaldo weerspiegelt telkens de fout die per jaar gemaakt wordt, deze kan tevens opgevat worden als het mineralensaldo over een jaar en is daarmee direct vergelijkbaar met het mineralensaldo dat in Spoor 1 wordt berekend.

In Deel II, hoofdstuk 3 zijn een aantal berekeningen uitgewerkt die tot doel hebben om na te gaan of deze benadering leidt tot een gelijkwaardige of betere nauwkeurigheid dan Spoor 1. Hierbij is gekeken naar de onnauwkeurigheid van het geschatte mineralensaldo. Voor Spoor 1 bestaat deze uit de onnauwkeurigheid van de hoeveelheid afgevoerde N en P vermeerderd met de onnauwkeurigheid van de stalbalans. Deze laatste is niet bekend. De benodigde gegevens voor afleiding hiervan zijn niet beschikbaar in deze studie. Volgens opgave van LNV bedraagt de onnauwkeurigheid van de stalbalans 5% ongeacht de bedrijfsgrootte. In de BMP-systematiek heeft de nauwkeurigheid van de stalbalans invloed op de BMP-nauwkeurigheid. Een betere stalbalans leidt tot een betere volumeschatting van geproduceerde mest. Essentieel voor BMP is dat de mestsamenstelling constant blijft. Voor een verantwoording op jaarbasis mag deze van jaar tot jaar niet te veel verschillen. In Figuur 3 is het effect van de managementvariatie tussen jaren (X-as) op de totale BMP-onnauwkeurigheid uitgezet. Tevens is aangegeven wanneer de onnauwkeurigheid van BMP die van Spoor 1 overschrijdt. Voor Spoor 1 is daarbij een representatieve nauwkeurigheid verondersteld (mediaan waarde) omdat deze, zoals hierboven geschetst, afhankelijk is van de bedrijfssituatie (aantal vrachten en mengmonsters). De figuur laat

zien dat een spreiding op een bedrijf tussen jaren van ten hoogste 5% tot een betere of vergelijkbare nauwkeurigheid leidt.



Figuur 3 Onnauwkeurigheid BMP als functie van de management onnauwkeurigheid.

Geconcludeerd kan worden dat BMP in vergelijking met Spoor 1 tot een betere inschatting van het mineralensaldo kan leiden, mits de variatie tussen jaren niet te groot is. Hiervoor zal dus wel een stricte selectie van bedrijven dienen plaats te vinden. In de variantie-analyse in hoofdstuk 1 van deel II is een inschatting gemaakt van het niveau van deze van jaar tot jaar variatie binnen een gemiddeld bedrijf. Helaas bevat deze dataset slechts 2 jaren, wat betekent dat de tussenjaar variatie maar zeer indicatief ingeschat kan worden. De berekende spreiding varieerde hier tussen de 10 en 20%. Dit wijst er op dat rekening moet worden gehouden met een aanzienlijke selectie om BMP gelijkwaardig te maken.

Een andere conclusie t.a.v. de BMP nauwkeurigheid is dat deze onafhankelijk is van het aantal afgevoerde vrachten. Bij een directe vergelijking van BMP met Spoor 1 op bedrijfsniveau, zal Spoor 1 voor bedrijven met veel vrachten relatief eerder een betere nauwkeurigheid hebben.

BMP baseert de inschatting van de mestsamenstelling op (de historische gegevens van) de stalbalans gedeeld door de geproduceerde hoeveelheid mest. De laatste post bestaat uit mest die

op eigen land is aangewend en mest die is afgevoerd. Een niet correcte opgave van de op de eigen grond aangewende mest leidt tot een systematische fout in de samenstelling voor de daarop volgende periode, die zich telkens zal herhalen en voor de buitenwereld niet zichtbaar is. Het kunnen aantonen van de totale hoeveelheid geproduceerde mest in een jaar is dus van belang om de mestsamenstelling te kunnen borgen. Dit zou kunnen door een systeem dat het mestvolume registreert op het bedrijf voordat het wordt afgevoerd, of door een systeem waarbij van de controlekaartsystematiek gebruik wordt gemaakt. Hierbij wordt volgens een vaste regelmaat een deel van de afgevoerde mest bemonsterd. In hoofdstuk 7 is uitgewerkt hoe dit zou kunnen werken. Het onderscheidend vermogen wordt hier beter naarmate de variatie tussen vrachten op een bedrijf afneemt. Om voldoende onderscheidend vermogen te bereiken zullen hier grenzen aan moeten worden gesteld.

In het BMP-initiatief zal ook aandacht besteed moeten worden aan een zo groot mogelijke constantheid van de samenstelling over de vrachten heen van een bedrijf. De analyse in hoofdstuk 1 van deel II laat zien dat de variatie aanzienlijk kan zijn. Deelnemende afnemers in BMP vinden het juist aantrekkelijk om een zo constant mogelijke samenstelling te ontvangen.

5 Beoordeling DGB-systematiek

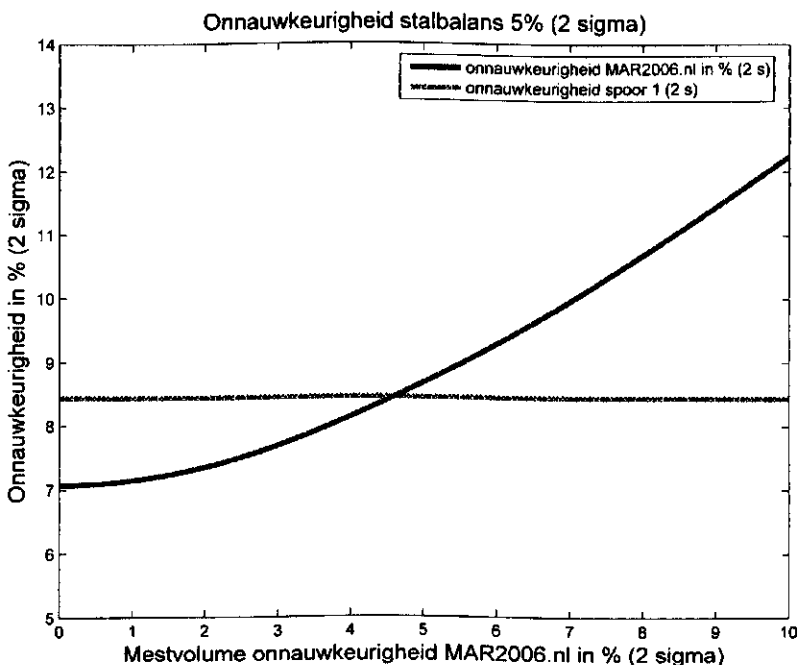
De Groene Belangenbehartiger heeft het MAR2006.nl systeem uitgewerkt als een alternatief voor Spoor 1. Dit alternatief berekent ieder kwartaal een nieuw bedrijfsspecifiek forfait (BSF), gebaseerd op de stalbalans en bepaling van het geproduceerd volume in het afgelopen kwartaal.

De MAR2006.nl systematiek werkt dus als volgt:

$$\text{MestGehalte}_t = \frac{\text{Uitgerekende_stalbalans_N,P(kg)}_{t-1}}{\text{Uitgerekend_geproduceerd_mestvolume(m}^3\text{)}_{t-1}}$$

Om de onnauwkeurigheid van het MAR2006.nl systeem te kunnen vaststellen hebben we dus informatie nodig van de onnauwkeurigheid van de stalbalans en het geproduceerd mestvolume. De exacte bronnen om deze informatie te verwerken zijn echter (nog) niet voorhanden in deze studie.

Wel kan een indicatie worden gegeven van de onnauwkeurigheid van MAR2006.nl in vergelijking met Spoor 1, waarbij we uitgaan van een onnauwkeurigheid van de stalbalans van 5% (2s). In Figuur 4 is weergegeven wat de invloed van de onnauwkeurigheid van het geproduceerde mestvolume is op de onnauwkeurigheid van de (N en P) gehalten in de mest. Ter vergelijking met de onnauwkeurigheid van Spoor 1, is de mediaan van de onnauwkeurigheid van Spoor 1 van alle vleesvarkensbedrijven weergegeven. Deze is 6.8% (2s).



Figuur 4 Onnauwkeurigheid van MAR2006.nl als functie van de onnauwkeurigheid van het geproduceerde mestvolume.

Uit Figuur 4 blijkt dat het mogelijk is om met MAR2006.nl op jaarbasis het mestgehalte met een grotere nauwkeurigheid vast te stellen, mits de onnauwkeurigheid van de bepaling van het geproduceerde mestvolume niet te groot is. Verder blijkt dat de onnauwkeurigheid van MAR2006.nl minimaal de onnauwkeurigheid van de stalbalans is, n.l. indien de onnauwkeurigheid van het geproduceerde mestvolume gelijk is aan nul. Aarnink en Huijben (1988) geven aan dat het mestvolume over een jaar binnen een vleesvarkenscategorie aanzienlijk kan variëren tussen bedrijven. In een steekproef met 38 bedrijven werd een variatieniveau (2s) tussen bedrijven gevonden van gemiddeld 38% voor de onderscheiden voer- en drinkwatersystemen. Deze variatie kan worden verkleind via gericht bedrijfsmanagement door b.v. te sturen op waterverbruik.

De vergelijking met Spoor 1 is nu gedaan met behulp van de mediaan van de onnauwkeurigheid over alle vleesvarkensbedrijven. Dat wil zeggen dat de vergelijking voor een gemiddelde bedrijfsomvang is uitgevoerd. We weten dat bij grotere bedrijven de onnauwkeurigheid van Spoor 1 kleiner is (zie invloed van aantal vrachten in Spoor 1). Voor de onnauwkeurigheid van de stalbalans kennen we de invloed van bedrijfsomvang niet, maar het ligt ook in de lijn der verwachting dat deze ook daalt bij grotere bedrijven. Wanneer een bedrijf bijvoorbeeld meer vrachten voer aanvoert, dan zal de gehalte_fout van het voer op jaarbasis meer uitmiddelen. Dit is in feite hetzelfde principe als bij mest.

De benodigde onnauwkeurigheid van het geproduceerde mestvolume is, om het vergelijkbaar te maken met Spoor 1, uitgedrukt op jaarbasis. Dit is niet volledig identiek aan de benodigde onnauwkeurigheid op kwartaalbasis. De benodigde onnauwkeurigheid op kwartaalbasis zal wat hoger uitvallen, omdat naar verwachting een deel van de onnauwkeurigheid op kwartaalbasis zal uitmiddelen wanneer we omrekenen naar een onnauwkeurigheid op jaarbasis.

Toelichting:

Er geldt: berekend geproduceerd mestvolume in een kwartaal is:

(eindvoorraad mest – beginvoorraad mest) + afgevoerde mest

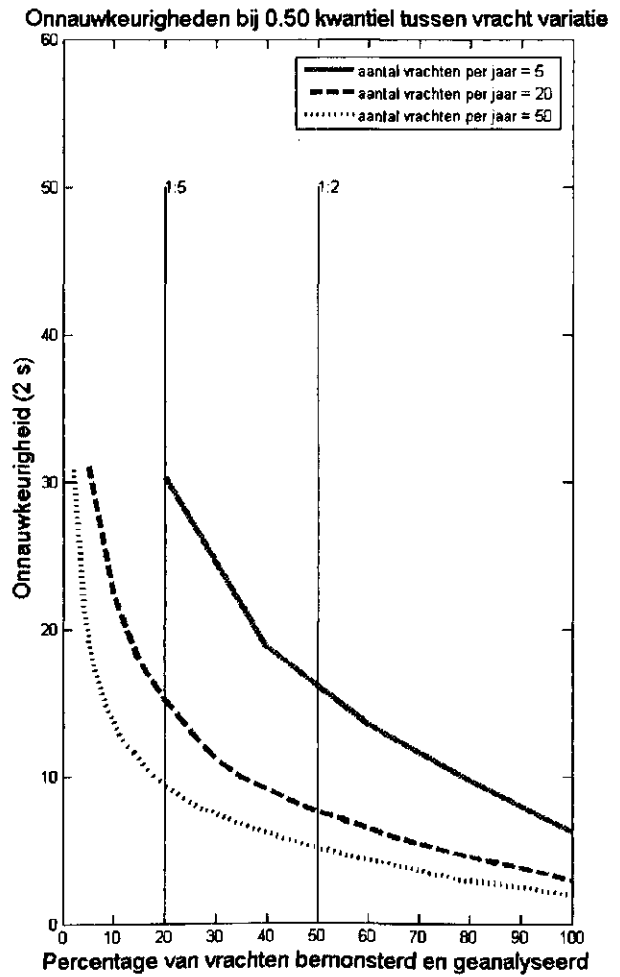
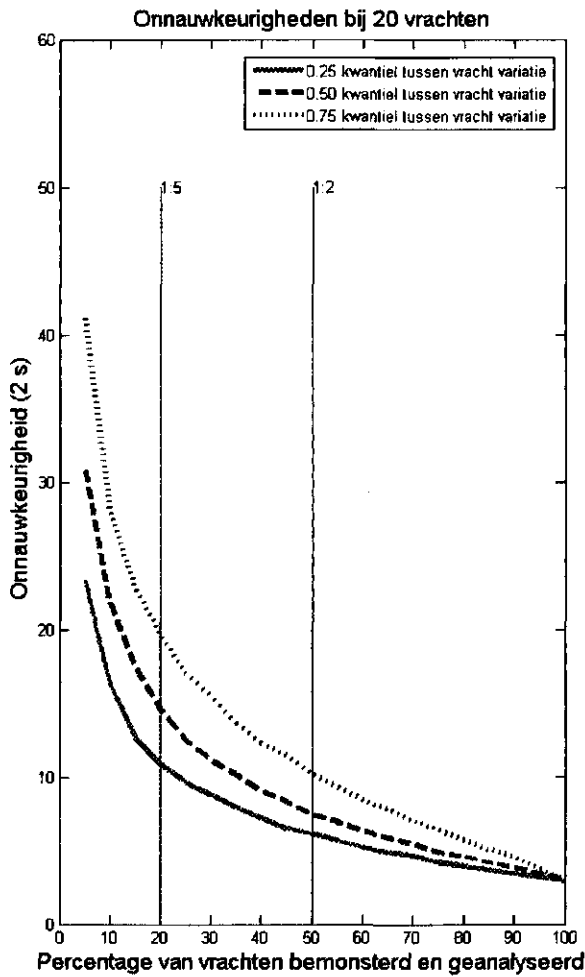
De onnauwkeurigheid van het geproduceerde mestvolume wordt dus enerzijds veroorzaakt door onnauwkeurigheid in de voorraadbepaling en anderzijds door de onnauwkeurigheid van de volume-meting van de afgevoerde mest. Fouten die worden gemaakt bij de voorraadbepaling op 31 maart, 30 juni en 30 september hebben op jaarbasis immers geen invloed.

6 Effecten van afnemende bemonsteringsfrequentie in Spoor 1

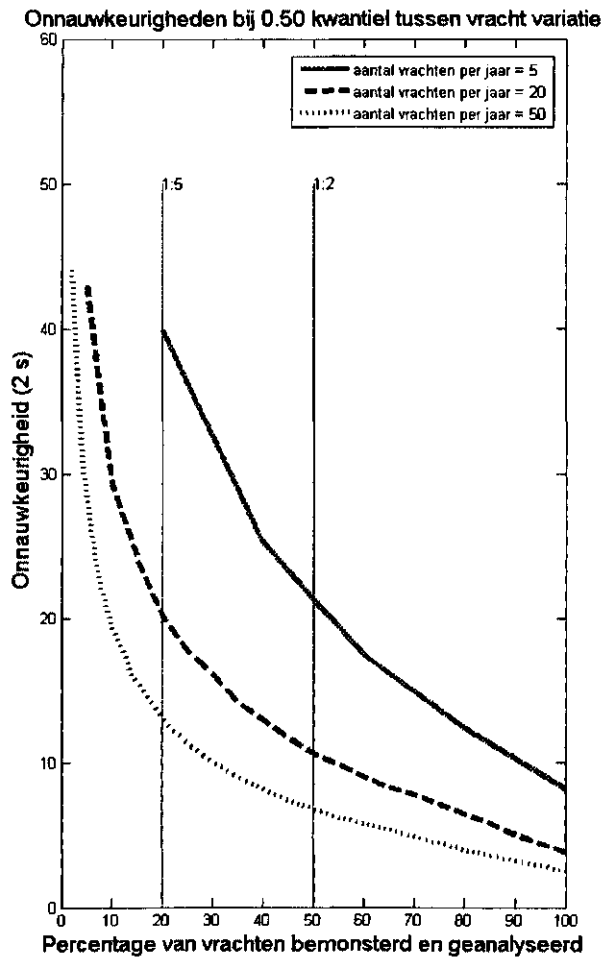
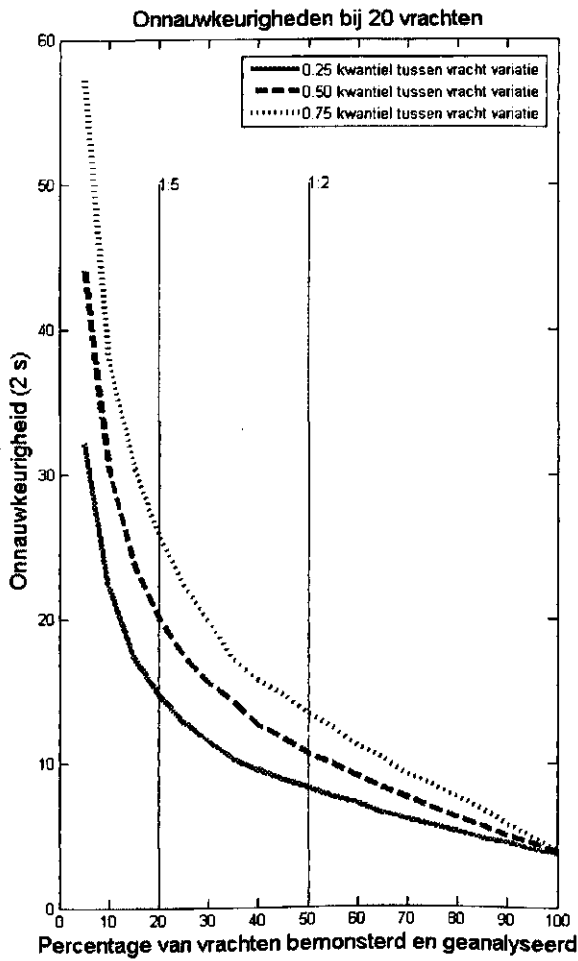
Bij de bepaling van de jaarlijkse hoeveelheid afgevoerde mineralen op basis van bemonsteren en analyseren is het aantal monsters en analyses van belang. Het beste resultaat in de Spoor 1 systematiek wordt uiteraard verkregen indien alle vrachten worden bemonsterd en geanalyseerd. De vraag is nu in hoeverre de onnauwkeurigheid oploopt als er minder bemonsterd en geanalyseerd wordt. In hoofdstuk 5 deel II is uitgewerkt hoe minder frequent bemonsteren de nauwkeurigheid op jaarbasis kan beïnvloeden. Hier volgt een samenvatting.

Een lagere bemonsteringsfrequentie kan worden uitgedrukt als het percentage van de vrachten dat bemonsterd en geanalyseerd wordt. Uitgangspunt in deze beoordelingsstudie is dat bij een lagere bemonsteringsfrequentie de monsters aselekt worden gekozen. Zoals eerder toegelicht beïnvloeden het aantal vrachten en de proportie mengmonsters de onnauwkeurigheid op bedrijfsniveau. In deze studie is er voor gekozen de proportie mengmonsters constant te houden door deze op nul te zetten. De effecten van twee bedrijfsfactoren zijn inzichtelijk gemaakt: het aantal vrachten per bedrijf en de mate van variatie in mestsamenstelling tussen vrachten van hetzelfde bedrijf. Hiertoe zijn voor de tussenvrachtvariatie vier verschillende niveaus doorgerekend die corresponderen met de 4 kwantielen voor tussenvrachtvariatie (zie deel II). Voor twee mesttypes (mestcode 39, vleeskuikenmest en 52a, vleesvarkenmest) zijn voor fosfaat de verschillende mogelijkheden doorgerekend. De resultaten hiervan worden weergegeven in Figuur 5 en Figuur 6. Twee bemonsteringsfrequenties worden hierbij uitgelicht: 50% bemonsteren en analyseren (1:2) en 20% bemonsteren en analyseren (1:5).

In de figuren zijn de gestippelde lijnen in het linker en rechter diagram gelijk aan elkaar. Dit is het verloop in onnauwkeurigheid bij 20 vrachten en een tussen-vracht variatie gelijk aan de mediaan (0.50 kwantiel) van alle bedrijven voor de twee mestcodes. Het linker diagram geeft daarbij de invloed aan van een grotere of kleinere tussen-vracht variatie binnen een bedrijf. Het rechter diagram laat de verschillen zien bij een groter en kleiner aantal afgevoerde vrachten per jaar.



Figuur 5 Minder bemonsteren voor mestcode 39 fosfaat. Linkerfiguur; invloed van verschillende tussen-vracht variaties (zie tabel 1) bij 20 vrachten afvoer. Rechterfiguur; invloed van het aantal afgevoerde vrachten bij een tussen-vracht variatie behorend bij het 0.50-kwantiel van de verdeling van bedrijven.

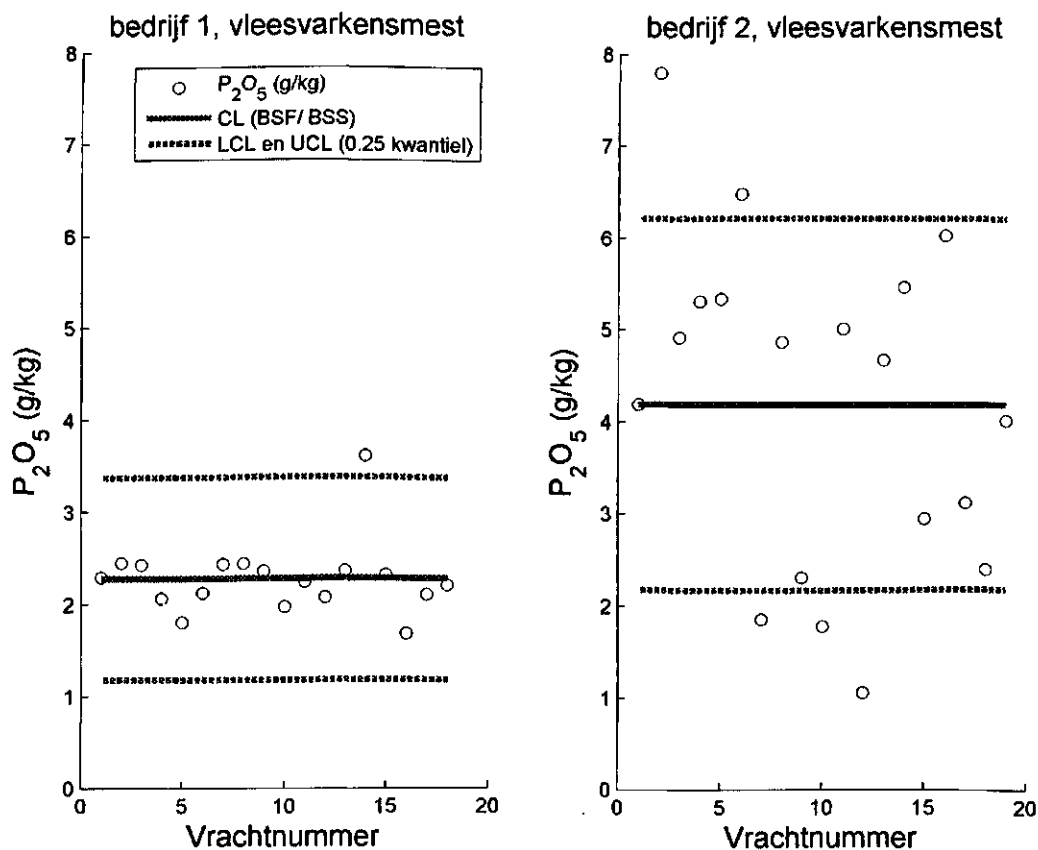


Figuur 6 Minder bemonsteren voor mestcode 52a fosfaat. Linkerfiguur; invloed van verschillende tussen-vracht variaties (zie tabel 1) bij 20 vrachten afvoer. Rechterfiguur; invloed van het aantal afgevoerde vrachten bij een tussen-vracht variatie behorend bij het 0.50-kwantiel van de verdeling van bedrijven.

7 Mogelijkheden toepassing controlekaart

Controle- of regelkaarten zijn in de statistiek een bekend middel om de stabiliteit van een proces “in control” te houden. Deze benadering kan gebruikt worden om te controleren of in de BMP- of DGB-systematiek de uitgerekende BSS reëel is voor het lopende jaar. Controlekaarten hebben een zogenaamde Centrale Lijn (CL) en onderste en bovenste regelgrenzen (UCL en LCL, Upper and Lower Control Limit, respectievelijk). Deze regelgrenzen worden zo gekozen dat de kans zeer klein is dat een stabiel proces buiten deze grenzen valt. In de toepassing van dit rapport zijn deze grenzen gekoppeld aan bemonsterings- en analysecon nauwkeurigheden en tussen-vracht variatie per vracht. De CL is gelijk aan de berekende BSS (BMP) of bedrijfsforfait (DGB).

In Figuur 7 staat voor 2 bedrijven de regelkaartenaanpak uitgewerkt; een bedrijf dat bijna helemaal “in control” is en een bedrijf dat “out of control” is. De data zijn gehaald uit de dataset van Dienst Regelingen. De CL is berekend als gemiddelde van alle metingen in de figuur. Dit is een vereenvoudiging van het beoogde systeem waarin op basis van historische gegevens de CL (of BSS) wordt geschat of door middel van stalbalans en volumebepaling. De LCL en UCL zijn berekend op basis van de bemonsterings- en analyse onnauwkeurigheid en de tussen-vracht variatie op vrachtniveau. Daarbij is gerekend met $3 \times$ standaardafwijking die 99.9% van alle data punten zou moeten bevatten.



Figuur 7 Controlekaarten toegepast op twee bedrijven over de jaren 2003 en 2004

In bovenstaand voorbeeld is uitgegaan van een tussenvrachtvariatie gelijk aan het 0.25 kwantiel van de tussenvrachtvariëaties van de dataset van Dienst Regelingen. Met het 0.25 kwantiel wordt dat niveau van tussenvrachtvariatie van een bedrijf bedoeld, waarbij 25 procent van alle bedrijven een lagere tussenvrachtvariatie heeft. De tussenvrachtvariatie bepaalt mede de controlegrenzen. Overschrijding van deze grenzen betekent dat de aangenomen stabiliteit niet waargemaakt wordt. Frequente overschrijdingen in één richting geven daarbij aan dat de BSS systematisch in deze richting afwijkt.

Voorstelbaar is dat in een controlekaart-systeem vooraf wordt vastgelegd aan welke grenzen deze stabiliteit, dwz tussenvrachtvariatie, moet voldoen. Als voorbeeld is hieronder een uitwerking opgenomen voor twee mestsoorten waarbij voor drie vastgestelde niveaus van tussenvrachtvariatie de controlegrenzen zijn berekend. De gekozen niveaus van tussenvrachtvariatie zijn afgeleid van de kwantielwaarden uit de dataset van Dienst Regelingen (zie hoofdstuk 6, deel II).

In Tabel 2 zijn de bedrijven met dezelfde mestcategorie (in dit geval alleen vleesvarkens respectievelijk vleeskuikenbedrijven) gerangschikt op niveau van tussenvrachtvariatie.

Tabel 2 Te verwachten afwijking in gemeten gehalten fosfaat en stikstof in de mest (2s en 3s) bij verschillende niveau's van variatie tussen vrachten (binnen een jaar), in g/kg.

Diercategorie		1 vracht (2s)		1 vracht (3s)	
		P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
Vleesvarkens	0.25 kwantiel	32,12	19,54	48,18	29,31
	0.50 kwantiel	44,54	28,05	66,81	42,08
	0.75 kwantiel	56,73	35,82	85,10	53,73
Vleeskuikens	0.25 kwantiel	23,07	20,05	34,61	30,08
	0.50 kwantiel	31,20	26,57	46,80	39,86
	0.75 kwantiel	42,58	32,82	63,87	49,23

Voorbeeld:

Stel dat de redenering is dat uitsluitend de 25 procent beste bedrijven qua homogeniteit van P₂O₅-gehalte in vleesvarkensmest aan bepaalde eisen voldoen, dan is het aan deze bedrijven om telkens aan te tonen dat ze aan deze homogeniteit kunnen voldoen. De onnauwkeurigheid (3s) van een waargenomen P₂O₅-gehalte is voor deze bedrijven niet groter dan 48.18 procent. De marge rond de CL (of BSS) is voor deze bedrijven dus bepaald, namelijk het traject: {BSS minus 48.18 procent ; BSS plus 48.18 procent}.

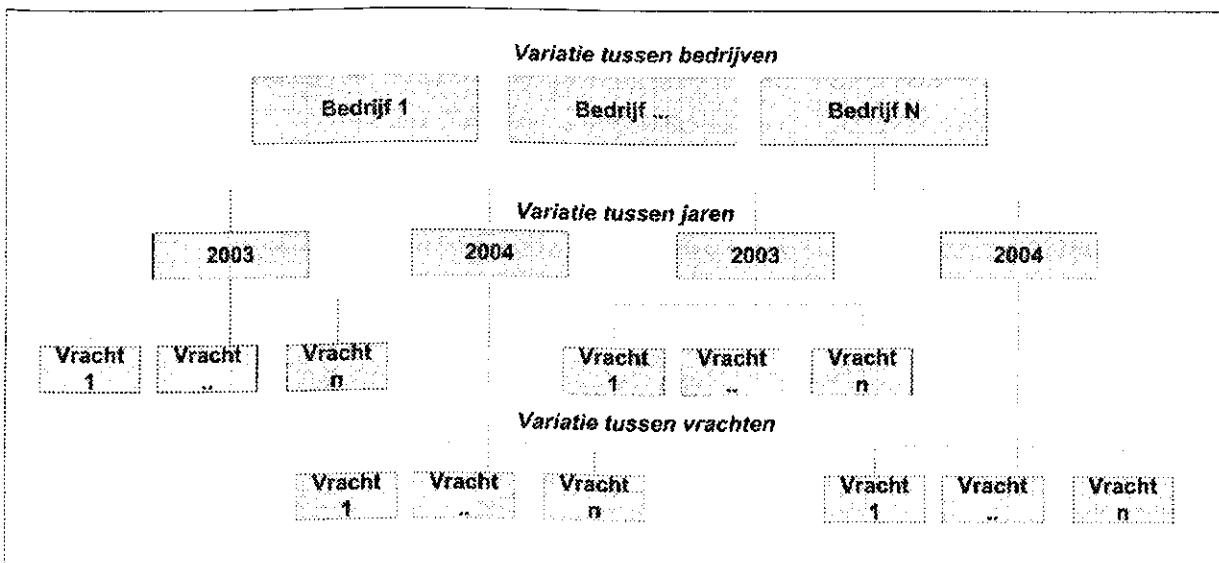
Deel II Deelstudies

1 Analyse datasets 2003 en 2004 Dienst Regelingen

De dataset van Dienst Regelingen bevat gegevens van een groot aantal bedrijven. Per bedrijf zijn gegevens van twee jaren (2003 en 2004) ter beschikking. Van de bedrijven zijn per jaar zijn verschillende aantallen vrachten afgevoerd en geanalyseerd. Op basis van de gehalten van P en N van de in het laboratorium geanalyseerde monsters (inclusief mengmonsters) is een zogenaamde variantie-componenten analyse uitgevoerd. Deze statistische analysetechniek heeft als doel om verschillende variatiebronnen te kwantificeren. In deze rapportage worden de volgende variantie-componenten onderscheiden:

- Variatie in gehalten tussen bedrijven
- Variatie in gehalten tussen jaren binnen bedrijven
- Variatie in gehalten tussen vrachten binnen jaren van bedrijven

Dit is een geneste structuur, die in Figuur 1 is gevisualiseerd.



Figuur 1 Visualisatie van de structuur van de dataset Dienst Regelingen. Met behulp van statistische techniek variantie-componenten worden de genoemde variaties geschat. Op vrachtniveau worden de gehalten N en P vastgesteld.

In deze rapportage is de genoemde techniek toegepast op twee mestcodes: 39 (vleeskuikens) en 52a (vleesvarkens). In Tabel 1 staan daarvan enige karakteristieke gegevens van aangegeven.

Tabel 1 Aantal bedrijven beschikbaar per mestcode met de gemiddelde P en N gehalten.

Mestcode	Aantal bedrijven	Mediaan aantal vrachten	Gem. P (g/kg)	Gem. N (g/kg)
39	365	13.5	18.0	34.0
52a	490	10	4.4	7.7

Er zijn voor deze variantie-componenten analyse voldoende bedrijven beschikbaar. Het aantal jaren (slechts 2) is zeer beperkt. Dit maakt het schatten van de variatie tussen jaren binnen bedrijven lastig, zo niet onmogelijk. Idealiter zouden we meerdere jaren ter beschikking willen hebben. De variatie tussen bedrijven en de variatie tussen vrachten kan wel uitstekend geschat worden met deze dataset.

In Tabel 2 staan de geschatte onnauwkeurigheden op de verschillende niveaus. De labels van de verschillende kolommen worden hieronder nader verklaard.

- Variatie tussen bedrijven: betreft de verschillen in mestsamenvestelling (gehalten N en P) tussen bedrijven. Met andere woorden: niveau verschillen in mestsamenvestelling tussen bedrijven gemiddeld over de twee jaren in deze dataset.
- Variatie tussen jaren binnen bedrijven: betreft de verschillen binnen de bedrijven tussen de jaren 2003 en 2004. De variatie is berekend als een gemiddelde variatie over alle bedrijven.
- Variatie tussen vrachten binnen jaren en bedrijven: betreft de verschillen tussen vrachten die veroorzaakt kunnen worden door bemonsterings- en analyse onnauwkeurigheden of daadwerkelijke variaties in mestsamenvestelling binnen een bedrijf.
- Variatie door bemonsteren en analyseren: In de uitwerking van Spoor 1 zijn voor een aantal diercategorieën bemonsterings- en analyse onnauwkeurigheden aangegeven. Het betreft hier de bemonsterings- en analyse onnauwkeurigheid van 1 vracht.
- Variatie van gehalte in de mest: dit is de werkelijke fluctuatie (verschillen) in gehalten N en P binnen een bedrijf en binnen een jaar. Dit is een gecorrigeerde waarde van de tussen vracht variatie voor de bemonsterings- en analyse onnauwkeurigheid.

Tabel 2 Procentuele onnauwkeurigheden van de verschillende onderscheiden variaties voor stikstof en fosfaat, respectievelijk.

Procentuele onnauwkeurigheden (2 s) van stikstof

Mestcode	Tussen bedrijven	Tussen jaren	Tussen vrachten	Bemonsteren en analyseren	Gehalte in de mest
39	23.3	12.4	36.9	13.3	34.4
52a	34.9	10.5	39.8	7.6	39.1

Procentuele onnauwkeurigheden (2 s) van fosfaat

Mestcode	Tussen bedrijven	Tussen jaren	Tussen vrachten	Bemonsteren en analyseren	Gehalte in de mest
39	31.1	15.3	43.6	9.1	42.6
52a	39.3	20.5	62.2	17.4	59.7

De uitgerekende onnauwkeurigheden in Tabel 2 zijn de gemiddelde onnauwkeurigheden over alle bedrijven heen. Voor de tussen jaren en tussen vrachten onnauwkeurigheden geldt dat er bedrijven zijn die het “beter doen” maar ook bedrijven die het “slechter doen”. Voor de grotere

bedrijven zou een aparte analyse uitgevoerd kunnen worden op de tussen vracht variatie. In Figuur 2 van het document over BMP staan voor twee bedrijven de P-waarden geplot als functie van het vrachtnummer. Een bedrijf met een kleine variatie tussen de analyse resultaten en een bedrijf met een aanzienlijke variatie tussen vrachten.

2 Methode vaststelling onnauwkeurigheid Spoor 1

In dit onderzoek is de vaststelling van de onnauwkeurigheid geïmplementeerd in Matlab door middel van simulatie. Het zou theoretisch kunnen worden afgeleid uit de afzonderlijke onnauwkeurigheden. In dit onderzoek is er voor gekozen om de nauwkeurigheid te bepalen met behulp van simulaties. Dit geeft meer mogelijkheden om op een eenvoudige manier aanpassingen te verrichten. De resultaten van de simulatie zijn getoetst door middel van formulematige berekeningen.

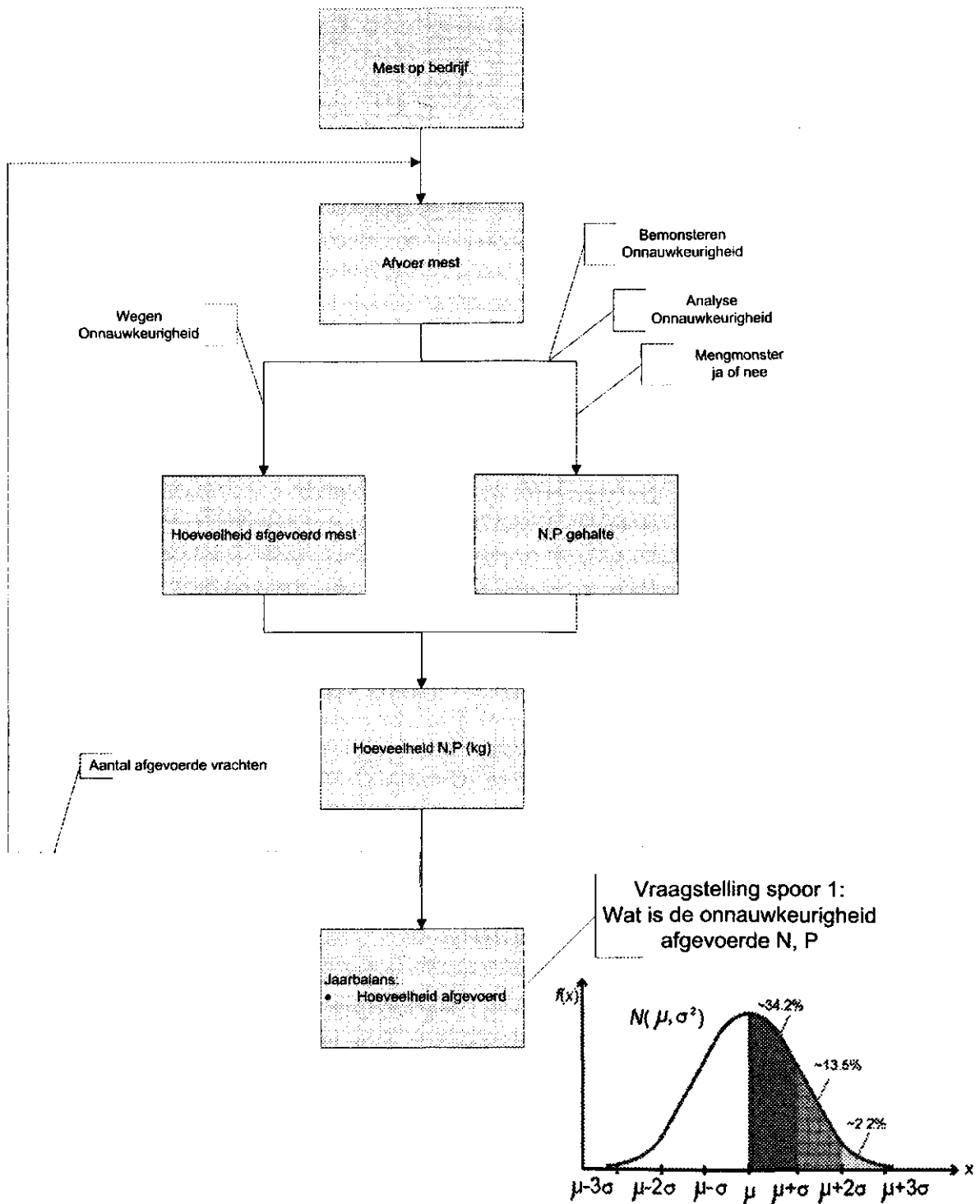
De simulatie geeft de mogelijkheid om op bedrijfsniveau de nauwkeurigheid te berekenen van de vastgestelde hoeveelheid afgevoerde stikstof en fosfaat per jaar. Als uitgangsbasis voor de simulatie zijn er twee bronnen van informatie genomen. Enerzijds is op basis van onderzoeken uit het verleden onnauwkeurigheden vastgesteld voor verschillen diercategorieën, anderzijds wordt een dataset gebruikt van Dienst Regelingen om per diercategorieën en per bedrijf te bepalen hoe de mestafvoer van een specifiek bedrijf in een jaar is verlopen (aantal vrachten dat is afgevoerd, aantal analyses dat is uitgevoerd, vrachtgrootte etc.). Deze beide bronnen van informatie worden in de simulatie ingevoerd, wat per bedrijf een onnauwkeurigheid oplevert.

Figuur 1 geeft een visualisatie van de simulatie, zoals geïmplementeerd in Matlab. Voor de onnauwkeurigheden is er rekeningen gehouden met de volgende zaken:

- Weegonnauwkeurigheid
- Bemonsteringsonnauwkeurigheid
- Analyseonnauwkeurigheid
- Aantal vrachten samengenomen in een mengmonster

In de volgende paragrafen worden deze onnauwkeurigheden gespecificeerd en verantwoord op welke basis we tot die onnauwkeurigheden zijn gekomen.

Tenzij anders genoemd, zijn onnauwkeurigheden altijd uitgedrukt in $2 \times$ standaardafwijking wat grofweg gezegd een 95% betrouwbaarheidsinterval oplevert. Er wordt in dit onderzoek vanuit gegaan dat de onnauwkeurigheden normaal verdeeld zijn. In de simulatie wordt dan ook een trekking gedaan uit een normale verdeling met de bijbehorende onnauwkeurigheid. Bijvoorbeeld: onnauwkeurigheid bemonsteren is 15%, dan wordt een trekking gedaan uit een normale verdeling met een standaardafwijking van 7.5%. Dit wordt voor elke onnauwkeurigheid onafhankelijk uitgevoerd en dat een groot aantal keren wat uiteindelijk resulteert in een onnauwkeurigheid voor de afgevoerde hoeveelheid stikstof en fosfaat per jaar voor dat specifieke bedrijf. Vervolgens wordt deze simulatie herhaald voor een groot aantal bedrijven wat ons een verdeling van onnauwkeurigheden oplevert over bedrijven heen.



Figuur 1 Visualisatie van de geïmplementeerde simulatie van afgevoerde mest in Matlab.

Vaststelling van de onnauwkeurigheden als input voor simulatie

Het berekenen van de onnauwkeurigheid in afvoer van fosfaat en stikstof per jaar gebeurt op basis van gegevens uit eerder onderzoek en gegevens uit de dataset van Dienst Regelingen. De gegevens uit eerder onderzoek zijn: onnauwkeurigheden van het wegen, bemonsteren en analyseren van fosfaat- en stikstofgehalte. Deze onnauwkeurigheden worden voor dit onderzoek samengevat in de tabellen 1 en 2.

Tabel 1 Tabel van onnauwkeurigheden zoals gehanteerd voor de berekeningen naar onnauwkeurigheid van de afvoer van fosfaat. Onnauwkeurigheid uitgedrukt in 2σ .

	Diercategorie	Mestcodes	Bemonsterings- onnauw. (%)	Analyse- onnauw. (%)	Weeg- onnauw. (%)
Dunne mest	Vleesvarkens	52a, 53a,54a	15.1	8.7	2
	Zeugen	51,52,53,54	19.8	9.2	2
Vaste mest	Vleeskuikens	23, 39	4.0	10.8	2
	Leghennen	32, 35	6.3	6.6	2

Tabel 2 Tabel van onnauwkeurigheden zoals gehanteerd voor de berekeningen naar onnauwkeurigheid van de afvoer van stikstof. Onnauwkeurigheid uitgedrukt in 2σ .

	Diercategorie	Mestcodes	Bemonsterings- onnauw. (%)	Analyse- onnauw. (%)	Weeg- onnauw. (%)
Dunne mest	Vleesvarkens	52a, 53a,54a	4.4	6.2	2
	Zeugen	51,52,53,54	5.6	7.2	2
Vaste mest	Vleeskuikens	23, 39	3.8	12.7	2
	Leghennen	32, 35	6.2	25.6	2

Bemonsteringsonnauwkeurigheden

Voor dunne mest baseren wij de bemonsteringsonnauwkeurigheid op het rapport "Vaststellen van de bemonsteringsonnauwkeurigheid van drijfmest" (Hoeksma en Boer, 2005). In dit rapport wordt de bemonsteringsonnauwkeurigheid berekend aan de hand van 105 vrachten drijfmest, die intensief en via het Minas-protocol bemonsterd zijn. Van deze dataset zijn er 26 vrachten vleesvarkensmest en 21 vrachten zeugenmest. Met de uitgewerkte methode van dit rapport komen we voor deze diercategorie tot de volgende onnauwkeurigheden: Vleesvarkensmest: 15.3% (fosfaat) en 4.9% (stikstof); Zeugenmest: 20.3% (fosfaat) en 6.2% (stikstof). Deze onnauwkeurigheden zijn uitgedrukt in $2 \times$ standaarddeviatie. Daarnaast bevatten deze onnauwkeurigheden ook binnen-laboratorium onnauwkeurigheden. De waarden van onnauwkeurigheden in de Tabellen 1 en 2 zijn hiervoor gecorrigeerd.

Voor vaste mest zijn de bemonsteringson nauwkeurigheden gebaseerd op het rapport “Onderzoek naar de nauwkeurigheid van bemonstering van vaste mest met de knipboor” (Hoeksma en Hendriks, 2001). Daarin zijn 5 leghennenmest containers bemonsterd en 6 vleeskuikensmest containers. Er is onderzoek gedaan naar de ruimtelijke correlatie tussen monsters binnen containers. Deze is niet of slechts in zeer geringe mate aangetroffen. Daarom kunnen we de bemonsterings-onnauwkeurigheid gelijk stellen aan de binnen-container variatie. Als het protocol van 6 monsters gevolgd wordt, moet deze binnen-container variatie delen gedeeld worden door het aantal monsters. De berekende onnauwkeurigheid in de Tabellen 1 en 2 hebben de veronderstelling dat dit in alle gevallen netjes uitgevoerd wordt. De binnen-container variatie is inclusief de binnen-laboratorium onnauwkeurigheid, daarvoor zijn de waarden in de tabellen gecorrigeerd.

Analyseonnauwkeurigheden

De analyseonnauwkeurigheden voor dunne mest zijn gebaseerd op ringonderzoeken uitgevoerd door de KDLL. In rapport R 05.003/mes05-1 is een historisch overzicht gegeven van analyseonnauwkeurigheden van vleesvarkensmest en zeugenmest. De binnen-laboratorium onnauwkeurigheid is voor stikstof gelijk aan 2.16% en 2.58% voor vleesvarkensmest en zeugenmest respectievelijk. De tussen-laboratoriumonnauwkeurigheid is gelijk aan 5.77 % en 6.70%. Voor fosfaat zijn de binnen-laboratorium onnauwkeurigheden gelijk aan 2.63% en 4.33% en de tussen-laboratorium onnauwkeurigheid 8.33% en 8.17%. Deze onnauwkeurigheden zijn gebaseerd op 2*standaarddeviaties. Voor fosfaat is de ringtest “mes04-3” buiten beschouwing gelaten, omdat deze een extreem laag gehalte aan fosfaat heeft en niet representatief is voor een zeugenmest monster. Uit de dataset van Dienstregelingen blijkt dat dit gehalte slechts in 0.3% van de vrachten voorkomt. De reproduceerbaarheid van de metingen is gelijk aan de totale analyse onnauwkeurigheden (som van binnen en tussen laboratorium onnauwkeurigheden). Deze staan vermeldt in de Tabellen 1 en 2.

In het rapport “Onderzoek naar de P-balans van opslagen met vaste mest” (Hoeksma *et al*, 2002) is onderzoek gedaan naar de zogenaamde sub-bemonstering onnauwkeurigheid in leghennenmest. Daar worden de volgende binnen-laboratorium onnauwkeurigheden genoemd (inclusief sub-bemonsterings onnauwkeurigheid) voor fosfaat en stikstof respectievelijk: 3.7 en 11.2%. Voor vleeskuikensmest zijn er zover wij weten geen onderzoeken naar de sub-bemonsterings onnauwkeurigheden. Op grond van een expert-judgement nemen we 3.7% (gelijk aan bandmest) voor fosfor en 6% voor stikstof.

De analyse onnauwkeurigheden inclusief de tussen laboratorium onnauwkeurigheden (R) zijn gebaseerd op Wepal ringtesten (rapport nummers 99.1 en 99.2). Er zijn daarvoor drie ringtesten beschikbaar voor strooiselmest die gebruikt zijn voor een inschatting van de vleeskuikensmest en drie ringtesten met bandmest die gebruikt zijn voor leghennenmest. De onnauwkeurigheden staan genoemd in de tabellen 1 en 2.

Weegon nauwkeurigheden

De nauwkeurigheidseis van MINAS is wettelijk vastgelegd op 2%. In rapport kiezen we voor zowel vaste als dunne mest voor deze waarde voor onnauwkeurigheid. In de Nota P 98-75 komt naar voren dat voor dunne mest geijkte vaste weegbruggen deze onnauwkeurigheid ruim binnen deze 2% ligt.

Gegevens Dienst Regelingen

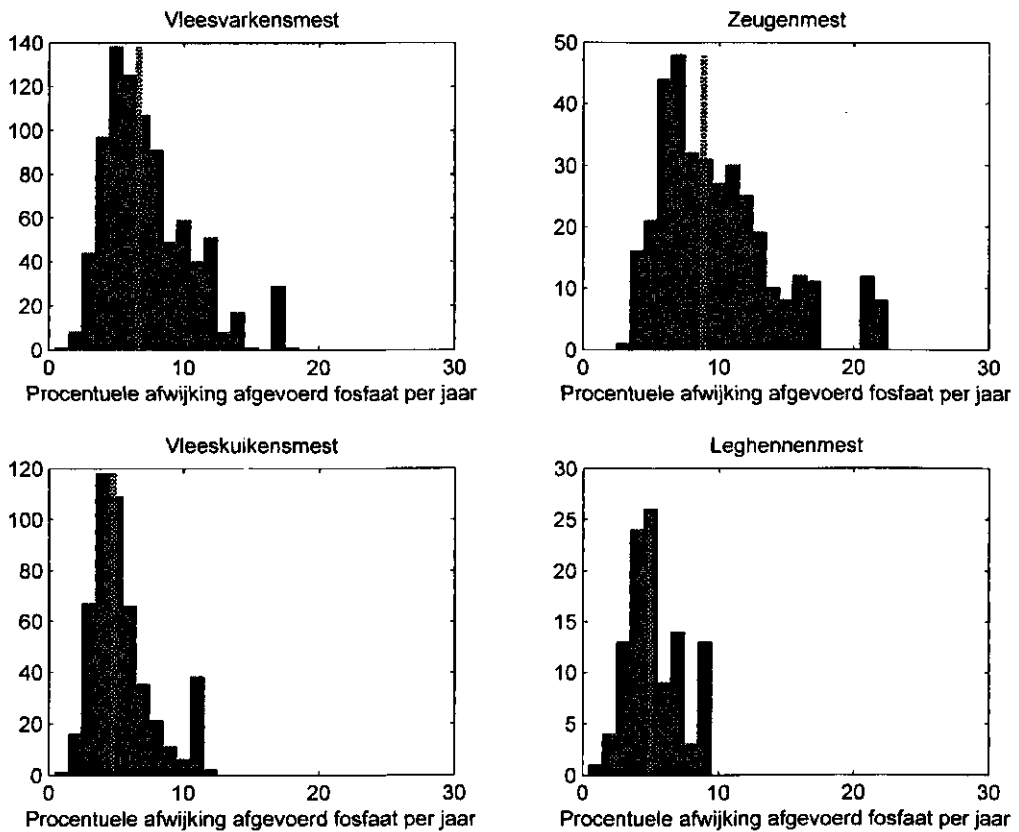
Tabel 3 geeft op basis van de door LNV aangeleverde dataset van de Dienst Regelingen in Assen voor de verschillende gedefinieerde diercategorieën en bijbehorende mestcodes het aantal bedrijven, gemiddeld aantal vrachten, gemiddeld vrachtgrootte en gemiddeld fractie geanalyseerd, dat is het aantal laboratorium analyses gedeeld door het aantal vrachten per bedrijf.

Tabel 3 Enige kengetallen van de dataset van Dienst Regelingen 2003

	Diercategorie	Aantal bedrijven	Gemiddeld aantal vrachten	Gemiddelde vrachtgrootte (kg)	Gemiddelde fractie geanalyseerd
Dunne mest	Vleesvarkens	866	18.9	31838	0.48
	Zeugen	355	13.7	32780	0.48
Vaste mest	Vleeskuikens	490	14.3	28773	0.67
	Leghennen	107	6.5	28990	0.89

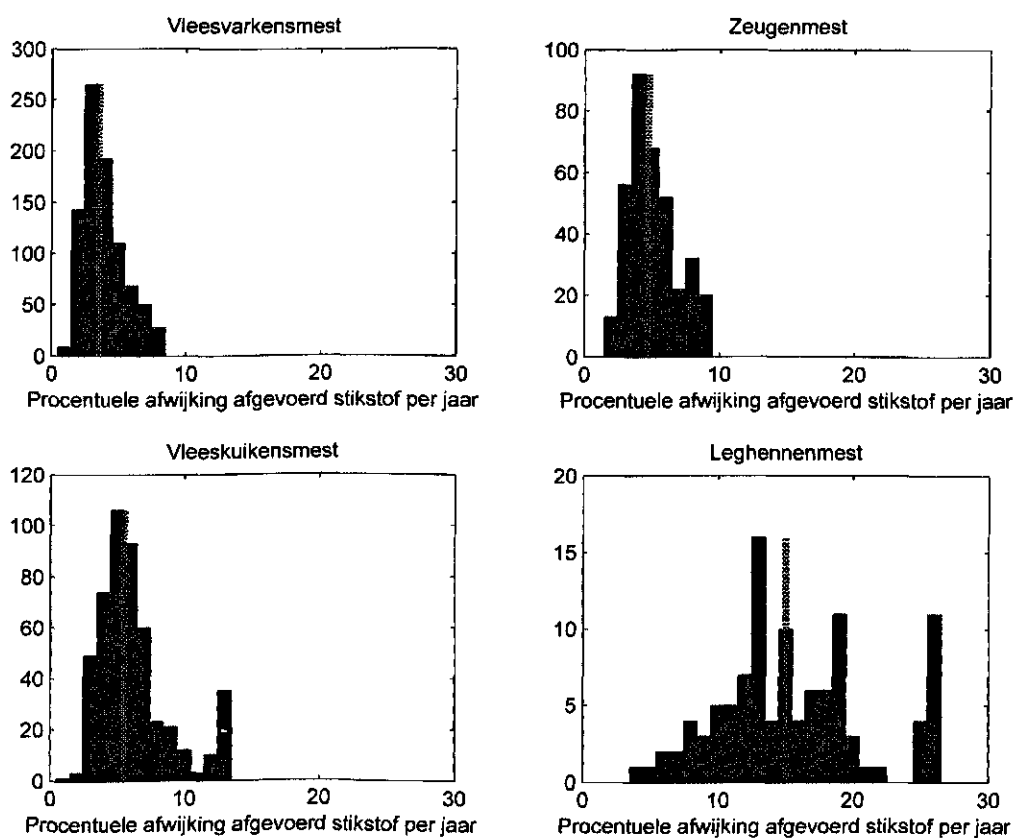
Resultaten berekeningen onnauwkeurigheid Spoor 1

Op basis van bovenstaande onnauwkeurigheden en gegevens uit de dataset Dienst Regelingen (o.a. aantal mengmonsters en aantal vrachten per bedrijf) is een simulatie uitgevoerd ter bepaling van de onnauwkeurigheid van Spoor 1. Dit is uitgevoerd op bedrijfsniveau, dat willen zeggen dat elk bedrijf binnen de dataset van Assen apart in een simulatie wordt ingevoerd. Daarbij zijn de veronderstelde onnauwkeurigheden niet bedrijfsspecifiek. Per diercategorie en aangegeven mestcodes in de Tabellen 1 en 2 is voor zowel fosfaat als stikstof deze simulatie uitgevoerd. In de Figuren 2 en 3 worden daarvoor histogrammen gegeven per diercategorie. De onnauwkeurigheden lopen nogal uiteen voor stikstof en fosfaat. Daarnaast zien we binnen diercategorieën aanzienlijke verschillen, afhankelijk van het aantal vrachten mest dat is afgevoerd en aantal analyses die uitgevoerd zijn.

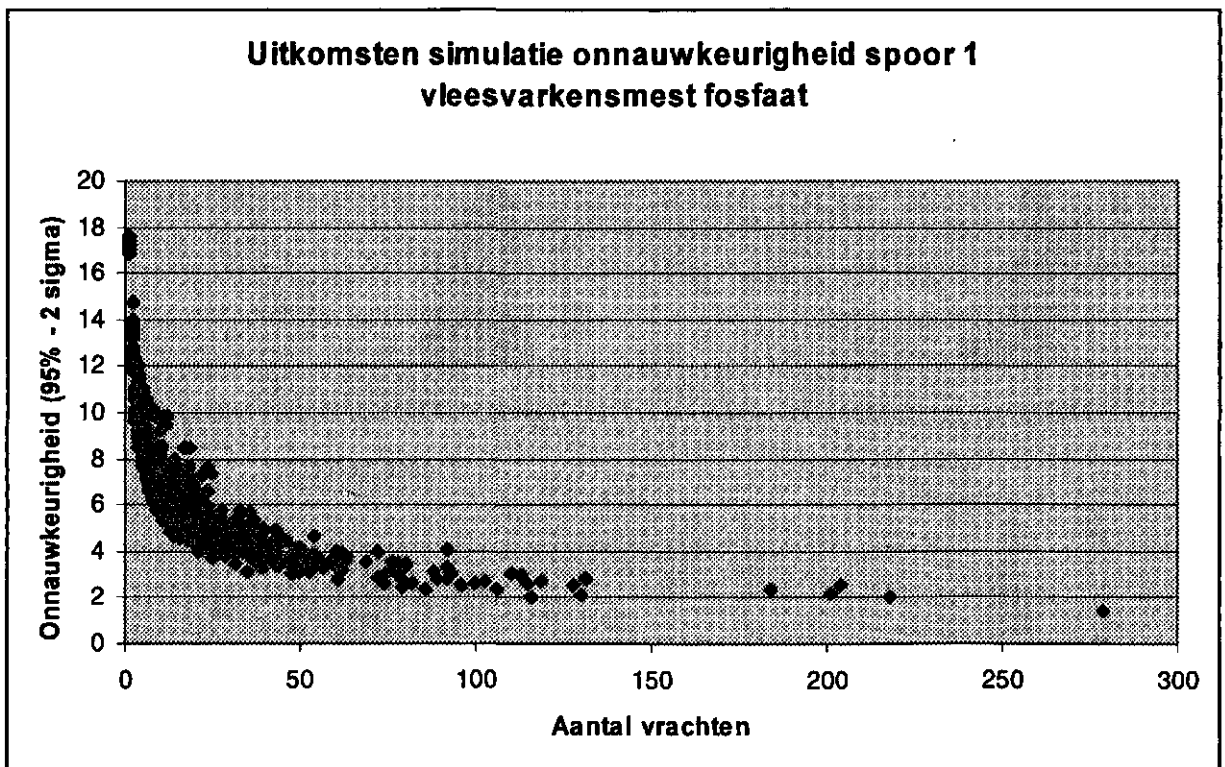


Figuur 2 Histogrammen van procentuele afwijkingen van afgevoerd fosfaat per jaar uitgesplitst naar de verschillende diercategorieën. De in het histogram getekende lijn is de mediaan van de onnauwkeurigheden per diercategorie.

De Figuren 2 en 3 laten zien dat er aanzienlijke verschillen zijn tussen onnauwkeurigheden per bedrijf. De belangrijkste invloedsfactoren zijn het aantal afgevoerde vrachten per jaar en het aantal analyses per jaar (hoeveel vrachten worden er samengenomen in mengmonsters). Een visualisatie waarbij we per bedrijf de onnauwkeurigheid uitzetten tegen het aantal afgevoerde vrachten per bedrijf geeft inzicht in de belangrijkste invloedsfactor op deze onnauwkeurigheden (Figuur 4).

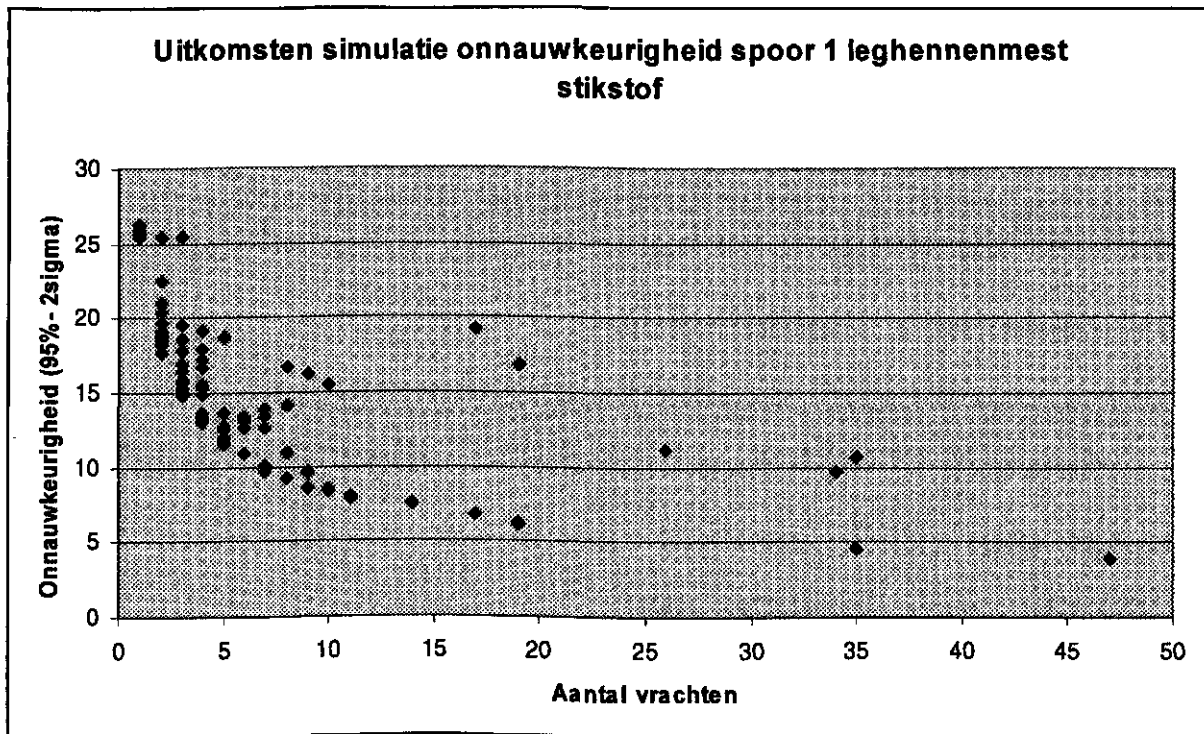


Figuur 3 Histogrammen van procentuele afwijkingen van afgevoerd stikstof per jaar uitgesplitst naar de verschillende diercategorieën. De in het histogram getekende lijn is de mediaan van de onnauwkeurigheden per diercategorie.



Figuur 4 Onnauwkeurigheden Spoor 1 voor afvoer van fosfaat van bedrijven geregistreerd in 2003 voor afvoer vleesvarkensmest. Onnauwkeurigheden als functie van het aantal vrachten uitgezet.

Figuur 4 laat voor fosfaat in dunne mest van vleesvarkens zien dat vooral het aantal afgevoerde vrachten van invloed is op de onnauwkeurigheid. In Figuur 5 is het opvallend dat er (bijvoorbeeld) twee bedrijven zijn die 17 vrachten afvoeren en toch op een geheel andere onnauwkeurigheid uitkomen, 6.7% en 19.2%. Dit heeft te maken met het aantal analyses dat is uitgevoerd op deze vrachten, met andere woorden hoeveel vrachten zijn gecombineerd in een mengmonster. Het blijkt dat bij de onnauwkeurigheid van 6.7% alle vrachten zijn geanalyseerd en de onnauwkeurigheid van 19.2% slechts 2 vrachten. Daarbij speelt natuurlijk de grote analyse onnauwkeurigheid (25.6%) een rol.



Figuur 5 Onnauwkeurigheden Spoor 1 voor afvoer van stikstof van bedrijven geregistreerd in 2003 voor afvoer leghennenmest. Onnauwkeurigheden als functie van het aantal vrachten uitgezet.

Variatie op vrachtniveau

De analyses hierboven zijn gebaseerd op jaarniveau. Voor de akkerbouwer is de variatie op vrachtniveau ook van belang. In tabel 3 staan daar de onnauwkeurigheden van beschreven. Dit betreft een onnauwkeurigheid voor de gehalten, die bepaald worden door de bemonsterings- en analyseonnauwkeurigheid en tussen haakjes de onnauwkeurigheden voor kilogrammen afgevoerde stikstof en fosfaat. Deze is iets groter omdat bij deze onnauwkeurigheid een weegonnauwkeurigheid bij in zit. Deze onnauwkeurigheden worden in Spoor 1 achteraf (dus na het uitrijden van de mest) vastgesteld.

Tabel 2 Onnauwkeurigheden per vracht voor gehalten en in kilogrammen afgevoerd stikstof en fosfaat (de getallen tussen haakjes, dit is inclusief weegonnauwkeurigheid)

Mestsoort	Onnauwkeurigheid N (%)	Onnauwkeurigheid P (%)
Vleesvarkens	7.6 (7.9)	17.4 (17.6)
Zeugen	9.1 (9.3)	21.8 (21.9)
Vleeskuikens	13.3 (13.4)	11.5 (11.7)
Leghennen	26.3 (26.4)	9.1 (9.3)

Formules

Spoor 1: aanname: meetfouten bij wegen zijn onafhankelijk van meetfouten bij gehalte-bepaling

Er geldt op niveau van mengmonsters (d.w.z. de vrachten die bij hetzelfde mengmonster horen worden qua gewicht opgeteld):

Variantie (mineraaltotaal op mengmonsterniveau)=

$$\begin{aligned} \text{Var}[M_{\text{tot_mm}}] & \text{ (dit is: Variantie van het mineraaltotaal op mengmonsterniveau):} \\ & = \mu_{\text{gehalte}}^2 \times \text{Var}[\text{gewicht}] + \mu_{\text{gewicht}}^2 \times \text{Var}[\text{gehalte}] + \text{Var}[\text{gewicht}] \times \text{Var}[\text{gehalte}] \end{aligned}$$

En vervolgens geldt:

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

En dit levert:

$$\text{2s-interval van } M_{\text{tot_jaar}}: 2 * \frac{\sqrt{\text{Var}[M_{\text{tot_jaar}}]}}{M_{\text{tot_jaar_gemeten}}}$$

Waarbij:

μ_{gehalte}^2 = gemeten gehalte in het mengmonster

$\text{Var}[\text{gehalte}]$ = variantie van de totale meetfout op gehalte, deze is:

$$\frac{\left((2s_{\text{monsterfout}} / 2) \mu_{\text{gehalte}} \right)^2}{\# \text{vrachten_mengmonster}} + \left((2s_{\text{analysefout}} / 2) \mu_{\text{gehalte}} \right)^2$$

μ_{gewicht}^2 = gemeten totale gewicht van de vrachten in hetzelfde mengmonster

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

Uitgewerkte formules Spoor 1

Vleesvarkens

2s_Fosfaat_jaarafvoer=

$$\frac{2}{\sum_{i=1}^n Pafvoer_i} * \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(Pgeh_i^2 * gew_i^2 * \left(\frac{0.01^2}{\#vr_i} + \frac{0.0755^2}{\#vr_i} + 0.0435^2 + \frac{0.01^2}{\#vr_i} \left(\frac{0.0755^2}{\#vr_i} + 0.0435^2 \right) \right) \right)}$$

2s_Stikstof_jaarafvoer=

$$\frac{2}{\sum_{i=1}^n Nafvoer_i} * \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(Ngeh_i^2 * gew_i^2 * \left(\frac{0.01^2}{\#vr_i} + \frac{0.022^2}{\#vr_i} + 0.031^2 + \frac{0.01^2}{\#vr_i} \left(\frac{0.022^2}{\#vr_i} + 0.031^2 \right) \right) \right)}$$

Zeugen

2s_Fosfaat_jaarafvoer=

$$\frac{2}{\sum_{i=1}^n Pafvoer_i} * \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(Pgeh_i^2 * gew_i^2 * \left(\frac{0.01^2}{\#vr_i} + \frac{0.099^2}{\#vr_i} + 0.046^2 + \frac{0.01^2}{\#vr_i} \left(\frac{0.099^2}{\#vr_i} + 0.046^2 \right) \right) \right)}$$

2s_Stikstof_jaarafvoer=

$$\frac{2}{\sum_{i=1}^n Nafvoer_i} * \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(Ngeh_i^2 * gew_i^2 * \left(\frac{0.01^2}{\#vr_i} + \frac{0.028^2}{\#vr_i} + 0.036^2 + \frac{0.01^2}{\#vr_i} \left(\frac{0.028^2}{\#vr_i} + 0.036^2 \right) \right) \right)}$$

Vleeskuikens

2s_Fosfaat_jaarafvoer=

$$\frac{2}{\sum_{i=1}^n Pafvoer_i} * \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(Pgeh_i^2 * gew_i^2 * \left(\frac{0.01^2}{\#vr_i} + \frac{0.02^2}{\#vr_i} + 0.054^2 + \frac{0.01^2}{\#vr_i} \left(\frac{0.02^2}{\#vr_i} + 0.054^2 \right) \right) \right)}$$

2s_Stikstof_jaarafvoer=

$$\frac{2}{\sum_{i=1}^n Nafvoer_i} * \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(Ngeh_i^2 * gew_i^2 * \left(\frac{0.01^2}{\#vr_i} + \frac{0.019^2}{\#vr_i} + 0.0635^2 + \frac{0.01^2}{\#vr_i} \left(\frac{0.019^2}{\#vr_i} + 0.0635^2 \right) \right) \right)}$$

Leghennen

2s_Fosfaat_jaarafvoer=

$$\frac{2}{\sum_{i=1}^n Pafvoer_i} * \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(Pgeh_i^2 * gew_i^2 * \left(\frac{0.01^2}{\#vr_i} + \frac{0.0315^2}{\#vr_i} + 0.033^2 + \frac{0.01^2}{\#vr_i} \left(\frac{0.0315^2}{\#vr_i} + 0.033^2 \right) \right) \right)}$$

2s_Stikstof_jaarafvoer=

$$\frac{2}{\sum_{i=1}^n Nafvoer_i} * \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(Ngeh_i^2 * gew_i^2 * \left(\frac{0.01^2}{\#vr_i} + \frac{0.031^2}{\#vr_i} + 0.128^2 + \frac{0.01^2}{\#vr_i} \left(\frac{0.031^2}{\#vr_i} + 0.128^2 \right) \right) \right)}$$

Toelichting uitgewerkte formules

$Pgeh_i$, gew_i , $Pafvoer_i$, $\#vr_i$

zijn gehalte, volume_totaal (!), mineraaltotaal, en aantal subvrachten die bij hetzelfde mengmonster horen.

Rekenvoorbeeld:

- 5 vrachten met vleesvarkenmest, elk met 70 kg P
- geen mengmonsters, dus aantal subvrachten is per analyse dus 1.
- Resultaat: 2s=7,845%

3 Uitwerking nauwkeurigheid BMP-systematiek

Het bedrijfsmineralenplan (BMP) is een alternatief voor Spoor 1. Dit alternatief leunt op bedrijfsspecifieke forfait (BSF) gecombineerd met een zogenaamde bedrijfsspecifieke metsamenstelling (BSS) gebaseerd op historische gegevens. In dit rapport wordt het aantal jaren historie vastgesteld op 3 jaren. Uit de bedrijfsspecifieke gegevens wordt een volume af te voeren mest per jaar berekend. Het volume-saldo van het vorige jaar wordt daarbij verwerkt in de stalbalans van het te berekenen jaar.

De BMP werkwijze kan worden samengevat in de volgende berekening per jaar:

$$\text{Eind volume-saldo} = \text{Uitgerekende stalbalans N, P (kg) / BSS (3 jaar)} - \text{afgevoerd volume}$$

Om de onnauwkeurigheid van dit BMP-alternatief te berekenen is het nodig om de onnauwkeurigheid (variatie) van het volume-saldo te berekenen. Dit resulteert in een variatieberekening van de bovenstaande formule. Moeilijkheid daarbij is dat er verschillende quotiënten van variaties in de formule staan wat de berekeningen niet heel eenvoudig maakt.

$$\text{Var}(\text{volume-saldo}) = \text{Var}(\text{stalbalans} / \text{BSS}(3 \text{ jaar})) - \text{Var}(\text{afgevoerd volume})$$

$$\text{Var}(\text{stalbalans}) = s_{sb}^2$$

$$\text{Var}(\text{BSS}(3 \text{ jaar})) = \text{Var}(\text{stalbalans} / \text{afgevoerd volume}) / 3$$

$$\text{Var}(\text{afgevoerd volume}) = (s_m^2 + s_v^2)$$

Waarbij:

$$s_{sb}^2 = \text{de variatie van de stalbalans}$$

$$s_m^2 = \text{de variatie door management (of gebrek daaraan) per jaar inclusief tussen jaar variatie}$$

$$s_v^2 = \text{de variatie door volume bepaling}$$

In de berekeningen in dit rapport veronderstellen we dat de onnauwkeurigheid van de volumebepaling te verwaarlozen is. Het bovenstaande resulteert in de volgende formules:

$$\text{var}(BSS) = s_{BSS}^2 \approx \left((\text{Stalbalans} / \text{Volume})^2 \cdot \left(\frac{s_{sb}^2}{\text{Stalbalans}^2} + \frac{s_m^2}{\text{Volume}^2} \right) \right) / 3$$

$$\text{var}(\text{volume} - \text{saldo}) \approx (\text{Stalbalans} / BSS)^2 \cdot \left(\frac{s_{sb}^2}{\text{Stalbalans}^2} + \frac{s_{BSS}^2}{BSS^2} \right) + s_m^2$$

In de eerste jaren is het nog niet mogelijk om gebruik te maken van de stalbalans. Dan moeten er gegevens gebruikt worden van Dienst Regelingen. Dat betekent dat de BSS op een andere manier geschat gaat worden en daarmee ook een andere variatie:

$$\text{Var}(\text{BSS}(3\text{jaar})) = (s_m^2 + s_{ba}^2)/3$$

Waarbij:

s_{ba}^2 = de variatie van bemonsteren en analyseren is.

Vergelijking met Spoor 1

Spoor 1 is uiteindelijk ook een saldo, maar nu niet uitgedrukt in volume maar in kilogrammen N of P. De berekende onnauwkeurigheid in dit rapport van Spoor 1 betreft tot nu toe alleen de onnauwkeurigheid in afgevoerde hoeveelheden N en P, die veroorzaakt wordt door een bemonsterings- en analyse onnauwkeurigheid. Voor de onnauwkeurigheid van het saldo N en P via Spoor 1 moet de onnauwkeurigheid van de stalbalans nog worden opgeteld bij de onnauwkeurigheid van de afgevoerde hoeveelheid N en P. Op die manier hebben we een eerlijke vergelijking van Spoor 1 met het alternatief BMP.

Uiteindelijk zijn we geïnteresseerd in die bedrijven die door een goed management een dusdanige lage variatie hebben in mestsamensetting en het daaraan gekoppelde volume dat de variatie van bemonsteren en analyseren groter is dan de variatie in mestsamensetting samengevat in de BSS. LNV heeft de onnauwkeurigheid van de stalbalans (2 s) vastgesteld op 5% onafhankelijk van het bedrijf. De gebruikte management onnauwkeurigheid (per jaar) is bedrijfsspecifiek. In dit onderzoek kunnen we niet goed berekenen omdat we slechts in het bezit zijn van gegevens uit 2003 en 2004.

Resultaten BedrijfsMineralenPlan

De gepresenteerde formule voor de berekening van de variantie in volume saldo per jaar (BMP) laat zien dat de variantie (en daarmee de onnauwkeurigheid) alleen afhankelijk is van de onnauwkeurigheid van de stalbalans en de onnauwkeurigheid van het management (jaar op jaar variatie). LNV stelt de onnauwkeurigheid van de stalbalans vast op 5% (2 s) onafhankelijk van het type bedrijf. Dit maakt dat de onnauwkeurigheid van BMP alleen te beïnvloeden is door het management variatie te reduceren.

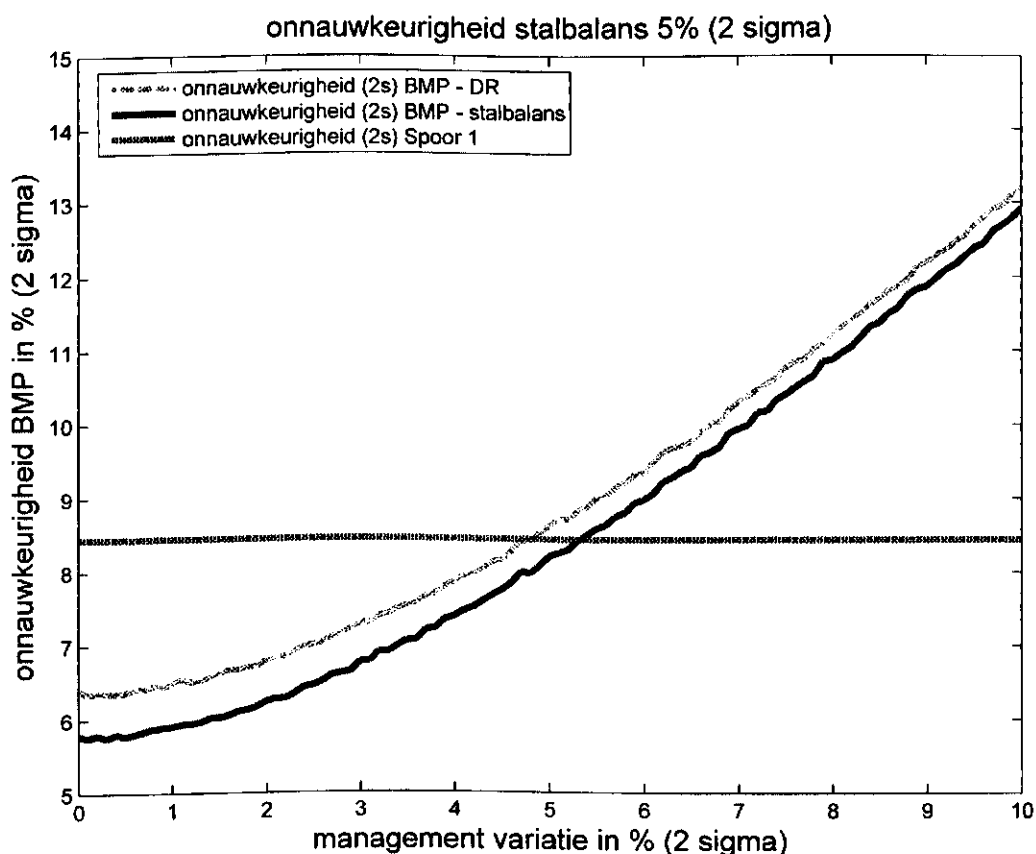
Vergelijking met Spoor 1

In Figuur 1 is Spoor 1 vergeleken met het voorgestelde BMP. De onnauwkeurigheid van BMP is uitgezet als functie van de managementonnauwkeurigheid. De onnauwkeurigheid van Spoor 1 is afhankelijk van de bemonsterings- en analyseonnauwkeurigheid van een bepaalde diercategorie en van de grootte van bedrijf. Onnauwkeurigheden Spoor 1 zijn dus bedrijfsspecifiek. In Figuur 1 is de mediaan van onnauwkeurigheden Spoor 1 (is gelijk aan 6.8%) geplot van vleesvarkens op

basis van de dataset Dienst Regelingen (2003 en 2004). Aan deze onnauwkeurigheid is de onnauwkeurigheid van de stalbalans toegevoegd. Er zijn twee alternatieven voor BMP getekend in Figuur 1, te weten: BMP- DR en BMP-stalbalans. BMP-DR is gebaseerd op dataset Dienst Regelingen, BMP-stalbalans is het beoogde systeem, maar kan echter niet in de eerste jaren nog niet operationeel zijn.

Invloed van onnauwkeurigheid stalbalans

De onnauwkeurigheid van de stalbalans is in beide saldo-berekeningen van belang. Echter niet op een zelfde manier. In Figuur 2 is uitgewerkt wat voor consequenties verschillende onnauwkeurigheden van de stalbalans hebben op de vergelijking met Spoor 1. Algemene conclusie van deze vergelijking is dat het gunstig voor BMP is als de stalbalans heel nauwkeurig geschat kan worden.

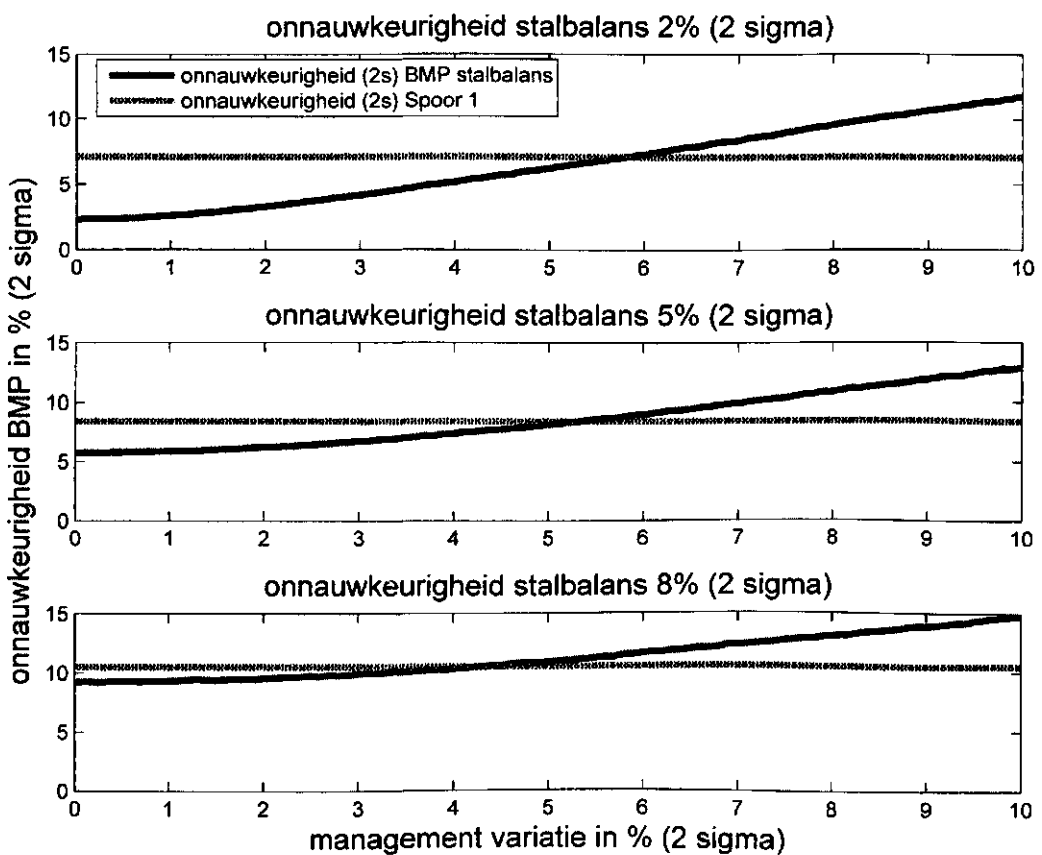


Figuur 1 Onnauwkeurigheid BMP als functie van de management onnauwkeurigheid. Uiteindelijk doel is volledig te werken met de stalbalans, dus BMP-stalbalans. In de opstartfase wordt de dataset van Dienst Regelingen gebruikt (BMP-DR). Onnauwkeurigheid stalbalans is gelijk aan 5%. Onnauwkeurigheid Spoor 1 is inclusief onnauwkeurigheid stalbalans.

Inschatting management onnauwkeurigheid op basis van dataset Dienst Regelingen

Op basis van de dataset van Dienst Regelingen van 2003 en 2004 kan er een zogenaamde variantie-componenten berekening worden uitgevoerd. Er moet daarbij worden aangetekend dat aantal jaren dat in deze analyse is meegenomen zeer beperkt is. De schatting van de tussen jaren binnen bedrijven variatie die gemaakt wordt is alleen gebaseerd op deze twee jaren.

Omdat de dataset alleen de jaren 2003 en 2004 bevat kunnen we alleen een globale uitspraak doen over de tussen jaren onnauwkeurigheid, dat wil zeggen een onnauwkeurigheid over de bedrijven heen. Nog anders gezegd een gemiddelde onnauwkeurigheid over bedrijven heen. Bedrijfsspecifiek kunnen we geen uitspraak doen over de verschillen tussen jaren. Zie o.a. de hoofdstukken variantie-componenten en minder meten.



Figuur 2 Invloed van onnauwkeurigheid stalbalans op de vergelijking Spoor 1 met het BMP alternatief.

4 Uitwerking DGB-systematiek

De Groene Belangenbehartiger heeft het MAR2006.nl systeem uitgewerkt als een alternatief voor Spoor 1. Dit alternatief berekent ieder kwartaal een nieuw bedrijfsspecifiek forfait (BSF), gebaseerd op de stalbalans en bepaling van het geproduceerd volume in het afgelopen kwartaal.

De MAR2006.nl werkwijze gaat dus als volgt:

$$\text{MestGehalte}_t = \frac{\text{Uitgerekende_stalbalans_N,P(kg)}_{t-1}}{\text{Uitgerekend_geproduceerd_mestvolume}(m^3)_{t-1}}$$

Om de onnauwkeurigheid van het MAR2006.nl systeem te gebruiken hebben we dus informatie nodig van de onnauwkeurigheid van de stalbalans en het geproduceerd mestvolume. De exacte bronnen om deze informatie te verwerken zijn echter (nog) niet voorhanden in deze studie.

Het is echter wel mogelijk om indicaties te geven of het theoretisch mogelijk is dat het MAR2006.nl systeem op jaarbasis met een nauwkeurig gemiddeld gehalte heeft gewerkt in vergelijking met spoor 1.

Onder de aanname dat de onnauwkeurigheid van de uitgerekende stalbalans onafhankelijk is van de onnauwkeurigheid van het uitgerekend geproduceerd mestvolume geldt:

$$\text{var}({}^e\text{Log}(\text{mestgehalte}_t)) = \text{var}({}^e\text{Log}(\text{stalbalans}_{t-1})) + \text{var}({}^e\text{Log}(\text{mestvolume_productie}_{t-1}))$$

Verder geldt dat :

$$\text{var}({}^e\text{Log}(\text{mestgehalte}_t)) \approx \{\text{var iatiecoëfficiënt}(\text{mestgehalte}_t)\}^2$$

Dit resulteert in de volgende formule voor de onnauwkeurigheid van het mestgehalte (2s) :

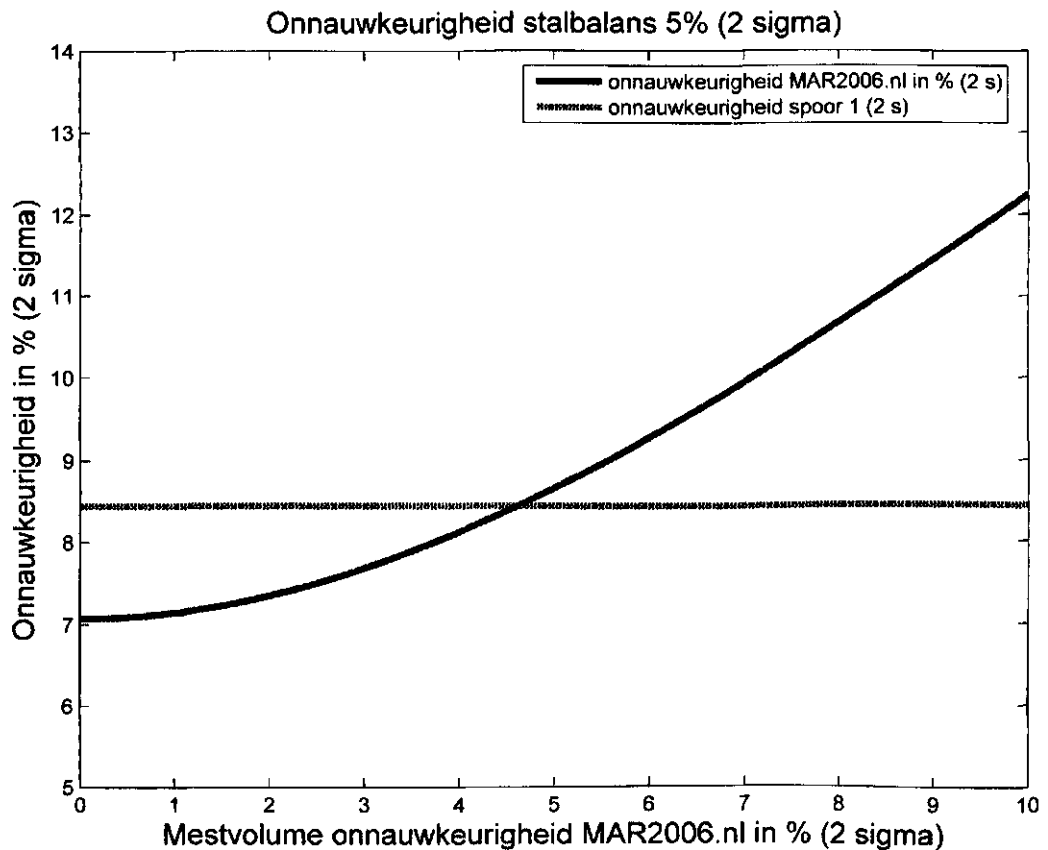
$$2 * \sqrt{\left(\frac{\text{onnauwkeurigheid_stalbalans}(2s)}{2}\right)^2 + \left(\frac{\text{onnauwkeurigheid_mestvolume_productie}(2s)}{2}\right)^2}$$

Met deze relatie kunnen we een scenario doorrekenen waarbij we uitgaan van een onnauwkeurigheid van de stalbalans (2s) van 5%. In onderstaand figuur staat dan weergegeven wat de invloed van de onnauwkeurigheid van het geproduceerde mestvolume is op de onnauwkeurigheid van het mestgehalte. Om dit te vergelijken met de onnauwkeurigheid van

spoor 1, wordt de mediaan van de onnauwkeurigheid van spoor 1 van alle vleesvarkensbedrijven meegenomen. Deze is 6.8% (2s).

Het doel: opsporen van de situaties, waarin geldt:

de onnauwkeurigheid van MAR2006.nl \leq onnauwkeurigheid van spoor1



Figuur 1 Onnauwkeurigheid van MAR2006.nl als functie van de onnauwkeurigheid van het geproduceerde mestvolume. Onnauwkeurigheid van de stalbalans is gelijk aan 5%. De figuur is bovendien voorzien van de mediaan van de onnauwkeurigheid van spoor 1 over alle vleesvarkensbedrijven heen.

Uit Figuur 1 blijkt dat het mogelijk is om met MAR2006.nl op jaarbasis een lagere onnauwkeurigheid van het mestgehalte te behalen, mits de onnauwkeurigheid van de bepaling van het geproduceerde mestvolume niet te groot is. Verder blijkt dat de onnauwkeurigheid van MAR2006.nl minimaal de onnauwkeurigheid van de stalbalans is (bij onnauwkeurigheid van het geproduceerde mestvolume is gelijk nul).

De vergelijking met spoor 1 is nu gedaan met behulp van de mediaan van de onnauwkeurigheid over alle vleesvarkensbedrijven. Dat wil zeggen dat we de vergelijking voor een gemiddelde bedrijfsomvang hebben uitgevoerd. We weten dat bij grotere bedrijven de onnauwkeurigheid van spoor 1 kleiner is (zie invloed van aantal vrachten in spoor 1). Voor de onnauwkeurigheid van de stalbalans kennen we de invloed van bedrijfsomvang niet, maar het ligt ook in de lijn der verwachting dat deze ook daalt bij grotere bedrijven. Wanneer een bedrijf bijvoorbeeld meer vrachten voer aanvoert, dan zal de gehalte_fout van het voer op jaarbasis meer uitmiddelen. Dit is in feite hetzelfde principe als bij mest.

De benodigde onnauwkeurigheid van het geproduceerde mestvolume is, om het vergelijkbaar te maken met spoor 1, uitgedrukt op jaarbasis. Dit is niet volledig identiek aan de benodigde onnauwkeurigheid op kwartaalbasis. De benodigde onnauwkeurigheid op kwartaalbasis zal wat hoger uitvallen, omdat naar verwachting een deel van de onnauwkeurigheid op kwartaalbasis zal uitmiddelen wanneer we omrekenen naar een onnauwkeurigheid op jaarbasis.

Toelichting:

Er geldt: berekend geproduceerd mestvolume in een kwartaal is:

$(\text{eindvoorraad mest} - \text{beginvoorraad mest}) + \text{afgevoerde mest}$

De onnauwkeurigheid van het geproduceerde mestvolume wordt dus enerzijds veroorzaakt door onnauwkeurigheid in de voorraadbepaling en anderzijds door de onnauwkeurigheid van de volume-meting van de afgevoerde mest. Fouten die worden gemaakt bij de voorraadbepaling op 31 maart, 30 juni en 30 september hebben op jaarbasis immers geen invloed.

5 Effecten van bemonsteringsfrequentie op de nauwkeurigheid in Spoor 1

In deze studie worden de effecten onderzocht van minder bemonsteren in Spoor 1 op de nauwkeurigheid op jaarbasis. De fluctuaties in gehalten N en P per bedrijf kunnen beschouwd worden als een som van drie variatiebronnen:

- Variatie in werkelijke gehalten tussen vrachten
- Variatie door bemonstering
- Variatie door analyse

In de variantie-analyse is uitgerekend hoe groot de tussen-vracht variantie is. Dit betreft een analyse op basis van de dataset Dienst Regelingen. Deze uitgerekende tussen-vracht variantie betreft dus alle drie de bovenstaande variatiebronnen. In de variantie-analyse is een variantie uitgerekend over alle bedrijven heen. De consequenties van minder bemonsteren verschilt per bedrijf. Voor een bedrijf met een grote tussen-vracht variatie heeft minder bemonsteren meer consequenties dan een bedrijf met een heel constante mestsamstelling. Voor de mestcodes 39 en 52a is uitgerekend wat de tussen-vracht variatie is binnen een jaar voor elk bedrijf. Daarbij zijn alleen de bedrijven geselecteerd die in beide jaren (2003 en 2004) van de dataset 5 of meer vrachten hebben laten analyseren. De uitgerekende tussen-vracht variatie is gecorrigeerd voor bemonsterings- en analyse onnauwkeurigheden.

Enkele opmerkingen bij deze analyse:

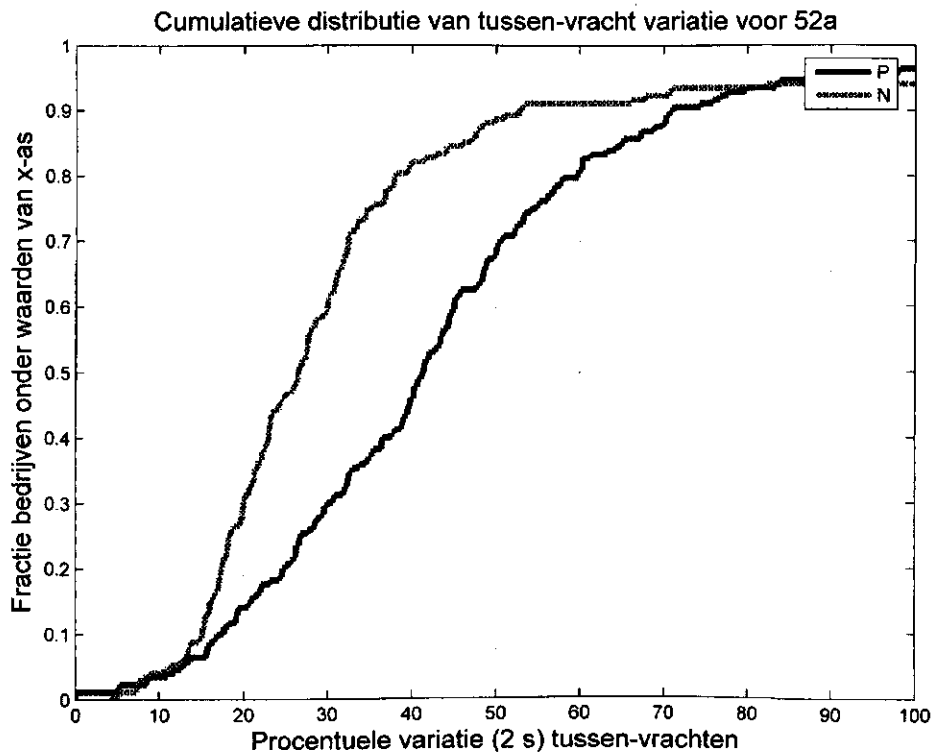
- In de dataset zitten ook mengmonsters, de berekening zijn uitgevoerd op de analyseresultaten (individuele bemonstering en analyse van vrachten en mengmonsters door elkaar). Dit betekent dat waarschijnlijk de werkelijke variatie van vracht tot vracht hoger ligt dan de berekende variatie.
- Eventuele trends (autocorrelatie van vrachten) is niet meegenomen in de analyse. De vrachten worden als onafhankelijk beschouwd. Het is te verwachten dat de variatie die wordt veroorzaakt door trends gedeeltelijk wordt gesignaleerd omdat er gedurende het jaar op diverse tijdstippen wordt geanalyseerd. Met andere woorden: door in het verloop van het jaar diverse keren te meten worden trends gedeeltelijke meegenomen bij het bepalen van de mestsamstelling.

De voor bemonsterings- en analyse onnauwkeurigheden gecorrigeerde tussen-vracht variatie voor alle bedrijven voor de twee mestcodes 39 en 52a staan in de Figuren 1 en 2. De figuren zijn zogenaamde cumulatieve verdelingsfuncties. Met deze grafieken kan afgelezen worden welke fractie van de bedrijven een tussen-vracht variatie heeft lager dan x procent. Of andersom: aflezen welk procentuele tussen-vracht variatie er hoort bij het zogenaamde (bijvoorbeeld) 0.25-kwantiel. Dat wil zeggen dat 25% van de bedrijven onder de afgelezen procentuele variatie

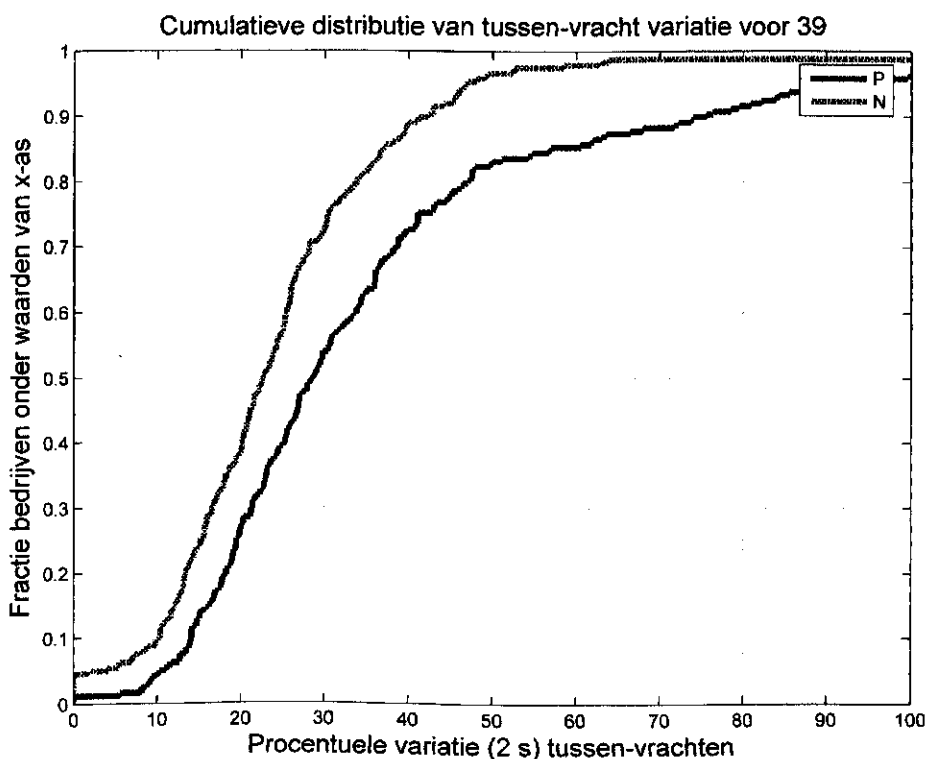
tussen-vrachten zit. In Tabel 1 staan daarvoor de procentuele variaties tussen vrachten (2 s) genoemd voor het 0.25-, 0.50- en 0.75 kwantiel.

Tabel 1 Verschillende kwantielen van de verdeling van procentuele variaties tussen vrachten (2 s) voor de mestcodes 39 en 52a.

<i>kwantiel</i>	Mestcode 39		Mestcode 52a	
	<i>Stikstof</i>	<i>Fosfaat</i>	<i>Stikstof</i>	<i>Fosfaat</i>
0.25	15	20	18	27
0.50	23	29	27	41
0.75	30	41	35	54



Figuur 1 Cumulatieve distributiefunctie voor mestcode 52a van de procentuele variatie (2 s) tussen-vrachten.



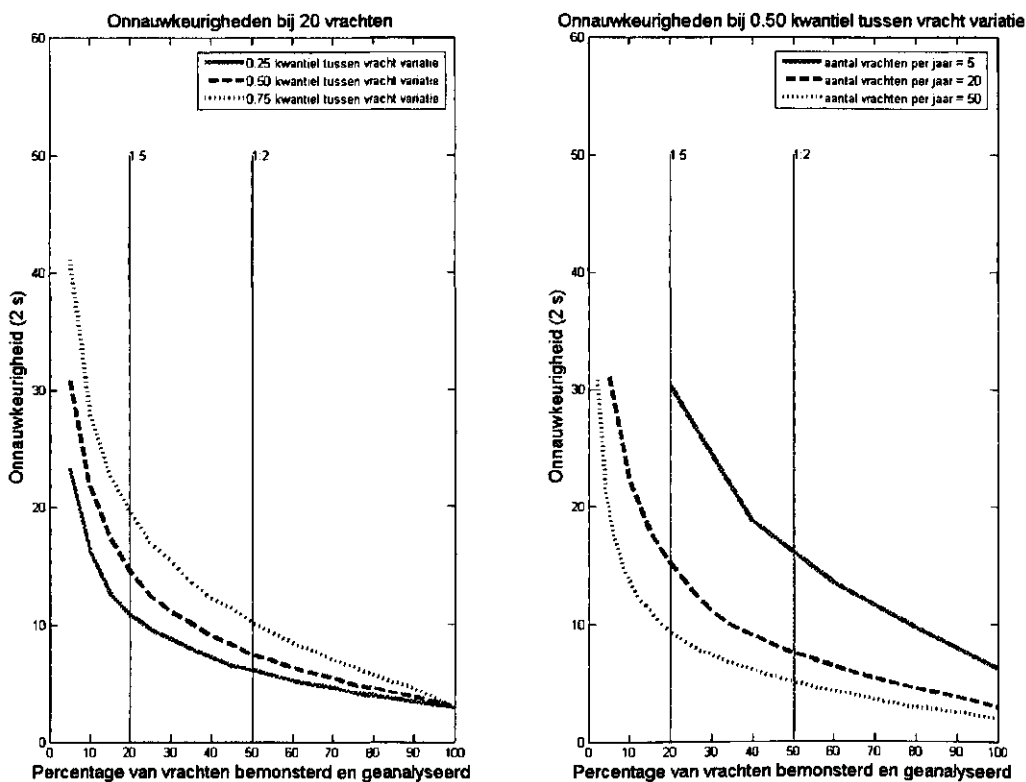
Figuur 2 Cumulatieve distributiefunctie voor mestcode 52a van de procentuele variatie (2 s) tussen-vrachten.

Figuren 1 en 2 geven een beeld van de verdeling van de tussen-vracht variatie voor een groot aantal bedrijven. Tabel 1 geeft aan dat voor mestcode 39 25 % van de bedrijven een procentuele variatie tussen vrachten heeft lager dan 15 en 20 procent (2 s) voor stikstof en fosfaat, respectievelijk. Op deze manier kan dus een selectie gemaakt worden tussen bedrijven met een constantere mestsamenstelling en bedrijven met een meer fluctuerende mestsamenstelling. In het vervolg zal worden aangetoond in hoeverre deze verschillen tussen bedrijven van invloed zijn op het minder bemonsteren en analyseren. Daarbij is er niet uitgegaan van de mogelijkheid van mengmonsteringen van vrachten.

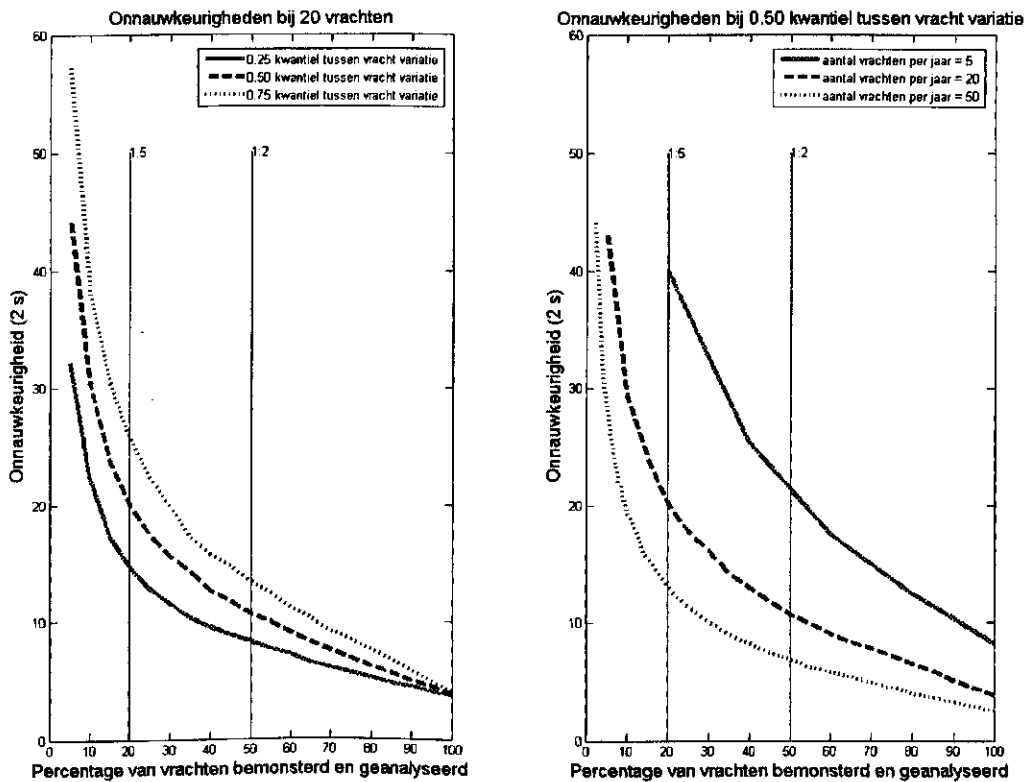
Minder bemonsteren

Bij de bepaling van de jaarlijkse hoeveelheid afgevoerde mineralen op basis van bemonsteren en analyseren is het aantal monsters en analyses van belang. In het vervolg wordt dit uitgedrukt in het percentage van vrachten die bemonsterd en geanalyseerd is. De monsters worden aselekt gekozen. Het beste resultaat is uiteraard alles bemonsteren en analyseren; de vraag is nu in hoeverre de onnauwkeurigheden oplopen als er minder bemonsterd en geanalyseerd wordt. Alle mogelijke combinaties worden uitgerekend voor een aantal situaties, zie Figuren 3 en 4. Twee

situaties worden er uitgelicht: 50% bemonsteren en analyseren (1:2) en 20% bemonsteren en analyseren (1:5).



Figuur 3 Minder bemonsteren voor mestcode 39 fosfaat. Linkerfiguur; invloed van verschillende tussen-vracht variaties (zie tabel 1) bij 20 vrachten afvoer. Rechterfiguur; invloed van het aantal afgevoerde vrachten bij een tussen-vracht variatie behorend bij het 0.50-kwantiel van de verdeling van bedrijven.



Figuur 4 Minder bemonsteren voor mestcode 52a fosfaat. Linkerfiguur; invloed van verschillende tussen-vracht variaties (zie tabel 1) bij 20 vrachten afvoer. Rechterfiguur; invloed van het aantal afgevoerde vrachten bij een tussen-vracht variatie behorend bij het 0.50-kwantiel van de verdeling van bedrijven.

In de figuren 3 en 4 zijn de gestippelde lijnen in het linker- en rechterfiguur gelijk aan elkaar. Dit is het verloop in onnauwkeurigheid bij 20 vrachten en een tussen-vracht variatie gelijk aan de mediaan (0.50 kwantiel) van alle bedrijven voor de twee mestcodes. Het linkerfiguur geeft daarbij de invloed aan van een grotere of kleinere tussen-vracht variatie binnen een bedrijf. Het rechterfiguur laat de verschillen zien bij een groter en kleiner aantal vrachten afgevoerd per jaar.

Enige aspecten betreffende figuur 4, mestcode 52a:

Linkerfiguur: invloed van de tussen-vracht variatie

- 100% bemonsteren en analyseren betekent dat alle vrachten geanalyseerd worden, daarmee meten we alle tussen-vracht variatie per jaar. Alleen de bemonsterings en analyseonnauwkeurigheid van 20 vrachten blijven over. Vandaar het samenkomen van de lijnen bij 100%.

- Begin van de lijnen is 1:20 bemonsteren. Dit is een som van tussen-vracht variatie en bemonsterings- en analyseon nauwkeurigheden. Feitelijk geeft dit de variatie per vracht aan.
- De twee verticale lijnen getekend met bijschriften 1:5 (bemonsteren) en 1:2 dienen als hulp om de consequenties in te kunnen schatten van de verschillen in tussen-vracht variaties. Voor 1:5 bemonsteren geldt een onnauwkeurigheid van 15, 20 en 25% voor tussen-vracht variaties van 20(0.25 kwantiel), 29(0.50 kwantiel) en 41% (0.75 kwantiel).

Rechterfiguur: invloed van het aantal vrachten per jaar

- 100% bemonsteren en analyseren betekent dat alle vrachten geanalyseerd worden, daarmee meten we alle tussen-vracht variatie per jaar. Alleen de bemonsterings- en analyseon nauwkeurigheid blijven over. De verschillen bij 100% worden veroorzaakt door een verschillend aantal vrachten per jaar afgevoerd. De onnauwkeurigheid als gevolg van bemonsteren en analyseren bij 50 vrachten is kleiner dan bij 20 vrachten.
- Begin van de lijnen is 1:5, 1:20 en 1:50 bemonsteren voor 5, 20 en 50 vrachten respectievelijk.
- De twee verticale lijnen getekend met bijschriften 1:5 (bemonsteren) en 1:2 dienen als hulp om de consequenties in te kunnen schatten van een verschillend aantal vrachten afgevoerde mest per jaar. Voor 1:5 bemonsteren geldt een onnauwkeurigheid van 40, 20 en 13% voor 5, 20 en 50 vrachten mest afgevoerd.

Formule benadering:

Op jaarniveau geldt:

Gehalte jaar(stEEKproef) (2s)=

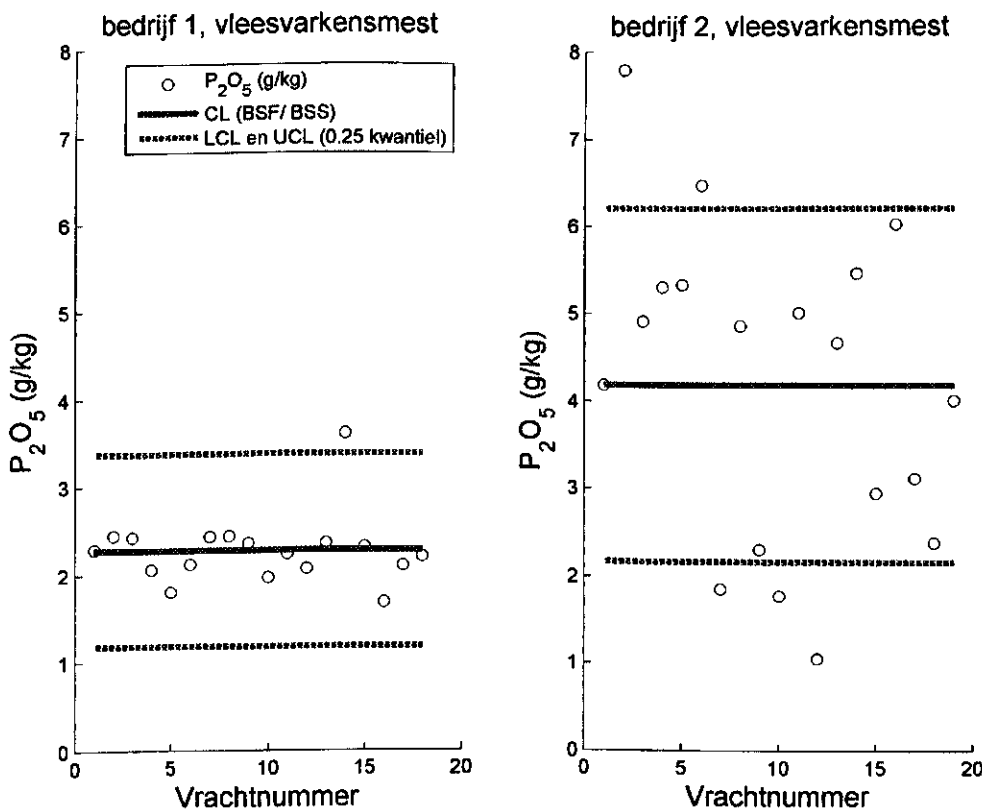
$$2 * \frac{\sqrt{\left(\left(\frac{2s_{\text{meetfout}}}{2} \right)^2 + \left(1 - \frac{\text{aantalmetingen}}{\text{aantalvrachten}} \right) * \left(\frac{2s_{\text{tussen vracht}}}{2} \right)^2 \right)}}{\text{aantalmetingen}}$$

In de laatste formule is ook vrij snel duidelijk dat bij 100% bemonsteren (d.w.z. aantal metingen = aantal vrachten) de tussen_vracht_variatie er op jaarbasis niet meer toe doet.

6 Gebruik van controlekaarten

Controle- of regelkaarten zijn in de statistiek een bekend middel om de stabiliteit van een proces “in control” te houden. Deze benadering kan gebruikt worden om te controleren of in de BMP- of DGB-systematiek de uitgerekende BSS reëel is voor het lopende jaar. Controlekaarten hebben een zogenaamde Centrale Lijn (CL) en onderste en bovenste regelgrenzen (UCL en LCL, Upper and Lower Control Limit, respectievelijk). Deze regelgrenzen worden zo gekozen dat de kans zeer klein is dat een stabiel proces buiten deze grenzen valt. In de toepassing van dit rapport zijn deze grenzen gekoppeld aan bemonsterings- en analyseon nauwkeurigheden en tussen-vracht variatie per vracht. De CL is gelijk aan de berekende BSS (BMP) of bedrijfsforfait (DGB).

In Figuur 1 staat voor 2 bedrijven de regelkaarten aanpak uitgewerkt. Een bedrijf wat bijna helemaal “in control” is en een bedrijf dat “out of control” is. De data zijn gehaald uit de dataset van Dienst Regelingen. De CL is berekend als gemiddelde van alle metingen in de figuur. Dit is een vereenvoudiging van het beoogde systeem waarin we op basis van historische gegevens de CL (of BSS) moeten schatten of door middel van stalbalans en volumebepaling. De LCL en UCL zijn berekend op basis van de bemonsterings- en analyse onnauwkeurigheid en de tussen-vracht variatie op vrachtniveau. Daarbij is gerekend met $3 \times$ standaardafwijking die 99.9% van alle data punten zou moeten bevatten.



Figuur 1: Controlekaarten toegepast op twee bedrijven over de jaren 2003 en 2004

We zien in de figuur duidelijk terugkomen dat bij een lagere bedrijfsspecifieke (mest)samenstelling de banden (control limits) nauwer worden. Dit is een consequentie van het rekenen met een procentuele onnauwkeurigheid.

Als benadering is hier gekozen voor het weergeven van een symmetrische bandbreedte (LCL en UCL liggen op dezelfde afstand van CL). Strikt genomen is de bandbreedte alleen symmetrisch op de logaritmische schaal. Deze benadering (van een symmetrische bandbreedte) wordt slechter naarmate CL (of BSS) dichter in de buurt van nul komt.

Assymmetrische bandbreedtes (of symmetrische bandbreedtes van een regelkaart op logaritmische schaal) zijn dan aan te bevelen.

Schematisch geldt:

Variantie van een waarneming (vracht) =

$$\sigma_{\text{bedrijf}}^2 + \sigma_{\text{bedrijf.jaar}}^2 + \sigma_{\text{bedrijf.jaar.vracht}}^2 + \sigma_{\text{bedrijf.jaar.vracht.meting}}^2$$

$\sigma_{\text{bedrijf}}^2$ en $\sigma_{\text{bedrijf.jaar}}^2$ geven een maat voor de constante verschillen tussen bedrijven resp. de verschillen tussen jaren binnen een bedrijf. Deze laatste noemen we in de BMPsystematiek de managementonnauwkeurigheid. De gedachte hier is dat de historie (bijv. het gemiddelde van 3 voorgaande jaren) van bedrijven die zeer stabiel zijn over de jaren heen (dus een kleine $\sigma_{\text{bedrijf.jaar}}^2$) een betere voorspellende waarde heeft voor het gehalte in de nabije toekomst in vergelijking tot een bedrijf dat tussen jaren (dus op jaarniveau) nogal fluctueert.

$\sigma_{\text{bedrijf.jaar.vracht}}^2$ en $\sigma_{\text{bedrijf.jaar.vracht.meting}}^2$ geven een maat voor de werkelijke verschillen (qua gehalte in de mest) tussen vrachten binnen een jaar resp. de verschillen door de meetfout bij bemonsteren en analyseren die bij iedere vracht wordt gemaakt.

Met behulp van $\sigma_{\text{bedrijf.jaar.vracht}}^2$ en $\sigma_{\text{bedrijf.jaar.vracht.meting}}^2$ zijn we in staat om de bandbreedte (3s) van een controlekaart voor een bedrijf te produceren.

Gebruikte formule:

$$\text{Gehalte vracht (3s)} = 3 * \sqrt{\left(\frac{2s_{\text{tussen vracht}}}{2}\right)^2 + \left(\frac{2s_{\text{bemonstering en analyse}}}{2}\right)^2}$$

Informatie over onnauwkeurigheid door bemonstering en analyse van 1 vracht volgt uit het spoor 1 – verhaal.

Informatie over de tussenvracht variatie staat in de studie naar minder frequent bemonsteren (hoofdstuk 5, deel II).

Bij de tussen vracht variatie zijn de bedrijven met dezelfde diercategorie (in dit geval alleen vleesvarkens respectievelijk vleeskuikenbedrijven) gerangschikt op niveau van tussen vracht variatie. Met het 0.25 kwantiel wordt dat niveau van tussen vracht variatie van een bedrijf bedoeld, waarbij 25 procent van alle bedrijven met dezelfde diercategorie een lagere tussen vracht variatie heeft.

Tabel 1 Te verwachten afwijking in gemeten mestgehalte (2s en 3s) bij verschillende niveau's van variatie tussen vrachten (binnen een jaar).

Diercategorie		1 vracht (2s)		1 vracht (3s)	
		P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
Vleesvarkens	0.25 kwantiel	32,12	19,54	48,18	29,31
	0.50 kwantiel	44,54	28,05	66,81	42,08
	0.75 kwantiel	56,73	35,82	85,10	53,73
Vleeskuikens	0.25 kwantiel	23,07	20,05	34,61	30,08
	0.50 kwantiel	31,20	26,57	46,80	39,86
	0.75 kwantiel	42,58	32,82	63,87	49,23

Voorbeeld:

Stel bijvoorbeeld dat de redenatie is dat uitsluitend de 25 procent beste bedrijven qua homogeniteit van P₂O₅gehalte in vleesvarkensmest aan bepaalde eisen voldoen, dan is het aan deze bedrijven om dit telkens aan te tonen. De onnauwkeurigheid (3s) van een waargenomen P₂O₅-gehalte is voor deze bedrijven niet groter dan 46.18 procent. De marge rond de CL (of BSS) is voor deze bedrijven dus bepaald, namelijk het traject:

{BSS minus 48.18 procent ; BSS plus 48.18 procent}

Wel belangrijk zijn de aannames die in het voorgaande zijn gemaakt

- $\sigma^2_{\text{bedrijf . jaar . vracht}}$ is goed gekwantificeerd. We nemen aan dat de tussen vracht variatie in onze dataset licht is onderschat, omdat de gehalte-info hier deels op mengmonsters is geschat.
- Correlatie tussen vrachten is verwaarloosbaar verondersteld. Bij een positieve correlatie tussen opeenvolgende vrachten is de tussen vracht variatie mogelijk ook licht onderschat (Johan, ik denk dat hier overschat moet komen te staan)

- we nemen aan dat volume en werkelijk gehalte in de praktijkdataset niet verweven waren. Er is daarom bij de bepaling van de grootte van de variantie-componenten van het gehalte niet gewerkt met een gewogen gemiddelde.

Opmerking tot slot:

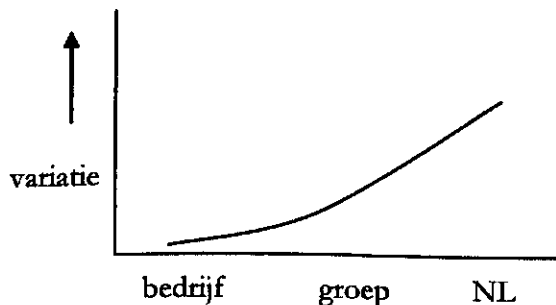
De controlekaart systematiek is vooral bedoeld om te controleren of een bedrijf “stabiel presteert”. Voor de controle of een bedrijf op langere termijn een gehalte vertoont dat bij het BSS past, dient met een betrouwbaarheidsinterval van het steekproefgemiddelde (van een periode) te worden gewerkt.

7 Inventarisatie bedrijfstypen varkens en pluimvee

Vanwege het korte tijdsbestek waarin deze studie uitgevoerd moest zal de inventarisatie niet volledig zijn.

7.1 Algemeen

Het type bedrijf speelt een belangrijk rol bij de hoeveelheid mest en mineralen die op een bedrijf worden geproduceerd. Belangrijke invloedsfactoren zijn het huisvestingsstelsel, technische resultaten, type voer en de gehalten in het voer. Een eerste benadering voor het inschatten van de geproduceerde hoeveelheid mest en de variatie in gehalten in mest en voer zou zijn het analyseren van een dataset van Dienst Regelingen van 'grondloze' bedrijven over meerdere jaren met daarin gegevens over afgezet mestvolume, mineralen aan- en afvoer en het gemiddelde aantal gehouden dieren per jaar. Er is echter een onvolledige dataset aangeleverd, waarin deze eerste inschatting alleen gemaakt kon worden voor de variatie in mestgehalten per mestcode over heel Nederland. In bijlage 1 staan de gemiddelde gehalten aan fosfaat en stikstof per mestcode weergegeven met de bijbehorende spreiding van de gegevens uit de aangeleverde dataset van Dienst Regelingen over 2003-2004. Dit kan gezien worden als een soort "worstcase" scenario, want als bedrijven worden opgedeeld in categorieën (bijv. mengvoer en brijvoer) dan neemt de spreiding tussen de bedrijven en jaren af. De minste spreiding zal optreden bij een individueel bedrijf met een constant management. Schematisch staat dit in figuur 1 weergegeven.



Figuur 1. Schematische weergave van variatie over verschillende categorieën

In bijlagen 2 en 3 staan de forfaitaire mestproductiecijfers en de forfaitaire mineralengehalten in mest van kippen en varkens weergegeven uit de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (LNV, 2005).

7.2 Variatie in mestvolume en – gehalte in de varkenshouderij

In bijlage 4 staan de verschillende diercategorieën binnen de varkenshouderij weergegeven. Hierin staan de mestcategorieën beschreven bij de verschillende diercategorieën en een aantal invloedsfactoren die invloed hebben op deze mestvolume en –gehalten. Op deze invloedsfactoren wordt hieronder nader ingegaan.

Fokzeugen (400 en 401)

De fokzeugen zijn hoofdzakelijk gehuisvest op gedeeltelijk roostervloeren, waarbij drijfmest ontstaat. Op enkele honderden bedrijven worden zeugen op stro gehouden, waardoor gier en vaste mest ontstaat. Invloedsfactoren op de geproduceerde hoeveelheid mest en mestgehalten, zijn de volgende:

- Bij leegstand wordt vanzelfsprekend minder mest op een bedrijf per jaar geproduceerd. Dit komt in de zeugenhouderij in Nederland echter weinig voor, er kan van enige onderbezetting (< 5 %) sprake zijn. Door leegstand neemt ook het gemiddelde aantal aanwezige dieren af wat dus een betere maat vormt voor de mestproductie op een bedrijf.
- De technische resultaten hebben invloed op met name de mineralengehalten in de mest. Hierin vormt de voederconversie bij de biggen een aandachtspunt. Aangezien de totale hoeveelheid voer die biggen afnemen t.o.v. zeugen aanzienlijk is, zal de invloed op het totale mestgehalte groot is. Op basis van de gepubliceerde kengetallen van Agrovision (2005) neemt een gemiddeld aanwezige zeug jaarlijks circa 1150 kg zeugenvoer op. Bij een gemiddelde aantal grootgebrachte biggen per zeug per jaar van 23,8 en een voerverbruik van gemiddeld 29,1 kg is het jaarlijkse verbruik aan biggenvoer circa 693 kg per gemiddeld aanwezige zeug. Dat is 60% ten opzichte van het voerverbruik van een zeug. Voerverbruik tussen zeugenbedrijven liggen op basis van Agrovision (2005) tussen de circa 1024 kg en 1276 kg. Dit is een verschil van 25% Dit kan veel invloed hebben op de gehalten in de mest.
- De voersamenstelling en de grondstoffen zijn van belang voor met name het mestgehalte. Het zeugenvoer is in Nederland goed uitgebalanceerd. Is deze onvoldoende dan zal de zeug ook minder biggen grootbrengen, waardoor een lage input ook een lagere output tot gevolg heeft.
- De wijze van voerverstrekking is van groot belang, denk aan droog- en brijvoer. Bij droogvoer is de hoeveelheid geproduceerde mest meestal lager dan bij brijvoer. Bij vleesvarkens kan dit verschil in produktie oplopen naar 35% (Timmerman en Smolders, 2004). Bij de zeugenhouderij zal dit lager zijn, aangezien zeugen meer water drinken dan vleesvarkens, waardoor de verhouding kleiner wordt. Meer mest, als gevolg van een hogere wateropname, zal een verlaging geven van de gehalten in de mest.
- Het huisvestingsysteem heeft bij dragende zeugen ook invloed op de wateropname en dus op mestproductie. Uit verschillende onderzoeken (Vahl et al., 1988; Backus et al., 1991) blijkt dat individueel gehuisveste zeugen aanzienlijk meer water opnemen dan in groepen gehuisveste dragende zeugen, zowel bij onbeperkte als beperkte drinkwaterverstrekking.
- De hoeveelheid strooisel die in de zeugenhouderij toegepast wordt is minimaal. Alleen bij zeugen op stro is hiervan duidelijk sprake, maar hiervan is maar voor een zeer klein deel van de bedrijven sprake. In Altena et al. (2004) staat onder andere info over mestsamenstelling en strogebruik bij groepshuisvesting van dragende zeugen in grote groepen op stro.

Varkens vanaf 25 kg lichaamsgewicht (402, 404, 405, 411)

De varkens vanaf 25 kg zijn hoofdzakelijk gehuisvest op gedeeltelijk roostervloeren, waarbij drijfmest ontstaat. Invloedsfactoren op de geproduceerde hoeveelheid mest en mestgehalten, zijn de volgende:

- Leegstand. Vanzelfsprekend veroorzaakt leegstand een vermindering van het mestvolume. Op de steeds meer moderne varkensbedrijven in Nederland komt dit echter steeds minder voor (< 5 %).
- De technische resultaten hebben invloed op met name het mestgehalte. Bij opfokzeugen en –beren vanaf 25 kg (402, 404 en 405) wordt eerder beperkt gevoerd dan bij vleesvarkens (411), waardoor de voederconversie optimaler is en minder spreiding heeft. Bij de vleesvarkens is wel meer sprake van spreiding in de voederconversie, wat kan variëren van 2,43 tot 2,86 (Agrovision, 2005). Hierdoor wordt de invloed op het mestgehalte groter. De reden hiervan zijn de verschillende energiewaardes in het voer bij de vleesvarkens en de wijze van voerverstrekking, beperkt of ad lib. Daarnaast speelt ook de groei een rol. Uit onderzoek blijkt dat het verschil in uitscheiding van stikstof en fosfaat bij vleesvarkens tussen bedrijven met een goede groei en voederconversie ten opzichte van ‚slechte‘ bedrijven op kan lopen tot respectievelijk 21% en 26% (Jongbloed en Kemme, 2005). De voersamenstelling en de grondstoffen zijn van belang op met name het mestgehalte. Door de mestwetgeving in Nederland is veel tijd besteed aan het zo efficiënt mogelijk uitbalanceren van de varkensvoerders. Grote verschillen in gehalten zijn daardoor sterk verminderd.
- Een ander aandachtspunt bij met name de vleesvarkens is droog- en brijvoer verstrekking. Bekend is dat bij droogvoer vaak het mestvolume lager is dan bij brijvoer, door minder watergebruik. Een verschil van 35% is tussen deze groepen is mogelijk (Timmerman en Smolders, 2005). Dit heeft ook invloed op het mestgehalte, meer mest zal een verlaging geven van de gehalten in de mest.
- De hoeveelheid strooisel die in bij biggen, opfokzeugen en vleesvarkens wordt toegepast is minimaal.

Varkens vanaf 7 maanden leeftijd (403 en 406)

De varkens vanaf 7 maanden leeftijd zijn hoofdzakelijk gehuisvest op halfroostervloeren, waarbij drijfmest ontstaat. Invloedsfactoren op de geproduceerde hoeveelheid mest en mestgehalten, zijn de volgende:

- Leegstand. Vanzelfsprekend veroorzaakt leegstand een vermindering van het mestvolume. Op de steeds meer moderne varkensbedrijven in Nederland komt dit echter steeds minder voor (< 5 %).
- De technische resultaten hebben invloed op met name het mestgehalte. Bij opfokzeugen vanaf 7 maanden leeftijd en de dekberen vanaf 7 maanden leeftijd (403 en 406) is ten eerste sprake van in verhouding een kleine hoeveelheid varkens. Hier zal de invloed op het mestvolume en –gehalte klein zijn. Tevens zullen de verschillen minder groot zijn

tussen de bedrijven, aangezien deze varkens vrij uniform gevoerd worden en er weinig verschil zal zijn in voederconversie en groei.

- Wat nog wel van belang kan zijn is het verschil tussen de droog- en brijvoer verstrekking. Bekend is dat bij droogvoer vaak het mestvolume lager is dan bij brijvoer, door minder watergebruik. Echter zal het verschil duidelijk minder groot zijn dan bij de vleesvarkens (411), aangezien hier minder op groei en voederconversie gevoerd wordt.

Biggen aangeleverd op ca. 6 weken tot 25 kg (407)

Deze categorie varkens komt in Nederland erg weinig voor. De biggen worden meestal pas afgevoerd van het zeugenbedrijf als deze 25 kg zijn en zal veelal bij de diercategorie 401 in zitten. Hierdoor is de invloed op het mestvolume en –gehalte zeer klein.

Slachtzeugen (410)

Ook deze categorie varkens komt in Nederland weinig voor. Meestal gaan de zeugen binnen enkele weken na selectie, na spenen, van het bedrijf af. Soms als de prijzen voor slachtzeugen interessant is worden ze langer doorgevoerd. Op deze bedrijven zal het mestvolume iets dalen, aangezien de wateropname lager is dan bij de rest van de gemiddeld aanwezige zeugen. Het gehalte aan stikstof en fosfaat in de mest zal iets stijgen, aangezien dit hoger is dan bij de rest van de gemiddeld aanwezige zeugen.

Mestvolume

Recente informatie over mestproductie bleek erg beperkt te zijn. In tabel 1 staan de gemiddelde mestproducties voor weergegeven voor de verschillende diercategorieën in de varkenshouderij zoals ze staan in KWIN-Veehouderij (ASG, 2005).

Tabel 1 Gemiddelde mestproductiecijfers volgens KWIN-Veehouderij (ASG, 2005)

	Mestproductie (m ³ /g.a.d./jr)
Zeugen (incl. kraamzeugen en biggen)	5,0
Zogende zeugen met biggen	5,8
Zeugen zonder biggen	
- beperkt	2,8
Diercategorie	2,9
Gespeende biggen	0,6
Opfokzeugen en –beren	1,3
Dekbeer	3,2
Vleesvarkens	
- antimorsbak/brijbak	1,1
- drinkbak	1,3
- bijtnippel	1,5
- brijvoermachine met bijproducten	1,2

Door Aarnink en Huijben (1988) is bij 48 vleesvarkensbedrijven onderzoek gedaan naar het geproduceerde mestvolume. Op deze bedrijven werd een gemiddelde mestproductie gevonden van 1,35 m³ per gemiddeld aanwezig vleesvarken en een waterverbruik van 1,99 m³.

Door Cuyk en Den Brok (1994) zijn metingen uitgevoerd op Praktijkcentrum Sterksel naar de mestproductie en drinkwaterverbruik van de verschillende diercategorieën in de periode 1989-1993. Uit dit onderzoek komt naar voren dat de mestproductie voor verreweg het grootste deel bepaald wordt door de wateropname van het varken. In tabel 2 staan de resultaten van de metingen weergegeven en in tabel 3 staat een voorbeeld weergegeven van een waterbalans voor een varken van 60 kg.

Tabel 2 Gemeten mestproductie en drinkwaterverbruik op Praktijkcentrum Sterksel in de periode 1989-1993 (Cuyk en Den Brok, 1994)

	Drinkwaterverbruik		Mestproductie
	(L/dier/dag)	(m ³ /dier/jr)	(m ³ /g.a.d./jr)
Dragende/guste zeugen			
- individuele huisvesting	12,6	4,6	4,1
- groepshuisvesting Biofix	8,2	3,0	3,0
Kraamzeugen	18,8	6,9	6,5
Gespeende biggen	1,5	0,5	0,4
Gemiddeld per fokzeug			5,7
Vleesvarkens			
- brijbak	4,6	1,7	1,0
- drinkbak	5,4	2,0	1,5
- brijvoerinstallatie	-		1,5

Tabel 3 Voorbeeld van een waterbalans voor een varken van 60 kg, een groei van 700 g/dag in een thermo-neutrale omgeving en gevoerd met mengvoer (Brooks en Carpenter, 1990)

Water gebruik/verloren	ml	%	Water consumptie/gevormd	ml	%
Groei	469	8,2	Voer water	380	6,6
Ademhaling	580	10,1	Voer oxydatie	1015	17,7
Huid	420	7,3			
Faeces	742	12,9			
<u>Urine</u>	<u>3536</u>	61,5	<u>Water consumptie</u>	<u>4352</u>	75,7
Totaal	5747		Totaal	5747	

Uit tabel 3 komt naar voren dat in de gegeven situatie dat van de wateropname door het varken circa 75% in de mest terecht, 8% wordt aangezet in het varken en 17% wordt afgevoerd met de stallucht (Brooks en Carpenter, 1990). Deze laatste post varieert maar in beperkte mate als gevolg van temperatuur en ventilatiedebiet (Cuyk en Den Brok, 1994).

Naast huisvestingsstelsel, drinkwaterverstreking is het reinigen en de frequentie daarvan van invloed op de mestproductie van een bedrijf. Uit onderzoeken van Roelofs et al. (1993) en Roelofs en Plagge (1998) blijkt dat de methode van inweken, type nozzle, waterdruk en –debiet van invloed te zijn op de hoeveelheid reinigingswater. Het reinigen van een vleesvarkenafdeling waarin brijvoer wordt gevoerd vergt meer tijd en dus meer reinigingswater dan een vleesvarkenafdeling waarin droogvoer wordt verstrekt (Heuvel en Spoolder, 2002). Aangezien reinigingsapparatuur voor langere tijd wordt aangeschaft en de werkmethode van het reinigen binnen een bedrijf over langere tijd hetzelfde blijft mag verwacht worden dat de invloed hiervan op de mestproductie geen grote variaties vertoont.

In het kader van het MINAS-onderzoek bij vleesvarkens is ook het mestvolume gemeten gedurende twee ronden in 4 afdelingen met elk een eigen rantsoen. Tijdens dit onderzoek zijn alle proefafdelingen grondig gereinigd zodat alle geproduceerde mest en mineralen werd afgevoerd naar de centrale opvangput. Hierdoor zal het gemeten mestvolume een overschatting ten opzichte van de praktijksituatie. In tabel 4 staan de gemeten mestproductie in het onderzoek uitgedrukt in jaarproductie en percentage t.o.v. het gemiddelde.

Tabel 4 Gemeten mestproductiecijfers ($m^3/d.jr$) uit het MINAS-onderzoek bij vleesvarkens (Timmerman en Smolders, 2004)

Afdeling	Ronde 1		Ronde 2	
Droogvoer	1,14	101%	1,12	99%
Nat droogvoer	1,29	95%	1,41	105%
Brijvoer: tarwezetm., aard.st.schillen, wei	1,45	97%	1,55	103%
Brijvoer: tarwezetm., aard.st.schillen, wei, biergist	1,44	93%	1,65	107%

Uit tabel 4 blijken er verschillen van 1-7% in mestproductie tussen ronden zijn opgetreden. De gemiddelde mestproductie lag voor droogvoer op $1,1 m^3/d.jr$, nat droogvoer op $1,3 m^3/d.jr$ en voor brijvoerrantsoen bij elkaar op $1,5 m^3/d.jr$.

Mestbe- en verwerking

In Nederland wordt op zeer weinig bedrijven mestverwerking toegepast aangezien de verwerkingskosten veelal hoger zijn dan directe afzet van de mest. Mogelijk kan hierin verandering komen als gevolg van het nieuwe mestbeleid wat per 2006 ingaat en waarvan men verwacht dat hierdoor de afzetkosten zullen gaan stijgen. De gehalten van volumes van de verwerkte producten hangen af van de toegepaste systemen, zie o.a. Verdoes et al. (1992) en serie Mestverwerkingsystemen Varkenshouderij. Gezien de (nog) kleine omvang van lopende mestverwerkingsystemen wordt hierop niet verder ingegaan.

7.3 Variatie in mestvolume in de pluimveehouderij

Er zijn diverse factoren van invloed op de geproduceerde hoeveelheid mest op pluimveebedrijven. In tabel A in bijlage 5 is hiervan een indruk gegeven. De tabel is ingedeeld op basis van de mestcodes, gebruikt in de huidige mestwetgeving. Naast de kenmerken van de bijbehorende huisvestingssystemen zijn ook een aantal factoren genoemd die invloed hebben op de geproduceerde hoeveelheid mest per bedrijf.

Leghennen

De meeste leghennen in Nederland worden inmiddels gehouden in alternatieve huisvesting: scharrel- en volièrestallen. Nog ongeveer 35% zit in batterijstallen. De invloed van de diverse factoren op de geproduceerde hoeveelheid mest is voor alternatieve en batterijhuisvesting vergelijkbaar. Per factor een korte toelichting:

- **Leegstand.** Hoe langer een stal leeg staat, hoe minder mest er wordt geproduceerd. In de leghennenhouderij kan het echter voorkomen dat een stal gedurende het hele jaar in gebruik is. Een ronde duurt ongeveer 14 maanden (ASG, 2005: 405 dagen inclusief opfokperiode van 3 weken). Als de dieren aan het eind van het ene jaar worden geplaatst blijven ze het hele volgende jaar op het bedrijf. De jaren er voor en er na is er wel een leegstand van gemiddeld 18 dagen.
- **Verhouding strooisel/rooster.** Hoe minder rooster, hoe meer mest er in het strooisel terecht komt. In het strooisel is veel activiteit met daarbij de mogelijkheid tot 'verdwijnen' van een hoeveelheid mest.
- **Aanwezigheid mestbanden.** Bij volière stallen zijn onder de roosters mestbanden aanwezig waarmee minimaal 1x per week de mest die er op ligt uit de stal wordt verwijderd. Dit is ook toepasbaar bij scharrelstallen (populair staltype: scharrelstal met mestbanden in twee verdiepingen). Ten opzichte van een stal waarbij de mest onder de roosters wordt opgeslagen (traditioneel scharrel) komt er in de mest op de banden geen broei voor met de daarbij horende omzettingen. Bij deze omzettingen zal ook een deel van de mest als voedsel door bacteriën worden gebruikt en daarmee neemt de hoeveelheid mest af.
- **Wel of geen beluchting.** Door de mest te beluchten droogt deze snel in en neemt het drogestofgehalte toe. Door het verdampen van water neemt de hoeveelheid mest af. Daarnaast zijn er minder omzettingen (bacteriën houden niet van droge mest) en neemt de hoeveelheid mest licht toe. De afname door verdampen van het vocht is echter groter, waardoor per saldo de hoeveelheid geproduceerde mest afneemt.
- **Vrije uitloop.** Op bedrijven die vrije uitloop toepassen zal een deel van de mest daar terecht komen. Deze hoeveelheid is weer afhankelijk van een aantal factoren waarbij de mate waarin de dieren buiten komen de belangrijkste zal zijn. In een onderzoek van A&F (Aarnink et al, 2005) worden percentages genoemd van 12 - 26,5%. De meeste mest komt terecht binnen een afstand van 20-30 meter van de stal. De in de vrije uitloop geproduceerde mest zal niet van het bedrijf afgevoerd kunnen worden.

- Technische resultaten. Van de technische resultaten is met name de voeropname de belangrijkste factor die de geproduceerde hoeveelheid mest bepaald. Van Middelkoop (1993) heeft aangegeven dat er een vaste factor is tussen de voeropname en productie van verse mest. Op basis van deze factor is in tabel 5 uitgerekend wat de variatie is in mestproductie per dier. Uitgangspunten bij de berekeningen zijn:
 - verse mest 23% d.s.
 - omrekenfactor 1,15
 - productieperiode (incl opfok) 405 dagen
 - leegstand 18 dagen
 De berekende hoeveelheden mest zijn lager dan aangegeven in het Handboek Pluimveehouderij (ASG, 2004). De in het Handboek genoemde productie is echter een waarde die al enkele tientallen jaren oud is. Door verbetering van technische resultaten en ander voer kan de huidige hoeveelheid lager zijn. Op een bedrijf zal de voederconversie en eiproductie variëren per koppel. Het drogestofgehalte van de mest wordt min of meer bepaald door het huisvestingssysteem en zal daardoor niet veel wisselen. De variatie binnen een bedrijf zal daardoor, als er geen veranderingen in de huisvesting zijn, beperkt blijven. Hoe groot de variatie is op een bedrijf in technische resultaten is niet echt bekend. Cijfers hierover zijn mogelijk beschikbaar via het LEI of adviseurs in de legsector.
- Voer. Veranderingen in voersamenstelling en/of grondstoffen zullen zich mogelijk vertalen in verschillen in de technische resultaten zoals voederconversie. Via die factor is het verschil in mestproductie zichtbaar te maken.
- Strooisel. De hoeveelheid strooisel die wordt gebruikt is slechts een geringe hoeveelheid ten opzichte van de hoeveelheid geproduceerde mest. De invloed op de variatie binnen een bedrijf zal daarmee ook klein zijn.

Tabel 5 Berekening mestproductie en variatie bij leghennen

Berekening mestproductie (per dier per ronde)										
Eiproductie	kg	19,5			20,0			21,0		
v.c.		2,0	2,1	2,2	2,0	2,1	2,2	2,0	2,1	2,2
voerverbruik; productie	kg	39,0	41,0	42,9	40,0	42,0	44,0	42,0	44,1	46,2
Opfok	kg	2,0			2,0			2,0		
Totaal	kg	41,0	43,0	44,9	42,0	44,0	46,0	44,0	46,1	48,2
verse mest	kg	47,2	49,4	51,6	48,3	50,6	52,9	50,6	53,0	55,4
Waarvan ds	kg	10,8	11,4	11,9	11,1	11,6	12,2	11,6	12,2	12,7
Mestproductie	kg									
ds% bij uitnesten	30%	36,1	37,9	39,6	37,0	38,8	40,6	38,8	40,6	42,5
	55%	19,7	20,7	21,6	20,2	21,2	22,1	21,2	22,2	23,2
	80%	13,6	14,2	14,8	13,9	14,5	15,2	14,5	15,2	15,9
in kg per dier per jaar	30%	31,2	32,7	34,2	32,0	33,5	35,0	33,5	35,1	36,7
	55%	17,0	17,8	18,6	17,4	18,3	19,1	18,3	19,1	20,0
	80%	11,7	12,3	12,8	12,0	12,6	13,1	12,6	13,2	13,8
Maximale variatie in mestproductie										
bij zelfde eiproductie		66%			66%			66%		
bij zelfde vc		65%	65%	65%						
bij zelfde ds% mest	30%				15%					
	55%				15%					
	80%				15%					
bij wisselend eiproductie / vc / ds% mest					68%					

Vleeskuikens

Bij vleeskuikens wordt slechts een huisvestingssysteem toegepast: volledig strooisel bij grondhuisvesting. De factor die de meeste invloed heeft op de geproduceerde hoeveelheid mest is de leegstand. Deze is op de meeste bedrijven vrij vast. Afhankelijk van het aflevergewicht (licht of zwaar mesten) heeft een bedrijf vaak een vaste cyclus van 7 of 8 weken. De technische resultaten zullen daarom belangrijker zijn in de variatie van de mestproductie op een bedrijf. In tabel 6 is een berekening gegeven met behulp van de omrekenfactor, verse mest met 23% d.s. en op basis van de normen in KWIN (ASG, 2005):

- productieperiode 42 dagen
- leegstand 10 dagen.

De technische resultaten kunnen op een bedrijf toch wel variëren. Hoe groot de variatie is wordt vooral bepaald door de enkele koppel waarbij tijdens de groeiperiode er wat problemen zijn geweest. Bij het LEI is hierover meer informatie beschikbaar uit de boekhoudingen van de bedrijven.

De invloed van licht of zwaar mesten op de variatie in mestproductie is nihil. Uit berekening bleek dat de in tabel 6 genoemde percentages slechts 1% toenemen. Daarmee is ook aangegeven dat de in tabel 6 genoemde percentages ook de variatie geven tussen bedrijven. Mestbeluchting komt in de vleeskuikenhouderij (nog) niet voor. Voor de andere factoren gelden dezelfde opmerkingen als gemaakt bij leghennen.

Tabel 6 Berekening mestproductie en variatie bij vleeskuikens

Berekening mestproductie (per dier per ronde)										
Aflevergewicht	gram	1900			2000			2100		
v.c.		1,6	1,7	1,8	1,6	1,7	1,8	1,6	1,7	1,8
Voerverbruik	gram	3040	3230	3420	3200	3400	3600	3360	3570	3780
Verse mest	gram	3496	3715	3933	3680	3910	4140	3864	4106	4347
Waarvan ds	gram	804	854	905	846	899	952	889	944	1000
Mestproductie	gram									
ds% bij uitmesten	50%	1608	1709	1809	1693	1799	1904	1777	1889	2000
	55%	1462	1553	1645	1539	1635	1731	1616	1717	1818
	60%	1340	1424	1508	1411	1499	1587	1481	1574	1666
in kg per dier per jaar	50%	11,3	12,0	12,7	11,9	12,6	13,4	12,5	13,3	14,0
	55%	10,3	10,9	11,5	10,8	11,5	12,2	11,3	12,1	12,8
	60%	9,4	10,0	10,6	9,9	10,5	11,1	10,4	11,0	11,7
Maximale variatie in mestproductie										
bij zelfde eiproductie		26%			26%			26%		
bij zelfde vc		25%	25%	25%						
bij zelfde ds% mest	50%							20%		
	55%							20%		
	60%							20%		
bij wisselend eiproductie / vc / ds% mest								33%		

Bijlage 7-1 Overzicht aangeleverde dataset Dienst Regelingen 2003 en 2004

Mestcode	# vrachten	# analyses	gem. gehalte (g/kg)		Standaarddeviatie	
					Analyses	
			P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
23	1232	881	18.64	23.56	5.75	6.37
30	43	25	7.18	10.70	1.87	2.29
31	147	62	17.27	24.91	4.42	7.01
32	552	447	20.83	27.56	6.43	7.77
33	358	155	25.42	32.84	7.47	8.33
34	18	3	26.56	19.70	0.60	1.25
35	458	388	24.69	22.14	7.11	7.80
36	160	137	23.70	23.58	4.26	4.63
37	962	642	27.05	24.39	6.85	8.44
38	159	128	29.93	24.63	8.61	15.33
39	11923	6733	17.99	33.97	6.94	7.41
40	28	28	6.67	7.26	4.11	2.40
45	143	21	12.01	23.02	1.70	5.57
51	118	35	3.48	5.13	2.15	2.67
52	5219	1794	4.16	7.48	2.16	3.92
53	45	22	6.55	11.23	8.02	15.88
54	77	15	4.68	6.95	1.40	1.98
30a	85	35	7.42	11.30	2.91	3.74
31a	49	18	24.66	17.32	10.62	6.31
32a	756	441	20.41	27.98	6.16	6.93
33a	1612	735	27.00	33.98	6.47	8.66
35a	914	425	28.18	23.79	9.70	8.87
36b	145	108	25.31	23.48	4.24	4.75
45a	4	3	21.19	10.04	5.56	3.53
52a	16592	5685	4.34	7.73	2.03	3.08
53a	168	50	4.93	7.43	1.81	1.85
54a	3006	679	3.46	6.35	1.37	1.50

Bijlage 7-2 Mestproductiecijfers volgens Uitvoeringsregeling Meststoffenwet

Tabel A Mestproductie (in m³/jaar) voor varkens volgens Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (LNV, 2005)

Naam diercategorie	drijfmest	vast
400 Fokzeugen waarvan u de biggen op ca. 6 weken aflevert	2,40	1,76
401 Fokzeugen waarvan u de biggen op ca. 25 kg aflevert	4,20	3,40
402 Opfokzeugen van ca. 25 kg tot ca. 7 maanden	1,70	1,30
403 Opfokzeugen van ca. 7 maanden tot de eerste dekking	2,20	1,74
404 Opfokzeugen van ca. 25 kg tot de eerste dekking	1,56	1,38
405 Opfokberen van ca. 25 kg tot ca. 7 maanden	1,62	1,26
406 Dekberen ca. 7 maanden en ouder	3,00	2,20
407 Biggen: aangeleverd op ca. 6 weken tot ca. 25 kg	0,52	0,42
410 Slachtzeugen (worden afgemest)	3,60	2,80
411 Vleesvarkens (vanaf ca. 25 tot ca. 110 kg)	1,28	1,22

Tabel B Mestproductie (in m³/jaar) voor kippen volgens Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (LNV, 2005)

Naam diercategorie	mest
300 Opfokhennen en -hanen, jonger dan ca. 18 wkn - dunne mest	0,020
300 Opfokhennen en -hanen, jonger dan ca. 18 wkn - dieppitstal	0,006
300 Opfokhennen en -hanen, jonger dan ca. 18 wkn - mestband	0,014
300 Opfokhennen en -hanen, jonger dan ca. 18 wkn - mestband nadroging	0,012
300 Opfokhennen en -hanen, jonger dan ca. 18 wkn - volierestal	0,016
300 Opfokhennen en -hanen, jonger dan ca. 18 wkn - overig	0,012
301 Hennen en -hanen, ouder dan ca. 18 wkn - dunne mest	0,042
301 Hennen en -hanen, ouder dan ca. 18 wkn - dieppitstal	0,010
301 Hennen en -hanen, ouder dan ca. 18 wkn - mestband	0,030
301 Hennen en -hanen, ouder dan ca. 18 wkn - mestband nadroging	0,026
301 Hennen en -hanen, ouder dan ca. 18 wkn - volierestal	0,030
301 Hennen en -hanen, ouder dan ca. 18 wkn - overig	0,026
310 Opfokhennen en -hanen van vleesrassen, jonger dan ca. 19 wkn	0,006
311 Ouder dieren van vleesrassen, ouder dan ca. 19 wkn	0,030
312 Vleeskuikens	0,018

Bijlage 7-3 Forfaitaire mineralgehalten in mest volgens Uitvoeringsregeling Meststoffenwet

Tabel A Forfaitaire mineralgehalten in mest (in g/kg) volgens Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (LNV, 2005) en de bijbehorende uitrijnorm

Mestcode	Gehalte (g/kg)		Uitrijnorm (ton/ha)	
	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
30: Dunne kippenmest	7,0	10,4	12	16
31: Kippenmest: dieppitstal, kanalenstal	28,8	28,5	3	6
32: Kippenmest: mestband	19,8	25,7	4	7
33: Kippenmest: mestband + nadroog	28,2	36,5	3	5
35: Kippenmest: strooiselstal	25,1	22,9	3	7
39: Vleeskuikenmest	17,7	32,6	5	5
40: Vaste varkensmest	8,7	8,2	10	21
41: Gier en filtraat na scheiding van varkensmest	1,1	4,7	77	36
43: Koek na scheiding van varkensmest	19,5	18,7	4	9
46: Dunne mest fokzeugen (incl. biggen, etc.)	3,5	5,8	24	29
50: Dunne mest vleesvarkens	3,9	7,0	22	24

Bijlage 7-4 Overzicht bedrijfstypen varkenshouderij

Tabel A Diercategorieën 400 t/m 410 (zeugen incl. opfok)

<i>Mestcode</i>	40: vaste mest	41: gier en filtraat na mestscheiding	43: koek na mestscheiding	46: dunne mest alles, behalve vleesvarkens
Huisvestingssysteem	Strostal	Halfrooster	Halfrooster	Halfrooster
% van totaal # dieren in NL	1%	1%	1%	99%
Voersysteem	Droog en brij	Droog en brij	Droog en brij	Droog en brij
Drinkwatersysteem	Drinkbakje en/of brij	Drinkbakje en/of brij	Drinkbakje en/of brij	Drinkbakje en/of brij
Diermanagement	Dyn. (D)	Dyn./ all in-all out	Dyn./ all in-all out	Dyn./ all in-all out
Mestopslag	Mestplaat	Kelder/silo/zak	Mestplaat	Kelder/silo/zak
Mestafvoer per jaar	1-12	1-12	1-12	1-12
Van invloed op mestvolume				
Leegstand	X	X	X	X
Technische resultaten				
- productie (kg vlees)	X	X	X	X
- voederconversie	X	X	X	X
- uitval	X	X	X	X
Voer				
- samenstelling	X	X	X	X
- grondstoffen	X	X	X	X
Strooisel				
- hoeveelheid	X		X	

Tabel B Diercategorieën 411: vleesvarkens

<i>Mestcode</i>	40: vaste mest	41: gier en filtraat na mestscheiding	43: koek na mestscheiding	50: dunne mest
Huisvestingssysteem	Stroostal	Halfrooster	Halfrooster	Halfrooster
% van totaal # dieren in NL	1%	1%	1%	99%
Voersysteem	Droog en brij	Droog en brij	Droog en brij	Droog en brij
Drinkwatersysteem	Drinkbakje en/of brij	Drinkbakje en/of brij	Drinkbakje en/of brij	Drinkbakje en/of brij
Diermanagement	Dyn. (D)	Dyn./ all in-all out	Dyn./ all in-all out	Dyn./ all in-all out
Mestopslag	Mestplaat	Kelder/silo/zak	Mestplaat	Kelder/silo/zak
Mestafvoer per jaar	1-12	1-12	1-12	1-12
Van invloed op mestvolume				
Leegstand	X	X	X	X
Technische resultaten				
- productie (kg vlees)	X	X	X	X
- voederconversie	X	X	X	X
- uitval	X	X	X	X
Voer				
- samenstelling	X	X	X	X
- grondstoffen	X	X	X	X
Strooisel				
- hoeveelheid	X		X	

Bijlage 7-5 Overzicht bedrijfstypen pluimveehouderij

Diercategorie	Leghennen						Vleeskuikens
Mestcode	30 dunne mest	31 droge mest	32 mestband	33 mestband + nadroog	35 strooiselstal	39 alle systemen	
Huisvesting	batterij	dieppit, kanalenstal	batterij	batterij	Scharrel	volière	Grondhuisvesting
Totaal # dieren in NL	1%	0%	30%	5%	35%	30%	99%
Kg mest/g.a.d *	63,5		22,7	15,3	29,5		11
Drogestofgehalte *	14%		54%	>80%	45%	60 - 80%	61%
Voersysteem	Mengvoer en granen						
Drinkwatersysteem	- nippels - goot	- nippels - cups	- nippels - cups	Nippels cups	Cups torens	Nippels cups	Nippels cups
Diermanagement	all-in-all-out						
Mestopslag	Kelder of gesloten put	Kelder	Container of loods	loods	Stal of container/ loods	container of loods	Stal
Mestafvoer	na afloop ronde	1x in 2-3 jr	1x in 2 wk of 1x per jr	wekelijks	na afloop ronde of 2x per wk	1x in 2 wkna afloop of 1x per jr	ronde
Van invloed op mestvolume							
Leegstand	X	X	X	X	X	X	X
Verhouding strooisel/rooster					X	X	
Wel/geen mestbanden					X		
Mestbeluchting			X	X	X	X	X
Uitmestfrequentie			X	X		X	
Vrije uitloop					X	X	
Technische resultaten							
- productie	X	X	X	X	X	X	X
- voederconversie	X	X	X	X	X	X	X
- uitval	X	X	X	X	X	X	X
Voer							
- samenstelling	X	X	X	X	X	X	X
- grondstoffen	X	X	X	X	X	X	X
Strooisel							
- hoeveelheid					X	X	X
- soort					X	X	X

8 Stalbalans-aangifte en mestafvoer Praktijkcentra en praktijkbedrijven

8.1 Algemeen

Op basis van de MINAS-boekhoudingen zijn voor de Praktijkcentra Sterksel en Lelystad en een viertal praktijkbedrijven voor één jaar de stalbalans-aangifte opgesteld. Daarnaast is de mestafvoer voor deze bedrijven over meerdere jaren op een rijtje gezet om zo aan de hand van praktijkvoorbeelden de verschillende sporen van het nieuwe mestbeleid door te kunnen rekenen op onnauwkeurigheid. De gegevens die hier staan gepubliceerd kunnen afwijken van de MINAS-aangiften vanwege o.a. veranderde forfaits, afrondingsfouten en afgevoerde vrachten mest die Dienst Regelingen niet heeft verwerkt. Verder zal het management bij stalbalans-aangifte anders zijn dan bij de MINAS-aangifte, omdat bij de stalbalans-aangifte o.a. wel de voorraden worden meegenomen wat groot verschil is ten opzichte van de MINAS-aangifte.

8.2 Methoden

Voor de berekening van de stalbalans-aangifte is zoveel mogelijk uitgegaan van de beschikbare gegevens in de MINAS-boekhoudingen. Voor de voeraanvoer is uitgegaan van de voeroverzichten van de leveranciers. Bij de praktijkcentra waren de voervorraden genoteerd op het begin en eind van het gerapporteerde jaar en zijn de gehalten in het voer gebaseerd op de gehalten in de vrachten voer die in december zijn geleverd. Bij de praktijkbedrijven waren bij varkensbedrijven de voorraden voer bijgehouden, maar niet bij de pluimveebedrijven. Bij de pluimveebedrijven is er vanuit gegaan dat de voorraden voer aan het begin en eind van het jaar gelijk waren. Bij de praktijkbedrijven zijn de gehalten in de voorraad voer gebaseerd op het gemiddelde gehalte van de vrachten voer in het jaar waarover de stalbalans-aangifte is opgesteld.

Voor de berekening van de aan- en afgevoerde mineralen met de dieren is uitgegaan van de forfaitaire normen voor de mineralengehalten in de dieren zoals deze staan in bijlage D van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (LNV, 2005) en de gegevens op de aan- en afvoerkaarten zoals deze binnen MINAS zijn gebruikt. Voor de voorraden dieren is uitgegaan van de aantallen dieren zoals deze stonden genoteerd op de veesaldokaarten aan het begin en eind van het jaar. Bij fokvarkens en leghennen is uitgegaan van de forfaitaire norm behorend bij deze diercategorieën, terwijl bij biggen, vleesvarkens en vleeskuikens uitgegaan is van het gemiddelde van de aan- en afvoernorm bij opleg/opzet en afleveren van de dieren.

Bij de mestafvoer is uitgegaan van de afgevoerde vrachten mest en de analyse-uitslagen. Bij de praktijkcentra waren de mestvoorraden genoteerd op het begin en eind van het jaar en bij de varkensbedrijven is een inschatting gemaakt van de voorraad mest in samenspraak met de ondernemer, terwijl dit bij de pluimveebedrijven is gebeurd zoals in MINAS dat gebeurd bij het

bepalen van de begin- en eindvoorraden mest. De gehalten in de mestvoorraad aan het begin van het jaar zijn gebaseerd op het gemiddelde gehalte van het voorgaande jaar en de gehalten in de mestvoorraad op het eind van het jaar zijn gebaseerd op het gemiddelde gehalte in de afgevoerde mest in het jaar waarover de stalbalans is opgesteld. Bij de pluimveebedrijven is dit gebeurt op basis van de normen van mestproductie per dier per dag uit de Tabellenbrochure (BH, 2004).

8.3 Praktijkcentrum Sterksel en Lelystad

Voor de praktijkcentra Sterksel en Lelystad is over 2002 een stalbalans opgesteld inclusief voorraden, welke in tabellen 1 en 2 staan weergegeven.

Tabel 1 Stalbalans 2002 van Praktijkcentrum Sterksel op basis van de gegevens uit de MINAS -boekhouding

	Fosfaat (kg P ₂ O ₅)	Stikstof (kg N)
Mestproductie	10.666	26.037
Beginvoorraad	1.322	2.907
Aanwending mest	-367	-568
Eindvoorraad	-4.143	-9.132
Totaal afvoeren	7.478	19.244
Afgevoerd	9.549	21.049

Tabel 2 Stalbalans 2002 van Praktijkcentrum Lelystad op basis van de MINAS gegevens

	Fosfaat (kg P ₂ O ₅)	Stikstof (kg N)
Mestproductie	8.154	19.286
Beginvoorraad	2.224	4.178
Aanwending mest	-385	-595
Eindvoorraad	-4.448	-8.357
Totaal afvoeren	5.545	14.513
Afgevoerd	6.246	11.736

Praktijkcentrum Sterksel heeft over 2002 een sluitende stalbalans voor zowel fosfaat als stikstof en heeft bijna 28% teveel fosfaat en 9% teveel stikstof afgevoerd voor een sluitende stalbalans. Als Praktijkcentrum Sterksel de teveel afgevoerde mest op eigen land had uitgereden dan was er respectievelijk 620 kg fosfaat en 540 kg stikstof boven de gebruiksnorm per hectare bemest. Bij Praktijkcentrum Lelystad is er alleen een sluitende stalbalans voor fosfaat en is bijna 13% teveel fosfaat afgevoerd, maar ruim 19% te weinig stikstof. Dit is erg opmerkelijk omdat Praktijkcentrum Lelystad geen mestverwerking toepast en alle mest in de buurt bij akkerbouwers kan afzetten. Dus over 2002 zou met de afgevoerde mesthoeveelheid zowel voldoende fosfaat als voldoende stikstof afgevoerd moeten zijn. Mogelijke verklaring voor dit verschil kunnen zijn dat de gedeclareerde gehalten van het voer hoger waren in werkelijkheid, de gasvormige stikstofverliezen hoger waren dan waar de normen vanuit gaan en/of dat de varkens meer

stikstof vastleggen omdat het SPF-dieren zijn. In tabellen 3 en 4 staan de overzichten van de mestafvoer van de praktijkcentra Sterksel en Lelystad over de jaren 2001-2004. Door de opstart van Praktijkcentrum Lelystad in 2001 is in dat jaar geen mest afgevoerd.

Tabel 3a Overzicht mestafvoer van Praktijkcentrum Sterksel

Jaar	mestafvoer (ton)	aantal		# vrachten per analyse	mineralenafvoer (kg)		gem. gehalte (g/kg)	
		vrachten	analyses		P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
2001	5.401	165	40	4,1	14.570	32.040	2,70	5,93
2002	3.665	116	28	4,1	9.549	21.049	2,61	5,74
2003	4.391	141	22	6,4	11.701	24.158	2,66	5,50
2004	5.327	161	32	5,0	13.279	27.187	2,49	5,10

Tabel 3b Overzicht onnauwkeurigheden mestafvoer van Praktijkcentrum Sterksel

Jaar	mineralenafvoer (kg)		onnauwkeurigheid (2s) (Spoor 1, in procenten)		gem. gehalte (g/kg)		Afwijking (BMP) (gehaltefout)	
	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
	2001	14.570	32.040			2,70	5,93	
2002	9.549	21.049	3,0	1,8	2,61	5,74	BSSjaar	BSSjaar
2003	11.701	24.158	2,8	1,7	2,66	5,50	BSSjaar	BSSjaar
2004	13.279	27.187	2,5	1,5	2,49	5,10	5,3	9,1

Tabel 4a Overzicht mestafvoer van Praktijkcentrum Lelystad

Jaar	mestafvoer (ton)	aantal		# vrachten per analyse	mineralenafvoer (kg)		gem. gehalte (g/kg)	
		vrachten	analyses		P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
2001	0	0	0	-	0	0	-	-
2002	3.090	85	12	7,1	6.246	11.736	2,02	3,80
2003	4.422	120	16	7,5	11.522	21.892	2,61	4,95
2004	4.696	128	17	7,5	14.059	24.287	2,99	5,17

Tabel 4b Overzicht onnauwkeurigheden mestafvoer van Praktijkcentrum Lelystad

Jaar	mineralenafvoer (kg)		onnauwkeurigheid (2s) (Spoor 1, in procenten)		gem. gehalte (g/kg)		Afwijking (BMP) (gehaltefout)	
	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
	2001	0	0	-	-	-	-	-
2002	6.246	11.736	4,2	2,4	2,02	3,80	BSSjaar	BSSjaar
2003	11.522	21.892	3,1	1,9	2,61	4,95	BSSjaar	BSSjaar
2004	14.059	24.287	2,9	1,8	2,99	5,17	26,2	15,4

Zowel Praktijkcentrum Sterksel als Lelystad zijn de laatste jaren omgeschakeld/gegroeid naar een gesloten varkensbedrijf met 300 zeugen en 2400 vleesvarkens. De afgevoerde hoeveelheid mest lagen de laatste twee jaar op een redelijk vergelijkbaar niveau. Echter het aantal analyses

verschilde sterk. Dit kan worden verklaard doordat Praktijkcentrum Lelystad de mest in de buurt bij akkerbouwers afzet en de loonwerker dit telkens in meerdere vrachten per keer wegrijdt in tanks van circa 36.000 m³ naar een afnemer. Het aantal vrachten per analyse ligt daarom bij Praktijkcentrum Lelystad hoger dan bij Praktijkcentrum Sterksel.

8.4 Varkensbedrijven

Voor een zeugenbedrijf en een vleesvarkensbedrijf is een stalbalans opgesteld inclusief voorraden, welke in tabellen 5 en 6 staan weergegeven.

Tabel 5 Stalbalans 2003 van een zeugenbedrijf op basis van de gegevens uit de MINAS -boekhouding

	Fosfaat (kg P ₂ O ₅)	Stikstof (kg N)
Mestproductie	18.429	32.591
Beginvoorraad	2.594	3.613
Aanwending mest	-165	-255
Eindvoorraad	-4.019	-5.834
Totaal afvoeren	16.839	30.114
Afgevoerd	18.327	26.605

Tabel 6 Stalbalans 2004 van een vleesvarkensbedrijf op basis van de gegevens uit de MINAS -boekhouding

	Fosfaat (kg P ₂ O ₅)	Stikstof (kg N)
Mestproductie	6.385	16.174
Begin min eindvoorraad	0	0
Aanwending mest	-466	-894
Totaal afvoeren	5.919	15.280
Afgevoerd	4.830	10.339

Bij het zeugenbedrijf speelt hetzelfde probleem als bij Praktijkcentrum Sterksel: wel genoeg fosfaat afgevoerd, maar te weinig stikstof. Dit bedrijf fokt pietrainbiggen welke wat vleesrijker zijn dan normale en dus mogelijk wat meer eiwit (en dus stikstof) aanzetten. Een ander 'probleem' wat speelt op dit bedrijf dat een deel van de dragende zeugen en biggen op emissiearme stalsystemen zijn gehuisvest en de kraamzeugen niet. Er bestaan geen aparte stikstofcorrectienormen voor deze diercategorieën en daarom is een berekening gemaakt op basis van emissiefactoren om zo het aantal zeugen te kunnen berekenen waarvoor de stikstofcorrectienorm van emissiearme stalsystemen geldt. Op het vleesvarkensbedrijf zijn geen voorraden mest bijgehouden, maar volgens de ondernemer moet de mest voorraad ongeveer gelijk zijn geweest aan het begin en eind van het jaar omdat in februari de putten vol zaten. Op het vleesvarkensbedrijf heeft voor een sluitende stalbalans zowel te weinig fosfaat als stikstof afgevoerd.

In tabellen 7 en 8 staan de overzichten van de mestafvoer van de varkensbedrijven over de jaren 2001-2004. Bij het vleesvarkensbedrijf heeft in 2001 een uitbreiding plaatsgevonden, maar vanwege de MKZ-perikelen zijn de stallen pas laat volledig bevolkt.

Tabel 7a Overzicht mestafvoer van een zeugenbedrijf

Jaar	mestafvoer (ton)	aantal		# vrachten per analyse	mineralenafvoer (kg)		gem. gehalte (g/kg)	
		vrachten	analyses		P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
2001	7.240	203	45	4,5	23.732	35.680	3,28	4,93
2002	5.755	164	40	4,1	18.661	25.991	3,24	4,52
2003	5.016	147	37	4,0	18.327	26.605	3,65	5,30
2004	5.972	171	52	3,3	18.740	29.431	3,14	4,93

Tabel 7b Overzicht onnauwkeurigheden mestafvoer van een zeugenbedrijf

Jaar	mineralenafvoer (kg)		onnauwkeurigheid (2s) (Spoor 1, in procenten)		gem. gehalte (g/kg)		Afwijking (BMP) (gehaltefout)	
	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
2001	23.732	35.680	2,4	1,5	3,28	4,93	BSSjaar	BSSjaar
2002	18.661	25.991	2,4	1,5	3,24	4,52	BSSjaar	BSSjaar
2003	18.327	26.605	2,7	1,7	3,65	5,30	BSSjaar	BSSjaar
2004	18.740	29.431	2,4	1,4	3,14	4,93	6,8	0,6

Tabel 8a Overzicht mestafvoer van een vleesvarkensbedrijf

Jaar	mestafvoer (ton)	aantal		# vrachten per analyse	mineralenafvoer (kg)		gem. gehalte (g/kg)	
		vrachten	analyses		P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
2002	1.788	51	14	3,6	7.027	13.326	3,93	7,45
2003	2.324	67	23	2,9	9.248	18.517	3,98	7,97
2004	1.216	34	12	2,8	4.830	10.339	3,97	8,50

Tabel 8b Overzicht onnauwkeurigheden mestafvoer van een vleesvarkensbedrijf

Jaar	mineralenafvoer (kg)		onnauwkeurigheid (2s) (Spoor 1, in procenten)		gem. gehalte (g/kg)		Afwijking (BMP) (gehaltefout)	
	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
2002	7.027	13.326	3,9	2,3	3,93	7,45	BSSjaar	BSSjaar
2003	9.248	18.517	2,9	1,7	3,98	7,97	BSSjaar	BSSjaar
2004	4.830	10.339	4,8	2,8	3,97	8,50	0,3	9,5

Het zeugenbedrijf heeft in 2001 fors meer mest afgevoerd dan in de jaren daarna waarin de afgevoerde hoeveelheid mest redelijk constant was. Dit komt deels doordat in 2001 nog vleesvarkens bij het bedrijf hoorde. Door de hogere gehalten in 2003 hoefde wat minder mest afgevoerd te worden om de ongeveer dezelfde hoeveelheid fosfaat per jaar af te kunnen als in 2002 en 2004.

Met name het gemiddelde fosfaatgehalte bij het vleesvarkensbedrijf was over de drie jaar zeer constant. Het gemiddelde stikstofgehalte liep daarentegen gedurende deze drie jaar op. Bij het vleesvarkensbedrijf is in 2002 een vracht mest afgevoerd met een fosfaatgehalte van 0,07 g/kg en een stikstofgehalte van 0,76 g/kg. Hiermee werd 2 kg fosfaat en 27 kg stikstof afgevoerd. Dit is zeer opmerkelijke uitslag aangezien het zeer sterk afwijkt van de overige analyse-uitslagen en het financieel gezien veel aantrekkelijker was om deze extreem dunne ‘mest’ op eigen land uit te rijden aangezien de heffing € 2,25/m³ zou bedragen. Kortom de enig logische verklaring lijkt daarom dat deze vracht verkeerd bemonsterd en geanalyseerd is en dat de bemonsteringsapparaat geen representatief monster van de vracht heeft genomen.

8.5 Pluimveebedrijven

Voor een vleeskuikenbedrijf en een leghennenbedrijf is een stalbalans opgesteld inclusief voorraden, welke in tabellen 9 en 10 staan weergegeven.

Tabel 9 Stalbalans 2001 van een vleeskuikenbedrijf op basis van de gegevens uit de MINAS -boekhouding

	Fosfaat (kg P ₂ O ₅)	Stikstof (kg N)
Mestproductie	10.857	20.697
Beginvoorraad	1.841	3.314
Aanwending mest	-264	-408
Eindvoorraad	-3.743	-6.738
Totaal afvoeren	8.691	16.865
Afgevoerd	11.368	22.012

Tabel 10 Stalbalans 2002 van een leghennenbedrijf op basis van de gegevens uit de MINAS -boekhouding

	Fosfaat (kg P ₂ O ₅)	Stikstof (kg N)
Mestproductie	18.312	23.598
Beginvoorraad	266	323
Aanwending mest	-471	-728
Eindvoorraad	-8.116	-9.855
Totaal afvoeren	9.992	13.338
Afgevoerd	13.083	15.113

Op het zowel het vleeskuikenbedrijf als het leghennenbedrijf hebben op basis van de opgestelde stalbalans-aangifte zowel voldoende fosfaat als stikstof afgevoerd. Bij met name het leghennenbedrijf komt na voren dat de voorraad zeer bepalend waren of er wel/niet genoeg mest is afgevoerd.

In tabellen 11 en 12 staan de overzichten van de mestafvoer van de pluimveebedrijven over de jaren 2001-2004. Voor het leghennenbedrijf zijn geen gegevens aangeleverd over het jaar 2003.

Tabel 11a Overzicht mestafvoer van een vleeskuikenbedrijf

Jaar	mestafvoer (ton)	Aantal		# vrachten per analyse	mineralenafvoer (kg)		gem. gehalte (g/kg)	
		vrachten	Analyses		P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
2001	645	50	8	6,3	11.368	22.012	17,6	34,1
2002	532	37	6	6,2	11.036	16.669	20,7	31,3
2003	536	35	5	7,0	8.828	19.536	16,5	36,5
2004	392	25	7	3,6	7.327	13.634	18,7	34,8

Tabel 11b Overzicht onnauwkeurigheden mestafvoer van een vleeskuikenbedrijf

Jaar	mineralenafvoer (kg)		onnauwkeurigheid (2s) (Spoor 1, in procenten)		gem. gehalte (g/kg)		Afwijking (BMP) (gehaltefout)	
	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
	2001	11.368	22.012	4,5	5,1	17,6	34,1	BSSjaar
2002	11.036	16.669	4,6	5,3	20,7	31,3	BSSjaar	BSSjaar
2003	8.828	19.536	5,2	5,9	16,5	36,5	BSSjaar	BSSjaar
2004	7.327	13.634	4,6	5,5	18,7	34,8	2,7	2,4

Tabel 12a Overzicht mestafvoer van een leghennenbedrijf

Jaar	mestafvoer (ton)	Aantal		# vrachten per analyse	mineralenafvoer (kg)		gem. gehalte (g/kg)	
		vrachten	Analyses		P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
2001	817	58	55	1,1	16.996	21.125	20,8	25,9
2002	624	50	50	1,0	13.083	15.113	21,0	24,2
2003 ¹⁾								
2004	686	21	21	1,0	22.001	17.427	32,1	25,4

1) Geen gegevens aangeleverd

Tabel 12b Overzicht onnauwkeurigheden mestafvoer van een leghennenbedrijf

Jaar	mineralenafvoer (kg)		onnauwkeurigheid (2s) (Spoor 1, in procenten)		gem. gehalte (g/kg)		Afwijking (BMP) (gehaltefout)	
	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
	2001	16.996	21.125	1,3	3,9	20,8	25,9	BSSjaar
2002	13.083	15.113	1,4	3,9	21,0	24,2	BSSjaar	BSSjaar
2003			-	-				
2004	22.001	17.427	2,1	5,9	32,1	25,4	53,6	1,2

Bij het vleeskuikenbedrijf schommelen de gehalten over de jaren heen wat. Het leghennenbedrijf is in 2003 uitgebreid en overgeschakeld naar een ander stalsysteem waardoor het jaar 2004 niet te vergelijken is met de jaren 2001 en 2002.

8.6 Onnauwkeurigheden

De onnauwkeurigheid door wegen, bemonsteren en analyseren op de totale hoeveelheid mineralen in de afgevoerde mest (Spoor 1) ligt bij de enkele (!) doorgeredende varkensbedrijven globaal tussen de 1 en 4 procent voor fosfaatafvoer. Voor stikstof lag dit bij dezelfde varkensbedrijven tussen de 1 en 2,5 procent. Voor de beide pluimveebedrijven lagen de onnauwkeurigheden iets hoger. Het is uiteraard van belang om deze cijfers in het licht te zien van de representativiteit van de bedrijfsomvang. Wat in ieder geval goed naar voren komt, zijn de invloedsfactoren. Een groter aantal vrachten mestafvoer verlaagt de onnauwkeurigheid (hier dus de link met bedrijfsomvang), terwijl meer vrachten per analyse (zoveel mogelijk gebruik maken van de mogelijkheid om mengmonster te maken) de onnauwkeurigheid op jaarbasis verhoogt.

De BMP-methode genereert een bedrijfsspecifieke samenstelling (BSS) op basis van historische meetjaren. De fout in totale mineralenafvoer op jaarbasis door te rekenen met BSS i.p.v. gehaltebepaling door bemonsteren en analyse is voor deze voorbeeldbedrijven inzichtelijk gemaakt. Het is opvallend dat bepaalde bedrijven zeer constant zijn in mineralengehalte over de jaren heen, waardoor deze methode wellicht een optie is. Bedrijven met een grote variatie in gehalte tussen jaren of waar een grote aanpassing in de bedrijfsvoering optreedt (zie bijvoorbeeld het leghennenbedrijf) genereren met deze methode een relatief grote fout in mineralenafvoer via mest. De fout is niet omgerekend naar een 2s-interval, omdat de managementvariatie van het bedrijf hier een bepalende rol speelt. De grootte van de managementvariatie is op een individueel bedrijf met weinig meetjaren niet nauwkeurig schatbaar. Op basis van analyse van veel bedrijven kan wellicht informatie worden verkregen in welk traject van managementvariatie de meeste bedrijven zich bevinden.

De NVV-methode (MAR2006) maakt gebruik van een forfait voor mestgehalte per bedrijfstype (o.b.v. voersamenstelling en voersysteem). Deze info ontbreekt nog bij de praktijkbedrijven

8.7 Inzicht in onnauwkeurigheden op verschillende niveau's

Spoor 1:

Tabel 13 Onnauwkeurigheden (2s) mestafvoer (Spoor 1) van 1 vracht, 12 vrachten (apart of in mengmonster)

Diercategorie	1 vracht		12 vrachten (aparte analyses)		12 vrachten (nu in mengmonster)	
	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
Vleesvarkens	17,6	7,9	5,1	2,3	9,7	6,4
Zeugen	21,9	9,3	6,3	2,7	10,9	7,4
Vleeskuikens	11,7	13,4	3,4	3,9	10,9	12,8
Leghennen	9,3	26,4	2,7	7,6	6,9	25,7

8.8 Discussie

Uit de opgestelde stalbalans-aangifte komt naar voren dat dezelfde problemen die binnen MINAS optraden ook grotendeels weer zijn terug te vinden in de stalbalans-systematiek. Er zijn dus bedrijven die een overschot hebben en andere een tekort als gevolg van het werken met zowel meet/analyseresultaten en forfaitaire getallen binnen één systematiek. Dit komt de nauwkeurigheid (sluitende balans) en betrouwbaarheid van het systeem niet ten goede. Er wordt bijvoorbeeld ook in de nieuwe systematiek geen rekening gehouden met het ontstaan van bezinklagen die zorgen voor mineralenophoping in mestkelders (Timmerman en Smolders, 2003). Een 'oplossing' die mogelijke gehanteerd kan worden is het voortdurend ophogen van de eindvoorraad mineralen in de mest. Er wordt vanuit gegaan dat de dieren een vaste vastlegging aan mineralen hebben ongeacht het type voer of ras van de dieren, terwijl er duidelijke aanwijzingen zijn dat varkens gevoerd met brijvoer een hogere vastlegging hebben dan varkens gevoerd met droogvoer (Jongbloed en Dekker, 2002; Timmerman en Smolders, 2004). Verder blijft er de problematiek van het bemonsteren van drijfmest bij het opzuigen uit ongemixte kelders waarbij de representativiteit van het monster voor de totale vracht ontbreekt (Timmerman en Smolders, 2003).

Overige punten:

- Stofuitstoot bij pluimveestallen zorgt voor mineralenafvoer
- Luchtwater wel emissiearm, maar stikstof komt niet altijd in de mest terecht
- Bedrijven waarvoor het systeem gunstig uitpakt kunnen 'overtollige' mest afzetten op eigen land of in de buurt.

9 Uitwerking aangiften praktijkbedrijven volgens Spoor 2

9.1 Algemeen

Om een indruk te krijgen van de werking van het BedrijfsMineralenPlan (BMP) en Mar2006.nl is op basis de MINAS-aangiften en een indicatieve aangifte opgesteld. Een complete aangifte volgens deze twee systemen was niet mogelijk aangezien in de MINAS-boekhoudingen gegevens zoals bijvoorbeeld ontbrekende voorraden, niet per kwartaal aanwezig zijn van gegevens en andere normen worden gehanteerd.

9.2 Voorgaand onderzoek

Zowel BMP als Mar2006.nl maken gebruik van een berekeningsmethodiek om de samenstelling van de mest te bepalen en de hoeveelheid mest die als gevolg daarvan van het bedrijf afgevoerd moet worden. Door Adams et al. (1998) is reeds onderzoek gedaan naar een alternatief voor MINAS/Spoor 1 op basis van een berekeningsmethodiek. In dit onderzoek is een vergelijking gemaakt tussen de mineralenexcretie per jaar op basis van een gestandaardiseerde berekeningsmethodiek en op basis van bemonstering. Dit onderzoek is uitgevoerd op Praktijkcentrum Rosmalen en de belangrijkste resultaten staat in tabellen 1 en 2 weergegeven.

Tabel 1 Berekende mineralenexcretie in kg fosfaat en stikstof per FokZeugenEenheid (FZE) op Praktijkcentrum Rosmalen op basis van de mineralenbalans over de periode juni 1995 – juni 1996 (Adams et al., 1998)

	Per FZE/jaar	
	Fosfaat (kg)	Stikstof (N)
<i>Aanvoer op bedrijf</i>		
Dieren	0	0
Voer	20,71	45,51
Correctie voervoorraad	-0,10	-0,25
Totale aanvoer	20,61	45,26
<i>Afvoer op bedrijf</i>		
Zeugen en beren	1,56	3,15
Biggen	5,60	11,30
NH ₃ -emissie		7,81
Totale afvoer	7,16	22,26
Aanvoer - afvoer	13,45	23,00

Tabel 2 Berekende uitscheiding t.o.v. gemeten uitscheiding in procenten (Adams et al., 1998)

Mest	fosfaat	Stikstof
Soortelijk gewicht 1,0	-1,2	9,8
Soortelijk gewicht 1,008	-1,8	9,0

Uit de tabellen blijkt dat de afwijkingen als gevolg van de berekeningsmethodiek kleiner zijn dan 10%. De monsternamen zijn in dit onderzoek niet gebeurd m.b.v. een automatische bemonsteringsapparaat, maar volgens een ander voorgeschreven protocol. Hiervan mag verwacht worden dat dit protocol nauwkeuriger is dan het thans gebruikte bemonsteringsapparaat. De bepaalde afwijkingen voor fosfaat zijn kleiner dan de berekende onnauwkeurigheid van Spoor 1, terwijl voor stikstof dit afhangt van de bedrijfs grootte.

Een nadeel van deze berekeningsmethodiek vormt dat individuele vrachten wel kunnen afwijken van hetgeen is berekend. Echter bij afvoer via een grote goed gemixte silo zal dit probleem veel minder zijn en dit geldt ook voor bedrijven die al hun mest aan één afnemer leveren. Bovendien laten onderzoeksresultaten zien dat via het standaardprotocol voor bemonstering ook sterke afwijkingen t.o.v. de werkelijke samenstelling kunnen voorkomen.

9.3 BMP

Het BMP maakt gebruik van een bedrijfsspecifiek forfait wat een voorspelling is van de mestsamenstelling op een bedrijf. Uitgangspunt van BMP is dat bij gelijkblijvende bedrijfsvoering de mestsamenstelling niet wijzigt. Het bedrijfsspecifieke forfait wordt berekend op basis van historische gegevens van een bedrijf over de laatste 3 jaar, waarbij recentere jaren zwaarder wegen dan minder recente jaren. Voor het vleeskuikenbedrijf is berekening gemaakt op basis van de BMP-systematiek voor 2004 op basis van de jaren 2001-2003 uitgaande van de MINAS-aangiften. Hierbij is uitgegaan van de MINAS-normen en niet van de nieuwe normen zoals deze gaan gelden vanaf 2006 om zo een indicatieve vergelijking te kunnen maken voor het MINAS-aangifte jaar 2004 en werking van BMP duidelijk te maken. Het bedrijfsspecifieke forfait (BSF) is berekend als de resultante van voeraanvoer + aanvoer dieren - afvoer dieren - gasvormige verliezen + voorraadverschillen. De BedrijfsSpecifieke Samenstelling (BSS) van de mest is berekend door het BSF te delen door het mestvolume dat afgezet is. In tabel 3 staan de historische gegevens weergegeven van het vleeskuikenbedrijf.

Tabel 3 Historische MINAS-gegevens van het vleeskuikenbedrijf binnen de BMP-systematiek

MINAS-jaar	BSF		Volume (ton)	BSS		Weging (-)
	fosfaat (kg)	stikstof (kg)		fosfaat (g/kg)	stikstof (g/kg)	
2001	10.405	19.369	645	16,1	30,0	1
2002	8.988	16.206	532	16,9	30,5	2
2003	6.316	11.001	536	11,8	20,5	3

Op basis van de gegevens uit tabel 3 bedraagt in 2004 het BSS van het vleeskuikenbedrijf voor fosfaat 14,2 g/kg en voor stikstof 25,4 g/kg. Als wordt uitgegaan van het BSF over 2004 dan had in 2004 (na aftrek mest op eigen grond) op basis van fosfaat 514 ton mest afgevoerd moeten en op basis van stikstof 471 ton mest. In 2004 hoefde het vleeskuikenbedrijf maar 398 ton mest af te voeren voor een sluitende mineralenbalans vanwege het hogere geanalyseerde gehalten dan het berekende BSS. Hierin speelt ook nog mee dat binnen MINAS het mogelijk was om jaren met elkaar te verrekenen, wat dus een vertekend beeld kan opleveren. Dus vanwege duidelijke verschillen in aanpak tussen het MINAS-systeem en Stalbalans-systeem kan geen goede vergelijking worden.

9.4 Mar2006.nl

Bij Mar2006.nl wordt over elk kwartaal de excretie van fosfaat en stikstof in de mest vastgesteld op basis van de aanvoer + aanvoer dieren – afvoer dieren – gasvormige verliezen + voorraadverschillen. Dit komt eigenlijk neer op het stellen van een stalbalans per kwartaal i.p.v. per jaar. Op basis van het voersysteem dat men op het bedrijf gebruikt wordt het geproduceerde mestvolume vastgesteld. Als voorbeeld is daarom voor het vleesvarkensbedrijf op basis van heel 2004 een bedrijfsspecifiek berekend. In de tabel 4 staat de berekening van de excretie van mineralen inclusief voorraadcorrectie weergegeven op basis van de stalbalans-gegevens.

Tabel 4 Voorbeeld berekening van Mar2006.nl voor berekening van de mineralenexcretie op het vleesvarkensbedrijf in 2004.

	fosfaat (kg)	stikstof (kg)
Voer	13.635	34.620
Dieren	-7.249	-14.750
Stikstofcorrectie	0	-3.696
Excretie	6.385	16.174

Op het vleesvarkensbedrijf worden alleen droogvoer gevoerd en geen bijproducten. In tabel 5 staat de mestsamenvatting weergegeven voor beide droogvoersysteem binnen Mar2006.nl.

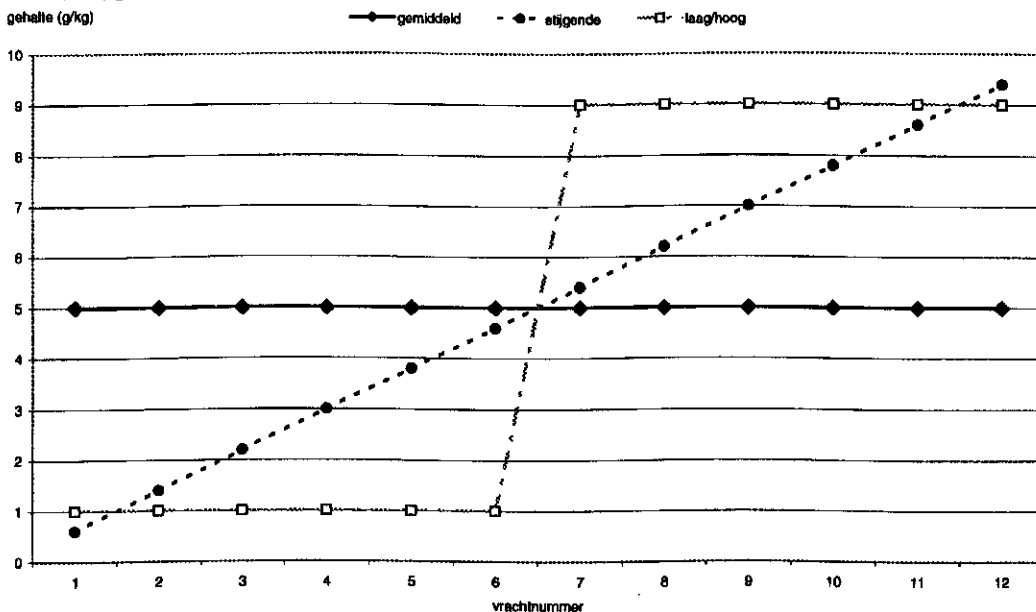
Tabel 5 Mestamenvatting op het vleesvarkensbedrijf volgens Mar2006.nl-systematiek in 2004

Voersysteem	fosfaat (g/kg)	stikstof (g/kg)
Brijbak	4,07	10,30
Combibak	3,46	8,75

10 Beschouwing vanuit afnemers van dierlijke mest

10.1 Akkerbouw Spoor 1

Op één hectare bouwland mag maximaal 170 kg stikstof en 85 kg fosfaat uit dierlijke mest worden uitgereden. Bij aanvoer van één vracht van 36 ton drijfmest van fokzeugen met een geanalyseerd fosfaatgehalte van 3,5 g/kg en een stikstofgehalte van 7,0 g/kg kan dan precies 1,5 ha bouwland bemest worden. Bij de berekende onnauwkeurigheden voor Spoor 1 zal bij het 95%-betrouwbaarheidsinterval de werkelijke mineralengift voor fosfaat liggen tussen 66-104 kg/ha en voor stikstof tussen 154-186 kg/ha. Bij aanvoer van 12 vrachten van 36 ton drijfmest van fokzeugen met een geanalyseerd fosfaatgehalte van 3,5 g/kg en een stikstofgehalte van 7,0 g/kg kan dan precies 18 ha bouwland bemest worden. Bij de berekende onnauwkeurigheden voor Spoor 1 zal bij het 95%-betrouwbaarheidsinterval en een mengmonster de werkelijke gemiddelde mineralengift voor fosfaat liggen tussen 76-94 kg/ha en voor stikstof tussen 157-183 kg/ha. De nauwkeurigheid lijkt dus voor een akkerbouwer toenemen in het geval van een mengmonster. Echter in dit laatste geval kan op de eerste paar hectare wel hele dunne mest zijn uitgereden en op de laatste paar hectare hele dikke mest (zie figuur 1), waardoor de werkelijke gift veel sterker kan afwijken dan in het geval van een analyse per vracht. Dit hangt echter af van de eisen die de akkerbouwer stelt, het management van de intermediair en het management en bedrijfstype van de leverancier.



Figuur 1 Schematische weergave van de verschillen in gehalten tussen 3 series van 12 vrachten die alledrie hetzelfde gehalte in het mengmonster hebben

Dierlijke mest wordt voornamelijk in het voorjaar en na de oogst van gewassen naar de akkerbouw afgezet. In het voorjaar zal dus een akkerbouwer een deel van zijn gebruikruimte voor dierlijke mest hebben ingevuld. En in de nazomer zal hij de rest van de gebruikruimte invullen. Bij een bedrijfsomvang van 60 hectare kan dus bijvoorbeeld in het voorjaar voor 42 hectare aan dierlijke mest zijn benut. Er is dus nog ruimte om in nazomer voor 18 hectare mest oftewel 1.512 kg fosfaat en 3.024 kg stikstof. In het voorjaar bedroegen de gemiddelde geanalyseerde gehalten in de aangevoerde vrachten zeugenmest voor fosfaat 3,5 g/kg en voor stikstof 7,0 g/kg. Op basis van deze cijfers kan dus precies nog 12 vrachten van 36.000 ton worden aangevoerd. Echter als gevolg van toevallige bemonstering- en analysefouten kan de uitslag afwijken van het werkelijke gehalte in de mest. Bij een 95%-betrouwbaarheidsinterval zal het gehalte voor fosfaat liggen tussen 3,1-3,9 g/kg en voor stikstof tussen 6,5-7,5 g/kg. In het negatieve geval voor de akkerbouwer (en dus positieve geval voor de varkenshouder) krijgt de akkerbouw op papier 1.676 kg fosfaat en 3.249 kg stikstof op zijn balans erbij. Dit betekent een overschrijding van 164 kg fosfaat en 225 kg stikstof, wat een overschrijding van respectievelijk 3,2% en 2,2% op de totale aanvoer betekent. Echter de analyse-uitslag weet men pas als de mest al op het land ligt, dus de uitslag kan zowel hoger als lager dan het gemiddelde waarvan uit is gegaan.

10.2 Akkerbouw Spoor 2

Beide alternatieven in Spoor 2 (BMP, Mar2006) werken met een forfaitair gehalte voor de samenstelling van de mest. De akkerbouwer weet dus van te voren met welk gehalte hij moet rekenen en kan daarmee zijn gebruikruimte helemaal opvullen zonder dat er een onverwachte overschrijding plaatsvindt met een mogelijke boete tot gevolg. Ten aanzien van de mineralengift per hectare is het van belang in welke mate het forfaitair gehalte met het werkelijke gehalte in de vracht mest overeenkomt en welke andere informatiebronnen de akkerbouwer gebruikt (analyse, info/kennis van intermediair/varkenshouder. Vrachten mogen sterk afwijken van het forfaitair gehalte indien daar andere informatie tegenover staat en de akkerbouwer daarvan gebruik kan maken bij het uitrijden van de mest. Indien in Spoor 2 niet aan de wensen van de akkerbouwer kan worden voldaan, dan zullen ze overstappen naar Spoor 1 en blijft er geen afzetruimte meer over voor de mestproducenten welke dan ook automatisch naar Spoor 1 zullen moeten overstappen om hun mest af te kunnen zetten. Afwijkingen in mineralenaanvoer per jaar kunnen in Spoor 2 voorkomen door zoveel mogelijk proberen te werken met 1:1 relaties. Kortom in Spoor 2 is het opbouwen en onderhouden van goede relaties belangrijk omdat anders aanbod en vraag binnen een alternatief te ver elkaar komen te liggen en het initiatief daarmee zichzelf te gronde richt.

10.3 Verbranding

De laatste jaren is ook de nodige droge pluimveemest afgezet naar verbrandingsovens voor de opwekking van duurzame elektriciteit. In het geval van bijstoken in een kolencentrale zijn de mineralengehalten in de pluimveemest voor de afnemer niet van belang aangezien het maar een relatief klein percentage betreft, maar het drogestofgehalte is wel van belang in verband met de energiewaarde per kilogram product. Dus bij afzet van droge (pluimvee)mest voor bijstook in kolencentrales zijn onnauwkeurigheden in de bepaling van de mineralengehalten niet van belang en zelfs overbodig.

Literatuur hoofdstukken 7, 8, 9 en 10

- Aarnink, A.J.A. en J. Huijben, 1988. Praktijkonderzoek naar de oorzaken van de variatie in volume en drogestofgehalte van mest op verschillende mestvarkensbedrijven. Agrotechnology and Food Innovations BV, Wageningen UR, Wageningen. Rapport 104.
- Aarnink, A.J.A., J.M.G. Hol, A.G.C. Beurskens en M.J.M. Wagemans, 2005. Ammoniakemissie en mineralenbelasting op de uitloop van leghennen. Agrotechnology & Food Innovations B.V., Wageningen UR, Wageningen. Rapport 337.
- Adams, J.H.A.N., G.B.C. Backus, G.W.M. Willems en G.M. den Brok, 1998. Mineralen in zeugenmest op basis van monsternamen en berekening. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. Rapport P 4.34.
- Agrovision, 2005. Kengetallenspiegel januari-december 2004. Bedrijfsvergelijking Agrovision BV, Deventer.
- Altena, H., H.M. Vermeer en T.A. Geijzel, 2004. Strohuisvesting bij drachtige zeugen in grote groepen: knelpunten en oplossingen. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. PraktijkRapport Varkens 28.
- ASG, 2004. Handboek Pluimveehouderij. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. Praktijkboek 36.
- ASG, 2005. Kwantitatieve Informatie voor de Veehouderij 2005-2006. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. Praktijkboek.
- Backus, G.B.C., S. Bokma, T.A. Gommers, R. de Koning, P.F.M.M. Roelofs en H.M. Vermeer, 1991. Bedrijfsystemen met voerligboxen, aanbindboxen en groepshuisvesting. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. Proefverslag P 1.61.
- BH, 2004. Tabellenbrochure 2004. Bureau Heffingen, Assen.
- Brooks, P.H. en J.L. Carpenter, 1990. The water requirement of growing-finishing pigs - theoretical and practical considerations. Recent advances in animal nutrition, blz. 115-136.
- Cuyck, J.H.M. van en G.M. den Brok, 1994. Mestproductie en waterverbruik: vergelijking tussen praktijk en theorie. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. Proefverslag P 4.7.

- Jongbloed, A.W. en R.A. Dekker, 2002. Onderzoek naar het effect van droge mengvoeder of rantsoenen met veel vochtrijke diervoeders op de mineralisatie van het skelet in vleesvarkens. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad.
- Jongbloed, A.W. en P.A. Kemme, 2005. De uitscheiding van stikstof en fosfor door varkens, kippen, kalkoenen, pelsdieren, eenden, konijnen en parelhoenders in 2002 en 2006. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. Rapport 05/I01077.
- Heuvel, E.M. van den en H.A.M. Spoolder, 2002. Arbeidsbehoefte. In: Huisvestingsystemen met 60% dichte vloeren voor vleesvarkens. H.A.M. Spoolder (Ed.). Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. PraktijkRapport Varkens 1.
- Hoeksma, P. en E. Boer, 2005. Vaststellen van de bemonsteringsnauwkeurigheid van drijfmest. Agrotechnology and Food Innovations, Wageningen UR, Rapport 532.
- Hoeksma, P., E. Evers & M.M.B.W. Hendriks, 2002. Onderzoek naar de P-balans van opslagen met vaste mest. IMAG-DLO, Wageningen, Nota P 2002-78.
- 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.
- KDLL, 1997 – 2004. Resultaten van het ringonderzoek. KDLL Rapporten 1997 – 2004.
- LNV, 2005. Uitvoeringsregeling Meststoffenwet.
- Middelkoop, J.H. van, 1993. Hoeveel mest produceert een kip? Praktijkonderzoek voor de Pluimveehouderij 3: 7-9. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad.
- OFEP, 1999. Wageningen-UR, WEPAL, Rapporten 99.1 en 99.2
- Roelofs, A.I.J. Hoofs en G.P. Binnendij, 1993. De invloed van inweekmethode, waterdruk, debiet en nozzle op waterverbruik en werktijd voor het reinigen van varkensstallen met een hogedrukreiniger. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. Proefverslag P 1.103.
- Roelofs en J.G. Plagge, 1998. Reinigen van varkensstallen na inweken met schuim of met water; kosten en kwaliteit. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. Proefverslag P 1.216.
- Timmerman, M., M.A.H.H. Smolders en J.W. van Riel, 2002. Ringonderzoek MINAS-laboratoria. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. PraktijkRapport Varkens 7.

Timmerman, M. en F.E. de Buissonjé, 2003. MINAS-onderzoek bij nertsten. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. PraktijkRapport Nertsen 1.

Timmerman, M. en M.A.H.H. Smolders, 2003. Bezinking en bemonstering van varkenskrijfmest. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. PraktijkRapport Varkens 21.

Timmerman, M. en M.A.H.H. Smolders, 2004. Mineralenbalansen bij vleesvarkens op droog- en brijvoer. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. PraktijkRapport Varkens 35.

Vahl, H.A., S. Punter, J. van de Veen en P.J. van der Aar, 1988. De wateropname van drachtige zeugen. CLO-instituut voor de Veevoeding “ De Schothorst”, Lelystad. Proefverslag 238.

Verdoes, N., G.M. den Brok en J.H.M. van Cuyck, 1992. Mechanische mestscheiders als mogelijke schakel in de mestbewerking op bedrijfsniveau. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad. Proefverslag P 1.77