wetenschapswinkel exemplaar

Aspecten van **AMMONIAK-EMISSIE,** monstername en -verwerking van stromest en d **OP BEDRIJVEN MET SCHARRELVARKENS**

Puck Bonnier
Marianne Steegstra

Nederlandse Vereniging van Scharrelvarkensh
Vakgroep Alternatieve Methoden in de Land- e
Vakgroep Bodemkunde en Plantevoeding
Wetenschapswinkel

Landbouwuniversiteit
Wageningen

LM 16

Aspecten van
AMMONIAK-EMISSIE,
monstername en -verwerking van stromest en drijfmest
OP BEDRIJVEN MET SCHARRELVARKENS

Wageningen, december 1991

Puck Bonnier
Marianne Steegstra

NVVS
Hoogstraat 7
5406 TH Uden
04130-66303

De Nederlandse Vereniging van Scharrelvarkenshouders behartigt de belangen van de bij haar aangesloten leden. Zij wil het houden van varkens op een mens-, dier- en milieuvriendelijke wijze bevorderen. Zij houdt zich onder andere bezig met beleid, regelgeving en de controle daarop, afzet prijsafspraken en voorlichting.

Wetenschapswinkel
Landbouwuniversiteit
Postbus 9101
6700 HB Wageningen
08370-83908/84146

De Wetenschapswinkel van de Landbouwuniversiteit neemt vragen van minder draagkrachtigen in bemiddeling. Hier kunnen groepen uit de agrarische sector en groepen met problemen op het gebied van milieu- en arbeidsomstandigheden met onderzoeksvragen terecht. Zonodig laat de Wetenschapswinkel t.b.v. deze vragen onderzoek verrichten, waarbij zij dan voor organisatie en begeleiding zorgt.

Vakgroep Alternatieve
Methoden in de
Land- en Tuinbouw
Haarweg 333
6709 RZ Wageningen
08370-83522

De Vakgroep Alternatieve Methoden in de Land- en Tuinbouw verzorgt onderwijs op het gebied van de biologische landbouw en de fenomenologie. Daarnaast doet zij onderzoek naar biologische landbouw op bedrijfsniveau en ontwikkelt zij onderzoeksmethoden die aansluiten bij de biologische landbouw.

Vakgroep Bodemkunde
Drijenplein 10
6703 HB Wageningen
08370-82339

In het onderzoek en onderwijs van de Vakgroep Bodemkunde en plantevoeding staan de processen in het systeem Bodem-Water-Atmosfeer centraal.

W 405664

VOORWOORD

Het milieu is iets waar men in de landbouw niet meer om heen kan. Ook de scharrelvarkenshouders hebben dit ondervonden. De aanleiding voor het onderzoek komt voort uit het verwijt van conventionele varkenshouders, dat in de scharrelvarkens-houderij, doordat de varkens in de wei lopen en geen gesloten stallen hebben, de ammoniak-verliezen hoger zijn. De scharrelvarkenshouderij, zo klonken de aanmerkingen, zal misschien wel diervriendelijker zijn, maar daarentegen ook milieu-onvriendelijker dan de conventionele varkenshouderij. Voor de Nederlandse Vereniging Van Scharrelvarkenshouders (N.V.V.S) was deze kritiek de aanleiding om contact op te nemen met de Wetenschapswinkel in Wageningen met de vraag of de ammoniak-emissie bij de scharrelvarkenshouderij eens nader onderzocht kon worden. Want naast diervriendelijk, wil de scharrelvarkenshouderij ook een mens- en milieuvriendelijk alternatief zijn voor de conventionele varkenshouderij.

Het is onderzoek is uitgevoerd door Puck Bonnier en Marianne Steegstra in het kader van een afstudeervak bij respectievelijk de vakgroep Alternatieve Methoden in de Land- en Tuinbouw en de vakgroep Bodemkunde en plantevoeding. Zij hebben de uitvoering van het onderzoek voortvarend en met veel inzet ter hand genomen, en zijn daarvoor op een creatieve wijze met mesthopen, gierputten en varkensmest omgesprongen. Het onderzoek is uitgevoerd in de periode april-november 1991, en de resultaten van hun inspanningen zijn neergelegd in dit rapport.
Tijdens het onderzoek is regelmatig overleg geweest met de begeleidingscommissie, bestaande uit: Martine Melissen, Peter van Leeuwen en Henk van Zetten (scharrelvarkenshouders), Victor Houba, Bert Wittich (vakgroep Bodemkunde en plantevoeding), Kees van Veluw (vakgroep Alternatieve Methoden in Land- en Tuinbouw), Puck Bonnier en Marianne Steegstra (onderzoeksters), Gerard Brinks en Marijke Dohmen (Wetenschapswinkel). De discussies in de commissie over opzet, voortgang en resultaten waren immer opbouwend en hebben steeds in een uitstekende sfeer plaatsgevonden.
Het onderzoek zou niet uitvoerbaar zijn geweest zonder de medewerking en inspanningen van de twee scharrelvarkenshouders waar de monsters en de metingen zijn genomen; ook zij worden hartelijk bedankt.

Tenslotte willen we allen, die een bijdrage hebben geleverd aan dit onderzoek, hartelijk bedanken.

Martine Melissen (scharrelvarkenshoudster)
Vic Houba (vakgroep Bodemkunde en plantevoeding)
Kees van Veluw (vakgroep Alternatieve Methoden in de Land- en Tuinbouw)
Gerard Brinks (Wetenschapswinkel)

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING

1 INLEIDING 1

1.1 Vraagstelling 1
1.2 De scharrelvarkenshouderij 2
1.3 De Nederlandse Vereniging Van Scharrelvarkens-houders 3
1.4 Ammoniakproblematiek 4
1.5 Processen en factoren 6
1.6 Aspecten van de scharrelvarkenshouderij, die invloed hebben op een mogelijk verschil in ammoniak-emissie ten opzichte van de conventionele varkenshouderij 9

2 VARIATIE IN CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN DRIJFMEST EN STROMEST 13

2.1 Algemeen 13
2.2 Materiaal en methoden 14
2.3 Resultaten en discussie 16
2.4 Conclusies 26

3 INVLOED VAN MONSTER-VERWERKING OP DE CHEMISCHE SAMENSTELLING 27

3.1 Invloed van mestvoorbehandeling op de chemische samenstelling 27
3.1.1 Algemeen 27
3.1.2 Materiaal en methoden 29
3.1.3 Resultaten en discussie 30
3.1.4 Conclusies 33

3.2 Invloed van het bewaren van drijfmestmonsters op de chemische samenstelling 34
3.2.1 Algemeen 34
3.2.2 Materiaal en methoden 35
3.2.3 Resultaten en discussie 35
3.2.4 Conclusies 39

4 INVLOED VAN STRO OP DE AMMONIAK-EMISSIE 41

4.1 Algemeen 41
4.2 Materiaal en methoden 42
4.3 Resultaten en discussie 43
4.4 Conclusies 49

5 STIKSTOF-, FOSFAAT- EN KALIUMBALANS TEN BEHOEVE VAN DE AMMONIAK-EMISSIE OP TWEE BEDRIJVEN 51

5.1 Algemeen 51
5.2 Beschrijving van de onderzochte bedrijven 51
5.3 Metingen en aannames voor de balans 54
5.4 Balansberekening 60
5.5 Resultaat: de balans 66
5.6 Conclusies 73

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 75

6.1 Conclusies 75
6.2 Aanbevelingen voor scharrelvarkenshouders 77
6.3 Aanbevelingen voor verder onderzoek 78

LITERATUURLIJST

BIJLAGEN

SAMENVATTING

De Nederlandse Vereniging Voor Scharrelvarkenshouders (NVVS) is opgericht met als eerste doel het verbeteren van het welzijn van het varken. Nu willen zij, waar mogelijk, hun steentje bijdragen aan een beter milieu. Omdat er nog geen onderzoek was gedaan naar ammoniak-emissie binnen de scharrelvarkenshouderij gingen zij naar de Wetenschapswinkel van de Landbouwuniversiteit Wageningen. De resultaten van het onderzoek dat hieruit voortkwam zijn beschreven in dit verslag.

Er is voor twee scharrelvarkensbedrijven met een verschillende bedrijfsvoering een stikstofbalans opgesteld. Ook is in het laboratorium een proef uitgevoerd om de invloed van stro op de emissie van ammoniak te bepalen. Daarnaast is er gekeken naar de heterogeniteit van drijfmest en stromest en naar de invloed van monsterverwerking (voorbehandelen en bewaren) op de chemische samenstelling van drijfmest.

Heterogeniteit van drijfmest en stromest

De variatie in chemische samenstelling bepaalt een belangrijk deel van de balansberekening met haar fout. Daarom is van een aantal drijfmest- en stromestmonsters de heterogeniteit bepaald. Daarnaast is gekeken naar mogelijke veranderingen in samenstelling bij het ouder worden van de mest.

De drijfmestmonsters waren afkomstig van één bedrijf. Voor de monstername was eerst goed geroerd. In het begin zijn er 28 monsters genomen en daarna 4 maal om de maand een kleiner aantal om het tijdsverloop te kunnen volgen.

Drijfmest bleek vrij homogeen te zijn. De variatie-coëfficiënt lag voor de meeste gehaltes rond de 2 % en voor N-totaal was die 7 %. Voor een betrouwbaar stikstofgemiddelde kon volstaan worden met 7 monsters uit de put. Wat het tijdsverloop betrof daalde het N-totaal gehalte in de loop van de tijd, waarschijnlijk door vervluchtiging van ammoniak.

Stromest werd bemonsterd door met een Edelmanboor kuilen in de mestvaalt te boren. Het materiaal kon niet geroerd worden en was afkomstig van één bedrijf. Eerst werden er 52 monsters genomen en daarna nog 4 maal een kleiner aantal voor het bepalen van het tijdsverloop.

Stromest was veel heterogener dan drijfmest. De variatie-coëfficiënt lag vaak rond de 20 % en was voor NH_4-N bijna 50 %. Voor een bertrouwbaar stikstof-gemiddelde waren minstens 50 monsters nodig per mestvaalt. Droge stof, pH, N-totaal, NH_4-N en K lieten geen duidelijke verandering met de tijd zien. Wel werd het P-totaal gehalte hoger, wat duidt op verbranding van organische stof.

Alle gehaltes werden uitgedrukt op basis van het versgewicht, zoals bij mestonderzoek gebruikelijk is. Er bleek echter dat de

variatie-coëfficiënt kleiner werd bij het uitdrukken van de gehaltes op basis van het drooggewicht. De gehaltes zijn dan beter te vergelijken.

Invloed van monsterverwerking op de chemische samenstelling van drijfmest

Er is, met het oog op een betrouwbare analyse van mestmonsters, een aantal drijfmestmonsters op verschillende manieren voorbehandeld. Vooral voor de makkelijk varanderende gehaltes van stikstoffracties is dit van belang. Daarnaast is een aantal monsters gedurende vier maanden bewaard en regelmatig geanlyseerd om te kijken of er tijdens het bewaren veranderingen in chemische samenstelling optraden.

De voorbehandelingsmethoden waren aanzuren met salpeterzuur tot een pH van ongeveer 4.5, drogen (bij 20°C, bij 70°C en vriesdrogen) en een combinatie van aanzuren en bovengenoemde droogmethoden.

Alleen aanzuren bleek een goede voorbehandelingsmethode te zijn. Als mestmonsters gedroogd moeten worden zal ook eerst aangezuurd moeten worden om verlies van stikstof te voorkomen.
Verder bleek bij de bewaarproef dat monster altijd eerst voorbehandeld moeten worden om omzettingen van stikstoffracties tegen te gaan.

Ook bleek bij deze proeven dat de gebruikte destructiemethode voor N-totaal (met salicylzuur, zwavelzuur, peroxide, seleen) niet voldeed. Er ging (vooral nitraat-) stikstof verloren tijdens de destructie.

Effect van stro

Omdat in de scharrelvarkensbedrijven altijd stro wordt gebruikt voor het welbehagen van de varkens, werd in een laboratorium experiment de invloed van strotoevoeging aan dunne mest op de ammoniak-emissie bestudeerd.

In grote bekerglazen werd faeces gemengd met urine gedaan en in de helft van deze bekerglazen werd dit mengsel vermengd met stro. De lucht boven deze mengsels werd afgezogen en de concentratie aan ammoniak in deze lucht werd bepaald. In de figuur hieronder is de emissie per dag weergegeven.

De totale hoeveelheid ammoniak (=oppervlak onder de lijn) die vervluchtigde was lager indien er stro door de mest heen zat (zie Figuur 4 en 5 op blz 47). Op een gegeven moment neemt de vervluchtiging uit de glazen met alleen mest sneller af dan uit de glazen met mest vermengd met stro, dit komt doordat de hoeveelheid stikstof die kan vervluchtigen op raakt. Het stro werkt dus in ieder geval vertragend en na een maand is de totale hoeveelheid geëmitteerde ammoniak nog steeds minder.Of de totale hoeveelheid altijd minder blijft, ook als de proef nog langer had geduurd, is niet bekend. Indien na een aantal dagen een nieuwe laag stro over de mest gelegd zou worden, het potstal idee, dan

kan het plaatje er weer anders uit gaan zien, dan wordt er namelijk weer een nieuwe vertragende laag over heen gelegd.

Het stro heeft een positieve invloed op de emissie. Hiertoe moet de mest wel direct met het stro in contact komen en niet eerst gedurende een bepaalde periode aan de lucht worden bloot gesteld.

De stikstofbalans

Daar in de scharrelvarkenshouderij gewerkt wordt met open systemen (vrije uitloop voor de dieren) kon de ammoniakemissie niet direct gemeten worden zoals in gesloten systemen. Voor de directe meting o.a. is de hoeveelheid geventileerde stallucht van belang en die is niet meetbaar. In dit experiment werd daarom gedurende één mestronde (4 maanden) een balans opgesteld van invoer en uitvoer van een aantal elementen, waaronder stikstof. Van 2 bedrijven met vleesvarkens werd de in- en uitvoer vastgesteld volgens het schema op blz 51.

Naast het feit dat de balansmethode op dit moment de enig bruikbare methode was voor de scharrelvarkenshouderij heeft het als voordeel dat het een vrij eenvoudige en goedkope methode is. Met aannames voor de gehaltes zouden de boeren dit op hun eigen bedrijf kunnen toepassen.
Een nadeel van zowel de balansmethode als de directe meting is, dat alleen gekeken wordt naar de eind-uitslag. Het stalsysteem (+ opslag) is als een "black box", wat daar binnen precies gebeurd is niet te achterhalen. De balansmethode heeft verder als nadeel dat veel verschillende onderdelen gemeten moeten worden, zoals hoeveelheid mengvoer, concentraties in dit mengvoer, hoeveelheid ruwvoer, concentraties in dit ruwvoer enz. Al deze metingen zijn behept met fouten en spreidingen. Deze veroorzaken een foutenmarge rondom de geschatte waarde. Bij veel verschillende soorten metingen kunnen veel fouten gemaakt worden en ontstaat er een grote marge. Met herhalingen van een zelfde soort meting kan geprobeerd worden om deze marge zo klein mogelijk te houden, maar in dit onderzoek bleek de marge relatief groot te zijn.

Het eerste onderzochte bedrijf had binnenhokken met stro en een uitloop met roostervloeren waaronder de mest bewaard werd. Hier werd een stikstofverlies gevonden variërend van 7,9 tot 41,3 % van de invoer. Een zeer grote marge waardoor het trekken van conclusies vrijwel onmogelijk is.
Ook bij het tweede bedrijf werd zo'n grote marge gevonden, van 15,0 tot 49,1 % van de ingevoerde stikstof. Op dit tweede bedrijf hadden de dieren ook een strohok binnen, maar de mest werd buiten op een betonnen plaat opgevangen en driemaal per week naar de mestvaalt geschoven, waar ook het stro uit de leegkomende hokken terecht kwam.
De cijfers voor de ammoniak-emissie in de gangbare varkens-houderij zijn niet helemaal vergelijkbaar, maar liggen ergens binnen deze gevonden foutenmarges.

De balans was opgesteld tijdens een zomerperiode. De temperatuur is van zeer grote invloed op de emissie. Dit speelt bij de scharrelvarkenshouderij een veel grotere rol dan bij de gangbare

varkenshouderij omdat bij de scharrelhouderij de opslag meestal buiten is. De emissie fluctueert daardoor veel meer en mag er verwacht worden dat de emissie op jaarbasis lager zal zijn dan de gemeten zomerperiode.

Alle conclusies die voortkomen uit dit verslag staan vermeld in §6.1.

1 INLEIDING

1.1 Vraagstelling

Bij de wetenschapswinkel in Wageningen kwam in 1990 een vraag binnen van de Nederlandse Vereniging Van Scharrelvarkenshouders (NVVS). Deze vereniging wil het houden van varkens op een mens-, dier- en milieuvriendelijke manier bevorderen. De door haar ingediende vraag gaat over ammoniak-emissie, dus over het milieuvriendelijke aspect van de scharrelvarkenshouderij. De NVVS wil weten hoe de ammoniak-emissie binnen de scharrelvarkenshouderij zich verhoudt tot die in de conventionele varkenshouderij. De NVVS kan dan reageren op de kritiek, die zij vanuit de conventionele houderij krijgt en kan dan met een goed onderbouwd antwoord komen op de vragen van haar leden en van buiten. Omdat er binnen de scharrelvarkenshouderij vele bedrijfssystemen voorkomen wat betreft mestopvang en mestbehandeling wilde de NVVS ook laten onderzoeken hoe de ammoniak-emissie binnen die verschillende bedrijfssystemen verschilt. Op die manier hoopt zij aanbevelingen te kunnen doen aan haar (nieuwe) leden over het optimale bedrijfssysteem.

Naar aanleiding van de vragen van de NVVS is een aantal onderzoeksvragen opgesteld. Er is bij het opstellen van de onderzoeksvragen rekening gehouden met de onderzoekers. Zij voeren het onderzoek uit in het kader van een afstudeervak bij de vakgroep Bodemkunde en Plantevoeding en bij de vakgroep Alternatieve Methoden in de Land_ en Tuinbouw. De interesse van de onderzoekers samen met de eisen die de vakgroepen stellen aan een goed afstudeervak zijn mede bepalend geweest bij het opstellen van de volgende onderzoeksvragen:

1. Wat is de ammoniak-emissie binnen de scharrelvarkenshouderij?
   - 1a. Hoe zit dit bij de verschillende bedrijfssystemen binnen de scharrelvarkenshouderij?
   - 1b. Hoe verhoudt dit zich met de conventionele varkenshouderij?
2. Wat is de potentiële ammoniak-emissie voor, tijdens en na de opslag?
   - 2a. In hoeverre wijkt de verse mestsamenstelling van scharrelvarkens af van varkensmest uit de conventionele houderij?
   - 2b. Wat voor soort mest tref je aan, aan het einde van de opslag in de put, of op de mestvaalt? Dit is afhankelijk van de soort verse mest waar je mee begon (zie 2a) en van wat er tijdens de opslag mee gebeurt.
   - 2c. Wat is de potentiële ammoniak-emissie (volgens de literatuur) van de mest nadat deze de opslag verlaat?
3. Enkele specifieke vragen ten aanzien van onderdelen in het systeem.
   - 3a. Wat is de invloed van stro op de ammoniak-emissie

uit faeces, urine en een combinatie van die twee?

3b. Methode-ontwikkeling voor het bemonsteren van vaste mest op een mestvaalt en van drijfmest uit een put.

3c. Methode-ontwikkeling voor het bewaren van drijfmest-monsters.

3d. Hoe zit het met de variabiliteit van de gehaltes van de monsters afkomstig van een mestvaalt en van monsters uit een drijfmestput?

Voordat tot de beantwoording van deze vragen overgegaan wordt, wordt in deze inleiding wat dieper ingegaan op een aantal zaken. Zo wordt de plaats, die de scharrelvarkenshouderij in Nederland inneemt belicht in §1.2. In §1.3 wordt uitgelegd hoe de NVVS is ontstaan en wat zij allemaal doet. In §1.4 wordt de ammoniakproblematiek onder de loep genomen. Daarna komen in §1.5 de processen, die van belang zijn bij het ontstaan van ammoniak-emissie aan bod. En tot slot worden de belangrijkste mogelijke verschillen met betrekking tot de ammoniak-emissie tussen de scharrelvarkenshouderij en de conventionele varkenshouderij behandeld in §1.6.

Na deze voor het onderzoek belangrijke informatie worden in de volgende hoofdstukken de verschillende vragen zo mogelijk beantwoord. Hiervoor is een aantal verschillende proeven uitgevoerd. Omdat elke proef een eigen methode vereist staat in dit verslag geen hoofdstuk "materiaal en methoden", zoals wel gebruikelijk is. Dit onderdeel komt wel steeds aan bod in de verschillende hoofdstukken. Bovendien staat in elk hoofdstuk een korte inleiding en natuurlijk de resultaten en de interpretatie van die resultaten. Aan het slot van elk hoofdstuk staan kort nog de conclusies. In hoofdstuk 6 worden conclusies en aanbevelingen nog eens samengevat. Deze aanbevelingen zijn onderverdeeld in aanbevelingen voor de scharrelvarkenshouders en aanbevelingen voor verder onderzoek.

1.2 De scharrelvarkenshouderij

In Nederland waren in 1988 zo'n 35.000 bedrijven met in totaal 13.7 miljoen varkens (lit.28). Er bestaan drie soorten bedrijven. Bedrijven met alleen fokzeugen, bedrijven met alleen vleesvarkens en gesloten bedrijven, met zowel fokzeugen als vleesvarkens. Varkens worden vaak als neventak gehouden op een gemengd bedrijf. De meeste varkenshouders zijn te vinden in het Oostelijk en Zuidelijk zandgebied.

In 1988 zijn er in Nederland ruim 22 miljoen vleesvarkens afgeleverd. Van deze produktie werd ongeveer 70 % geëxporteerd (lit.28). Slechts een klein deel van de varkens in Nederland gaat als scharrelvarken door het leven. Wel neemt het aandeel aan scharrelvarkens snel toe. In 1989 werden ongeveer 45.000 vleesscharrelvarkens afgeleverd. Een jaar later waren dit al 60.000 (LEI, pers.med.). De produktie van scharrelvarkens is geheel voor de Nederlandse markt.

De scharrelvarkenshouderij is ontstaan als reactie op de

bioindustrie. Deze industriële vorm van varkens houden gaat ten koste van het welzijn van het dier. Scharrelvarkenshouders proberen het houden van varkens op een diervriendelijke wijze te bevorderen. Naast diervriendelijkheid vinden zij ook mens- en milieuvriendelijkheid belangrijk.

Niet iedereen kan zich zomaar scharrelvarkenshouder noemen. Er is hiervoor een aantal regels opgesteld door het in 1983 opgerichte KOS (Konsumenten Overleg Scharrelvarkens). Tegenwoordig wordt de contrôle hierop uitgevoerd door de ISC (Internationale Scharrelvlees Contrôle). De ISC is in 1985 opgericht door het KOS. Het oorspronkelijke KOS-reglement is inmiddels bijgesteld door het PVV (Produktschap voor Vee en Vlees). Dit is kortgeleden opgenomen in de landbouw-kwaliteitswet. Het KOS heeft zichzelf na het volbrengen van haar taak in 1989 opgeheven (lit.34). De minimum eisen waaraan moet worden voldaan in de scharrelvarkenshouderij staan in bijlage I (lit.21).

1.3 De Nederlandse Vereniging Van Scharrelvarkenshouders

De NVVS is in 1986 ontstaan uit de "werkgroep scharrel-varkenshouders". Deze werkgroep heeft zich ingezet voor het houden van varkens op een mensvriendelijke (arbeids-omstandigheden), diervriendelijke en milieuvriendelijke manier. Verder behartigde de werkgroep de belangen van de producenten. Doordat de varkenshouders zich gingen organiseren werden ze als een serieuze gesprekspartner gezien. Door bijeenkomsten te organiseren werd er door de boeren onderling overleg gepleegd, zodat ze naar buiten toe met duidelijke ideeën konden komen.

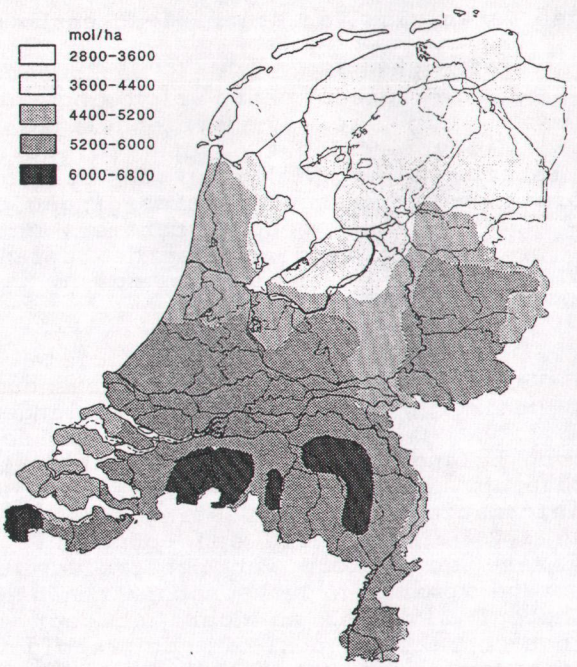
In 1986 werd de werkgroep omgezet in een officiële vereniging: "de Nederlandse Vereniging Van Scharrelvarkenshouders". Net als de werkgroep behartigt de vereniging de belangen van haar leden. Zij houdt zich bezig met alles wat voor de scharrel-varkenshouderij van belang is. Dit betreft beleid, regelgeving en de contrôle daarop, de afzet van varkens, prijsafspraken, het geven van informatie over huisvestingssystemen, reklame, enz. Zo heeft de NVVS bijvoorbeeld een coöperatie opgericht, die zich met de aan- en verkoop van scharrelvee bezighoudt. Ook bij het tot stand komen van de voorschriften heeft de NVVS van zich laten horen. Zij deed en doet dat door er voor te zorgen dat de boerenpraktijk ook bij de regelgeving wordt betrokken. De consument moet natuurlijk tevreden zijn, maar dat moet ook voor de boer haalbaar blijven. Verder wordt er via de Stichting Promotie Scharrelproducten (SPS) geprobeerd het scharrelvlees te promoten. Aan boeren en consumenten wordt voorlichting gegeven door het organiseren van lezingen, het uitdelen van folders en via stands. De NVVS onderhoudt contacten met de andere betrokkenen (slagers, handelaren, ISC, PVV) en probeert de onderlinge contacten tussen boeren te bevorderen door ledenvergaderingen, studieclubs, het uitgeven van een verenigingsblad. Zo kan er gezamenlijk een oplossing voor problemen worden gezocht. Omdat het aantal leden aardig

groot is, heeft de NVVS Nederland in vier regio's verdeeld: Noord, Zuid, Oost en West. Van elke regio zit een vertegenwoordiger in het bestuur dat uit 7 mensen bestaat (lit.34).

1.4 De ammoniakproblematiek

Ammoniak is een van de bronnen van verzuring. Andere bronnen zijn zwaveldioxyde, stikstofoxyde en ozon (lit.27). Vooral ecosystemen met een zwakke bufferende werking in de bodem, zoals bijvoorbeeld de hogere zandgronden, het laagveengebied en de duinen, zijn gevoelig voor verzuring (lit.27).

Ammoniak is voor zo'n 70 à 75 % uit Nederland afkomstig (lit.33). In 1980 was de emissie van ammoniak ongeveer 251.000 ton NH_3 (lit.42). Een groot deel van deze emissie ontstaat in verzuringsgevoelige gebieden, zoals de Peel en de Veluwe (zie Figuur 1).



Figuur 1: De depositie van potentieel verzurende stoffen in Nederland in 1986 (lit.27).

Ammoniak reageert licht basisch met water en heeft dus eigenlijk een neutraliserende werking op de in regen voorkomende zuren. Dat ammoniak toch schadelijk is wordt veroorzaakt door de volgende processen.

1. Verzuring van de bodem (lit.24).
   Ammoniak bevordert de neerslag van SO_2, dat in de bodem

wordt omgezet in zwavelzuur (H_2SO_4). Ammoniak nitrificeert in de bodem. Hierbij ontstaat zuur.

$$(NH_4)_2SO_4 + 4\ O_2 \rightarrow 4\ H^+ + 2\ NO_3^- + SO_4^{2-} + 2\ H_2O \qquad (1)$$

In bodems met een zwak bufferende werking spoelen voedingsstoffen als Calcium, Kalium en Magnesium uit, omdat zij van het uitwisselingscomplex verdrongen worden door H^+. Er kan een gebrek aan deze stoffen ontstaan. In bodems die rijk zijn aan organische stof kunnen door verzuring van de bodem voor planten giftige metalen (bijvoorbeeld Aluminium) in oplossing gaan.

2. Verdringing van plantenvoedende stoffen (lit.24 en lit.33). In bodems met weinig organische stof (zure bosbodems, heidevelden) wordt ammoniak niet omgezet in nitraat en ontstaat geen zuur. Ammoniak hoopt zich op als ammonium (NH_4^+). Hierdoor wordt de voedingsstoffenbalans verstoord. Er treedt uitwisseling op van ammonium met bijvoorbeeld Kalium-ionen. Dit soort chemische verdringingsprocessen in de bodem veroorzaakten een verandering in de vegetatiesamenstelling. De aanwezige vegetatie verzwakt en wordt gevoeliger voor ziektes en plagen. Een andere oorzaak hiervoor is dat planten ineens moeten overschakelen van nitraatvoeding naar ammoniumvoeding. Sommige planten ondervinden daar geen hinder van, maar de meeste planten wel.

3. Toename van stikstof in de bodem; eutrofiëring (lit.24). Ammoniak, eventueel omgezet in nitraat, is een voedingsstof voor planten en heeft dus een bemestende werking. Dat lijkt op zich niet zo'n probleem, ware het niet dat bijna alle in Nederland voorkomende natuurgebieden gekenmerkt worden door een voedselarm milieu (lit.27). Door deze milieus te verrijken wordt het natuurlijk evenwicht verstoord. De groei van bepaalde planten (zoals grassen) wordt bevorderd, waardoor andere planten de concurrentiestrijd verliezen en verdwijnen. De diversiteit aan wilde planten neemt af (lit.27).

Van de totale ammoniak-emissie in Nederland was in 1980 224.000 ton en in 1986 228.000 ton afkomstig van de veehouderij (lit.42). In 1986 is 29 % van die ammoniak-emissie afkomstig van de varkenshouderij. Minder dan de helft hiervan (11 %) is afkomstig uit de stal en de opslag. De vleesvarkenshouderij neemt 6 % voor zijn rekening en de fokvarkens de overige 5 %. (Deze gegevens zijn gebaseerd op berekeningen met emissiegetallen en de omvang van de veestapel, en niet geheel betrouwbaar. Op grond van nieuwe inzichten (berekeningen, metingen) kunnen de cijfers veranderen. De cijfers zijn overgenomen uit het boekje "naar stallen met een beperkte ammoniak-uitstoot", processen, lit.42).

Momenteel wordt er hard gewerkt om de emissie van ammoniak terug te dringen. Wij hopen dat dit onderzoek daaraan een bijdrage kan leveren. De doelstelling ten aanzien van de ammoniak-emissie is een reductie van 70 % ten opzichte van 1980 in het jaar 2000. Volgens de huidige technische en economische inzichten is een reductie van 50 % in ieder geval haalbaar (lit.28).

1.5 Processen en factoren

Ammoniakvervluchtiging vindt plaats aan het oppervlak tussen lucht en mest. Aan dit grensvlak gaat ammoniakgas uit de mest de lucht in volgens de reactie (lit.39):

$$NH_3\ (g)\ mest \overset{K_1}{\rightleftharpoons} NH_3\ (g)\ lucht \qquad (2)$$

K_1: reactieconstante

De snelheid van vervluchtiging hangt af van de concentratie ammoniakgas in de lucht. De snelheid van luchtverversing is hiervoor bepalend. Daarnaast is de grootte van het oppervlak tussen mest en lucht van belang en de concentratie van ammoniakgas in de mest.(lit.42)

Deze laatste concentratie, $[NH_3\ (g)]$ in de mest is in evenwicht met de concentratie opgeloste ammoniak in de mest, $[NH_3\ (aq)]$ ook wel ammonia genoemd. Volgens de wet van Henry ziet de evenwichtsvergelijking er als volgt uit:

$$NH_3\ (aq) \overset{K_h}{\rightleftharpoons} NH_3\ (g) \qquad (3)$$

K_h is de zogenaamde constante van Henry

K_h bepaalt de verhouding tussen de concentratie van ammoniak in de vloeistoffase en in de gasfase (lit.39).

$$K_h = \frac{[NH_{3\,(aq)}]}{[NH_{3\,(g)}]} \qquad (4)$$

De temperatuursafhankelijkheid van K_h wordt beschreven met:

$$\log K_h = -1.69 + \frac{1477.7}{T} \qquad (5)$$

Dit betekent:
* Een stijging van de temperatuur doet de NH_3 (g)-concentratie in de mest stijgen ten opzichte van de NH_3 (aq)-concentratie.
* Bij gelijkblijvende temperatuur en stijging van de NH_3 (aq)-concentratie stijgt de NH_3 (g)-concentratie in de mest.

De NH_3 (aq)-concentratie (ammonia) in de mest is in evenwicht met ammonium. Het ammonia/ammonium-evenwicht kan beschreven worden met:

$$NH_4^+ + H_2O \overset{K_a}{\rightleftharpoons} NH_3\ (aq) + H_3O^+ \qquad (6)$$

waarbij

$$K_a = \frac{[NH_3] * [H_3O^+]}{[NH_4^+]} \qquad (7)$$

Tussen 0°C en 50°C kan het ammonia/ammonium-evenwicht beschreven worden door de volgende formule (lit.42):

$$pK_a = 0.09018 + \frac{2792.92}{T} \qquad (8)$$

$pK_a = -\log K_a$
T = temperatuur in graden Kelvin

De relatie tussen de hoeveelheid opgeloste ammoniak (NH_3 (aq), de temperatuur en de pH wordt verkregen door vergelijking (7) en (8) te combineren.

$$F = \frac{1}{10^{(pK_A - pH)} + 1} \qquad (9)$$

F = [NH_3 (aq)]

De hoeveelheid ammoniak die in water op kan lossen is niet onbeperkt, maar wel vrij groot. De maximale hoeveelheid die bij 20°C in water op kan lossen is 500 g. De oplosbaarheid neemt af bij stijging van de temperatuur (lit.36).

Dit betekent:
* Bij een stijging van temperatuur neemt de NH_3 (aq)-concentratie toe ten koste van de NH_4^+-concentratie, mits

de maximale oplosbaarheid nog niet is bereikt.

* Bij een stijging van de pH neemt de NH_3 (aq)-concentratie toe.
* Als de pH en de temperatuur constant blijven neemt de NH_3 (aq)-concentratie toe als de ammoniumconcentratie stijgt.

Als er ammoniak vervluchtigt ((2) verschuift naar rechts), heeft dit invloed op de andere evenwichten in de mest. Reactie (3) zal naar rechts verschuiven en dus reactie (6) ook. Dit betekent dat er zuur ontstaat. De hoeveelheid zuur, die geproduceerd wordt is evenredig met de hoeveelheid ammoniak (NH_3 (g) die vervluchtigt. In eerste instantie wordt de zuurproduktie gebufferd. Bijvoorbeeld:

$$HCO_3^- + H_3O^+ \text{ <----> } CO_2 + 2\ H_2O$$

$$NH_4^+ + H_2O \text{ <----> } NH_3 + H_3O^+$$

$$HCO_3^- + NH_4^+ \text{ <----> } NH_3 + CO_2 + H_2O$$

NH_3 en CO_2 zullen hierbij vervluchtigen.
Pas als de buffers uitgewerkt zijn zal de pH gaan dalen.

Ammonium en ammonia in mest ontstaan voornamelijk door omzetting van ureum (NH_2CONH_2), waaruit ruwweg 50% van de stikstof in drijfmest bestaat. Urine, dat hoofdzakelijk uit ureum bestaat, is de belangrijkste ureumbron (lit.42). Ureum wordt omgezet door het enzym urease. Dit enzym is een uitscheidingsproduct van ureumsplitsende bacteriën, die veel in de faeces voorkomen. Ook komt urease voor in planten (b.v. sojabonen), in verschillende micro-organismen, in de bodem en in het spijsverteringskanaal van mensen en dieren (lit.42). Onder laboratorium-omstandigheden, waarbij de ureumsplitsende bacteriën zich nog moeten ontwikkelen, is gevonden dat in 5 tot 10 dagen 90% van de ureum is omgezet (lit.42). In de stal wordt ureum waarschijnlijk veel sneller omgezet, omdat de benodigde bacteriën al aanwezig zijn in de vaste mest. Als urine in contact komt met vaste mest (mengmest, vervuild oppervlak) kan de omzetting van ureum meteen beginnen.

De ammonificatie van ureum kan door twee reactievergelijkingen worden beschreven (lit.38).

$$NH_2CONH_2 + H_2O \leftrightharpoons 2\ NH_3 + CO_2 \qquad (10)$$

$$NH_2CONH_2 + H_2O \leftrightharpoons 2\ NH_4^+ + CO_3S^{2-} \qquad (11)$$

Welke verbindingen er ontstaan en in welke verhouding is afhankelijk van pH, temperatuur en van onder andere de volgende evenwichtsreacties:

$$NH_4^+ + H_2O \leftrightharpoons NH_3\ (aq) + H_3O^+ \qquad (6)$$

$$CO_2 + 2\ H_2O\ (H_2CO_3) \leftrightharpoons HCO_3^- + H_3O^+ \qquad (12)$$

$$HCO_3^- + H_2O \leftrightharpoons CO_3^{2-} + H_3O^+ \qquad (13)$$

		20°C	25°C
$pK_{(6)}$	=	9.41	9.25
$pK_{(12)}$	=	6.39	6.36
$pK_{(13)}$	=	10.37	10.33

Bovenstaande reacties worden beïnvloed door de temperatuur (zie bovenstaande pK-waarden) en door de pH. De volgende formule toont dit aan (lit.10):

$$pH = pK + \log\frac{[base]}{[zuur]} \qquad (14)$$

$pH = -\log[H_3O^+]$
$pK = -\log K_a$

De invloed van de pH op bovenstaande evenwichtsreacties (6, 12 en 13) is wederzijds. Mest is een gecompliceerde oplossing, waarin de pH bepaald wordt door alle aanwezige zuren en basen en door de buffercapaciteit van de mest. De oorspronkelijke pH en de weerstand tegen pH-verandering (uitgedrukt in de buffercapaciteit) beïnvloeden de ureumafbraak. Aan de andere kant beïnvloedt de ureumafbraak de pH van de mest. Sherlock en Goh (lit.39) vonden dat de pH tijdens de afbraak van ureum kan stijgen van pH 7 tot ruim pH 9.

1.6 Aspecten van de varkenshouderij, die invloed hebben op een mogelijk verschil in ammoniak-emissie ten opzichte van de conventionele varkenshouderij.

Het scharrelvarkenshouderijbedrijf wijkt op een aantal punten af van het conventionele bedrijf. De richtlijnen die hiervoor door het ISC opgesteld zijn staan vermeld in bijlage I. Sommige van deze afwijkingen hebben een mogelijke invloed op de ammoniak-emissie. Deze willen wij hier bespreken.

* De stallen zijn meestal natuurlijk geventileerd. Ook mechanisch komt wel voor, maar er is altijd een open verbinding met de buitenlucht, omdat de scharrelvarkens naar de uitloop moeten kunnen. De mestopslag is bovendien meestal buiten. Het vervluchtigen van ammoniak uit de mest is daardoor moeilijk te beperken. Meer ventilatie, grotere luchtverversing boven de mest, leidt tot een hogere mate van afvoeren van NH_3-N die in die lucht boven de mest zit. Daardoor wordt evenwicht nr. 2 (§1.5) naar rechts getrokken. Gevolg van het naar rechts trekken van evenwicht nr. 2 is dat evenwicht nr. 6 ook naar rechts getrokken wordt. Al met al betekent dit meer ammoniak-emissie.

Doordat in de conventionele bedrijven bijna altijd mechanisch geventileerd wordt en de mestopslag meestal binnen is, zou daar door filters in het ventilatiesysteem de uitgaande lucht gezuiverd kunnen worden van ammoniak.

* De dieren moeten de beschikking hebben over een groter leefoppervlak, dit oppervlak is verdeeld over een binnenstal en een uitloop naar buiten.
- De binnenstal moet bekleed zijn met een continue laag strooisel. Op 33% van de scharrelvleesvarkensbedrijven wordt de mest opgeslagen als stromest en gier (lit.22). In dit geval zou het strooisel een reducerende invloed kunnen hebben op de ammoniak-emissie.
- De bedrijven proberen de strooisellaag die in de binnenstal ligt echter zo schoon mogelijk te houden. Het is de bedoeling dat de mest op de uitloop terecht komt. Deze uitloop bij vleesvarkensbedrijven kan bestaan uit een volledig of gedeeltelijke roostervloer, of uit een geheel dichte vloer. Van het totale oppervlak van alle uitlopen tezamen bestaat 33% uit roostervloer (lit.22).
  - x Indien er roosters in de uitloop liggen valt de mest als dunne mest in een put. Het is de vraag of er hier meer hokbevuiling op zal treden dan in de conventionele houderij, aan de ene kant hebben de dieren een grotere leefruimte, waardoor voorgesteld kan worden dat de mest minder snel door de roosters getrapt zal worden. Aan de andere kant zijn de dieren met een grotere leefruimte beweeglijker, waardoor vorig genoemde effect weer gedeeltelijk of geheel opgeheven wordt. Hokbevuiling geeft een groter emitterend oppervlak en geeft meer ammoniak-emissie (lit.12 en lit.45).
  - x Ditzelfde geldt ook voor de mest die op een betonnen plaat, zonder roosters, blijft liggen. De ammoniak-emissie is hier afhankelijk van de frequentie van het afschuiven van de mest en de methode van afschuiven, dat wil zeggen blijft er wel of geen dunne mestfilm op de plaat achter.

* Minimaal de helft van de minimum ruimte in de uitloop waar het dier over beschikt, mag niet overkapt zijn. Hierdoor komt er grotere of kleinere hoeveelheid regenwater bij de mest. Voor de boer is dit vervelend omdat hij al dit water

weer zal moeten uitrijden. Wat de invloed is op de ammoniak-emissie is niet precies bekend. Deze zou kunnen verminderen door een groter oplossend volume voor het ammonium, waardoor de ammoniumconcentratie daalt en het eerder genoemde evenwicht nr. 3 (§1.5) naar links schuift.

* De dieren hebben de beschikking over ruwvoer. Op de meeste bedrijven bestaat dit uit snijmaiskuil of gras (vers, ingekuild, of hooi, lit.22). Dit kan een negatieve werking op de voederconversie van het mengvoer hebben, hoewel dit niet zeker is gezien de geringe hoeveelheden. Bij een verslechterde voederconversie zou meer stikstof uit het mengvoer in de mest terecht komen.

* Er is een positief verband tussen ammoniak-emissie en de temperatuur van inkomende lucht (lit.36). Bij scharrelvarkens wordt voornamelijk natuurlijk geventileerd, waardoor er minder invloed op de temperatuur is. Indien de mestopslag buiten is, in de meeste gevallen, heeft de boer hier in het geheel geen invloed op. In de zomer kan deze niet zo laag mogelijk worden gehouden en zal de emissie hoger zijn dan in de conventionele houderij. In de winter echter wordt de temperatuur in de stal in de conventionele houderij op 20°C gehouden, terwijl de temperatuur bij de opslagplaats bij de scharrelvarkenshouderij dan gemiddeld veel lager zal liggen.

2 VARIATIE IN CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN DRIJFMEST EN STROMEST

2.1 Algemeen

Dit onderwerp over de variatie in chemische samenstelling van drijfmest en stromest is in dit onderzoek opgenomen omdat deze variatie voor een groot deel de waarde van een balansberekening bepaalt. Door de studie van de variatie kunnen de diverse aannames binnen de balansberekening voorzien worden van schattingen van te verwachten spreidingen.

Op het oog ziet mest er als een zeer heterogeen produkt uit. Vooral is dit het geval met stromest dat een zeer heterogeen mengsel is van mest met stro. Voor drijfmest waren gegevens over heterogeniteit beschikbaar in de publicatie van Hoeksma (lit.18) die weergegeven zijn in Tabel 1. Deze gemiddelde waarden zijn verkregen door op een groot aantal verschillende bedrijven monsters te nemen en te analyseren. De verschillen tussen mest afkomstig uit verschillende bedrijven bleken zeer groot te zijn.

Tabel 1: Chemische samenstelling en variatie van drijfmest van conventionele bedrijven. Alle gehalten zijn weergegeven in g/kg vers materiaal.

	ds	Ntot	NH_4-N	P	K	pH
n	379	379	379	379	379	379
gem.	74	6,5	3,6	1,7	5,6	8,0
std.	25	1,4	0,8	0,7	1,2	0,2
v.c.	33,8	21,5	22,2	38,5	2,5	2,5
min.	15	2,5	1,3	0,1	2,0	7,3
max.	157	10,6	5,5	5,2	9,0	8,6

n=aantal monsters; gem.=gemiddelde;
std.=standaardafwijking; v.c.= variatie-coëfficiënt;
min.=laagste waarde; max.=hoogste waarde.

Daar in dit onderzoek verschillende bedrijfssystemen met elkaar worden vergeleken was het van belang om te kijken naar de heterogeniteit van de verschillende mestsoorten die geproduceerd worden door de bedrijven in kwestie (drijfmest en stromest). Door ook monsters te nemen op verschillende tijdstippen kon tevens de invloed van de ouderdom van de mest worden bestudeerd.

Normaliter worden in dit soort studies de gehalten uitgedrukt op basis van vers materiaal. Om de getallen in dit onderzoek te kunnen vergelijken met gegevens uit de literatuur zijn daarom ook in deze studie de gehalten uitgedrukt op basis van vers materiaal. Daar echter ook het droge stofgehalte is bepaald, konden de gevonden waarden ook worden berekend op basis van droge stof. In enkele gevallen is dit ook gedaan.

Met behulp van heterogeniteitsgegevens kunnen per mestsoort de gemiddelden en standaardafwijking (σ_n) worden berekend. Indien een gewenste betrouwbaarheidsmarge (D) van de gemiddelde waarde wordt aangenomen, kan m.b.v. de verzamelde gegevens het minimum aantal steken worden berekend dat moet worden genomen en worden gemengd tot een mengmonster om deze gewenste variatie te bereiken.

$$n = (t_\alpha \times \sigma_n / D)^2 \qquad (15)$$

n = aantal monsters
t_α = student t-toets
α = onwaarschijnlijkheid
σ = standaard afwijking
D = betrouwbaarheidsmarge

De α die bij de student t-toets wordt gebruikt is in de onderzoek gezet op 0,025 (dit is 2,5%).

Indien een aantal monsters genomen is kan ook van daaruit de betrouwbaarheidsmarge (D) bepaald worden. Als α=0.025 vallen de waarden met een betrouwbaarheid van 95% binnen het gebied $Y_{gem} \pm D$.

$$D = t_a \times \sigma_n / \sqrt{n} \qquad (kg) \qquad (16)$$

2.2 Materiaal en methoden

De variatie in chemische samenstelling werd bepaald van stromest en van drijfmest in de periode voorafgaand aan de periode van de balansberekening. De monsters van drijfmest waren afkomstig uit een put waaruit de mest regelmatig, gedurende de laatste twee jaar, zonder mengen vooraf was weggezogen. Daardoor was het dikkere materiaal grotendeels op de bodem van de put achtergebleven. Na deze monstername werd de put zoveel mogelijk leeggehaald (begin Mei 1991). Met deze lege put werd een begin gemaakt met een mestronde die in totaal 4 maanden in beslag nam. De door de varkens geproduceerde mest werd in deze periode van 4 maanden in de put verzameld. Gedurende deze periode van 4 maanden werd deze put elke maand, na intensieve menging, bemonsterd om eventulele veranderingen in chemische samenstelling van de drijfmest gedurende de mestronde te bepalen.

De stromest waarvan in het begin de heterogeniteit werd bepaald, bevatte zowel mest van vleesvarkens als van zeugen. Vanaf het begin van de mestronde (begin Mei 1991) werd de mest van vleesvarkens en de zeugenmest apart bewaard en tevens per periode van een maand apart opgeslagen. De vleesvarkensmesthopen van variabele ouderdom, werden elke maand intensief bemonsterd. Hiermee kon de invloed van het

verouderen van de mest worden bepaald.

Monstername van de drijfmest
De drijfmest zat in een grote put zonder mengmogelijkheden. De bedoeling was om via een loonwerkersbedrijf de mest intensief te laten rondpompen waarbij de grotere delen tevens zouden worden gehakseld. Bij aanvang van het onderzoek heerste echter de ziekte "Abortus blauw" waardoor het ongewenst werd geacht teveel mensen op het bedrijf toe te laten. Om deze drijfmest toch zoveel mogelijk te homogeniseren werd deze door de eigenaar van het bedrijf gemengd door met een mesttank de mest aan de ene kant van de put uit te zuigen en aan de andere kant weer terug te pompen. Tegelijkertijd werd aan de kant waar de monsters zouden worden genomen een in de hoogte verstelbare, ronddraaiende plaat geplaatst. De monsters werden opgevangen in beugelflesjes die in de put werden geduwd. Deze monsters werden zo snel mogelijk naar het laboratorium vervoerd waar met een pipet monsters voor de chemische analyse werden genomen.

Monstername van de stromest
De stromest lag als een grote berg op een betonnen plaat. Deze werd op 6 verschillende plaatsen bemonsterd door met een Edelman-boor gaten te boren. Op verschillende diepten werden op deze manier monsters verzameld. Daarna werd in de hieropvolgende mestperiode de mest per maand apart opgeslagen. deze mesthopen van verschillende ouderdom werden vervolgens iedere maand intensief bemonsterd. Na een maand was er slechts een mesthoop, maar na vier maanden waren er dus vier hopen. In iedere hoop werd de mest om de 20 cm verzameld in een plastic zak en vervoerd naar het laboratorium. In het laboratorium werd de inhoud van elke monsterzak zo goed mogelijk gemengd en werd een representatief submonster intensief gehomogeniseerd en fijn gemaakt met behulp van een blender. Om dit te kunnen realiseren moest aan het submonster een (bekende) hoeveelheid demi-water worden toegevoegd (het apparaat wilde anders niet draaien).

De analyse-methoden
Voor de bepaling van het totaal gehalte aan stikstof en fosfaat werd ongeveer 1 g van het analysemonsters in een destructiebuis gebracht waarin 2,5 ml destructiemengsel (geconcentreerd zwavelzuur-seleen-salicylzuur) zat. Na een wachttijd van twee uur (inwerktijd) werd in een destructieblok bij 100°C het teveel aan vocht uit het analysemonster verdampt. Daarna werd 3 keer 1 ml 30% H_2O_2 toegevoegd om het grootste deel van de organische stof te oxideren. De rest van de organische stof werd geoxideerd door gedurende 2 uur te verhitten tot 330°C. Na afkoelen werd het volume op 50 ml gebracht met water en werd het stikstof en fosfaat gehalte bepaald door het Centrale Laboratorium van de vakgroep Bodemkunde en Plantevoeding volgens de routinemethoden in gebruik voor de analyse van grond- en gewasmonsters (lit.20).

De oplosbaar ammonium- en kaliumgehalten werden bepaald in een extract van het analysemonster met 0.01 M $CaCl_2$. Om te verkomen

dat bij de hoge pH van de mestmonsters stikstof in de vorm van NH_3 zou kunnen ontwijken werd het extractiemiddel aangezuurd met 5 ml 0,1 M HCl per 50 ml extractiemiddel. De pH van het extract werd daardoor op ongeveer 4-5 gebracht. Na intensieve menging van ongeveer 1 g analysemonster met 50 ml van dit extractiemiddel bleef dit geheel een nacht overstaan om te bezinken. Van de bovenstaande heldere vloeistof werd vervolgens een submonster aangeboden aan het Centrale Laboratorium voor meting van ammonium-N (spectrofotometrisch) en Kalium (vlamfotometrisch) (lit.20).

Het droge stofgehalte werd bepaald door te drogen bij 105°C en het asgehalte door te gloeien bij 550°C. Bovendien werd van elk monster de pH gemeten.

2.3 Resultaten en discussie

De gemiddelde resultaten van de eerste heterogeniteits-bepaling staan vermeld in tabel 2 (op basis van vers materiaal). Alle afzonderlijke gegevens zijn vermeld in Bijlage II.

Tabel 2: Chemische samenstelling en variatie bij eerste bemonstering van drijfmest en stromest in begin mei 1991. Alle gehalten zijn weergegeven in g/kg vers materiaal.

		ds	Ntot	NH4-N	Ptot	Kopl	pH
Scharrel-drijf-mest	n	4	28	28	28	28	28
	gem.	131	6,6	2,9	3,7	4,3	7,0
	std.	1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1
	v.c.	0,8	6,8	1,9	3,1	2,3	1,4
	min.	130	6,1	2,8	3,5	4,1	6,9
	max.	132	8,4	3,0	4,0	4,5	7,1
Scharrel-stomest	n	52	52	52	52	52	52
	gem.	265	6,9	2,8	4,4	9,4	7,6
	std.	44	1,2	1,3	1,0	2,5	0,3
	v.c.	16,7	16,7	46,0	21,6	22,3	4,3
	min.	214	4,3	0,6	2,9	4,0	6,8
	max.	420	10,1	5,4	6,6	14,9	8,2

n=aantal monsters; gem.=gemiddelde;
std.=standaardafwijking; v.c.=variatie-coëfficiënt;
min.=laagste waarde; max.=hoogste waarde.

Enkele opmerkingen bij deze tabel:

1 De scharreldrijfmest was onder de aanwezige omstandigheden zo goed als mogelijk gemengd. De variatie coëfficiënt van deze drijfmest is voor ds, N-tot, NH_4-N, P-tot en pH veel lager dan voor de conventionele drijfmest uit Tabel 1. De scharreldrijfmest was afkomstig van slechts één bedrijf en was voor de monstername intensief geroerd. De mest van de conventionele varkenshouderij was niet intensief geroerd (het

was een tankmonster)en was afkomstig van 369 verschillende bedrijven. Binnen de conventionele houderij kan niet gemengd, worden omdat daarvoor te weinig geventileerd wordt.

2 Hoewel de bemonstering van de stromest ook maar op één bedrijf gebeurde, was de de variatie-coëfficiënt hier toch hoger. Deze mest kon dan ook niet gemengd worden.

3 Het droge stofgehalte van de scharreldrijfmest van 131 g/kg was veel hoger dan het droge stofgehalte van conventionele drijfmest van 74 g/kg (Tabel 1). Dit komt doordat op het scharrelbedrijf gedurende ruim 2 jaar zonder menging de drijfmest uit de put werd gezogen, waardoor alleen het dunne deel mee kwam. Het dikkere deel dat nu bemonsterd werd had daardoor een veel hoger droge stofgehalte.

4 Ook de stromest had een erg hoog ds-gehalte. Dit kan niet alleen veroorzaakt worden doordat er stro door de mest heen zat, maar ook doordat een deel van de gier elders werd opgevangen.

5 De gemiddelden voor N-tot bij scharreldrijfmest, -stromest en conventionele drijfmest waren gelijk. Faeces en urine leveren een vergelijkbare hoeveelheid N. Dan maakt het voor de concentratie van N-tot niet uit dat in de scharreldrijfmestput voornamelijk het dikke deel zat en dat in de stromest niet alle gier aanwezig was.

6 NH_4-N wordt voornamelijk geleverd door de urine (omzetting van ureum tot NH_4-N), waardoor het afvoeren van het dunne deel in de scharreldrijfmestput en van de gier bij de stromest wel invloed heeft. Scharreldrijfmest en -stromest lagen qua gehalte voor NH_4-N dan ook iets lager dan conventionele drijfmest.

7 P-tot wordt grotendeels door de faeces en zodoende door de droge stof bepaald (lit.17). Scharreldrijfmest en -stromest hadden in dit onderzoek inderdaad een hoger P-tot-gehalte dan conventionele drijfmest.

8 P-tot in stromest kwam hoger uit dan bij scharreldrijfmest. In deze stromest zat verhoudingsgewijs meer faeces dan urine. Bovendien bevat stro ook veel P.

9 K-opl wordt voornamelijk door de urine bepaald (lit.17). De concentratie voor scharreldrijfmest was lager dan conventionele drijfmest doordat bij de scharreldrijfmest het dunne deel eerder uit de put gehaald was.

10 Scharrelstromest had een veel hoger K-gehalte dan scharrel- en conventionele drijfmest. De stromest bevatte niet alle gier, omdat een deel van de gier in een gierput terecht kwam. In gier zit veel K, maar ook in stro zit veel K, zodat het k-gehalte toch hoog uitkwam.

11 Omdat de pH door heel veel factoren beïnvloed wordt is er geen eenduidige verklaring te geven voor de verschillen in pH.

De drijfmestsamenstelling in de put die eerst zoveel mogelijk was geleegd en die daarna gedurende 4 maanden maandelijks werd bemonsterd, staat vermeld in Tabel 3. In de tabel staan alleen de gemiddelden met aanverwante cijfers. De waarden van alle monsters afzonderlijk staan vermeld in Bijlage II. Daarin staat ook het as-gehalte vermeld.

Tabel 3: Chemische samenstelling en variatie van drijfmest uit een put, die, na eerst zoveel mogelijk leeggehaald te zijn, gedurende vier maanden niet leeggehaald, maar wel iedere maand bemonsterd werd. Alle gehalten zijn weergegeven in g/kg vers materiaal.

drijfmest		ds	N-tot	NH_4-N	P-tot	K-opl	pH
mei	n	4	4	4	4	4	4
	gem.	149	8,6	4,6	2,8	6,4	7,3
	std.	2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,0
	v.c.	1,1	2,2	3,7	4,6	3,9	0,6
	min.	146	8,3	4,3	2,7	6,1	7,2
	max.	151	8,8	4,8	3,0	6,7	7,3
juni	n	6	6	6	6	6	6
	gem.	80	5,6	3,5	1,4	5,0	7,1
	std.	5	0,1	0,8	0,0	0,2	0,1
	v.c.	6,1	1,4	2,2	2,3	3,4	0,7
	min.	70	5,5	3,4	1,4	4,8	7,0
	max.	84	5,7	3,7	1,5	5,3	7,1
juli	n	6	6	6	6	6	6
	gem.	86	7,1	4,7	1,8	5,4	7,0
	std.	3	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0
	v.c.	3,2	1,9	1,3	2,0	1,4	0,5
	min.	82	6,9	4,6	1,8	5,3	7,0
	max.	89	7,2	4,7	1,9	5,5	7,1
augustus	n	7	7	7	7	7	7
	gem.	75	6,3	4,8	1,6	5,3	6,9
	std.	1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
	v.c.	1,3	1,3	2,3	2,9	2,5	0,7
	min.	73	6,1	4,6	1,6	5,2	6,9
	max.	76	6,4	5,0	1,7	5,5	7,0

n=aantal monsters; gem.=gemiddelde;
std.=standaardafwijking; v.c.=variatie-coëfficiënt;
min.=laagste waarde; max.=hoogste waarde.

Enkele opmerkingen bij tabel 3:

12 Ten opzichte van de droge stofconcentratie genoemd bij de scharreldrijfmest in Tabel 2 was deze op hetzelfde bedrijf in de maand mei, precies een maand later, nog hoger. De volgende maanden lag het droge stofgehalte veel meer in de richting van die van conventionele drijfmest. Waarom de droge stof in de maand mei nog zo hoog was, is niet precies bekend. Natuurlijk was er nog een laag (± 17 cm) van het dikke materiaal in de put achtergebleven, maar vanaf die maand kwamen de normale verhoudingen van faeces en urine in de put terecht. Daardoor

was het wel te verwachten dat de droge stof nog hoog zou zijn, maar niet nog hoger dan de eerste keer. Enige oorzaken zouden kunnen zijn dat er geen regen is gevallen in de desbetreffende maand en dat er door het warme weer verhoudingsgewijs veel verdampt is. Ook zou het kunnen zijn dat de put bij de eerste bemonstering (Tabel 2) toch niet geheel homogeen was, maar dat onderin het dikkere deel zat, dat juist was achtergebleven na leegpompen. Dit zou betekenen dat de waarde in tabel 2 voor droge stof te laag is. In de maand juni is veel regen gevallen, dat de duidelijke sprong van verlaging in de concentratie van droge stof verklaart.

13 Een daling van de N-tot in de tijd. Dit kan veroorzaakt zijn door een verlies aan N-tot in de vorm van ammoniak. Het lage gehalte in juni valt een beetje buiten het rijtje. Een reden hiervoor zou de grote verdunning in die maand door de hoge regenval kunnen zijn.

14 Geen verschillen in concentratie van NH_4-N. Bij ammoniak-verlies zal deze component weer vanuit een ander N-tot deel worden aangevuld. Het gehalte voor de maand juni kan weer verklaard worden door de verdunning door de hoge regenval.

15 P-tot komt bijna geheel uit de faeces en veranderingen zijn afhankelijk van veranderingen in het droge stofgehalte (zie 12).

16 K-opl voor de eerste maand was hoger dan bij de eerste bemonstering. Dit was ook wel verwacht, omdat de K bij de eerste bemonstering een stuk lager was dan bij conventionele drijfmest. Verhoudingsgewijs was er bij de eerste bemonstering een dikker deel in de put achtergebleven, terwijl K juist voornamelijk uit de urine komt. In de tweede maand gaat het K-gehalte met een sprong omlaag, waarschijnlijk weer door de hoge regenval in die maand. De maand hierop volgend gaat de concentratie weer omhoog, om in de laatste maand gelijk te blijven.

17 In de tijd zie je een heel langzame daling van de pH. Waarschijnlijk door het optreden van ammonificatie, het omzetten van organisch N in NH_n-N. Een daling van pH is bij ammonificatie een normaal voorkomend verschijnsel (lit. 2).

Berekening van het aantal te nemen monsters bij een van te voren vastgestelde betrouwbaarheidsmarge D.

Bekend is nu voor N-totaal en 28 monsters:

t_α=2.05 (student-t tabel: α=0.025)
σ=0.5 (tabel 4)
gem.=6.6 (tabel 4)

Stel D=0.33 (5% van het gemiddelde). Om binnen de grenzen 6.27 en 6.93 van het gemiddelde ± D te komen met een betrouwbaarheid van 95% (α=0.025) moeten er, volgens vergelijking 15, $(2.05 * 0.5 / 0.33)_2$ = 10 monsters worden genomen. Voor D=0.66 (10% van het gemiddelde) moeten er

$(2.05 * 0.5 / 0.66)_2$ = 3 monsters worden genomen. Voor D=0.066 (1% van het gemiddelde) moeten er $(2.05 * 0.5 / 0.066)_2$ = 242 monsters worden genomen.

Berekening van de betrouwbaarheidsmarge D bij een bekend aantal genomen monsters.

Bij bovenstaande berekeningen worden t_α en σ verondersteld niet te veranderen met n. In werkelijkheid is dat wel zo. Na de uiteindelijke bemonstering kun je de werkelijke D bepalen met behulp van vergelijking 16. In Tabel 4 is dat gedaan voor de N-totaal monsters van mei, juni, juli en augustus (Tabel 3). Uit deze tabel blijkt dat voor een betrouwbaarheidsmarge D van 0.1 er 6 monsters genomen moeten worden uit een drijfmestput, waarin de mest goed gemengd is.

Tabel 4: bepaling van de betrouwbaarheidsmarge D in g/kg verse mest bij bekende n, t_α en σ_n. α=0.025

aantal per maand		t_α	σ_n	D
mei	n=4	3.18	0.2	0.32
juni	n=6	2.57	0.1	0.10
juli	n=6	2.57	0.1	0.10
augustus	n=7	2.45	0.1	0.09

n=aantal monsters;
t=t-waarde bij student-t toets;
α=onbetrouwbaarheid (eenzijdig);
σ=standaardafwijking

De samenstelling van de stromest die gedurende vier maanden verzameld werd, waarbij de mest van iedere maand op een aparte berg gestapeld werd, staat vermeld in Tabel 5 t/m 10. In iedere berg is een kuil van boven tot beneden geboord en bemonsterd en de gemiddelden etc. van die kuilen staan in de tabellen vermeld. De chemische samenstelling van ieder afzonderlijk monster staat vermeld in bijlage III.

In Tabel 5 staat het droge stofgehalte vermeld en in Tabel 6 de pH.

Tabel 5: Droge stofgehalte (g/kg) van stromest per maand en per kuil.

ds	kuil 1	kuil 2	kuil 3	kuil 4
mei	n 12 gem. 279 std. 62 v.c. 22,0 min. 227 max. 475			
juni	n 12 gem. 272 std. 36 v.c. 13,4 min. 201 max. 338	7 211 23 11,0 157 227		
juli	n 10 gem. 257 std. 18 v.c. 7,1 min. 212 max. 278	12 293 78 26,7 208 467	11 236 22 9,3 183 259	
augus-tus	n 11 gem. 292 std. 52 v.c. 17,8 min. 177 max. 406	10 271 59 21,8 174 369	11 285 37 13,1 237 386	12 331 62 18,7 278 509

Tabel 6: De pH van stromest per maand en per kuil.

pH	kuil 1	kuil 2	kuil 3	kuil 4
mei	n 12 gem. 8,3 std. 0,3 v.c. 3,0 min. 8,0 max. 8,8			
juni	n 12 gem. 8,4 std. 0,3 v.c. 3,6 min. 7,9 max. 8,8	7 7,1 0,2 3,4 6,7 7,3		
juli	n 10 gem. 8,7 std. 0,2 v.c. 2,3 min. 8,3 max. 9,0	12 8,7 0,4 4,1 8,2 9,3	11 8,1 0,1 1,8 7,7 8,3	
augus-tus	n 11 gem. 8,4 std. 0,5 v.c. 6,0 min. 7,4 max. 8,9	10 8,6 0,3 3,0 7,9 8,8	11 8,6 0,2 2,1 8,2 8,8	12 8,0 0,3 4,4 7,5 8,5

Tabel 5 en 6: n=aantal monsters; gem.=gemiddelde; std.=standaardafwijking; v.c.= variatie-coëfficiënt; min.=laagste waarde; max.=hoogste waarde.

Levi-Minzi et al. vonden een significante verhoging van het droge stofgehalte (van 195 naar 246 g/kg) en van de pH (ze vonden een significante verhoging van pH 8.5 naar pH 9) naarmate de stromest ouder werd (lit.29). In tegenstelling hiermee is in tabel 5 en 6 geen verband tussen het ouder worden van de mest en het droge stofgehalte of de pH te zien. (De mest wordt ouder van boven naar beneden en van rechts naar links.) Waarschijnlijk was de stromest bij de proeven van Leve-Minzi et al. verder gecomposteerd.

In Tabel 7 staat het N-totaal-gehalte vermeld.

Bepaling van het aantal monsters bij een van te voren vastgestelde betrouwbaarheidsmarge D.

Berekend voor N-totaal en 52 monsters:

t_α=2.01 (student-t tabel: α=0.025)
σ=1.2 (tabel 2)
gem.=6.9 (tabel 2)

Stel D=0.35 (5% van het gemiddelde). Dan moeten om binnen de grenzen 6.6 en 7.2 g N / kg verse mest te komen met een

betrouwbaarheid van 95% (α=0.025) $(2.01*1.2/0.35)_2$ = 48 monsters worden genomen (vgl. 15). Voor D= 0.69 (10% van het gemiddelde) moeten 13 monsters worden genomen en voor D=0.07 (1% van het gemiddelde) moeten 1222 monsters worden genomen.

Berekening van de betrouwbaarheidsmarge D bij een bekend aantal genomen monsters.

Bij bovenstaande berekening worden t_α en σ_n verondersteld niet te veranderen met het aantal monsters. Dit gebeurt in werkelijkheid wel. Met vergelijking 16 is de werkelijke D te bepalen, als n, t_α en σ_n bekend zijn. In Tabel 8 is dit gedaan voor de verschillende kuilen bij N-totaal.

Tabel 7: N-tot (g/kg vers) van stromest per maand en per kuil.

N-tot.	kuil 1	kuil 2	kuil 3	kuil 4
mei	n 2 gem. 11,5 std. 2,4 v.c. 21,2 min. 8,3 max. 18,5			
juni	n 12 gem. 10,2 std. 1,1 v.c. 10,7 min. 8,0 max. 11,8	7 9,2 1,1 11,4 7,2 10,3		
juli	n 10 gem. 11,1 std. 1,1 v.c. 9,7 min. 9,4 max. 12,8	12 10,3 1,9 18,5 6,7 14,8	11 9,9 0,7 6,9 8,5 10,9	
augus-tus	n 11 gem. 11,0 std. 1,8 v.c. 16,1 min. 6,8 max. 14,0	10 9,5 1,9 19,9 5,4 11,6	11 10,3 0,8 7,3 9,5 12,3	12 11,0 1,5 13,8 9,2 12,6

Tabel 8: Bepaling van de betrouwbaarheidsmarge D voor N-tot in g/kg verse mest bij bekende n, t_α en σ_n. (α=0,025)

maand	n per kuil	t_α	σ_n	D
mei	12	2.21	2.4	1.5
juni	12	2.21	1.1	0.7
	7	2.45	1.1	1.0
juli	10	2.26	1.1	0.8
	12	2.21	1.9	1.2
	11	2.23	0.7	0.5
augus-tus	11	2.23	1.8	1.2
	10	2.26	1.9	1.3
	11	2.23	0.8	0.5
	12	2.21	1.5	1.0

Tabel 7 en 8: n=aantal monsters; gem.=gemiddelde; std.=standaardafwijking; v.c.= variatie-coëfficiënt; min.=laagste waarde; max.=hoogste waarde.

Ook in Tabel 7 is geen lijn te zien voor een verandering van het N-totaal-gehalte met de ouderdom. (Van boven naar beneden en van rechts naar links in tabel 7 wordt de mest ouder.) Dit is niet in overeenstemming met wat Levi-Minzi et al.(lit.29) vonden. Zij vonden een significante verhoging van het droge stofgehalte naarmate de stromest ouder werd (van 4,1 naar 6,6 g/kg vers materiaal). Ook op droge stofbasis was hun verschil significant.

Uit tabel 8 blijkt dat voor een betrouwbaarheidsmarge D van ongeveer 1 voor één kuil zo'n 10 monsters genomen moeten worden.

In Tabel 9 staat NH_4-N vermeld en in Tabel 10 staat K-oplosbaar.

Tabel 9: NH_4-N (g/kg vers) van stromest per maand en per kuil.

NH_4	kuil 1	kuil 2	kuil 3	kuil 4
mei	n 12 gem. 5,7 std. 0,9 v.c. 14,9 min. 3,4 max. 7,0			
juni	n 12 gem. 6,7 std. 1,4 v.c. 20,7 min. 4,6 max. 8,6	7 4,5 0,5 10,5 3,9 5,2		
juli	n 10 gem. 7,3 std. 1,5 v.c. 20,1 min. 4,6 max. 9,1	12 4,8 2,2 45,6 1,2 8,0	11 5,8 1,4 24,6 4,2 9,5	
augus-tus	n 11 gem. 6,9 std. 1,9 v.c. 27,6 min. 2,8 max. 9,2	10 5,2 1,6 30,8 2,5 7,1	11 6,0 0,8 13,8 4,8 7,4	12 5,2 1,3 25,8 2,9 8,0

Tabel 10: K-opl (g/kg vers) van stromest per maand en per kuil.

K-opl.	kuil 1	kuil 2	kuil 3	kuil 4
mei	n 12 gem. 10,6 std. 2,5 v.c. 23,6 min. 7,4 max. 18,1			
juni	n 12 gem. 10,1 std. 2,0 v.c. 20,0 min. 6,2 max. 14,8	7 7,7 0,8 10,1 7,1 9,5		
juli	n 10 gem. 9,8 std. 1,0 v.c. 10,5 min. 7,3 max. 10,8	11* 13,9 4,5 32,2 10,0 23,8	11 10,7 2,2 20,6 6,2 14,1	
augus-tus	n 11 gem. 10,3 std. 3,1 v.c. 29,9 min. 5,7 max. 19,0	10 11,0 4,6 41,5 6,5 19,7	11 11,1 2,3 20,7 8,1 17,0	12 12,6 3,6 28,2 8,7 22,7

Tabel 9 en 10: n=aantal monsters; gem.=gemiddelde; std.=standaardafwijking; v.c.= variatie-coëfficiënt; min.=laagste waarde; max.=hoogste waarde.

In tabel 9 is geen lijn te zien voor NH_4-N voor een verandering in de ouderdom. (Van boven naar beneden en van rechts naar links wordt de mest ouder.) Dit geldt ook voor het K-oplosbaargehalte in tabel 10. Dit is niet in overeenstemming met wat Levi-Minzi et al. vonden. Zij vonden een significante verhoging van het K_2O-gehalte naarmate de stromest ouder werd (van 3,04 naar 4,04 g/kg vers materiaal). Ook op droge stof-basis was hun verschil significant (lit.29).

Het P-totaal-gehalte staat op vers-basis in Tabel 11 en op droge stofbasis in Tabel 12.

Tabel 11: P-tot. (g/kg vers) van stromest per maand en per kuil.

P-tot.	kuil 1	kuil 2	kuil 3	kuil 4
mei	n 12 gem. 4,0 std. 1,0 v.c. 24,4 min. 3,0 max. 6,7			
juni	n 12 gem. 4,1 std. 0,6 v.c. 14,9 min. 2,5 max. 4,8	7 2,9 0,5 18,3 1,7 3,3		
juli	n 10 gem. 4,2 std. 0,5 v.c. 11,2 min. 3,1 max. 4,8	12 4,4 1,5 34,2 2,8 7,4	11 3,6 0,4 12,4 2,5 4,1	
augus-tus	n 11 gem. 4,8 std. 0,9 v.c. 19,7 min. 3,1 max. 7,3	10 4,6 1,4 31,6 2,3 7,1	11 4,5 0,8 16,9 3,5 6,5	12 4,8 1,0 20,8 4,0 7,6

Tabel 12: P-tot (g/kg ds) van stromest per maand en per kuil.

P-tot.	kuil 1	kuil 2	kuil 3	kuil 4
mei	n 12 gem. 14,2 std. 1,3 v.c. 9,3 min. 12,0 max. 17,2			
juni	n 12 gem. 15,0 std. 1,4 v.c. 9,4 min. 12,4 max. 16,5	7 13,4 1,3 9,2 11,0 14,6		
juli	n 10 gem. 16,3 std. 1,2 v.c. 7,5 min. 14,6 max. 19,3	12 14,8 1,6 11,1 11,8 17,1	11 15,2 0,8 5,1 13,7 16,5	
augus-tus	n 11 gem. 16,5 std. 1,2 v.c. 7,1 min. 14,4 max. 18,3	10 16,4 2,0 12,1 12,6 19,2	11 15,6 0,8 5,1 14,8 16,8	12 14,6 1,4 9,3 12,0 16,6

Tabel 11 en 12: n=aantal monsters; gem.=gemiddelde; std.=standaardafwijking; v.c.= variatie-coëfficiënt; min.=laagste waarde; max.=hoogste waarde.

P-totaal op vers-basis gaf een kleine trend naar een hoger gehalte bij ouder worden. P is een mineraal dat door de droge stof geleverd wordt. Daarom is hierbij ook een tabel op droge stofbasis gegeven (Tabel 12). Hier is duidelijk een trend naar een hoger gehalte bij ouder worden te zien. Dit ondanks dat het droge stofgehalte niet duidelijk één richting op verandert. Een waarneming, die echter niet systematisch gemeten is, is dat de stromest op kleine diepte een hoge temperatuur had. Dit duidt op verbranding van organische stof. Het droge stofgehalte kan dan, als verhoudingsgewijs genoeg vocht verdampt, wel gelijk blijven, maar de totale hoeveelheid materiaal wordt kleiner. Fosfor is een mineraal dat niet vervluchtigt en waarvan aangenomen werd dat dit ook niet uit het systeem weg kan lekken. De totale hoeveelheid fosfor blijft dus gelijk. Bij een afnemend gewicht aan mest en een gelijkblijvend P-gehalte zal de fosforconcentratie kleiner worden. Een hoger gehalte aan fosfor ten opzichte van de droge stof duidt ook op een verbranding van een deel van de organische stof.

Levi-Minzi et al. vonden een significante verhoging van P_2O_5-gehalte naarmate de stromest ouder werd (van 1,06 naar 1,27 g/kg vers materiaal). Ook op droge stofbasis was hun verschil significant (lit.29).

Verschil in variatiecoëfficiënt tussen het berekenen van de gehaltes op basis van het vers gewicht en op basis van het drooggewicht

Voor stromest was de variatiecoëfficiënt in de meeste gevallen lager als de gehaltes berekend werden op basis van het drooggewicht (tabel 13). De gehaltes werden wel in het verse materiaal gemeten, maar met behulp van het droge stofgehalte omgerekend naar gehaltes in g/kg droog materiaal:
g/kg vers * 100 / droge stofgehalte (%) = g/kg droog

De variatiecoëfficiënten die op basis van vers materiaal zijn uitgerekend worden in tabel 13 naast de variatiecoëfficiënten gezet die op basis van droog materiaal zijn berekend.

Tabel 13: variatiecoëfficiënten van asgehalte, N-totaal, NH_4-N, P-totaal en K voor stromest per kuil op basis van gehaltes in g/kg vers en in g/kg droog. Kuil 1.2 betekent kuil 1, periode 2.

Kuil	NH_4-N		N-totaal		P-totaal		K-oplosbaar		d.s.
	g/kg vers	g/kg ds	g/kg vers	g/kg ds	g/kg vers	g/kg ds	g/kg vers	g/kg ds	g/kg vers
1.1	14.9	22.9	21.2	7.6	24.4	9.3	23.6	11.9	22.0
1.2	20.7	13.3	10.7	11.3	14.9	9.4	20.0	19.7	13.4
1.3	20.1	18.5	9.7	8.5	11.2	7.5	10.5	13.1	7.1
1.4	27.6	25.0	16.1	5.0	19.7	7.1	29.9	14.4	17.8
2.2	10.5	9.3	11.4	5.2	18.3	9.2	10.1	12.3	11.0
2.3	45.6	53.6	18.5	15.8	34.2	11.1	32.2	20.5	26.7
2.4	30.8	34.6	19.9	8.9	31.6	12.1	41.5	32.8	21.8
3.3	24.6	29.2	6.9	5.8	12.4	5.1	20.6	32.7	9.3
3.4	13.8	20.6	7.3	7.3	16.9	5.1	20.7	13.5	13.1
4.4	25.8	28.3	13.8	7.3	20.8	9.3	28.2	15.0	18.7

Alleen voor NH^4-N en voor K-oplosbaar maakte het voor de variatiecoëfficiënt niet zo veel uit hoe de gehaltes uitgedrukt werden. Deze elementen worden zowel door de droge stof als door de urine bepaald. Er zit ongeveer evenveel NH_4-N in faeces als in urine. K zit nauwelijks in de faeces maar wel in stro en in urine.

Waarschijnlijk geldt voor de conventionele drijfmest uit Tabel 1, dat de variatiecoëfficiënt lager was uitgekomen als Hoeksma de gehaltes uit Tabel 1 op basis van droge stof had berekend. De hoge correlatiecoëfficiënten tussen de verschillende gehaltes en de droge stof duidt daar ook op (lit.18).

Voor het vergelijken van gehaltes van verschillende onderzoeken is het beter de gehaltes te berekenen op basis van het drooggewicht in plaats van het versgewicht. Hiermee wordt de invloed van verschillen in droge stofgehalte geëlimineerd. Wel moet het droge stofgehalte er altijd gegeven worden zodat er teruggerekend kan worden naar gehaltes op basis van verse mest.

2.4 Conclusies

Voor de gemengde scharreldrijfmest is de betrouwbaarheidsmarge D voor N-totaal + of - 0.1 als er 6 à 7 monsters worden genomen.

Stromest is heterogener dan drijfmest. Voor een betrouwbaarheidsmarge D van ongeveer 1 voor één kuil zijn zo'n 10 monsters nodig. Voor de hele mestvaalt zijn voor een D van ongeveer 0.3 (5% van het gemiddelde) 48 monsters nodig. Voor een D van 1% van het gemiddelde zijn meer dan 1000 monsters nodig.

Er treedt bij een opslagperiode van vier maanden een verlaging op van het N-totaal gehalte uit de drijfmest. Dit duidt op emissie.

Bij stromest treedt geen verandering in de tijd (vier maanden) op voor droge stof, pH, N-totaal, NH_4-N en Kalium.

Het P-gehalte in stromest op droge stof basis wordt hoger in de tijd. Dit duidt op een verbranding van een deel van de organische stof.

Gehaltes kunnen beter op basis van het drooggewicht uitgedrukt worden dan op basis van het versgewicht. De gehaltes zijn dan beter vergelijkbaar. De variatiecoëfficiënt wordt kleiner.

3 INVLOED VAN MONSTERVERWERKING OP DE CHEMISCHE SAMENSTELLING

3.1 Invloed van mestvoorbehandeling op de chemische samenstelling

3.1.1 ALGEMEEN

Drijfmest, ook wel mengmest of dunne mest genoemd, is een mengsel dat bestaat uit faeces, urine en bevat soms ook regen- en schoonmaakwater. Door de grote hoeveelheid drijfmest, die in Nederland geproduceerd wordt zijn er problemen ontstaan (zie §1.4). Om de problemen in de hand te kunnen houden wordt er steeds meer onderzoek aan drijfmest gedaan en worden er dus steeds meer monsters genomen om te worden geanalyseerd. In de periode tussen monstername en analyse moeten eventuele veranderingen in chemische samenstelling zoveel mogelijk voorkomen zien te worden. Hiervoor is het misschien nodig de monsters voor te behandelen. Omdat hierover weinig bekend is, werd een aantal monsters op verschillende manieren voorbehandeld en daarna geanalyseerd. Ook werd een aantal niet voorbehandelde monsters geanalyseerd ter vergelijking van de voorbehandelde monsters.

Omdat stikstoffracties gemakkelijk in elkaar omgezet kunnen worden en zelfs uit de mest kunnen verdwijnen, was het hier beschreven onderzoek voornamelijk hierop gericht. Een aantal reacties, die in dit verband van belang zijn, is in §1.5 behandeld (ammonificatie van ureum, ammoniakvervluchtiging). Naast ureum-stikstof kunnen ook andere organische stikstofverbindingen door ammonificatie in ammonium-stikstof worden omgezet. Ammonium-stikstof kan door nitrificatie in nitraatstikstof (NO_3-N) omgezet worden. Nitrificerende bacteriën zijn hiervoor verantwoordelijk. Onder aërobe omstandigheden vinden de volgende reacties plaats (lit. 2):

$$2\ NH_4^+ + 3\ O_2 \rightleftharpoons 2\ NO_2^- + 4\ H^+ + 2\ H_2O \qquad \textbf{(17)}$$

De tweede reactie (18) volgt meestal meteen op de eerste (17).

$$2\ NO_2^- + O_2 \rightleftharpoons 2\ NO_3^- \qquad \textbf{(18)}$$

Behalve door ammoniakvervluchtiging kan stikstof ook door denitrificatie uit de mest verdwijnen. Denitrificerende bacteriën kunnen onder anaërobe omstandigheden nitraatstikstof omzetten in gasvormige stikstofverbindingen (zoals NO, N_2O en N_2), die kunnen vervluchtigen. Dit gaat als volgt (lit.13):

$$5\ H_2A + 2\ NO_3^- \rightarrow N_2 + 2\ OH^- + 4\ H_2O + 5\ A \qquad (19)$$

Omdat in drijfmest oorspronkelijk geen nitraat aanwezig is, is denitrificatie alleen mogelijk als er door nitrificatie NO_3-N gevormd is of als er NO_3-N aan de mest is toegevoegd. Dit laatste wordt wel gedaan door kunstmestfabrikanten (DSM, Kemira) met het doel van drijfmest een hoogwaardige meststof te maken.

Van de onderzochte voorbehandelingsmethoden was een aantal gebaseerd op het onttrekken van vocht aan de monsters, omdat voor de verschillende omzettingsprocessen vocht nodig is. De hoeveelheid vocht, die onttrokken werd, was niet voor elke methode gelijk. Er werd gedroogd aan de lucht (20°C), in een droogstoof bij 70°C en er werd gevriesdroogd. De hoeveelheid vocht die na het drogen was achtergebleven werd bepaald. Het probleem van drogen is het risico van vervluchtiging van ammoniak. Omdat dit temperatuurgevoelig (lit.1) is, was de verwachting dat bij het drogen in de droogstoof (70°C) de stikstofverliezen het hoogst zouden zijn. Er wordt echter ook wel gevonden dat snel drogen, dus bij een hoge temperatuur gunstig is (lit.14), omdat geen vervluchtiging meer optreedt als het materiaal eenmaal droog is.

Naast drogen werd gebruik gemaakt van het aanzuren van de mest tot een pH beneden de pH 5. Bij een dergelijke lage pH treedt geen vervluchtiging op (lit.15 en 17). Bovendien zullen de mogelijk optredende omzettingsprocessen slechts heel langzaam gaan, omdat de verantwoordelijke bacteriën een voorkeur hebben voor een minder zuur milieu.

Een deel van de aangezuurde mest werd "vers" (niet gedroogd) geanalyseerd. Daarnaast werd een deel gedroogd op de drie hiervoor genoemde methoden. De mest werd dus eerst aangezuurd en daarna gedroogd. Verwacht werd dat aanzuren een goede manier is om de monsters voor te behandelen. De combinatie aanzuren en drogen zal waarschijnlijk ook wel goed werken. Het is echter mogelijk dat door vochtonttrekking de mest zo zuur wordt, dat dit invloed heeft op de chemische samenstelling.

Naast op verschillende manieren voorbehandelde mest werd er ook niet voorbehandelde mest geanalyseerd. Deze mest werd tot de analyse in afgesloten potjes bewaard, zodat geen vervluchtiging op kon treden.

3.1.2 MATERIAAL EN METHODEN

De gebruikte mest

Er werd gebruik gemaakt van dezelfde drijfmest, die bij de eerste bemonstering gebruikt werd voor de in hoofdstuk twee beschreven proef naar de variatie in chemische samenstelling (bemonsteringsdatum: 2-5-1991). Na het mengen en het vullen van de beugelflesjes (zie §2.2) werd een emmer gevuld met drijfmest door een deel van de mest met een mesttank op te zuigen en de mest weer in de put te spuiten, waarbij ook de emmer gevuld werd. De mest werd meegenomen naar het laboratorium.

Voor de bepaling van de samenstelling (Tabel 14) werden de analyses van de eerste bemonstering van de niet voorbehandelde monsters gebruikt (zie bijlage IV).

Tabel 14: De samenstelling van de gebruikte drijfmest in g/kg vers. Monstername: 2-5-1991, inweegdatum: 16-5-1991, aantal monsters: 4

	gem.	std.σ_n	v.c. (%)
droge stof	146	2.7	1.9
as gehalte	46	0.5	1.1
pH	7.3	0.4	6.1
N-totaal	6.6	0.5	7.2
P-totaal	3.4	0.1	2.4
NH_4-N	4.1	0	1.1
K-oplosbaar	4.8	0.1	1.7

De analyse

De uitgevoerde analyses waren: droge stofgehalte, asgehalte, pH, N-totaal, P-totaal, K-oplosbaar en NO_3-N. De meeste methoden zijn beschreven in §2.2. NO_3-N werd op dezelfde manier geanalyseerd als NH_4-N en K-oplosbaar. De analyses werden een aantal keren herhaald. De analysedata zijn: 16-5-1991
4-6-1991
24-6-1991
6-8-1991
5-9-1991
Niet alle analyses werden elke analysedag uitgevoerd (zie bijlage IV).

De voorbehandelingsmethoden

AANZUREN:
Voor het aanzuren werd vier liter van de bemonsterde drijfmest gemengd met 0.25 l 7 Molair salpeterzuur (HNO_3). De pH van de aangezuurde mest was 4.3. Uit de analyse van het salpeterzuur bleek dat 6.8 g stikstof was toegevoegd als NO_3-stikstof.

DROGEN:
Er werden drie droogmethoden gebruikt:

* Drogen aan de lucht (20°C). Een laag mest van ± 1 cm in een plastic bakje werd aan de lucht gedroogd tot er geen gewichtsverlies meer optrad. Het vochtgehalte na drogen was 11 % bij de niet aangezuurde mest en 10 % bij de zure mest.
* Drogen in een droogstoof bij 70°C. Soortgelijke plastic bakjes met een laagje mest van ± 1 cm werden bij 70°C in een droogstoof geplaatst en gedroogd tot geen gewichtsverlies meer optrad. Het vochtgehalte na drogen was 4 % bij de niet zure mest en 7 % bij de zure mest.
* Vriesdrogen. De mest werd in speciale vriesdroogbakken, waarin een laagje mest van ± 1 cm zat, diepgevroren en daarna gedroogd met de vriesdroogapparatuur van de vakgroep Levensmiddelentechnologie. Het vochtgehalte na drogen was 5 % bij de niet aangezuurde mest en 7 % bij de aangezuurde mest.

Behalve het drogen aan de lucht en het drogen in een droogstoof werden alle voorbehandelingsmethoden in duplo uitgevoerd. Een overzicht staat in tabel 15.

Tabel 15: Overzicht van de aantallen monsters die bij de voorbehandelingsproef (en bij de bewaarproef uit §3.2) zijn gebruikt.

	NIET GEDROOGD		GEDROOGD bij 20°C	GEDROOGD bij 70°C	GEVRIES-DROOGD
	GLAS	PVC			
NIET ZUUR	2	2	1	1	2
AANGEZUURD	2	2	1	1	2

3.1.3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

In tabel 16 worden de belangrijkste resultaten gepresenteerd. Dit zijn N-totaal, NH_4-N en NO_3-N. De overige resultaten staan in bijlage IV. Per behandeling werd het gemiddelde, de standaardafwijking (σ_n) en de variatie-coëfficiënt berekend. Rechts in de hoek staat het aantal monsters dat in de berekening is meegenomen. Dit aantal hing af van het aantal keren dat er geanalyseerd werd, het aantal mislukte of slechte analyses en van de resultaten van de bewaarproef (§3.2). Wat dit laatste betreft werd er van uitgegaan dat ten aanzien van

de meting van N-totaal en NO_3-N geen veranderingen in de monsters optraden in de tijd. Ook bij NH_4-N werd dit verondersteld, mits de monsters voorbehandeld waren. Voor de niet voorbehandelde monsters is bij NH_4-N wel een verandering met de tijd verondersteld. Daarom zijn in dat geval alleen de analyse-gegevens van de eerste bemonstering gebruikt.

Zoals verwacht hadden de niet aangezuurde, gedroogde monsters de laagste N-totaal en NH_4-N gehaltes. Drogen bij 70°C in de droogstoof leverde de laagste waarden op. De aangezuurde monsters hadden hogere NH_4-N- en N-gehaltes, vooral de gevriesdroogde monsters.

NO_3-N werd alleen bij de aangezuurde monsters aangetroffen. In de niet aangezuurde monsters zat nauwelijks nitraat.

In de aangezuurde monsters zat meer NH_4-N en meer NO_3-N dan in de niet aangezuurde monsters. Dit betekent dat er ook meer N-totaal in had moeten zitten. Dit was ook het geval, maar de N-totaal waarden van de aangezuurde mest waren minder hoog dan op grond van het toegevoegde nitraat en de extra NH_4-N verwacht mocht worden.

De resultaten zullen hieronder per voorbehandelingsmethode besproken worden.

DROGEN
Bij alle drie droogmethoden vervluchtigde NH_3 (tabel 16, NH4-N). Bij 70°C was de vervluchtiging het hoogste. Het vervluchtigingsproces is temperatuurafhankelijk (§1.5). Ook Adriano et al. maken melding van hogere vervluchtigingsverliezen bij een hogere temperatuur (lit.1).

De verschillen in NH_4-N tussen de niet voorbehandelde monsters en de gedroogde monsters waren ongeveer even groot als de verschillen in N-totaal. Waarschijnlijk zijn de verschillen in N-totaal tussen de niet voorbehandelde en de gedroogde monsters bijna helemaal veroorzaakt door de vervluchtiging van NH_3 tijdens het drogen.

AANZUREN
Bij de aangezuurde monsters trad weinig tot geen vervluchtiging op. De NH_4-N gehaltes zijn ongeveer gelijk aan de NH_4-N gehaltes van de niet voorbehandelde monsters (tabel 16). Bij een pH lager dan pH 5 treedt, zoals al in §3.1.1 genoemd, geen vervluchtiging op (lit.15 en 17).

Tabel 16: Gemiddelde en standaardafwijking (g/kg vers) en variatiecoëfficiënt (%) van N-totaal, NH_4-N en NO_3-N bij verschillende voorbehandelings-methoden. Rechtsonder staat het aantal monsters.

behandeling		N-totaal	NH_4-N	NO_3-N
niet aangezuurd	niet gedroogd	7.5 0.4 5.7 14	4.1 0 1.1 4	0.1 0.1 * 14
	droog 20°C	5.0 0.1 1.0 2	0.9 0.1 9.1 3	0.1 0.1 * 2
	droog 70°C	3.6 0.2 4.2 2	0.4 0.1 14.3 2	0 0 * 2
	gevriesdroogd	4.7 0.1 3.0 6	0.9 0 4.1 6	0.2 0.1 * 6
aangezuurd	niet gedroogd	11.0 0.6 5.0 16	4.2 0.2 4.7 19	7.3 0.3 3.6 16
	droog 20°C	9.7 0.4 4.1 2	3.8 0.1 2.1 3	6.4 0.1 1.6 2
	droog 70°C	9.5 0.5 5.3 2	3.9 0.3 6.7 3	6.3 0.5 7.9 2
	gevriesdroogd	11.0 0.4 3.4 6	4.4 0.1 2.9 6	6.6 0.1 1.9 6

* Er is wel een variatie-coëfficiënt te berekenen, maar bij zulke lage waarden heeft dit geen zin.

AANZUREN EN DROGEN

De aangezuurde, gedroogde monsters hadden, net als de alleen aangezuurde monsters, hoge NH_4-N-gehaltes (tabel 16). Er waren wel verschillen tussen de droogmethoden. Bij de gevriesdroogde monsters was het NH_4-N-gehalte zelfs hoger dan bij de niet voorbehandelde mest. Misschien werd organische stikstof omgezet in ammoniumstikstof (ammonificatie) tijdens het droogproces. Het steeds zuurder worden van de mest door het onttrekken van vocht kan dit mogelijk veroorzaken (een soort destructie). De bij 20°C en bij 70°C gedroogde monsters hadden iets lagere NH_4-N-gehaltes dan de niet voorbehandelde monsters. Mogelijk was er toch nog enige stikstof vervluchtigd tijdens het drogen, ondanks het aanzuren tot een pH lager dan pH 5.

HET NITRAAT-PROBLEEM

N-totaal bestaat uit de volgende stikstoffracties: NH_4-N, NO_3-N en N-organisch. N-organisch wordt niet gemeten maar als volgt berekend:

N-organisch = N-totaal - NH_4-N - NO_3-N

In de gebruikte mest (tabel 15 niet aangezuurd, niet gedroogd) zat 7.5 g/kg vers N-totaal, 4.1 g/kg vers NH_4-N, 0.1 g/kg NO_3-N en 7.5 - 4.1 - 0.1 = 3.3 g/kg vers N-organisch.

Aan de zure mest was 6.8 g/kg vers NO_3-N toegevoegd. Het N-totaal gehalte van de zure mest kan nu berekend worden:

N-totaal = NH_4-N + N-organisch + NO_3-N = 4.1 + 3.3 + 0.1 +6.8 = 14.3 g/kg verse mest.

Gemeten werd echter slechts 11 g/kg vers (Tabel 16, aangezuurd). Het nitraat werd wel gemeten, dus moet er wel stikstof verdwenen zijn tijdens de destructie.

De fabrikanten van stikstofkunstmest, die nitraat aan mest toevoegen om een hoogwaardiger meststof te krijgen, zaten met hetzelfde probleem. Ook zij vonden niet alle toegevoegde stikstof terug bij de meting van N-totaal. Bij de in dit onderzoek gebruikte destructiemethode wordt salicylzuur toegevoegd om nitraat vast te houden. Dit heeft bij drijfmest-monsters niet het gewenste effect. In de natte monsters zou teveel vocht aanwezig kunnen zijn. Salicylzuur bindt namelijk geen nitraat als er meer dan 10 % vocht in de te destrueren monsters zit (lit. 46). Bij de droge monsters gaat dit niet op en ook dan is het N-totaal gehalte lager dan verwacht. Bij een onderzoek van Mahimairaja et al. naar de methode om stikstof in gevriesdroogde mest met toegevoegd nitraat te meten, is ook gevonden dat de recovery van de nitraatmeting laag is bij gebruik van de Kjeldahl-methode met toegevoegd salicylzuur, die ook in dit onderzoek gebruikt is (lit.35). Aanbevolen wordt de Kjeldahl-methode waarbij voorbehandeld wordt met $KMnO_4$ en daarna gedestrueerd wordt onder gereduceerde omstandigheden (gereduceerd Fe-SO_4).

3.1.4 CONCLUSIES

* Bij alleen drogen vervluchtigt stikstof.
* Bij een hoge temperatuur vervluchtigt meer stikstof dan bij een lage temperatuur.
* Bij vriesdrogen vervluchtigt evenveel stikstof als bij drogen aan de lucht.

ALLEEN DROGEN IS GEEN GOEDE VOORBEHANDELINGSMETHODE ALS ER STIKSTOFFRACTIES GEMETEN MOETEN WORDEN.

* Aanzuren tot een pH beneden pH 5 stopt vervluchtiging van stikstof.

ALLEEN AANZUREN (pH LAGER DAN pH 5) IS EEN GOEDE VOORBEHANDELINGSMETHODE ALS HET GAAT OM STIKSTOFFRACTIES.

* Vriesdrogen in combinatie met aanzuren stopt vervluchtiging van stikstof.
* Drogen bij 20°C en 70°C in combinatie met aanzuren lijkt vervluchtiging van stikstof niet helemaal tegen te gaan.

ALS MONSTERS GEDROOGD MOETEN WORDEN MOET DE MEST VAN TE VOREN WORDEN AANGEZUURD. VRIESDROGEN IS EEN BETERE DROOGMETHODE DAN DROGEN BIJ 20°C EN 70°C MET HET OOG OP STIKSTOFFRACTIES.

* De destructiemethode met salicylzuur, zwavelzuur, seleen en waterstofperoxide werkt niet. Er gaat nitraat-stikstof verloren.
* Bij aanzuren met een nitraathoudend zuur gaat het nitraat bij de destructie gedeeltelijk verloren.

ER MOET VOOR HET DESTRUEREN VAN MESTMONSTERS EEN ANDERE DESTRUCTIEMETHODE GEBRUIKT WORDEN.

HET IS NIET SLIM EEN NITRAATHOUDEND ZUUR TE GEBRUIKEN BIJ HET VOORBEHANDELEN VAN MESTMONSTERS.

3.2 Invloed van het bewaren van drijfmestmonsters op de chemische samenstelling

3.2.1 ALGEMEEN

Het is niet altijd mogelijk monsters meteen na de monstername te analyseren. Doordat niet alle benodigde apparatuur meteen beschikbaar is of door tijdgebrek is het nodig alle of een deel van de monsters te bewaren. Om meer over het effect van bewaren op de chemische samenstelling te weten te komen werd de bewaarproef uitgevoerd. Een aantal monsters werd hierbij gedurende vier maanden bewaard. Tijdens de bewaarperiode werd een aantal keren geanalyseerd om het verloop in de tijd zo goed mogelijk te kunnen volgen.

Omdat stikstoffracties gemakkelijk in elkaar kunnen worden omgezet of zelfs vervluchtigen was de bewaarproef hoofdzakelijk hierop gericht. De verschillende reacties die voor kunnen komen zijn ammonificatie, nitrificatie, ammoniakemissie en denitrificatie. Deze reacties zijn behandeld in §1.5 en in §3.1.1.

Er werd niet alleen "verse", niet voorbehandelde mest gebruikt voor de bewaarproef, maar ook voorbehandelde mest werd bewaard. De voorbehandelingsmethoden waren aanzuren tot een pH beneden pH 5, drogen (aan de lucht, in een droogstoof bij 70°C en vriesdrogen) en de combinatie van drogen en aanzuren. De verwachting was dat bewaren geen invloed zou hebben op de

chemische samenstelling van de voorbehandelde monsters. Bij de niet voorbehandelde monsters treden waarschijnlijk wel veranderingen in samenstelling op.

De monsters werden bijna allemaal in afgesloten plastic (pvc) potjes bewaard. Alleen de niet gedroogde monsters (zowel aangezuurd als niet aangezuurd) werden naast in plastic ook in glazen potjes bewaard. Bij gebruik van pvc bestaat de mogelijkheid dat ammoniak (NH_3) door de wand diffundeert. Om dit mogelijke effect aan te kunnen tonen werden ook glazen potjes gebruikt, waarbij zeker geen ammoniak door de wand heen kan.

3.2.2 MATERIAAL EN METHODEN

Voor de bewaarproef werden dezelfde monsters gebruikt als voor de in §3.1 behandelde proef naar het effect van monstervoorbehandeling op de chemische samenstelling. Voor een beschrijving van de gebruikte mest, de analyses en de voorbehandelingsmethoden wordt daarom verwezen naar §3.1.2.

3.2.3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

De resultaten van de bewaarproef staan in verschillende tabellen. Tabel 17 is voor de niet voorbehandelde monsters, Tabel 18 voor de niet aangezuurde, gedroogde monsters, tabel 20 voor de aangezuurde, niet gedroogde monsters en tabel 21 is voor de aangezuurde, gedroogde monsters.

Tabel 17 Stikstofgehaltes in g/kg verse mest van de niet voorbehandelde monsters

data	N-totaal		NH_4-N		NO_3-N	
	GLAS	PVC	GLAS	PVC	GLAS	PVC
16-5-91	6.3*	7.0*	4.1	4.1		
4-6-91	7.8	7.6	4.3	4.2	0.2	0.2
24-6-91	7.5	7.4	4.8	4.5	0.1	0.1
6-8-91	7.3	7.9	5.2	5.3	0	0
5-9-91		7.4		5.0		0

* Deze monsters worden niet meegenomen, omdat ze waarschijnlijk niet goed zijn geanalyseerd.

Tabel 18: Stikstofgehaltes in g N/kg verse mest van de niet aangezuurde, gedroogde monsters

data	N-totaal			NH_4-N			NO_3-N		
	20°C	70°C	vrdr	20°C	70°C	vrdr	20°C	70°C	vrdr
16-5-91	4.2*	3.3*		1.0	0.9*				
4-6-91			4.8			1.0			0.2
24-6-91	4.9	3.7	4.6	0.8	0.4	0.9	0.1	0	0.1
6-8-91									
5-9-91	5.0	3.4	4.8	0.9	0.3	0.9	0	0	0.2

* Deze waarden worden niet meegenomen, omdat ze waarschijnlijk niet goed zijn geanalyseerd.

De N-totaal waarden waren bij de eerste bemonstering relatief laag (tabel 17, 18, 20, 21). Mogelijk was de mest niet goed geschud en uitgezakt. De P-totaal waarden hadden dan ook laag moeten zijn bij de eerste bemonstering. Dit was echter niet het geval zoals in tabel 19 te zien is.

Tabel 19: Gemiddelde waarden voor P-totaal in g/kg vers

data	NIET AANGEZUURD					AANGEZUURD				
	glas	pvc	20°C	70°C	vrdr	glas	pvc	20°C	70°C	vrdr
16-5-91	3.4	3.5	3.8	3.4		3.2	3.3	3.5	3.2	
4-6-91	2.9	2.6			2.4	2.8	2.7			2.3
24-6-91	3.2	3.1	2.6	2.4	2.5	3.1	3.0	2.6	2.4	2.4
6-8-91	3.3	3.2				3.1	3.0			
5-9-91	3.5	3.0	2.6	2.3	2.5	3.0	2.9	2.4	2.2	2.4

Een andere verklaring is dat door onervarenheid de destructie niet goed was gelukt. Zo was er de eerste keer teveel mest (2 ml in plaats van 1 ml) ingewogen en was er teveel water toegevoegd. Bovendien kostte het erg veel moeite de buizen schoon te krijgen tijdens het destrueren. Fosfaat is minder gevoelig voor problemen bij de destructie en gaf daarom geen lagere waarden te zien bij de eerste bemonstering (tabel 19).

Het nitraatgehalte van varkensdrijfmest kan gewoonlijk worden verwaarloosd (lit. 25) Hiermee in overeenstemming werd nauwelijks nitraat gevonden in de niet aangezuurde monsters (tabel 17, 18), ook niet na verloop van tijd. Er trad geen nitrificatie op. Ook bij de aangezuurde monsters met

toegevoegd nitraat (Tabel 20 en 21) nam het nitraatgehalte in de tijd niet toe.

Bij de voorbehandelde monsters werd geen nitrificatie verwacht. In de gedroogde monsters was het gebrek aan vocht de waarschijnlijke oorzaak voor het niet optreden van nitrificatie, in de aangezuurde monsters was de lage pH een beperkende factor (zie ook §3.1.1). Voor de gedroogde, aangezuurde monsters zijn beide oorzaken mogelijk. Aangezien er, behalve in tabel 21 bij 70°C, nergens een verhoging van de nitraat-concentratie werd geconstateerd, is de waarde 5.8 voor nitraat in tabel 21, 70°C, 24-6-1991, waarschijnlijk veroorzaakt door een foute analyse.

Bij de niet voorbehandelde monsters gaan beide bovengenoemde oorzaken niet op. De pH en het vochtgehalte waren niet beperkend voor het optreden van nitrificatie. Voor het niet optreden van nitrificatie zijn twee andere mogelijke oorzaken aan te wijzen. Als eerste oorzaak kan genoemd worden het hoge zoutgehalte van varkensdrijfmest (de hoge asgehaltes in bijlage IV duiden daarop). Dit is ongunstig voor het optreden van bacteriële processen en dus voor nitrificatie. Ten tweede is het zuurstof-gehalte in de afgesloten potjes een mogelijke oorzaak. Voor nitrificatie is zuurstof nodig (reactie 17 en 18). Omdat de niet voorbehandelde monsters in afgesloten potjes werden bewaard, was zuurstof waarschijnlijk een beperkende factor voor het optreden van nitrificatie.

Omdat er geen nitrificatie optrad en er van oorsprong geen nitraat in de mest aanwezig was kon er ook geen denitrificatie optreden in de niet aangezuurde mest.

Ook in de aangezuurde mest, met toegevoegd nitraat, vond waarschijnlijk geen denitrificatie plaats. In de niet gedroogde mest waren wel de vereiste anaërobe condities aanwezig, maar het hoge zout- en zuurgehalte in de mest was voor denitrificerende bacteriën niet bepaald optimaal. Ook de droge monsters hadden een hoog zout- en een hoog zuurgehalte. Bovendien was er geen vocht aanwezig en waren de omstandigheden niet anaëroob.

Tabel 20: Stikstofgehaltes in g/kg verse mest van de niet gedroogde, aangezuurde monsters

data	N-totaal		NH_4-N		NO_3-N	
	GLAS	PVC	GLAS	PVC	GLAS	PVC
16-5-91	7.2*	8.2*	4.3	4.1		
4-6-91	10.9	10.7	4.2	4.1	7.3	7.4
24-6-91	11.0	11.1	4.1	4.3	6.9	7.2
6-8-91	10.6	10.3	4.5	4.2	7.7	7.4
5-9-91	11.4	12.1	4.6	4.4	7.6	7.4

Tabel 21: Stikstofgehaltes in g/kg verse mest van de niet aangezuurde, gedroogde monsters

data	N-totaal			NH_4-N			NO_3-N		
	20°C	70°C	vrdr	20°C	70°C	vrdr	20°C	70°C	vrdr
16-5-91	8.8*	7.7*		3.7	3.8				
4-6-91			11.3			4.4			6.5
24-6-91	10.1	10.0	11.1	3.9	3.7	4.3	6.5	5.8*	6.6
6-8-91									
5-9-91	9.3	9.0	10.8	3.8	4.3	4.6	6.3	6.8	6.7

Het N-totaal en het NH_4-N gehalte nam in de bewaarde monsters niet af (tabel 17, 18, 20 en 21). Dat betekent dat er tijdens het bewaren geen stikstof vervluchtigde, ook niet uit de niet voorbehandelde monsters. Bij de aangezuurde monsters trad waarschijnlijk geen vervluchtiging op vanwege de lage pH en bij de gedroogde monsters vanwege het lage vochtgehalte.

Omdat de NH_4-N concentratie zowel in de pvc als in de glazen potjes niet verminderde, is de veronderstelling dat er ammoniak door de wand van de pvc-potjes zou diffunderen waarschijnlijk niet waar, of niet meetbaar (tabel 17 en 20). Dit betekent dat het niet uitmaakt of je monsters in glazen potjes of in plastic potjes bewaart. Praktisch is er echter wel een verschil. Omdat er tijdens het bewaren druk op de potjes komt te staan, vooral in het begin, is het in de praktijk handiger plastic potjes te gebruiken. Die zijn enigszins elastisch en kunnen de druk beter opvangen dan de glazen potjes. Ze zullen minder snel uit elkaar spatten. Dat is wel zo veilig en het laboratorium blijft schoner.
Het NH_4-N gehalte nam toe in de tijd bij de niet voorbehandelde mest. Dat kan het gevolg zijn van de omzetting van organisch

stikstof in ammonium (ammonificatie). Een voorbeeld hiervan is de omzetting van ureum in ammonium (§1.5). De stijging van de pH, die bij de niet voorbehandelde monsters optrad (tabel 22), is bij ammonificatie een normaal verschijnsel (lit.2).

Tabel 22: Het pH-verloop van de niet aangezuurde, niet gedroogde monsters

data	glas	pvc
16-5-91	7.1	7.5
4-6-91	7.3	7.0
24-6-91	7.5	7.3
6-8-92	8.0	7.7
5-9-91	7.9	7.8

Bij de aangezuurde monsters en bij de gedroogde monsters trad geen verhoging in de tijd op van het ammonium-gehalte. De zure cq. droge omstandigheden voorkwamen blijkbaar het optreden van ammonificatie. Bij de gedroogde monsters was geen pH gemeten en bij de aangezuurde, niet gedroogde monsters bleef de pH constant rond pH 4.5.

3.2.4 CONCLUSIES

* Bij niet voorbehandelde monsters neemt het NH_4-N gehalte in de tijd toe door ammonificatie.
* Bij niet voorbehandelde monsters (afgesloten bewaard) treedt geen vervluchtiging, geen nitrificatie en geen denitrificatie op tijdens het bewaren.
* Bij voorbehandelde monsters (gedroogd en/of aangezuurd) treedt geen ammonificatie, geen vervluchtiging, geen nitrificatie en geen denitrificatie op tijdens het bewaren.

ALS MONSTERS BEWAARD MOETEN WORDEN, MOETEN ZE WORDEN VOORBEHANDELD OM AMMONIFICATIE TEGEN TE GAAN.

* Voor de meting van stikstoffracties maakt het niet uit of de monsters in plastic of in glazen potjes worden bewaard. Er diffundeert geen ammoniak door de wand van de plastic potjes.
* Voor de veiligheid kun je monsters beter in plastic potjes dan in glazen potjes bewaren, omdat die de druk beter op kunnen vangen en het risico op uit elkaar spatten dan kleiner is.

HET IS VEILIGER NIET GEDROOGDE MONSTERS IN PLASTIC POTJES TE BEWAREN DAN IN GLAZEN POTJES. VOOR DE METING VAN STIKSTOFFRACTIES MAAKT DAT TOCH NIET UIT.

4 INVLOED VAN STRO OP DE AMMONIAK-EMISSIE

4.1 Algemeen

Een belangrijk verschil tussen de scharrelvarkenshouderij en de conventionele varkenshouderij is het gebruik van strooisel. Er moet een continue laag strooisel in de hokken liggen. De hoeveelheid strooisel verschilt echter van bedrijf tot bedrijf. Een deel van de mest of alle mest komt binnen de scharrelvarkenshouderij in contact met het strooisel. Bij een bedrijf waar alle mest met het strooisel op de mestvaalt terecht komt is dat wel duidelijk. Maar ook bij de bedrijven waar de mest via een roostervloer in de drijfmestput terecht komt, komt de mest in contact met strooisel. Enerzijds omdat er strooisel door de roosters wordt getrapt en in de put terecht komt, anderzijds omdat toch een deel van de mest in het strooisel terecht komt in plaats van in de drijfmestput. Bovendien eten de varkens ook van het strooisel, of anders is er ook nog ruwvoer dat de dieren te eten krijgen, waardoor er vezels via het spijsverteringskanaal van de varkens in de mest terecht komen.

Met betrekking tot de emissie van ammoniak kan strooisel verschillende effecten hebben, die ofwel positief, ofwel negatief kunnen werken.

negatief
* Strooisel kan het emitterend oppervlak vergroten.

positief
* Strooisel kan urine (de ureum-bron) scheiden van de faeces (met urease) door de urine op te zuigen (capillaire werking).
* Strooisel is een koolstofbron voor micro-organismen, waardoor er genoeg koolstof is voor optimale microbiële groei, waardoor stikstof wordt vastgelegd.
* Een strooisellaag kan een buffer zijn waardoor de ventilatielucht niet direct over het mest oppervlak gaat.

De door ons uitgevoerde proeven zijn opgezet om het effect van stro ten aanzien van de ammoniak-emissie te meten.

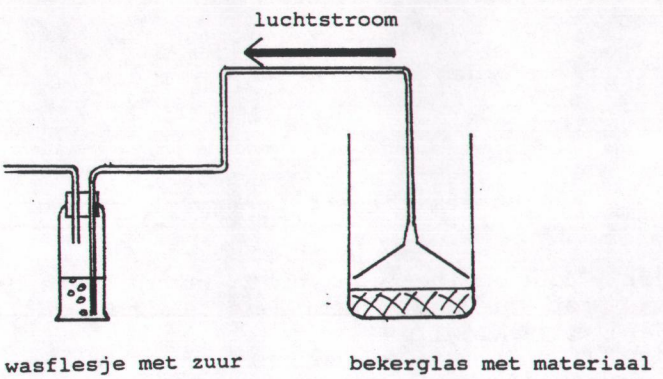
Er zijn twee proeven uitgevoerd. Bij de eerste proef was het gebruikte materiaal afkomstig van twee verschillende bedrijven, met elk een eigen bedrijfsvoering. Deze bedrijven staan beschreven in hoofdstuk 5. Het materiaal werd meegenomen vanuit de aanwezige opslagplaats. Het doel van deze eerste proef was te kijken of er verschil in vervluchtiging was per mestsoort en om te kijken welke mestsoort er het gunstigst uit zou komen.

Bij de tweede proef is puur naar het effect van stro gekeken. Om alles zo goed mogelijk zelf in de hand te kunnen houden is geen gebruik gemaakt van drijfmest uit de put, maar is er verse urine en verse faeces opgevangen waar op het lab drijfmest in de gewenste verhouding van gemaakt kon worden.
Het doel van deze proef was te kijken of het gebruik van stro een positief effect heeft op de beperking van de ammoniakemissie.

4.2 Materiaal en methode

Het principe

In het laboratorium is een proefopstelling gemaakt. Zie onderstaande figuur. Het materiaal lag in vier grote maatbekers (5 liter), in iedere maatbeker hing boven het materiaal, met een tussenruimte van 2 cm., een trechter die uitkwam in een wasflesjes met zuur. De lucht werd door het systeem heen gezogen door een waterstraalpomp.



Figuur 2: De proefopstelling in het laboratorium voor het meten van de ammoniak-emissie.

De analyse

Het materiaal werd aan het begin en het eind geanalyseerd op ds, N-tot, NH_4-N, P-tot en K-opl. Voor de analysemethode zie §2.2. Het zuur in de wasflesjes werd iedere werkdag ververst. Het zuur dat dan een dag in de flesjes had gezeten werd spectrofotometrisch geanalyseerd op NH_4-N m.b.v. een EPOS 5060.

Proef 1

Voor proef 1 werd het materiaal bij de bedrijven gehaald. De vier maatbekers waren met vier verschillende materialen gevuld, ieder met een hoeveelheid van ongeveer 1,8 kg materiaal. De vier bekers waren gevuld met:

- Stromest die op de mestvaalt van bedrijf B (zie voor omschrijving §5.2) lag en waarvan wij de ouderdom op ± 6 weken schatten.
- Stromest die net op de mestvaalt van bedrijf B geschoven werd, waarvan wij de ouderdom op ± 1 dag schatten.
- Gier uit de gierput van bedrijf B.
- Drijfmest uit de put van bedrijf A (beschreven in §5.2).

De vier potten werden iedere dag met demi-water aangevuld tot hun begin gewicht. Het zuur in de wasflesjes bestond in eerste instantie uit 0,08 molair H_2SO_4. Nadat was gebleken dat dit te weinig was om in de weekeinden alle NH_4^+ vast te houden, hebben we de concentratie verhoogd tot 0,40 molair.

Voor proef 2 hebben we verse faeces en urine opgevangen, geanalyseerd en gemixed. De verhouding die we gebruikt hebben was faeces : urine = 2 : 3 (lit.17). Iedere beker was gevuld met 500 g van dit mengsel. Aan twee van de vier bekers werd 100 g tarwestro toegevoegd. Het stro toevoegen gebeurde zodanig dat eerst een laagje stro in het bekerglas kwam en daarna een laagje mestmengsel (dit drie maal). Ook deze bekers werden iedere werkdag met demi-water tot hun begin gewicht aangevuld. De concentratie van het H_2SO_4 in de wasflesjes was 0,40 molair.

4.3 Resultaten

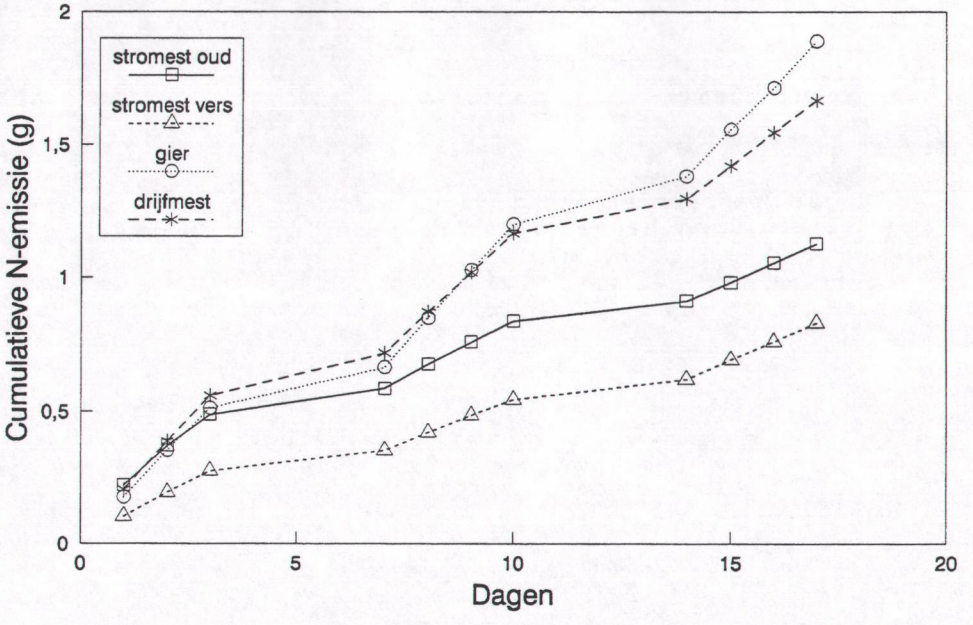
Proef 1

De chemische samenstelling van de inhoud van de bekerglazen aan het begin en het eind van de proef staat vermeld in Tabel 23.

Tabel 23: Chemische samenstelling van stromest (6 wkn), stromest (1 dag), gier en drijfmest aan het begin en aan het eind van de proef. Alle hoeveelheden zijn weergegeven in g/pot.

		ds	Ntot	NH_4-N	Ptot	Kopl	pH
Stromest (6 wkn)	begin	479	18.8	8.6	7.9	16.5	9.0
	eind	ng	15.1	5.0	7.9	18.1	8.2
Stromest (1 dag)	begin	?	17.6	4.3	5.8	10.8	7.4
	einde	ng	14.6	5.4	5.9	10.4	7.1
Gier	begin	ng	9.4	11.2	0.2	9.0	8.8
	einde	ng	3.8	0.7	0.2	2.2	8.0
Drijfmest	begin	277	16.4	11.5	4.7	12.0	7.5
	einde	ng	12.7	5.2	4.5	12.0	6.7

In Figuur 3 staat de ammoniak-emissie van de verschillende materialen cumulatief van dag tot dag weergegeven.



Figuur 3: De cumulatieve ammoniak-emissie in mg NH_4-N/dag uit de bekerglazen met de materialen stromest (6 wkn), stromest (1 dag), gier en drijfmest.

Bij het vergelijken van de hoeveelheid stikstof, die werd opgevangen in de wasflesjes (figuur 3) en de berekende hoeveelheid stikstof die verdween (N-totaal (begin) - N-totaal (eind)) bleek dit niet overeen te komen. De berekende hoeveelheid was groter. Dit kan onder andere verklaard worden door de te lage zuurconcentratie in de wasflesjes bij het begin van de proef. Vooral in de weekeinden, wanneer het zuur langere tijd niet werd ververst leverde dat problemen op. De zuurconcentratie is later verhoogd, zodat wel alle ammoniak kon worden opgevangen.

In figuur 3 is duidelijk te zien dat uit gier de meeste stikstof vervluchtigde. Drijfmest is een goede tweede. Verse en oude stromest gaan gelijk op. Uit oude stromest vervluchtigde iets meer dan uit verse stromest.

In tabel 23 valt op dat in tegenstelling tot de stikstof-hoeveelheden de K- en P-tot-hoeveelheden gedurende de proef niet veranderden. Dat was naar verwachting, want deze elementen kunnen niet vervluchtigen en werden ter contrôle meegenomen. Alleen het K-gehalte in gier daalde van 5.0 naar 1.2 g/kg vers; 5.0 g/kg vers is voor gier een vrij normaal voorkomend gehalte (lit.17); 1.2 g/kg is te laag.

Gier had de hoogste vervluchtigingsverliezen, ondanks een laag N-totaal gehalte bij aanvang van de proef (figuur 3, tabel 19). In de wasflesjes werd 43 % van de in het begin aanwezige stikstof opgevangen gedurende 28 dagen. Oorzaak was waarschijnlijk het hoge NH_4-N gehalte. Aangezien N-totaal hoger was dan NH_4-N is het NH_4-N waarschijnlijk in werkelijkheid lager geweest, maar omdat in gier de meeste stikstof als NH_4-N aanwezig is zal het niet veel schelen.

Ook drijfmest bevatte veel NH_4-N (tabel 19). De vervluchtigingsverliezen waren net als bij gier dan ook hoog (figuur 3). Omdat drijfmest naast NH_4-N ook nog uit minder makkelijk vervluchtigbare stikstoffracties bestond, was het percentage stikstof dat vervluchtigde veel lager dan bij gier, namelijk 21%. Ook de totale hoeveelheid stikstof, die in de wasflesjes opgevangen werd was minder dan bij gier. Waarschijnlijk werd door drijfmest op een of andere manier NH_4-N gebonden, zodat het moeilijker kan vervluchtigen. Mogelijk speelde organische stof een rol. De positief geladen ammonium-ionen kunnen zich aan negatief geladen groepen binden, die deel uitmaken van organische stof (lit.4). Daarnaast was de pH van drijfmest lager dan de pH van gier. Een lage pH is ongunstig voor het optreden van vervluchtiging (§1.5).

Omdat stromest nog meer organische stof bevat gold dit voor de verse en oude stromest in de hier beschreven potproef nog sterker. Daarnaast kan stro een deel van de vloeibare fractie met daarin ammonium opzuigen. Ook dat betekent een voor vervluchtiging kleinere hoeveelheid beschikbare NH_4-N in de mest. Uit stromest was inderdaad minder stikstof vervluchtigd dan uit drijfmest en gier. Er was 1.8 g N opgevangen in het zuur bij de verse stromest. Dat was 10% van de aan het begin

Voor zowel drijfmest als stromest gold dat eerst ureum omgezet moest worden in ammonium. Omdat dit enige tijd duurt werd de maximale NH_4-N-concentratie pas na een paar dagen bereikt. De maximale vervluchtigingssnelheid viel daarmee waarschijnlijk samen. Dit is duidelijk te zien in Figuur 5. De meeste stikstof vervluchtigt blijkbaar in de eerste dagen. Daarom is het belangrijk dat mest niet te lang direct aan de lucht wordt blootgesteld, maar meteen in contact met stro wordt gebracht of op een dusdanige manier wordt verwijderd en opgeslagen dat geen vervluchtiging meer mogelijk is.

Omdat de stikstof in drijfmest sneller vervluchtigde, vooral in het begin, zakte het NH_4-N-gehalte in drijfmest waarschijnlijk sneller, waardoor de vervluchtigingssnelheid steeds minder werd. In stromest bleef het NH_4-N-gehalte hoger, want de vervluchtiging ging langzamer. De vervluchtigingssnelheid bij stromest daalde daarom minder snel dan bij drijfmest met als gevolg dat de lijnen naar elkaar toe lopen (zie Figuur 4).

In stromest zat meer N-totaal dan in drijfmest door het met het stro toegevoegde stikstof. In stro zit geen NH_4-N, waardoor het NH_4-N-gehalte voor stromest en drijfmest gelijk was. Het extra N-totaal in stro kan niet eerder vervluchtigen dan wanneer het stro verteerd is. Bij een vervluchtigingsproef over een maand is dat niet van belang.

De hoeveelheid vervluchtigde stikstof uit stromest was lager dan de hoeveelheid vervluchtigde stikstof uit drijfmest. Voor de tragere vervluchtiging uit stromest kunnen verschillende mogelijke oorzaken genoemd worden.

*1 Stro kan ureum opzuigen waardoor dit moeilijker omgezet kan worden in NH_4-N.

*2 Stro kan een deel van de vloeibare mest opzuigen met daarin NH_4-N waardoor de totale hoeveelheid beschikbare NH_4-N die kan vervluchtigen minder wordt.

*3 NH_4-N kan aan organische stof worden gebonden. Negatief geladen groepen, die een onderdeel vormen van organische stof, binden positief geladen NH_4^+-deeltjes. De beschikbare concentratie NH_4-N wordt daardoor minder.

*4 Stro kan als een deken werken, waardoor diffusie van NH_3 moeilijker wordt. Ook het afzuigen van de lucht gaat moeilijker. De verversing van de lucht boven de mest gaat langzamer. De concentratie NH_3 in de lucht blijft hoger dan bij drijfmest, waardoor vervluchtiging van gasvormig ammoniak uit de mest moeilijker gaat (§1.5, reactie 2).

*5 Stro kan als C-bron voor allerlei micro-organismen fungeren. Als het voedselaanbod wordt verhoogd kunnen micro-organismen sneller gaan groeien. Zij gebruiken voor hun groei onder andere stikstof. Stikstof wordt op deze manier vastgehouden (gefixeerd) in de microbiële biomassa en kan niet vervluchtigen.

Welk proces het belangrijkste was, is moeilijk te zeggen. Misschien veranderde dat wel in de loop van de tijd. Wel is de conclusie te trekken dat stro effectief kan zijn in het

voorkomen van vervluchtiging. Er moet echter aan gedacht worden dat op de lange termijn stro veel minder (misschien wel helemaal geen) effect heeft, omdat stro alleen vertragend werkt. Op den duur zal er evenveel vervluchtigen (let op de naar elkaar toelopende lijnen in figuur 4). Door steeds opnieuw stro toe te voegen kan dat misschien voorkomen worden.

Bij het vergelijken van de stromest uit proef 1 (figuur 3) en proef 2 (figuur 4) valt op dat bij proef 1 minder vervluchtigde in dezelfde tijd dan bij proef 2. Bij proef 2 is vers materiaal gebruikt waar zeker nog niets uit was vervluchtigd bij het inzetten van de proef. Voor proef 1 is echter materiaal van een bedrijf gebruikt. Hieruit was waarschijnlijk al een deel van de stikstof vervluchtigd voor de proef was ingezet. Voor de oude stromest uit proef 1 was dat te verwachten. Maar ook bij de verse stromest uit proef 1, die gemiddeld 1 dag oud was, blijkt dat er al een groot deel vervluchtigd was voor de proef begon. In die ene dag was de verse "stromest" nog niet in contact met stro, maar lag buiten op een betonnen plaat. De omstandigheden waren dus optimaal voor vervluchtiging van ammoniak, zodat in die korte periode al veel stikstof verdween.

4.4 Conclusies

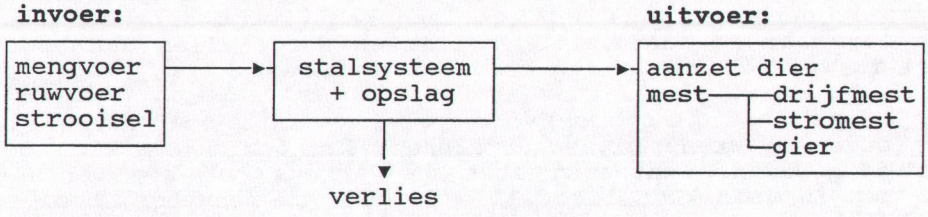
* Er is een concentratie van 0.40 molair zwavelzuur nodig om alle ammoniak op te kunnen vangen die in 3 dagen vervluchtigt uit mest.
* Uit gier vervluchtigt meer ammoniak dan uit drijfmest doordat de pH van drijfmest lager is en doordat ammonium-ionen mogelijk gebonden worden aan in drijfmest aanwezige organische stof. De hoeveelheid beschikbare ammoniak, die kan vervluchtigen wordt daardoor lager.
* Uit mest met stro vervluchtigt minder ammoniak dan uit gier en drijfmest zonder stro. Mogelijke verklaringen voor het stro-effect:
  * pH
  * opzuigen van ureum door stro
  * opzuigen van vloeibare deel van de mest, waardoor het voor vervluchtiging beschikbare NH_3-N-gehalte lager wordt.
  * binding van NH_4^+ aan organische stof
  * vermindering van de effectieve ventilatie doordat stro als een deken over de mest ligt
  * Stro is een C- bron voor micro-organismen, die stikstof kunnen fixeren
* Vervluchtiging van stikstof gaat langzamer als nog niet alle ureum is omgezet in ammonium.
* Uit oude stromest vervluchtigt in dezelfde tijd meer stikstof dan uit verse stromest, doordat ureum in de verse mest nog niet helemaal omgezet is in ammonium en de pH in verse mest lager is.
* Stro werkt vertragend op de vervluchtiging van ammoniak uit verse mest. Na een maaand is het vertragingseffect van stro nog steeds aantoonbaar.

5 STIKSTOF-, FOSFAAT- EN KALIUMBALANS TEN BEHOEVE VAN DE AMMONIAK-EMISSIE OP TWEE BEDRIJVEN.

5.1 Algemeen

Dit hoofdstuk wordt aan de mineralenbalans besteed. De elementen die in de balans meegenomen worden zijn stikstof, fosfor en kalium. Het uiteindelijke doel is om iets over de stikstofvervluchtiging te zeggen. Om te zien of er geen al te grote misstappen gemaakt werden, werd ook de balans van fosfor en kalium meegenomen, omdat deze elementen niet uit het systeem vervluchtigen en de balans dus kloppend zou moeten zijn. Dat wil zeggen dat de verliezen rond de nul moeten liggen.

Het principe van de balans staat weergegeven in onderstaand schema:



Dit hoofdstuk leidt uiteindelijk tot de balans die in §5.5 weergegeven staat met daaraan verbonden de discussie en conclusies. Voor een goed begrip van de totstandkoming van de balans worden alle aspecten in voorafgaande paragrafen uitgebreid behandeld. Als eerste zal hierna een korte beschrijving worden gegeven van de bedrijven waarvoor een balans opgesteld is. Daarna zullen de metingen en aannames zoals die genomen zijn voor de balans behandeld worden. Vervolgens worden in paragraaf 4 de berekeningen voor de balansonderdelen gegeven, die dan weer leiden tot de balansresultaten in §5.5.

5.2 Beschrijving van de onderzochte bedrijven

Ten behoeve van het onderzoek werden er twee balansen opgemaakt van scharrelvarkensbedrijven. De bedrijven die konden worden uitgezocht moesten in ieder geval voor een balans meetbaar zijn. De twee bedrijven waren verder uitgezocht op hun verschil in de opvang van de mest. Het eerste bedrijf (A) maakte gebruik van een drijfmestput. Het tweede bedrijf (B) ving de mest op op een dichte betonnen vloer, een deel van de gier liep in een giergoot, terwijl de rest om de twee dagen naar een mestvaalt geschoven werd. Een wat uitgebreidere beschrijving volgt hier onder.

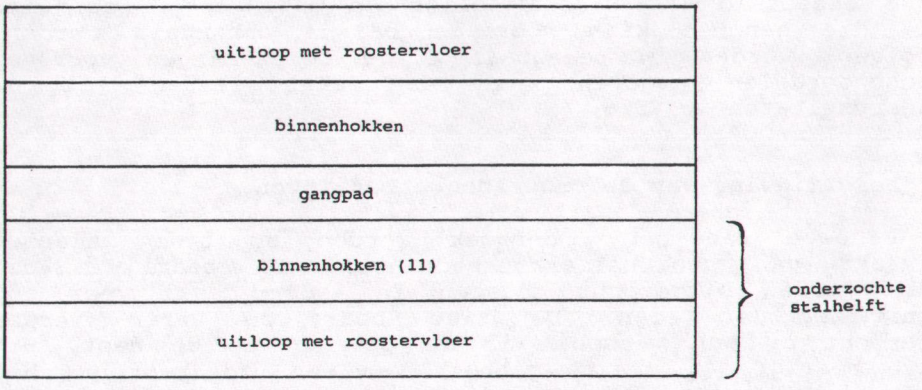
Bedrijf A

Dit is een bedrijf waar de biggen van buiten worden aangekocht bij een gewicht van rond de 28 kg. Na een maand of vier worden de slachtrijpe varkens met een gewicht van rond de 115 kg afgeleverd.

Stal: De stal (zie ook figuur 6) bestaat uit een dubbele rij hokken met aan de buitenzijde een uitloop. De mest wordt opgevangen in een put onder de uitloop. Om maar één opslagput te hoeven bemonsteren werd maar de helft van de stal in de balans meegenomen. De dieren zijn gehuisvest in hokken met een dichte betonnen vloer die bekleed is met een laag stro. Op de uitloop naar buiten ligt een roostervloer. Onder het volledige oppervlak van de uitloop van 27,35 bij 3,0 meter ligt een drijfmestput. Deze opslag werd gedurende de proefperiode niet leeg gehaald. De uitloop naar buiten is half overkapt om zoveel mogelijk het regenwater uit de put te houden.

Schoonmaak: Eenmaal per week wordt dat deel van het strooisel waarin gemest was uit de hokken gehaald en naar een kleine mestvaalt gebracht. Als het hok leeg komt wordt alle stro dat erin lag naar de mestvaalt gebracht en wordt alles dat op de roosters van de uitloop lag er van af geschept.

Voer: Naast het mengvoer, voor jonge varkens startkorrel en voor oudere varkens bivascharrelbrok, krijgen de varkens ook hooi aangeboden. Daarnaast eten de varkens ook nog van het stro dat in de hokken ligt. Alle invoer van mengvoer, hooi en stro was alleen voor de gehele stal bekend en werd daarna per stalhelft berekend.



Figuur 6: Bovenaanzicht van bedrijf A.

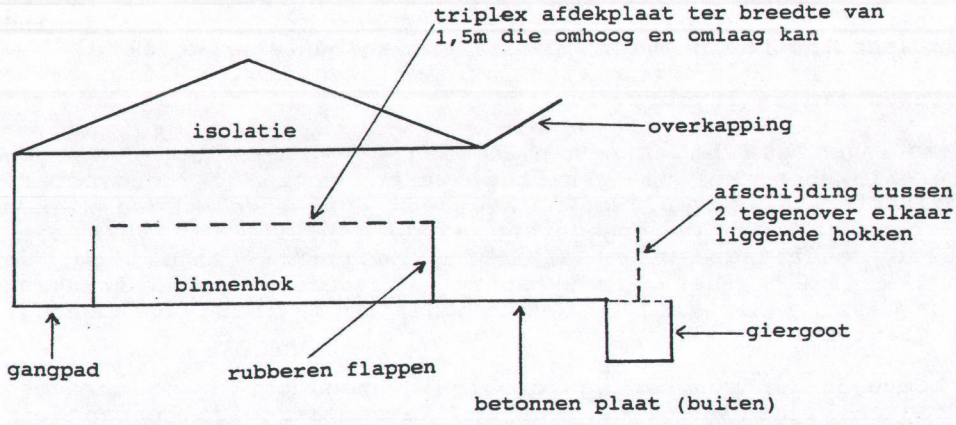
Bedrijf B

Dit is een gesloten bedrijf, waar de dieren zelf gefokt en gemest worden. In de stal die in deze balans meegenomen werd, worden de varkens bij een gewicht van rond de 40 kg opgelegd en worden ze na vier maanden afgeleverd bij een gewicht van rond de 115 kg.

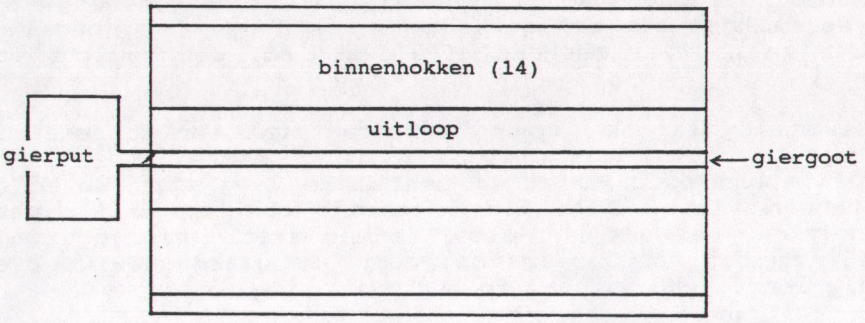
Stal: De stal (zie ook figuur 7) bestaat uit een dubbele rij hokken met daartussen de uitlopen, die gedeeltelijk overkapt zijn. De binnenhokken bevatten een dikke laag stro boven op een betonnen vloer. De uitloop bestaat ook uit een dichte betonnen vloer met aan het uiteinde een smalle giergoot waar een deel van het vocht naar toe loopt. De giergoot ligt over de gehele lengte van de stal en komt uit op een gierput.

Schoonmaak: Op de betonnen uitloop blijft de mest samen met een deel van de gier liggen. Deze wordt 3 maal in de week naar de mestvaalt geschoven. Op deze mestvaalt komt ook het stro uit de hokken, dit gebeurt met een frequentie van ongeveer 1 maal per week (als er dieren afgeleverd worden).

Voer: Het mengvoer van de dieren bestaat uit bivascharrel-korrel. Daarnaast krijgen ze ook een ingekuilde mix van snijmais en gehakte voederbieten die van het eigen bedrijf komt.



Figuur 7a: Zijaanzicht van bedrijf B.



Figuur 7b: Bovenaanzicht van bedrijf B.

5.3 Metingen en aannames voor de balans

Metingen en aannames worden natuurlijk altijd zo nauwkeurig mogelijk gemaakt. Onvermijdelijk kunnen deze toch van de werkelijkheid afwijken. Voor deze afwijkingen is in geval van de mest een schatting berekend, of in geval van de dieraanzet een schatting uit de literatuur gehaald. Met deze schattingen voor de afwijking is een positieve en een negatieve balans opgesteld, waarbij de positieve de meest gunstige uitvoering van de balans is en de negatieve de meest ongunstige uitvoering van de balans. Op deze manier krijg je een gebied waartussen de balans valt, in plaats van één star getal.

Metingen aan de invoer

De metingen aan het mengvoer kwamen qua hoeveelheden van de afrekeningsbon en de gehaltes waren door de mengvoederfabrikanten opgegeven. Hoeveelheden die geleverd worden wijken zo weinig af van de opgegeven waarde (<0,01%) dat deze niet bij de schatting van de afwijking meegenomen zijn. Voor de gehaltes heeft het Produktschap Veevoeders een afwijking bepaald van maximaal 10% naar beneden en maximaal 20% omhoog. Dit geldt zowel voor stikstof, fosfor als kalium.

De hoeveelheden ruwvoer en strooisel waren door de onderzochte bedrijven bijgehouden. De gehaltes in het strooisel waren door ons in het laboratorium bepaald, evenals voor het hooi dat op bedrijf A werd gebruikt. De gehaltes voor het ruwvoer op bedrijf B kwam voor stikstof uit de verkorte tabel 1991 van het Centraal Veevoederbureau (lit.9) en voor de elementen fosfor en kalium uit de tabellen van 'Feed and Feedstuffs'. De afwijkingen ten opzichte van het gemiddelde hebben wij zelf geschat op 2% voor zowel hoeveelheid als gehaltes.

Aannames voor de lichaamsaanzet in vleesvarkens

Een van de onderdelen binnen de balans is de aanzet van verschillende elementen in het lichaam van de vleesvarkens. Hiervoor zijn zowel de gegevens over groei van het dier als de gehaltes die in iedere gegroeide kg achterblijven nodig. De hoeveelheid groei werd bepaald door zowel het geschatte gewicht van de dieren aan het begin en aan het eind van de periode, als door het gewicht van de dieren die tussentijds geslacht werden. Dit laatste is vrij nauwkeurig. De eerste is moeilijker te bepalen. Stel dat je er aan het begin en aan het eind voor ieder dier één kg naast zit, dan kom je op een fout van 2,5%. Deze fout is in dit onderzoek voor dit onderdeel genomen.

Hoeveel blijft er nu van het element in de dieren achter. Over het algemeen kan gezegd worden dat de biggen ongeveer 28 kilogram wegen als ze de afmeststal binnen komen en dat de slachtrijpe vleesvarkens zo'n 115 kilogram wegen. Hieronder wordt het stikstof-, fosfor- en kaliumgehalte in biggen en slachtrijpe vleesvarkens afzonderlijk bekeken. Tevens wordt bekeken wat de gehaltes zouden zijn, die gebruikt worden bij het opstellen van een positief benaderde en een negatief benaderde balans.

Stikstofgehalte in biggen

Als eerste wordt het stikstof gehalte in de jonge dieren bekeken. Een aantal onderzoeken zal hiervoor achtereenvolgens aangestipt worden.

In het jonge dier is het gehalte aan stikstof vrij constant. In hun overzicht van modellen over varkensgroei komen Moughan en Verstegen (lit.30) tot de conclusie dat er noch een effect is van het genotype van het dier, als van de energie : eiwit verhouding in het voer op het stikstofgehalte in het lichaam. Zij gaan hierbij uit van biggen met een levend gewicht van 22 kg. De stikstofgehaltes die zij vinden liggen tussen de waarden 23 en 28 en met een **gemiddelde van 26 g vet/kg levend gewicht.** Het stikstofgehalte wordt echter meestal uitgedrukt in het lege lichaamsgewicht (LL; zonder darminhoud), dit is 0,95 * levend gewicht.

Whittemore (lit.47) heeft een model waarmee hij meer rekening houdt met het vetgehalte van de biggen. Afhankelijk van de conditie laat hij het vetgehalte variëren van 70, 100 tot 150 g N/kg van het levend gewicht. Het stikstofgehalte wordt berekend met een formule die afhankelijk is van het lege lichaamsgewicht (kg LL) en de totale vethoeveelheid in kg (Vtot) (Vtot = vetgehalte / 1000 * levend gewicht). De formule voor N-gehalte, wederom uitgedrukt in percentage van het lege lichaamsgewicht, is nu als volgt:

$$N\text{-}gehalte = (0{,}134 \times (L.L. - Vtot)^{1{,}120} / L.L.) \times 0{,}16 \times 1000 \quad \textbf{(20)}$$

Vtot = totale hoeveelheid vet
L.L. = leeg lichaamsgewicht

Bij een opleggewicht (=bij binnenkomst) van 28 kg en een gemiddeld vetgehalte van 100 g/kg komt dat neer op een **N-gehalte van 28 g N/kg.**

Zhang et al. (lit.48) komen bij hun onderzoek met zuivere Large White en Landras varkens, met daarin een evenredige vertegenwoordiging van mannelijke en vrouwelijke dieren, uit op een **N-gehalte van 26 g N/kg** bij een LL van 21,4 kg.

Tess et al. (lit.41) hadden in hun onderzoek, naar onder andere de lichaamssamenstelling, drie rassen opgenomen. Deze waren gekozen op hun verschil in vetafzetting. Deze rassen, Beltsville, Duroc-Yorkshire en een kruising van Hampshire * Large White, hadden ofwel een hoge (H), lage (L), of gemiddelde (M) vetafzetting. Bij een leeftijd van 10 weken vonden ze wel een duidelijk verschil in LL, namelijk van 13,7 tot 17,6 kg, maar er was geen verschil in het **N-gehalte** te vinden. Deze was in alle gevallen **25 g N/kg.**
Dit laatste onderzoek toont nog eens duidelijk het constante gehalte aan N bij biggen, ook over de verschillende rassen heen.

Bij deze onderzoeken vinden we geen systematische verschillen tussen rassen en lichaamsvetgehalten. Een gemiddelde van deze cijfers komt tot een stikstof-gehalte van 26 g. Hierbij is wel één cijfer meegenomen dat gebaseerd is op levend gewicht terwijl de overige cijfers op leeg lichaamsgewicht gebaseerd zijn. Het verschil tussen levend en leeg lichaamsgewicht is de darminhoud, dat ook uit stikstofhoudend materiaal bestaat.

Stikstofgehalte in vleesvarkens

Duidelijke en overzichtelijke cijfers over de gehaltes aan stikstof in het slachtrijpe vleesvarken, met eventuele verschillen tussen rassen en tussen dieren met een duidelijk verschillend rantsoen zijn niet eenvoudig te vinden. Veelal wordt er gekeken naar de N-retentie over een bepaald traject in de groei. Zo ook bij Verstegen et al. (lit.44). Zij kijken in hun onderzoek naar drie rassen: duroc, pietrain en een kruising van NL Yorkshire * NL Landras. Alle dieren hebben een begingewicht van 60 kg. Tijdens de proefperiode groeiden de dieren respectievelijk 31,5, 36,5 en 38,0 kg waarbij over het totaal een hoeveelheid stikstof van 802, 953 en 1079 g werd afgezet. Dit wil zeggen dat over dit deel van het groeitraject 25 (duroc), 26 (pietrain) en 28 (kruising) g N/kg werd afgezet. Deze gehalten geven een gemiddelde van 26 g N/kg gewicht.

Dit is op basis van kg groei van levend lichaamsgewicht. Deze gehalten voor de kilogrammen vanaf 60 kg wijken nauwelijks af van de gehalten bij biggen. Dan blijft het nog de vraag wat er gebeurt met de N-retentie op het traject tussen 28 en 60 kg lichaamsgewicht.

In 1973 kwamen Verstegen et al. (lit.43) met een onderzoek naar o.a. de afzetting van N bij gecastreerde mannelijke dieren, die een begingewicht hadden van 24-28 kg. Aan het eind van de proef-periode van drie weken waren de gewichten opgelopen tot 34-45 kg. De behandelingen die de dieren ondergingen, verschil in omgevingstemperatuur en voederniveau, hadden geen significante effecten op de N-afzetting. Deze bedroeg **32 g N/kg groei in lichaamsgewicht.**

Bij Tess et al. (lit.41), waarvan het onderzoek met dieren met hoge (H), lage (L) en gemiddelde (M) vetafzetting al bij het onderdeel over stikstofgehalte in biggen genoemd is, hebben de dieren aan het eind van het onderzoek, op een leeftijd van 24 weken, een lichaamsgewicht van 71,3 (H), 81,8 (L) en 110,6 kg (M). De N-gehalten op LL-basis zijn respectievelijk 17, 22 en 21 g N/kg LL. Hier zie je wel een koppeling van een hoog vetgehalte met een laag stikstof-gehalte. Het gemiddelde dat hieruit volgt is **20 g N/kg LL.**

Campbell et al. (lit.8) geven in hun onderzoek het N-gehalte, bij dieren met een levend gewicht van 55 kg, zowel op basis van karkas gewicht als op basis van LL. Hierbij vonden zij geen enkel verschil tussen deze twee weergaven. Voor het verschil in voerniveau dat de dieren kregen was wel een effect te zien op het N-gehalte. Deze was 23 g N/kg bij Ad libitum voedering (=zonder beperking), 25 g N/kg bij 80% van Ad lib. en 26 g N/kg bij 60% van Ad lib. voedering. Het gemiddelde hier is **25 g N/kg gewicht.**

Conclusie: Bij slachtrijpe vleesvarkens zijn onderzoeken te vinden waarbij een invloed gevonden werd van vetgehalte of voerniveau op het N-gehalte in het dier. Gemiddeld komen deze cijfers toch op een gehalte van **26 g N/kg**, dat ook gelijk is aan het N-gehalte in het opgelegde dier. Er zou dan geen verandering zijn in N-aanzet per kg groei bij verschillende leeftijden. Daarom wordt er in dit onderzoek vanuit gegaan dat de N-aanzet gedurende de gehele proefperiode bestaat uit het totaal aantal gegroeide kilogrammen vermenigvuldigd met 26.

Campbell (lit.7) vond in zijn onderzoek naar verschillen tussen N-aanzet die gevonden waren via een model of via de slacht-methode een verschil van 5%. Voor de positieve en negatieve versie van de balans wordt dit verschil van 5% genomen.

Fosforgehalte in vleesvarkens

Volgens Jongbloed (lit.23) wordt de aanzet van fosfor in het lichaam van een vleesvarken weergegeven volgens de formule:

$$G_{ph} = 0,005467\ W^{-0,025} \times G \qquad (21)$$

G_{ph} = fosfaataanzet (kg)
G = lichaamsgroei (kg)
W = levend diergewicht (kg)

G_{ph} gedeeld door de lichaamsgroei G geeft de aanzet per gegroeide kg levend gewicht, die dan alleen nog maar afhankelijk is van het slachtgewicht. Het slachtgewicht ligt gemiddeld bij 115 kg en de fosforaanzet in iedere gegroeide kg is dan 0,0049 kg P, oftewel 4,9 g P.

Omdat de proefperiode in dit onderzoek op een gehele afmestronde is gebaseerd, kan voor iedere kg groei dit gehalte aan fosfor van 4,9 g worden aangenomen.

Ook Spray et al (lit.40) kwamen tot dit getal voor het fosforgehalte per gegroeide kg. In ander onderzoek naar het fosforgehalte in het lichaam van vleesvarkens, van Mudd et al (lit.31), werd echter een hoger gehalte, 5,3 g/kg, aan fosfor per gegroeide kg gevonden, terwijl Oslage (lit.37) nu juist weer een lager gehalte vindt, 4,6 g/kg. Bij de berekeningen van de positieve en negatieve versie van de balans worden deze gehaltes meegenomen, zodanig dat het hogere gehalte voor dieraanzet wordt gebruikt bij de positieve benadering en het lage gehalte bij de negatieve benadering

Kaliumgehalte in vleesvarkens

Het ARC (lit.3) geeft een formule voor de kaliumaanzet voor vleesvarkens:

$$G_k = (4,2 - 6,8 \times 10^{-2} W + 4,7 \times 10^{-4} W^2) \times 10^{-3} G \qquad (22)$$

G_k = kaliumaanzet (kg)
G = lichaamsgroei (kg)
W = levend diergewicht (kg)

Ook hier geldt dat indien G_k gedeeld wordt door de lichaamsgroei G dit de aanzet per gegroeide kg levend gewicht geeft, die dan alleen nog maar afhankelijk is van het slachtgewicht. Het slachtgewicht ligt gemiddeld bij 115 kg en de kaliumaanzet in iedere gegroeide kg is dan 0,0026 kg K, oftewel 2,6 g K.

Hier zijn geen vergelijkbare onderzoeken gevonden, maar het gehalte van de opgenomen kalium dat in het lichaam wordt aangezet is zo klein (<5%) dat een relatief grote fout in de berekening van deze aanzet slechts een geringe fout in de balans geeft.

Metingen aan de uitvoer

Hoewel dieraanzet ook tot de uitvoer behoort, worden hierin alleen de verschillende vormen van mest behandeld. Bij bedrijf A waren metingen gedaan aan de drijfmest en aan de mestvaalt. Voor de meting van de hoeveelheid van de drijfmest werd de diepte gemeten op 22 plaatsen in de drijfmestput en vermenigvuldigd met de afmeting. Bij de diepte werd voor de fout een afwijking van 1 cm genomen. Met een oppervlak van 82 m^2 komt dat neer op een volume verschil van 0,82 m^3. Voor de monstername werd de put gemengd, door de drijfmest op te zuigen, indien de put hiervoor genoeg gevuld was, en vervolgens weer terug gepompt aan dezelfde kant van de put, of soms aan de tegenoverliggende kant. Bovendien stond aan de kant waar de monsters genomen werden een roerder. De monsters werden door ons zelf in het laboratorium geanalyseerd op ds, as, pH, Ntot, NH_4-N, P-tot en K-opl. Voor de analyse-methode zie §2.2. De afwijking D wordt bij de gemiddelde waarde voor het gehalte opgeteld en afgetrokken om de positieve en negatieve versie van de balans te maken. De berekende D's staan in Tabel 25.

De hoeveelheid stromest op de mestvaalt van bedrijf A was zo weinig dat wij hier met een riek maar een viertal monsters genomen hadden. De fouten voor de gemiddelde gehaltes waren hierdoor groot, maar het aandeel van stromest voor bedrijf A was zo klein, dat dit voor de balans nauwelijks invloed heeft. De afwijking D wordt bij het gemiddelde opgeteld en afgetrokken om de positieve en negatieve versie van de balans te maken. De berekende D's staan in Tabel 25.

De monsters op de mestvaalt van bedrijf B werden genomen met een edelmanboor. Van iedere maand werd een aparte berg gemaakt en deze bergen werden apart bemonsterd, waarbij er per berg een kuil werd geboord en er iedere 20 cm een monster genomen werd. De afwijking D wordt bij het gemiddelde opgeteld en afgetrokken om de positieve en negatieve versie van de balans te maken. De berekende D's staan in Tabel 25.

De gier op bedrijf B werd bemonsterd nadat deze eerst gemengd werd door hem op te zuigen en vervolgens weer terug te blazen. Daarna werden er in de gierput twee monsters genomen en ook twee monsters aan het andere uiteinde van de giergoot. De fout die bij de gierbemonstering wordt aangenomen is 2% voor de hoeveelheid en 1% voor de gehaltes.

Tabel 25: Berekende afwijkingen "D" (zie vergelijking 16 in §2.1) behorend bij de geanalyseerde mestmonsters.

Bedrijf	Soort mest	n	t_α (α=0,025)	stikstof		fosfor		kalium	
				σ_n	D	σ_n	D	σ_n	D
A	Drijfmest (aanvang periode)	28	2,05	0,5		0,1		0,1	
A	Drijfmest (einde periode)	7	2,45	0,1	0,07	0,05	0,05	0,1	0,14
A	Mestvaalt	4	3,18	2,4	3,89	1,11	1,77	4,3	6,82
B	Mestvaalt	44	2,02	1,7	0,51	1,07	0,33	5,6	1,10

5.4 De balansberekening

In deze paragraaf zijn de verschillende onderdelen van de balansberekening voorgerekend. Ieder dikgedrukt cijfer is terug te vinden in Tabel 26 of 27. Soms verschillen de cijfers in deze paragraaf iets van die in de tabel, maar dat komt omdat in deze paragraaf steeds met afgeronde cijfers wordt gewerkt en in de tabel niet. Deze berekeningen zijn per bedrijf en per onderdeel weergegeven.

Bedrijf A:

In de stal met twee rijen hokken is de balans gemaakt over één helft van de stal. Hiertoe was de aanzet van stikstof, fosfor en kalium in de dieren, evenals de hoeveelheid in het voer en het strooisel over de gehele stal berekend en daarna over de twee helften verdeeld. De hoeveelheid drijfmest en de gehalten daarin waren alleen gemeten voor die ene helft van de stal. Hieronder wordt achtereenvolgens de berekening weergegeven van de invoer in het systeem, de aanzet in de dieren en de uitvoer uit het systeem. De resultaten komen samen in Tabel 26a. Tevens staat hierin een positief en een negatief benaderde balans. In Tabel 26b staan dezelfde gegevens, maar nu per aanwezige dierplaats aangegeven. Het aantal aanwezige dierplaatsen was 126.

Invoer van stikstof, fosfor en kalium in het systeem

Mengvoer: Op het bedrijf was gedurende de proefperiode door twee verschillende mengvoederleveranciers geleverd. Beiden hadden bovendien twee producten geleverd, bivascharrelbrok en biggenstartkorrel. Hieronder staan genoemd de hoeveelheden mengvoer, de gehalten en de berekende hoeveelheid stikstof, fosfor of kalium.

Als eerste de berekening voor stikstof:

Leverancier A:				
bivabrok:	17728 kg	* 24,8 g N/kg / 1000 =		439,7 kg N
startkorrel:	5946 kg	* 27,1 g N/kg / 1000 =		161,1 kg N
Leverancier B:				
bivabrok:	27830 kg	* 27,2 g N/kg / 1000 =		757,0 kg N
startkorrel:	7630 kg	* 28,8 g N/kg / 1000 =		219,7 kg N
Totale invoer van N via mengvoer (hele stal)=				1577,5 kg N

Van het totaal aantal dieren van 246 die in de gehele stal gehouden kunnen worden, zaten 126 dieren in de helft die in de berekening wordt meegenomen, dus:

Invoer van N via mengvoer over halve stal = **808,0 kg N**

Deze zelfde hoeveelheden hebben we nodig voor de berekening van hoeveelheid invoer van fosfor en kalium. Voor fosfor geldt dan:

Leverancier A:				
bivabrok:	17728 kg	* 4,8 g P/kg / 1000 =		85,1 kg P
startkorrel:	5946 kg	* 5,5 g P/kg / 1000 =		32,7 kg P
Leverancier B:				
bivabrok:	27830 kg	* 4,92 g P/kg / 1000 =		137,0 kg P
startkorrel:	7630 kg	* 5,95 g P/kg / 1000 =		45,4 kg P
Totale invoer van P via mengvoer (hele stal)=				300,2 kg P
Totale invoer van P (halve stal)			=	**153,8 kg P**

Voor kalium geldt:

Leverancier A:				
bivabrok:	17728 kg	* 12,0 g K/kg / 1000 =		212,7 kg K
startkorrel:	5946 kg	* 10,5 g K/kg / 1000 =		62,4 kg K
Leverancier B:				
bivabrok:	27830 kg	* 11,0 g K/kg / 1000 =		306,4 kg K
startkorrel:	7630 kg	* 10,1 g K/kg / 1000 =		77,4 kg K
Totale invoer van K via mengvoer (hele stal)=				658,9 kg K
Totale invoer van K (halve stal)			=	**337,5 kg K**

Een dusdanig kleine fout voor de hoeveelheden dat deze niet wordt meegenomen. Een maximale fout voor de gehaltes van 10% naar beneden voor de positieve versie van de balans (dwz vermenigvuldigen met 0,90) en 20% omhoog voor de negatieve versie van de balans (dwz vermenigvuldigen met 1,20) (deze percentages komen uit §5.3).

Ruwvoer: Het gebruikte ruwvoer bestond uit hooi. Totale hoeveelheid die over de gehele stal werd gebruikt was 833,3 kg hooi, over de berekende helft van de stal betekent dit 833,3 * 126 / 246 = 426,8 kg hooi met een stikstofgehalte in het hooi van 16,7 g N/kg. De ingevoerde stikstof via het hooi is nu 7141,6 g N, oftewel **7,1 kg N.**
Het gehalte van fosfor in het hooi is 4.66 g P/kg. De ingevoerde fosfor via hooi is 1988.9 g P, oftewel **2.0 kg P.**
Het gehalte van kalium in het hooi is 39,0 g K/kg. De ingevoerde kalium via hooi is 16645 g K, oftewel **16,6 kg K.**

Voor zowel hoeveelheid als gehaltes een fout van 2%. Dit betekent voor de positieve versie, dat in de balans de invoer via ruwvoer wordt vermenigvuldigd met het getal 0,98*0,98, terwijl voor de negatieve versie wordt vermenigvuldigd met 1,02*1,02.

Stro: Een hoeveelheid die werd gebruikt van 1122,6 kg over de berekende stalhelft met een stikstofgehalte van 8,85 g N/kg. Ingevoerde stikstof via het stro is 9935 g N, oftewel **9,9 kg N.**
Fosforgehalte in het stro is 0,95 g P/kg. Ingevoerde fosfor via het stro is 1060,9 g P, oftewel **1,1 kg P.**
Kaliumgehalte in het stro is 25,25 g K/kg. Ingevoerde kalium via het stro is 28346 g K, oftewel **28,3 kg K.**

Voor zowel hoeveelheid als gehaltes een fout van 2%.

Dieraanzet: Voor iedere kilogram groei is de aanzet van stikstof, fosfor en kalium gelijk. Daarom is het eerst van belang de groei gedurende de gehele periode van het levend gewicht te bepalen. Deze wordt bepaald door het verschil van het totale aanwezige gewicht aan het begin en aan het einde van de proefperiode. Tevens zijn hier van belang de gewichten van de dieren die afleverd en geslacht werden, verminderd met de gewichten van de biggen die opgelegd waren.

Aanwezig begin, 236 varkens, tot. gew.:	15179 kg	-
Aanwezig einde, 235 varkens, tot. gew.:	15609 kg	+
Verschil:	+ 430 kg	
Geslacht, 246 varkens, tot. gew.:	25927 kg	+
Opgelegd, 245 biggen, tot. gew.:	6415 kg	-
Totale groei in levend gewicht:	19942 kg	

Ook deze groei is die van over de gehele stal en moet gedeeld worden. Totale groei in levend gewicht over de berekende halve stal is 19942 * 126 / 246 = 10214 kg.

Het stikstofgehalte in iedere gegroeide kg is 26 g N/kg. De stikstof aanzet is nu 10214 * 26 / 1000 = **265,6 kg N.**
Het fosforgehalte in iedere gegroeide kg is 4,9 g P/kg. De fosfor aanzet is nu 10214 * 4,9 / 1000 = **50,0 kg P.**
Het kaliumgehalte in iedere gegroeide kg is 2,6 g K/kg. De kalium aanzet is nu 10214 * 2,6 / 1000 = **26,6 kg K.**

Een fout van 2,5% voor het gegroeide aantal kg. Voor de gehaltes is voor stikstof een fout aangenomen van 5%, terwijl voor fosfor bij de positieve en negatieve versie van de balans juist een verschillend gehalte wordt aangenomen van respectievelijk 5,3 en 4,6 g P/kg i.p.v. 4,9 (zie §5.3). Voor kalium is geen fout aangenomen.

Uitvoer van stikstof, fosfor en kalium uit het systeem

Drijfmest: Aan het begin van de proefperiode werd de put onder de roosters zo veel mogelijk leeg gehaald. Onvermijdelijk bleef er echter nog wat in de put achter, met een volume van 14,0 m^3. Aangenomen werd dat een m^3 een gewicht heeft van 1025 kg. Aan het eind van de proefperiode had de put een volume van 66,5 m^3.

Stikstof:
Einde periode: 66,5 * 1025 * 6,3 g N/kg / 1000 = 429,4 kg N
Begin periode: 14,0 * 1025 * 6,6 g N/kg / 1000 = 94,7 kg N -

Uitvoer tijdens de periode: **334,7 kg N**

Fosfor:
Einde periode: 66,5 * 1025 * 1,63 g P/kg / 1000 = 111,1 kg P
Begin periode: 14,0 * 1025 * 3,7 g P/kg / 1000 = 53,1 kg P -

Uitvoer tijdens de periode: **54,5 kg P**

Kalium:
Einde periode: 66,5 * 1025 * 5,32 g K/kg / 1000 = 362,6 kg K
Begin periode: 14,0 * 1025 * 4,3 g K/kg / 1000 = 61,7 kg K -

Uitvoer tijdens de periode: **300,9 kg K**

Een volumeverschil van 0,82 m^3 bij zowel het eind als het begin van de periode voor het berekenen van de positieve en negatieve versie van de balans. De afwijking voor de gehaltes staat in Tabel 25 in § 5.3.

Stromest: Volume van 3,3 m^3 en een volume gewicht per m^3 van 800 kg. Het totaal gewicht is nu 2640 kg. Het stikstofgehalte is 11,4 g N/kg. Uitvoer van N via de stromest is nu 2640 * 11,4 / 1000 = **30,1 kg N.**
Het fosforgehalte is 4,64 g P/kg. Uitvoer van P via stromest is 2640 * 4,64 / 1000 = **12,2 kg P.**
Het kaliumgehalte is 17,06 g K/kg. Uitvoer van K via stromest is 2640 * 17,06 / 1000 = **45,0 kg K.**

De fouten voor het volume en volume gewicht zijn respectievelijk 10 en 5%. De afwijking voor de gehaltes staat in Tabel 25 in § 5.3.

Bedrijf B

De resultaten van bedrijf B komen samen in Tabel 27. Het aantal aanwezige dierplaatsen is 616.

Invoer van stikstof, fosfor en kalium in het systeem

Mengvoer: Op bedrijf B kregen de dieren die in de proef werden meegenomen één soort mengvoer, bivabrok, van de al eerder genoemde leverancier B. De hoeveelheden en gehalten zijn als volgt:
Stikstof: 126972 kg * 27,23 g N/kg / 1000 = **3457,4 kg N.**
Fosfor: 126972 kg * 4,92 g P/kg / 1000 = **624,7 kg P.**
Kalium: 126972 kg * 11,01 g K/kg / 1000 = **1398,0 kg K.**

Een dusdanig kleine fout voor de hoeveelheden dat deze niet wordt meegenomen. Een maximale fout voor de gehaltes van 10% naar beneden voor de positieve versie van de balans (dwz vermenigvuldigen met 0,90) en 20% omhoog voor de negatieve versie van de balans (dwz vermenigvuldigen met 1,20) (deze percentages komen uit §5.3).

Ruwvoer: Het ruwvoer bestond uit een ingekuilde mix van snijmais met gehakte bieten. De hoeveelheid die gevoerd werd over de gehele periode was 33333 kg vers materiaal. Het gehalte aan stikstof hierin is 3,1 g N/kg. De ingevoerde stikstof via het ruwvoer is nu 33333 * 3,1 / 1000 = **102.4 kg N.**
Het gehalte van fosfor in het ruwvoer is 0,53 g P/kg. De ingevoerde fosfor via ruwvoer is **17,5 kg P.**
Het gehalte van kalium in het ruwvoer is 3,0 g K/kg. De ingevoerde kalium via ruwvoer is **98,3 kg K.**

Voor zowel hoeveelheid als gehaltes een fout van 2%. Dit betekent voor de positieve versie, dat in de balans de invoer via ruwvoer wordt vermenigvuldigd met het getal 0,98*0,98, terwijl voor de negatieve versie wordt vermenigvuldigd met 1,02*1,02.

Stro: De hoeveelheid die gebruikt werd was 17000 kg over de gehele periode met een stikstof gehalte van 8,85 g N/kg. Ingevoerde stikstof via het stro is 17000 * 8,85 / 1000 = **150,5 kg N.**
Fosforgehalte in het stro is 0,95 g P/kg. Ingevoerde fosfor via het stro is **16,1 kg P.**
Kaliumgehalte in het stro is 25,25 g K/kg. Ingevoerde kalium via het stro is **429,3 kg K.**

Voor zowel hoeveelheid als gehaltes een fout van 2%.

Dieraanzet: De groei van het levend gewicht gedurende de proefperiode was als volgt:

Aanwezig begin, 480 varkens, tot. gew.:	38190 kg	
Aanwezig einde, 520 varkens, tot. gew.:	36708 kg	
Verschil:		-1482 kg
Geslacht, 609 varkens, tot. gew.:		69904 kg +
Opgelegd, 649 biggen, tot. gew.:		26254 kg -
Totale groei in levend gewicht:		42168 kg

Het stikstofgehalte in iedere gegroeide kg is 26 g N/kg. De stikstofaanzet is nu 42168 * 26 / 1000 = **1096,4 kg N.**
Het fosforgehalte in iedere gegroeide kg is 4,9 g P/kg. De fosforaanzet is nu 42168 * 4,9 / 1000 = **206,6 kg P.**
Het kaliumgehalte in iedere gegroeide kg is 2,6 g K/kg. De kaliumaanzet is nu 42168 * 2,6 / 1000 = **109,6 kg K.**

Een fout van 2,5% voor het gegroeide aantal kg. Voor de gehaltes is voor stikstof een fout aangenomen van 5%, terwijl voor fosfor bij de positieve en negatieve versie van de balans juist een verschillend gehalte wordt aangenomen van respectievelijk 5,3 en 4,6 g P/kg i.p.v. 4,9 (zie §5.3). Voor kalium is geen fout aangenomen.

Uitvoer van stikstof, fosfor en kalium uit het systeem

Stromest: Volume van 125,5 m^3 en een volume gewicht per m^3 van 800 kg. Het totaal gewicht is nu 100400 kg. Het stikstofgehalte is 10,4 g N/kg. Uitvoer van N via stromest is nu 100400 * 10,4 / 1000 = **1044,2 kg N.**
Het fosforgehalte is 4,68 g P/kg. Uitvoer van P via stromest is 100400 * 4,68 / 1000 = **469,4 kg P.**
Het kaliumgehalte is 11,25 g K/kg. Uitvoer van K via stromest is 2640 * 11,25 / 1000 = **1129,5 kg K.**

Voor de volumemeting nemen we de aanname voor de fout van 10% en voor het volumegewicht een fout van 5%. De afwijking voor de gehaltes staat in Tabel 25 in §5.3.

Gier: De opvang van een deel van de gier gebeurde door een giergoot die in een gierput uitkomt. De put werd zowel bij de gierput als aan het beginpunt van de giergoot leeggehaald. Bij het leeghalen werd de hoeveelheid gemeten en monsters genomen.

Stikstof:	19000 kg * 2,8 g N/kg / 1000 =	53,2 kg N
	12000 kg * 5,4 g N/kg / 1000 =	64,8 kg N
	42000 kg * 2,2 g N/kg / 1000 =	92,4 kg N
	34000 kg * 2,2 g N/kg / 1000 =	74,8 kg N
	32000 kg * 1,4 g N/kg / 1000 =	43,8 kg N
	23000 kg * 2,8 g N/kg / 1000 =	63,7 kg N
	Totaal stikstof via gier:	**392,7 kg N**
Fosfor:	19000 kg * 0,06 g P/kg / 1000 =	1,14 kg P
	12000 kg * 0,07 g P/kg / 1000 =	0,84 kg P
	42000 kg * 0,04 g P/kg / 1000 =	1,68 kg P
	34000 kg * 0,10 g P/kg / 1000 =	3,40 kg P
	32000 kg * 0,04 g P/kg / 1000 =	1,41 kg P
	23000 kg * 0,07 g P/kg / 1000 =	1,63 kg P
	Totaal fosfor via gier:	**10,10 kg P**

Kalium:	19000	kg	*	4,8	g K/kg	/ 1000 =	91,2	kg K
	12000	kg	*	5,1	g K/kg	/ 1000 =	61,2	kg K
	42000	kg	*	2,2	g K/kg	/ 1000 =	92,4	kg K
	34000	kg	*	1,1	g K/kg	/ 1000 =	37,4	kg K
	32000	kg	*	3,4	g K/kg	/ 1000 =	108,0	kg K
	23000	kg	*	4,6	g K/kg	/ 1000 =	105,1	kg K
	Totaal kalium via gier:						**495,3**	**kg K**

Voor de gier wordt voor de hoeveelheid een fout geschat van 2% en voor de gehaltes een fout van 1%.

5.5 Resultaat: de balans

De balans is weergegeven in Tabel 26 voor bedrijf A en in Tabel 27 voor bedrijf B. De tabellen zijn opgedeeld in a en b, waar a de balans weergeeft in kilogrammen over het onderzochte deel van het bedrijf, terwijl b de balans per dierplaats weergeeft. Voor bedrijf B is het aantal dierplaatsen 126 en voor bedrijf B is dit 616.

Het verlies dat in de balans genoemd wordt is een aftreksom van het totaal van de invoer verminderd met de dieraanzet en het totaal van de uitvoer. Er zijn twee soorten verliespercentages genoemd. De eerste is het verlies ten opzichte van het totaal van de verwachte uitvoer (=invoer-aanzet). Bijvoorbeeld in Tabel 26a is het verlies % voor N:

194,7 / (825,1-265,6) * 100% = 34,8%.

Het tweede verliespercentage is het verlies ten opzichte van de totale invoer, als voorbeeld weer voor N uit Tabel 26a:

194,7 / 825,1 *100% = 23,6%.

In Tabel 26 en 27 zijn geen getallen ingevoerd, maar formules waarvan de uitkomsten hier nu staan. Dit om afrondingsfouten te voorkomen. In de formules staan de hoeveelheden, gehaltes en de aangenomen en berekende fouten die in §5.3 en §5.4 genoemd zijn. Hier wordt één formule als voorbeeld gegeven. Het is de invoer van N via het ruwvoer uit Tabel 26 (positief benaderd):

hoeveelheid ruwvoer (kg)	833,3	
factor stalhelft	126/246	*
gehalte (g N/kg)	16,7	*
fout (gehaltemeting)	0,98	*
fout (aangenomen hoeveelheid)	0,98	*
omrekening van g naar kg	1000	/
	6,8	=

Voor bedrijf A volgt uit tabel 26 een N-verlies van 23,6%. Doordat er gewerkt is met maar één gemeten ronde is er rondom dit gehalte een cumulatie van fouten van de bemonstering, de aanzet en de analyses. Deze fouten kunnen elkaar versterken of neutraliseren. Indien er vanuit gegaan wordt dat al deze fouten elkaar versterken, zowel de positieve als de negatieve kant op, dan krijgen we een gebied waartussen dit verlies valt, namelijk tussen 12,8 en 50,0%. Voor bedrijf B volgt uit tabel 27 een N-verlies van 31,7%, dit valt in een foutengebied van 23,1 tot 63,7%. De twee bedrijven hebben een groot gebied waarin ze elkaar overlappen qua N-verlies. Indien er meerdere ronden meegenomen waren, of indien er meerdere bedrijven waren meegenomen die vergelijkbaar waren en zodoende onder dezelfde noemer genoemd konden worden, dan zouden de verschillen tussen de ronden of tussen de bedrijven het fouten-gebied aangeven.

Een ander getal waar vaak naar gekeken wordt, naast het verliespercentage, is het totale verlies per dierplaats en per ronde of jaar. Voor bedrijf A is dit 1,6 kg/dierplaats/ronde, met een range van 0,5 tot 3,2 kg. Voor bedrijf B is dit 1,9 kg/dierplaats/ronde, met een range van 0,8 tot 3,5 kg.

De hoeveelheden per dierplaats over de gehele periode bij bedrijf B zijn lager voor zowel invoer, dieraanzet en uitvoer. Dit is ook wel te verwachten, omdat op bedrijf B de dieren bij een hoger gewicht worden opgelegd, er wel dezelfde tijd voor nemen om naar eenzelfde eindgewicht te gaan en dus minder hoeven te groeien en zodoende minder voer nodig hebben, minder aanzetten en uiteindelijk per dierplaats en per periode minder mest produceren.

Een kleine noot is nog dat de drijfmestput op bedrijf A iedere maand gemengd werd. Dit mengen behoorde niet tot de gewoonlijke bedrijfsvoering, maar was om de monstername te vergemakkelijken. Hiermee kan het onderzoek wel invloed gehad hebben op de N-emissie op bedrijf A.

Naast de stikstofbalans hebben we ook de fosfor- en kaliumbalans meegenomen om te zien hoe nauwkeurig de balans is. De fosfor- en kaliumbalans zouden op nul uit moeten komen. De fosforbalans bij bedrijf A wijkt echter nogal af, hoewel dit bedrijf eenvoudiger te meten en te bemonsteren was dan bedrijf B en er voor bedrijf A eerder de verwachting was dat de P- en K-balansen rond de nul zouden liggen. Uit de P-balans van bedrijf A volgt dat er veel P is verdwenen. Het waarom van dit verschijnsel in niet bekend, P kan namelijk nergens naartoe.

De Kaliumbalans is een iets betere vergelijkingscomponent dan de fosforbalans, omdat er van de hoeveelheid die ingevoerd wordt, dit is meer dan de P-invoer, maar een klein deel in het dier achterblijft. De dieraanzet is qua gehaltes geheel gebaseerd op aannames, dus als dit een kleiner deel inneemt blijft er een groter deel over waar de nauwkeurigheid beïnvloed kan worden. Dit deel bestaat uit de mest en daar kan de nauwkeurigheid bepaald worden, door zelf het aantal monsters te bepalen dat genomen moet worden.

Tabel 26: Balans van bedrijf A voor de elementen N, P en K. Tabel 26A geeft alle gegevens in kilogrammen over de stal zoals die gemeten is. Tabel 26B geeft de gegevens in kilogrammen per aanwezige dierplaats (voor bedrijf A: 126).

a:

		N			P			K		
		positief		negatief	positief		negatief	positief		negatief
Invoer	mengvoer	727.2	808.0	969.6	138.3	153.7	184.5	303.5	337.2	404.7
	ruwvoer	6.8	7.1	7.4	1.9	2.0	2.1	16.0	16.6	17.3
	strooisel	9.5	9.9	10.3	1.0	1.1	1.1	27.2	28.3	29.5
	totaal	743.6	825.1	987.3	141.3	156.8	187.6	346.7	382.2	451.5
Dieraanzet		285.8	265.6	246.0	55.5	50.0	45.8	27.2	26.6	25.9
Uitvoer	drijfmest	352.7	334.7	316.6	66.5	58.0	49.5	319.2	300.9	282.8
	stromest	46.6	30.1	17.0	19.5	12.2	6.5	72.8	45.0	23.1
	totaal	399.3	364.8	333.5	86.1	70.3	56.0	392.0	346.0	306.0
Verlies		58.5	194.7	407.8	-0.3	36.5	85.9	-72.5	9.7	119.6
Verlies	van uitvoer	12.8	34.8	55.0	-0.3	34.2	60.5	-22.7	2.7	28.1
Verlies %	van invoer	7.9	23.6	41.3	-0.2	23.3	45.8	-20.9	2.5	26.5

b:

		N			P			K		
		positief		negatief	positief		negatief	positief		negatief
Invoer	mengvoer	5.77	6.41	7.70	1.10	1.22	1.46	2.41	2.68	3.21
	ruwvoer	0.05	0.06	0.06	0.02	0.02	0.02	0.13	0.13	0.14
	strooisel	0.08	0.08	0.08	0.01	0.01	0.01	0.22	0.22	0.23
	totaal	5.90	6.55	7.84	1.12	1.24	1.49	2.75	3.03	3.58
Dieraanzet		2.27	2.11	1.95	0.44	0.40	0.36	0.22	0.21	0.21
Uitvoer	drijfmest	2.80	2.66	2.51	0.53	0.46	0.39	2.53	2.39	2.24
	stromest	0.37	0.24	0.13	0.16	0.10	0.05	0.58	0.36	0.18
	totaal	3.17	2.90	2.65	0.68	0.56	0.44	3.11	2.75	2.43
Verlies		0.46	1.55	3.24	-0.00	0.29	0.68	-0.58	0.08	0.95
Verlies	van uitvoer	12.8	34.8	55.0	-0.3	34.2	60.5	-22.7	2.7	28.1
Verlies %	van invoer	7.9	23.6	41.3	-0.2	23.3	45.8	-20.9	2.5	26.5

Tabel 27: Balans voor bedrijf B voor de elementen N, P en K. Tabel 27A geeft alle gegevens in kilogrammen over de stal zoals die gemeten is. Tabel 27B geeft de gegevens in kilogrammen per aanwezige dierplaats (voor bedrijf B: 616).

a:

		N			P			K		
		positief		negatief	positief		negatief	positief		negatief
Invoer	mengvoer	3111.7	3457.4	4148.9	562.2	624.7	749.6	1258.2	1398.0	1677.6
	ruwvoer	98.3	102.4	106.5	16.8	17.5	18.2	94.4	98.3	102.3
	strooisel	144.5	150.5	156.5	15.4	16.1	16.7	412.3	429.3	446.6
	totaal	3354.5	3710.3	4412.0	594.5	658.3	784.6	1764.9	1925.5	2226.5
Dieraanzet		1180.0	1096.4	1015.5	229.1	206.6	189.1	112.4	109.6	106.9
Uitvoer	stromest	1265.1	1044.2	849.0	581.0	469.9	373.4	1432.1	1129.5	871.3
	gier	406.3	394.4	382.6	10.3	10.0	9.7	511.8	496.8	482.0
		1671.5	1438.6	1231.6	591.2	479.8	383.1	1943.9	1626.3	1353.3
Verlies		503.1	1175.3	2164.8	-225.8	-28.2	212.4	-291.5	189.6	766.3
Verlies	van uitvoer	23.1	45.0	63.7	-61.8	-6.2	35.7	-17.6	10.4	36.2
Verlies	van in er	15.0	31.7	49.1	-38.0	-4.3	27.1	-16.5	9.8	34.4

b:

		N			P			K		
		positief		negatief	positief		negatief	positief		negatief
Invoer	mengvoer	5.05	5.61	6.74	0.91	1.01	1.22	2.04	2.27	2.72
	ruwvoer	0.16	0.17	0.17	0.03	0.03	0.03	0.15	0.16	0.17
	strooisel	0.23	0.24	0.25	0.03	0.03	0.03	0.67	0.70	0.72
		5.45	6.02	7.16	0.97	1.07	1.27	2.87	3.13	3.61
Dieraanzet		1.92	1.78	1.65	0.37	0.34	0.31	0.18	0.18	0.17
Uitvoer	stromest	2.05	1.70	1.38	0.94	0.76	0.61	2.32	1.83	1.41
	gier	0.66	0.64	0.62	0.02	0.02	0.02	0.83	0.81	0.78
		2.71	2.34	2.00	0.96	0.78	0.62	3.16	2.64	2.20
Verlies		0.82	1.91	3.51	-0.37	-0.05	0.34	-0.47	0.31	1.24
Verlies	van uitvoer	23.1	45.0	63.7	-61.8	-6.2	35.7	-17.6	10.4	36.2
Verlies	van in er	15.0	31.7	49.1	-38.0	-4.3	27.1	-16.5	9.8	34.4

Dit voor wat betreft de resultaten die direct uit de twee tabellen volgen. Nu enige vergelijking met andere onderzoeken om dit onderzoek in een breder kader te zetten.

Mulder (lit.32) vond in een balansonderzoek een N-verlies van 15,6 en 22,1% ten opzichte van de uitvoer. Dit onderzoek werd uitgevoerd met ossen die gedeeltelijk in een potstal en gedeeltelijk op een betonnen plaat liepen. Deze betonnen plaat werd dagelijks afgeschoven. Het onderzoek bestond uit 2 perioden van 10 dagen. Bij aanvang van elke periode was de potstal leeg. Het bovengenoemde verschil kan zodoende niet door een veranderde situatie veroorzaakt worden, maar werd veroorzaakt door monstername- en analysefouten.

Bos (lit.5) heeft een vergelijkbaar onderzoek gedaan, ook met ossen en in dezelfde stal, maar nu gedurende 4 periodes van 2 weken. Ook hier weer grote verschillen tussen de verschillende periodes, nl 14,2, 7,2, 2,2 en 7,1% van de uitvoer. Ook hier moet verondersteld worden dat de verschillen worden veroorzaakt door monstername- en analysefouten. Van de verschillende nutriënten die ter contrôle meegenomen werden lag het Mg-verlies gedurende de vier perioden het meest rond nul, nl. 5,2, -4,1, 3,2 en 0,4%.

Bij deze twee balansonderzoeken van Mulder en Bos werd gewerkt met korte periodes in een stal die in die korte tijd goed in de gaten kon worden gehouden. Dit geeft aan dat zelfs onder die omstandigheden het niet eenvoudig is een nette balans op te zetten. In beide onderzoeken werd overigens gewerkt met stromest, die, zoals ook uit onderhavig onderzoek is gebleken, moeilijk te bemonsteren is.

Hoeksma (lit.19) heeft in zijn onderzoek met een conventionele vleesvarkenshuisvesting tegelijkertijd een directe en een balansmeting uitgevoerd op het varkensproefstation te Sterksel. Zijn laatste periode liep vrijwel gelijk met de periode van het onderzoek in dit verslag. Hiervan zijn helaas nog geen cijfers bekend. Van een eerdere periode, die liep van 15-8-1990 tot 11-12-1990, zijn deze cijfers wel bekend. Het stikstofverlies over deze periode dat direct gemeten werd was 0,754 kg per dierplaats. De tweede methode, de bemonstering ter verkrijging van de gehaltes voor de balansmeting gebeurde op twee manieren, zowel terwijl de drijfmest nog in de put zat als terwijl deze opgezogen werd om af te voeren. Deze twee manieren voor bemonsteren gaven na berekening een stikstofverlies van respectievelijk 0,838 en 0,889 kg per dierplaats. Deze drie emissie-metingen, de directe meting en de twee balansmetingen, vormen respectievelijk 16,6, 18,4 en 19,6% van de uitvoer. Iedere meting heeft zijn eigen fouten, maar die zijn hier nog niet bekend.

Een ander onderzoek uit de conventionele varkenshouderij komt van Kroodsma et al (lit.26). In dit onderzoek was alleen een directe emissie-meting uitgevoerd en werden 3 staltypen vergeleken. Bij het uitgangspunt van 3 mestronden in een jaar kwamen zij op ammoniakemissies van 2,96, 2,97 en 3,07 kg per

jaar. Deze verschillen zijn zeer klein. De drie staltypen verschilden onderling per mestronde veel meer dan over het gehele jaar. Per mestronde konden dan verschillen van 40% tussen de 3 staltypen onstaan, de ene keer ten gunste van het ene staltype en de andere keer ten ongunste van datzelfde staltype.

Oldenburg (lit.36) vond bij een directe, continue meting bij vleesvarkens in een conventionele stal een ammoniakemissie over het gehele jaar van 4,5 kg per dierplaats. Hierbij wordt uitgegaan van een gemiddeld gewicht van het aanwezige dier van 75 kg. Hij vond grote verschillen tussen dag- en nachtmetingen, verklaringen hiervoor vond hij in temperatuurs- en activiteitsverschillen.

De twee bedrijven uit onderhavig onderzoek overlappen met hun foutenranges de N-emissie waar de onderzoeken van Hoeksma (lit.19),Kroodsma et al (lit.26) en Oldenburg (lit.36) op uit komen. Zodoende zal er geen uitspraak gedaan kunnen worden over het gunstiger of ongunstiger effect van de bedrijfsvoering in dit onderhavig onderzoek op de invloed van de N-emissie.

Indien het onderzoek herhaald zou worden, zodat er meerdere ronden gemeten worden, of als er voor iedere meting meerdere monsters genomen zouden worden, dan zou de foutenrange wel kleiner worden, maar met de gevonden cijfers kan niet gezegd worden waar dat gemiddelde dan zou liggen.

In het onderzoek zijn maar twee bedrijven meegenomen die bovendien qua bedrijfsvoering veel van elkaar afwijken. Verschillen in de bedrijfsvoering hebben zo'n grote invloed op de N-emissie dat ook zeker niet één van de twee onderzochte bedrijven, of een gemiddelde van de twee als een afspiegeling van "het scharrelvarkenshouderijbedrijf" mag worden gezien.

Al eerder is gezegd dat wij met de gevonden cijfers niet kunnen zeggen waar het gemiddelde zou liggen indien geprobeerd zou worden om het onderzoek met meer nauwkeurigheid uit te voeren. Hieronder willen wij wel nog eens beredeneren welke onderdelen binnen de bedrijfsvoering duidelijk invloed hebben op de N-emissie en hoe die een verschuiving teweeg kunnen hebben gebracht, of zullen hebben.

De **voederconversie** lijkt op de onderzochte bedrijven niet van invloed te zijn geweest. Indien alleen het mengvoer meegenomen wordt, hebben beide bedrijven een voederconversie van 3,0. Het ruwvoer kan ook worden meegenomen door de stikstofhoeveelheid om te rekenen naar kilogrammen mengvoer. Voor bedrijf A is dit minder dan 1% en heeft daarom geen invloed op de voederconversie, deze blijft 3,0. Voor bedrijf B geldt dat het ruwvoer, qua stikstofhoeveelheid, 3% van het mengvoer is. De voederconversie komt dan op 3,1. Hierbij moet wel in ogenschouw genomen worden dat de dieren op bedrijf B niet precies het zelfde groeitraject hadden, maar pas bij 40 kg opgelegd werden. Deze verschuiving van het groeitraject kan

daarom net zo goed de oorzaak van de iets hogere voederconversie zijn als het feit dat de dieren ruwvoer krijgen.

De **hokbevuiling** heeft een zeer grote invloed op de stikstof-emissie. Donham et al (lit.11) vonden een veel hogere concentratie aan ammoniak in de stal dan op grond van berekeningen met de wet van Henry (zie vergelijking 3 in §1.5) uit het mestoppervlak van de put kon opstijgen. Het ammoniakgehalte in de lucht was gemiddeld 31,4 ppm, terwijl dit volgens de wet van Henry gemiddeld 8,0 ppm had mogen zijn. Zij concludeerden dat dit grote verschil werd bepaald door de mest en urine op de roosters. Dit effect van hokbevuiling wordt ook bevestigd door Voermans (lit.45) en Donkers (lit.12). Op bedrijf A zal eenzelfde effect van hokbevuiling gelden als voor het conventionele bedrijf, doordat ook hier met roosters gewerkt wordt. Op bedrijf B dat in dit onderzoek is meegenomen, wordt de mest drie maal per week naar de mestvaalt geschoven. Een deel van de urine die op de plaat valt is al voor dit afschuiven in de giergoot terecht gekomen. De faeces met het deel van de urine dat niet in de giergoot komt, ligt dan gemiddeld langer dan een dag op de plaat. Op deze manier is er een zeer groot emitterend oppervlak op de plaat ten opzichte van de hoeveelheid mest, dit moet ook als een vorm van hokbevuiling worden gezien. Een groot deel van de ammoniak-emissie wordt waarschijnlijk hierdoor bepaald.

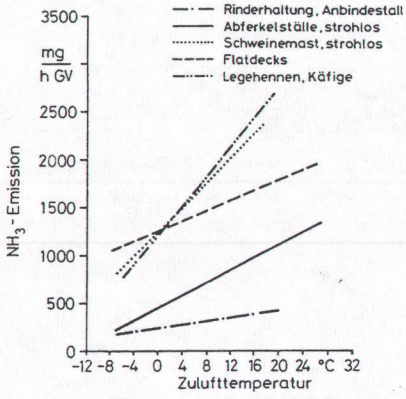
De ventilatiehoeveelheid heeft een grote invloed op de ammoniak-emissie (lit.6 en lit.16). Door de open systemen kan deze op de bedrijven in onderhavig onderzoek niet geminimaliseerd worden.

Een vierde oorzaak die veel invloed heeft op de ammoniak-emissie is de temperatuur van de inkomende lucht in het stalsysteem (lit.6 en lit.36). Figuur 8 uit het onderzoek van Oldenburg (lit.36) laat de relatie tussen de ammoniak-emissie en de temperatuur van de inkomende lucht zien. Deze temperatuur moet niet verward worden met de binnentemperatuur, die door snelle opwarming door de dieren hoger zal liggen.

Bij de conventionele houderij wordt de temperatuur in de stal zoveel mogelijk rond een voor de dieren aangename constante gehouden worden. De mestopslag bevindt zich meestal in de stal, onder de roosters, waar dezelfde temperatuur heerst. Bij de scharrelvarkenshouderij zijn lig- en mestplaats gescheiden. De mestplaats en -opslag bevindt zich buiten, waar een buitentemperatuur heerst. Tijdens de zomerperiode, waarin ook onderhavig onderzoek uitgevoerd werd, zijn de buitentemperaturen hoger en kan zodoende verwacht worden dat de stikstof-emissie bij de scharrelvarkenshouderij hoger zal zijn dan bij de conventionele houderij. Tijdens de winterperiode zijn de buitentemperaturen echter veel lager dan de temperaturen die in de stal aangehouden worden.

De resultaten die tijdens de onderzochte periode van 4 maanden zijn gevonden mogen dan ook zeker niet met 3 vermenigvuldigd

worden om de stikstof-emissie op jaarbasis te berekenen. Hiervoor zou tijdens een onderzoek een jaar rond gemeten moeten worden.



Figuur 8: Relatie tussen ammoniak-emissie en temperatuur van inkomende lucht (lit.36)

5.6 Conclusies

Balansonderzoek is onnauwkeurig door het groot aantal verschillende metingen dat gedaan moet worden. Alle fouten van elk afzonderlijk gemeten onderdeel komen terecht in het stikstof-emissiecijfer. Daardoor ontstaat er zo'n grote foutenrange, dat conclusies niet meer te trekken zijn. De cijfers uit dit onderzoek wijken dan ook niet significant af van de cijfers bij de conventionele houderij. Een aantal specifieke aspecten voor de scharrelvarkenshouderij, die hun invloed hebben op de ammoniak-emissie:

- zomerperiode of winterperiode, dit speelt veel meer mee dan in de conventionele houderij. Dit onderzoek is in de zomer uitgevoerd, hoge temperaturen, en laat daardoor hogere cijfers zien dan die in een winterperiode gemeten zouden zijn.
- door de open systemen is er meer ventilatie. Dit leidt tot hogere stikstof-emissies dan bij de conventionele houderij.
- Het oppervlak ten opzichte van de hoeveelheid is bij een betonnen plaat groot. Daardoor moet een betonnen plaat vergeleken worden met veel hokbevuiling.
- Indien mest direct met stro in contact komt, zal dit stro een positieve invloed op de ammoniak-emissie kunnen hebben.

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 Conclusies

De belangrijkste conclusies van de in voorgaande hoofdstukken beschreven onderzoeken worden op deze plaats nog eens op een rijtje gezet. Als eerste worden de conclusies genoemd van het algemene mestonderzoek naar variatie en chemische samenstelling (hfd 2), de invloed van monster-voorbehandeling (hfd 3) en het bewaren van mestmonsters (hfd 3). Daarna volgen de conclusies van het onderzoek naar het effect van stro op de emissie van ammoniak (hfd 4) en van de balansonderzoeken (hfd 5).

Conclusies algemeen mestonderzoek

* Het N-totaal-gehalte van goed gemengde drijfmest in een put kan door 6 à 7 monsters te nemen gemeten worden met een betrouwbaarheidsmarge D van 0,1 (1 à 2% van de gemiddelde waarde van N-totaal).

* Het N-totaal-gehalte van stromest op een mestvaalt kan door 48 monsters te nemen gemeten worden met een betrouwbaarheidsmarge D van ongeveer 5% van de gemiddelde waarde voor N-totaal. Voor betere resultaten zijn dusdanig veel monsters nodig dat monstername zo goed als onmogelijk wordt.

* Het N-totaal-gehalte in een drijfmestput daalt in de loop der tijd, dit duidt op een verlies aan stikstof door ammoniakvervluchtiging.

* In een tijdsbestek van vier maanden is er geen eenduidige verandering aan te tonen in pH, droge stof, K-gehalte, NH_4-N, en N-totaal-gehalte van stromest op een mestvaalt. De variatie in chemische samenstelling van stromest op een mestvaalt is groot in tijd en plaats.

* Het P-gehalte van stromest op een mestvaalt stijgt in een tijdsbestek van vier maanden van 14 naar 16 g/kg ds. De standaardafwijking is ongeveer 1,3 g/kg ds. Dit duidt op verbranding van organische stof.

* Gehaltes uitgedrukt op basis van het drooggewicht van mest zijn beter onderling vergelijkbaar dan gehaltes uitgedrukt op basis van het verse mestgewicht. De variatie-coëfficiënt wordt kleiner.

* Voor het voorbehandelen van mestmonsters met het oog op de meting van stikstofreacties is alleen drogen geen goede methode. Alleen aanzuren en (vries)drogen in combinatie met aanzuren zijn betere methoden. Het gebruik van een nitraathoudend zuur voor het aanzuren wordt niet aanbevolen.

* De destructiemethode met zwavelzuur, seleen, waterstofperoxide en salicylzuur (lit. 20) werkt niet goed bij varkensdrijfmest. Er gaat een deel van de nitraat-stikstof verloren tijdens de destructie.

* Drijfmestmonsters die bewaard moeten worden moeten op bovenstaande manier worden voorbehandeld met het oog op de meting van stikstoffracties. Zo niet, dan treedt ammonificatie op.

* In vier maanden treedt geen nitrificatie, denitrificatie en vervluchtiging van stikstof op in, in afgesloten potjes, bewaarde drijfmestmonsters.

* Het is veiliger niet gedroogde monsters (al dan niet aangezuurd) in plastic potjes te bewaren dan in glazen potjes, vanwege het gevaar op uit elkaar spatten van de glazen potjes. Het gebruik van plastic potjes heeft geen invloed op de meting van stikstoffracties in mestmonsters.

Conclusies effect van stro op de emissie van ammoniak

* Er is een concentratie van 0.40 molair zwavelzuur nodig om alle ammoniak op te kunnen vangen die in 3 dagen vervluchtigt uit mest.

* Uit gier vervluchtigt meer ammoniak dan uit drijfmest doordat de pH van drijfmest lager iss en doordat ammoniumionen mogelijk gebonden worden aan in drijfmest aanwezige organische stof. De hoeveelheid beschikbare ammoniak, die kan vervluchtigen wordt daardoor lager.

* Uit mest met stro vervluchtigt minder ammoniak dan uit gier en drijfmest zonder stro. Mogelijke verklaringen voor het stro-effect zijn:
  * pH
  * opzuigen van ureum door stro.
  * opzuigen van vloeibare deel van de mest, waardoor het voor vervluchtiging beschikbare NH_3-N gehalte lager wordt.
  * binding van NH_4^+ aan organische stof.
  * vermindering van de effectieve ventilatie doordat stro als een deken over de mest ligt.
  * Stro is een C- bron voor micro-organismen, die stikstof kunnen fixeren.

* Vervluchtiging van stikstof gaat langzamer als nog niet alle ureum is omgezet in ammonium.

* Uit oude stromest vervluchtigt in dezelfde tijd meer stikstof dan uit verse stromest, doordat ureum in de verse mest nog niet helemaal omgezet is in ammonium en de pH in verse mest lager was.

* Stro werkt vertragend op de vervluchtiging van ammoniak uit verse mest. Na een maand is het vertragingseffect van stro

nog steeds aantoonbaar.

Conclusies balansonderzoek

* Balansonderzoek is onnauwkeurig door het groot aantal verschillende metingen dat gedaan moet worden. Alle fouten van elk afzonderlijk gemeten onderdeel komen terecht in het stikstof-emissiecijfer. Daardoor ontstaat er zo'n grote foutenrange, dat conclusies niet meer te trekken zijn. De cijfers uit dit onderzoek wijken dan ook niet significant af van de cijfers bij de conventionele houderij. Een aantal specifieke aspecten voor de scharrelvarkenshouderij, die hun invloed hebben op de ammoniak-emissie:
  * zomerperiode of winterperiode, dit speelt veel meer mee dan in de conventionele houderij. Dit onderzoek is in de zomer uitgevoerd, hoge temperaturen, en laat daardoor hoger cijfers zien dan die in een winterperiode gemeten zouden zijn.
  * door de open systemen is er meer ventilatie. Dit leidt tot hogere stikstof-emissies dan bij de conventionele houderij.
  * Het oppervlak ten opzichte van de hoeveelheid is bij een betonnen plaat groot. Daardoor moet een betonnen plaat vergeleken worden met veel hokbevuiling.
  * Indien mest direct met stro in contact komt, zal dit stro een positieve invloed op de ammoniak-emissie kunnen hebben.

6.2 Aanbevelingen voor scharrelvarkenshouders

Veel scharrelvarkenshouders hebben op dit moment een put buiten met roosters. Dat is een situatie die ontstaan is en die vergelijkbaar is met de conventionele houderij, alleen in dit laatste geval is de put binnen in de stal. Alle onderzoek dat op dit moment gebeurt naar alternatieve methoden voor afvoer en opslag van mest (zoals scheiden van mest en regelmatig afvoeren) kunnen net zo makkelijk, of moeilijk, door de scharrelvarkens-houderij worden overgenomen als door de conventionele houderij.

In verband met de verhoogde ventilatie, open systeem, is het voor scharrelvarkenshouders van groter belang dat de mest snel afgevoerd wordt naar een afgesloten opslag, naar een opslag met een zo klein mogelijk oppervlak, of op een of andere manier verwerkt wordt waardoor er geen ammoniak-emissie meer optreedt.

Stro heeft een reducerende werking op de ammoniak-emissie. Voor benutting van deze werking moet de mest wel direct met het stro in contact komen. Dit wil zeggen dat de mestplaats ingestrooid moet zijn, of dat de mest regelmatig naar het stro moet worden toegeleid. Deze regelmaat dient dusdanig te zijn dat de ammoniak niet al vervluchtigd is, dat wil zeggen minimaal éénmaal daags. Het instrooien van de mestplaats, of waar de mest naartoe wordt gebracht moet ook regelmatig gebeuren. Dit iedere twee dagen, of sneller, omdat dan de het effect van stro het grootst is.

De uitloop, waar de mestplaats zich dus meestal bevindt, mag tot nu toe niet geheel overkapt worden. Optimaal strogebruik op de uitloop is in dit geval moeilijk realiseerbaar door de regenval. Binnenkort zal de uitloop misschien wel overkapt mogen worden, omdat de boeren liever geen regenwater uit willen rijden. Dan zal het gebruik van strooisel op de uitloop tot een van de mogelijkheden behoren om ammoniak-emissie te reduceren.

6.3 Aanbevelingen voor verder onderzoek

Zolang het mestprobleem niet is opgelost zal het mestonderzoek nog wel even in de schijnwerpers staan. Onderzoek naar processen die in mest optreden, analytische problemen en problemen op het vlak van monstername en monsterverwerking is hierbij belangrijk. Naar aanleiding van de in dit rapport beschreven onderzoeken volgt hieronder een aantal aanbevelingen voor verder onderzoek.

* Er moet een standaardmethode voor stromest (en ander heterogeen organisch materiaal, zoals bijvoorbeeld compost) ontwikkeld worden. Voor drijfmest is al een aantal methoden in gebruik. Ook hierbij is het misschien handiger één standaardmethode te ontwikkelen.

* Onderzoek is nodig naar een goede en snelle manier om stromestmonsters te homogeniseren voor het nemen van een submonster.

* Er is onderzoek nodig naar een betere destructiemethode voor mestmonsters voor de meting van N-totaal.

* Er is meer onderzoek nodig om zeker te zijn of het uitdrukken van gehaltes op basis van het drooggewicht beter is dan het uitdrukken van gehaltes op basis van versgewicht.

* Het gedrag van fosfor in een drijfmestput moet onderzocht worden.

* Er is meer onderzoek nodig naar de processen die in mest optreden. (welke processen en onder welke omstandigheden enz.)

* Voor het bewaren van mestmonsters op lange termijn (meer dan vier maanden) is onderzoek nodig.

* Er is meer onderzoek nodig naar de mogelijke verklaringen van het stro-effect, die in §6.1 genoemd zijn.

* In dit onderzoek is een zomerperiode, met hoger dan gemiddelde jaartemperaturen gemeten. Voor de scharrelvarkenshouderij is de temperatuur van veel grotere invloed op de ammoniak-emissie, dan voor de conventionele houderij. Zodoende is het nog steeds moeilijk om de scharrelvarkenshouderij op jaarbasis te vergelijken met de conventionele houderij. Op een of andere manier, liever geen balans-

onderzoek, zou binnen de scharrelvarkenshouderij de ammoniak-emissie een jaar rond gemeten moeten worden.

* Onderzoek naar de mogelijkheden om beter gebruik te maken van het natuurlijke gedrag van het varken ten aanzien van de gescheiden lig- en mestplaats: Bij de scharrelvarkenshouderij is men ook verplicht om tussen deze twee plaatsen een duidelijke scheiding aan te brengen. Het gedrag van de varkens zou nog meer gestimuleerd kunnen worden door de mestplaats zo in te richten en te situeren dat de mest goed opgevangen wordt (in stro), of gemakkelijk afgevoerd kan worden (naar gesloten opslag). Doordat de scharrelsystemen open systemen zijn is dit van groter belang.

LITERATUURLIJST

1 Adriano, D.C., A.C. Chang and R. Sharpless, 1974. Nitrogen loss from Manure as Influenced by Moisture and Temperature. **Journal of Environmental Quality**, Vol 3, no 3: 258-262.

2 Amberger, A., 1988. **Pflanzenernährung: ökologische und physiologische Grundlagen; Dynamik und Stoffwechsel der Nährelemente.** 3te überarb. Aufl. Stuttgart, Ulmer.

3 A.R.C., 1981. **The nutriënt requirement of pigs.** Technical review by an Agricultural Research Council working party. Commonwealth Agricultural Bureau, Slough.

4 Bolt, G.H. en M.G.M. Bruggenwert (eds), 1978. **Soil Chemistry: A. Basic Elements.** 2nd rev. ed. Amsterdam etc., Elsevier.

5 Bos, M.. **Vergelijking van ammoniakemissie in een potstal en een loopstal.** Vervolgonderzoek naar nutriëntenverliezen in een strorijke potstal. Conceptverslag bij de vakgroep Alternatieve Methoden in de Land- en Tuinbouw, Landbouwuniversiteit Wageningen.

6 Burton, D.L. en E.G. Beauhamp, 1986. Nitrogen losses from swine housings. **Agricultural wastes** 15: 59-74.

7 Campbell, R.G. and A.C. Dunkin 1983. The effects of energy intake and dietary protein on nitrogen retention, growth performance, body composition and some aspects of energy metabolisme of baby pigs.Br.J.Nutr.49:221.

8 Campbell, R.G., N.C. Steele, T.J. Caperna, J.P. McMurtry, M.B. Solomon and A.D. Mitchell, 1988. Interrelationships between energy intake and endogenous porcine growth hormone administration and energy metabolism ofgrowing pigs weighing 25 to 55 kilograms liveweight. **Journal of Animal Science** 66: 1643-1655.

9 **Centrale Veevoederbureau**, 1991. **Verkorte tabel 1991.** CVB-reeks nr.9, Lelystad.

10 Chang, R., 1981. **Physical Chemistry with application to Biological Systems.** 2nd ed. New york, MacMillan.

11 Donham, K.J., J. Yeggy en R.R. Dague, 1985. Chemical and Physical Parameters of Liquid Manure from Swine Confinement Facilities: Health Implications for Workers, Swine and the Environment. **Agricultural wastes** 14: 97-113.

12 Donkers, W. 1985. Stageverslag bij Hendrix' Voeders te Boxmeer.

13 Egeraat, A.W.S.M. van, en M.H. Deinema, 1984. **Microbiologie, collegedictaat deel 2.** Wageningen, LU.

14 Giddens, J. and A.M. Rao, 1975. Effect of Incubation and Contact with Soil on Micriobial and Nitrogen Changes in Poultry Manure. **Journal of Environmental Quality**, Vol 4, no 2: 275-278.

15 Groot Koerkamp, P.W.G., N. Verdoes en G.J. Monteny, 1990. **Naar stallen met beperkte ammoniakuitstoot: Deelrapport Bronnen, Processen en Factoren.** Wageningen, DLO.

16 Gustafsson G. en L. Maartensson, 1988. **Gasreducing measures in pig houses. Rapport 57,** Sveriges Landbrukuniversitet.

17 Helvoort, M. van, 1988. **Ammoniak-emissie tijdens de opslag van varkensdrijfmest.** IMAG.

18 Hoeksma, P., 1988. **De samenstelling van drijfmest die naar akkerbouwbedrijven wordt afgezet.** IMAG.

19 Hoeksema, P. Nog niet gepubliceerd.

20 Houba, V.J.G., J.J. van der Lee, J. Novozamsky en J. Walinga, 1989. **Soil and Plant analysis, a series of syllabi, part 5, soil analysis procedures.**

21 Internationale Scharrelvlees Controle, 1991. **Richtlijnen voor produktie, verwerking en handel van I.S.C.-scharrelvarkensvlees.** Utrecht, I.S.C.

22 Jansen E.A.M., W.H.M. Baltussen, J.H. Huiskes en P.F.M.M. Roelofs, 1989. **Bedrijven met scharrelvarkens.** Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag nummer P 1.40.

23 Jongbloed, A.W. 1987. **Phosphorus in the feeding of pigs: effect of diet on the absorption and retention of phosphorus by growing pigs.** IVVO, rapport nr. 179, Lelystad.

24 Joosten, L.T.A., 1987. **Ammoniakemissie tijdens de opslag van varkensdrijfmest.** stageverslag IMAG, Wageningen.

25 Kirchman, H., 1985. Losses, plantuptake and utilisation of manure nitrogen during a production cycle. **Acta agric. Scand.** Suppl. 24.

26 Kroodsma, W., R. Scholtens en J.W.H. Huis in 't Veld, 1989. **Ammoniakemissie van mestvarkensstallen.** IMAG nota 457.

27 Landbouw en Visserij, Ministerie van, 1989. **Natuurbeleidsplan, beleidsvoornemen.** Den Haag, SDU.

28 Landbouw en Visserij, Ministerie van, 1989. **Structuurnota Landbouw, beleidsvoornemen.** Den Haag, SDU.

29 Levi-Minzi, R., R. Riffaldi en A. Saviozzi, 1986. Organic Matter and Nutrient in Fresh and Mature Farmyard Manure. **Agricultural Wastes** 16: 225-236.

30 Moughan, P.J. and M.W.A. Verstegen, 1988. The modelling of growth in the pig. **Netherlands Journal of Agricultural Science** 36: 145-166.

31 Mudd in **The nutriënt requirement of pigs.** Technical review by an Agricultural Research Council working party. Commonwealth Agricultural Bureau, Slough. (A.R.C., 1981)

32 Mulder, J., 1990. **Balance study of a deep litter loose box.** A first step in the examination of nutrient losses and the reduction of the C/N quotient of straw rich deep litter manure. Afstudeerverslag bij de vakgroep Alternatieve Methoden in de Land- en Tuinbouw, Landbouwuniversiteit Wageningen.

33 Natuurbeschermingsraad, 1990. **Ammoniakemissie: advies over het plan van aanpak beperking ammoniakemissie van de landbouw.** [Utrecht], Natuurbeschermingsraad.

34 Nederlandse Vereniging Voor Scharrelvarkenshouders, 1990. **Info-brochure scharrelvarkenshouderij.** [Uden], NVVS.

35 Mahimairaja, S., N.S. Bolan, M.J. Hedley and A.N. Macgregor, 1990. Evoluation of methods of measurement of nitrogen in poultry and animal manures. **Journal of Environmental Qauality**, Vol 4, no 2: 275-278.

36 Oldenburg, J., 1989. Geruchs- und Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung. **KTBL-Schrift 333.**

37 Oslage in **The nutriënt requirement of pigs.** Technical review by an Agricultural Research Council working party. Commonwealth Agricultural Bureau, Slough. (A.R.C., 1981).

38 Sherlock, R.R. and K.M. Goh, 1984. Dynamics of ammonia volatilization from simulated urine patches and aqueous urea applied to pasture. I. Field experiments. **Fertilizer Research** 5:181-195.

39 Sherlock, R.R. and K.M. Goh, 1985. Dynamics of ammonia volatilization from simulated urine patches and aqueous urea applied to pasture. II. Theretical derivation of a simplified model. **Fertilizer Research** 6: 3-22.

40 Spray en Widdowson in **The nutriënt requirement of pigs.** Technical review by an Agricultural Research Council working party. Commonwealth Agricultural Bureau, Slough. (A.R.C., 1981).

41 Tess, M.W., G.E. Dickerson, J.A. Nienaber and C.L. Ferrell, 1986. Growth, development and body composition in three genetic stocks of swine. **Journal of Animal Science** 62: 968-979.

42 Verdoes, N., 1990. **Naar stallen met beperkte ammoniakuitstoot: Deelrapport varkens.** Wageningen, DLO.

43 Verstegen, M.W.A., W.H. Close, I.B. Start and L.E. Mount, 1973. The effects of environmental temperature and plane of nutrition on heat loss, energy retention and deposition of protein and fat in groups of growing pigs. **British Journal of Nutrition** 30: 21-35.

44 Verstegen, M.W.A., W. van der Hel, A.M. Henken, J. Huisman, E. Kanis, P. van der Wal and E.J. van Weerden, 1990. Effect of exogenous porcine somatotropin administration on nitrogen and energy metabolism in three genotypes of pigs. **Journal of Animal Science** 68: 1008-1016.

45 Voermans, J.A.M., (1989). Mestbehandeling op varkensbedrijven. In: **Perspectieven voor de aanpak van de mest- en ammoniakproblematiek** (Jongebreur, A.A. en G.J. Monteny, Eds.).

46 Walinga, J., W. van Vark, V.G.J. Houba en J.J. van der Lee, 1989. **Soil and plant analysis, a series of syllabi, part 7, plant analysis procedures.** Wageningen, LU.

47 Whittemore, C.T., 1983. Development of recommended energy and protein allowances for growing pigs. **Agricultural Systems** 11: 159-186.

48 Zhang, Y., I.G. Partridge and K.G. Mitchell, 1986. The effect of dietary energy level and protein : energy ratio on nitrogen and energy balance, performance and carcass composition of pigs weaned at 3 weeks of age. **Animal Production** 42: 389-395.

Hoofdstuk 1 - Het houden van scharrelvarkens

1.1. Inleiding

Van alle categorieën landbouwhuisdieren zijn vooral varkens sterk ontvankelijk voor hun omgeving; dit valt onder meer af te leiden uit talloze veterinaire en ethologische studies.
Deze wetenschappelijke benadering wordt door veel varkenshouders vanuit hun praktijkervaring ondersteund. Daarnaast is aangetoond dat op langere termijn het welzijn van de varkens ook het inkomen van de boer ten goede komt. Tegen het standpunt, dat uitsluitend bij een sterk geïntensiveerde bedrijfsvoering een economisch optimale varkenshouderij mogelijk is, kan in ieder geval worden ingebracht dat huisvestings- en verzorgingsmodellen die in de lijn van de aard van het beestje liggen, in veel gevallen -ziektekundig-stabieler en op den duur zelfs produktiever kunnen zijn dan systemen waarbij de varkens zich in verregaande mate aan het houderijsysteem moeten zien aan te passen.

1.2. Bewegingsbehoefte

Het varken is een uitgesproken "activist"; onder natuurlijke omstandigheden brengt het dier 80-90% van zijn actieve tijd door met het verkennen van de omgeving, voedsel zoeken, wroeten en spelen. Het ligt voor de hand, bij het huisvesten van varkens hier terdege rekening mee te houden. In de eerste plaats komt groepshuisvesting als minst beperkend huisvestings-systeem in aanmerking. Uitloop en weidegang zijn voorts voor het varken welkome aanvullingen. Voldoende beweging werkt daarnaast op een aantal gezondheidsaspecten door:
- een juiste slijtage van de klauwen;
- de stimulering van de bronst en duidelijker bronstverschijnselen;
- de spijsvertering en de algemene gezondheidsstatus.

In verband met de niet te onderschatten bewegingsbehoefte van varkens is in het bijzonder het type en de uitvoering van de stalvloer van belang. Helaas bestaan er geen ideale vloertypes voor varkens, maar kan uitsluitend gesproken worden van slechte of minder slechte uitvoeringen. Zo moet een vloer tredvast, maar aan de andere kant ook weer niet te ruw zijn. Een zachte ondergrond, waarvan sprake is bij bodemstrooisel, is weliswaar gunstig in het kader van diergedrag, in de regel voldoet zij minder voor een normale slijtage van de klauwen. Roostervloeren zijn als vloertype vaak in het nadeel ten opzichte van dichte vloeren, wat ondermeer tot uiting komt in het hogere aantal klauw- en beengebreken.
Tenslotte moet gezegd worden, dat aanbindsystemen en voerlig-boxen een zodanig slechte invloed hebben op het gedrag van varkens, dat deze vormen van huisvesting voor scharrelvarkens zonder meer moeten worden afgewezen.

1.3. Lig- en rustgedrag

Naast de perioden waarin varkens actief zijn, brengen zij een belangrijk deel van de dag door in "rust". Daarom moet veel aandacht worden besteed aan de inrichting van de ligplaats. Deze moet vooral tochtvrij en goed geïsoleerd zijn, waartoe stro met het oog op de isolatie bij uitstek geschikt is. Hieraan kan worden toegevoegd, dat een ingestrooide ligplaats niet alleen het welzijn van de varkens ten goede komt (o.a. bezigheid), maar ook in andere opzichten zijn voordelen heeft: het is een welkome aanvulling op het krachtvoer, daar het de vertering kan stimuleren, en het kan bijdragen tot een gezonder stalklimaat.
De grootte van het oppervlak van de ligruimte in groepshokken luistert erg nauw; is zij te groot dan bestaat de kans dat de varkens op de ligplaats gaan mesten. Wordt er onvoldoende ruimte ter beschikking gesteld, dan zullen er eerder conflicten tussen groepsgenoten optreden.

1.4. Mestplaats

In tegenstelling tot de meeste andere landbouwhuisdieren, legt het varken van nature een apart van de ligruimte gesitueerde mestplaats aan. Het is dus nodig bij stalhuisvesting een zodanige afscheiding te creëren, dat het de dieren aantrekkelijk wordt gemaakt in de mestgang, in plaats van in de ligruimte, te mesten.
Er moet bij de constructie van een aparte mestplaats op worden gelet, dat deze tredvast is, maar dat in geval van een roostervloer de dieren zich niet kunnen bezeren. Het ammoniak gehalte in de stal hangt nauw samen met de combinatie van een hoge staltemperatuur en de aanwezigheid van urine op de vloer.
Bij gebruik van een roostervloer, dient ervoor te worden gewaakt, dat de gassen in de mestkelder zich niet kunnen vermengen met de stallucht.

1.5. Vreten en drinken

Individuele voedermethoden hebben met name in de zeugenhouderij de afgelopen 10 á 20 jaar uitgewezen dat een ongestoorde voederopname uiterst belangrijk kan zijn voor het uiteindelijke bedrijfsresultaat. Het is duidelijk, dat dit voortkomt uit het gegeven dat varkens tijdens het vreten een zeker afstand tot elkaar willen bewaren. Het is dus aan te bevelen om, daar waar geen individuele voedering door middel van een voerstation, voerboxen of tussenschotten aan de trog plaatsvindt, met bovenstaand gegeven rekening te houden bij het vaststellen van het aantal dieren per vreetplaats of -ingeval van gerant-soeneerde trogvoedering- de troglengte per dier.
Naast de toediening van de nodige hoeveelheid voedingsstoffen is het van belang dat varkens een verzadigingsgevoel krijgen. Goed ruwvoer, zoals gras, silage en hooi, kan bijdragen aan een ongestoord verloop van de vertering en bevordert als "ballast" de noodzakelijke rust in de groep.
De verstrekking van voldoende vers, schoon water is voor alle categorieën varkens van elementair belang. Bij de keuze van de soort waterbron (bijt-, sproei-, zuig- of knopnippel of een

eenvoudige drinkbak) dient dit voorop te staan.
Uiteraard dient men tevens rekening te houden met de kans op vermorsen van water. Met name daar waar de drinkgelegenheid in de directe nabijheid van de ingestrooide ligruimte is aangebracht, dient morswater te worden opgevangen.
Een belangrijk aspect bij de watervoorziening door middel van drinknippels is de wateropbrengst per minuut. Zorg ervoor dat deze goed is afgestemd op de groepsgrootte.

1.6. Stalklimaat

Met name natuurlijk geventileerde stallen hebben te maken met soms sterk wisselende temperaturen, wat bij biggen tot problemen kan leiden. Wanneer echter de ligplaats tochtvrij wordt gehouden, kunnen zelfs jonge biggen klimaatwisselingen vrij gemakkelijk verdragen. De windsnelheid in de ligruimte zou eigenlijk niet boven 0,2 m/s uit mogen stijgen.
Een gunstige luchtvochtigheid beweegt zich globaal tussen 65 en 75% bij stalhuisvesting, terwijl een aantal gassen de volgende maximumwaarden niet mogen overtreffen:

- koolmonoxyde (CO) 0,0 Vol.-% (0 ppm)
- kooldioxyde (CO_2) 0,15 Vol.-% (1500 ppm)
- ammoniak (NH_3) 0,001 Vol.-% (10 ppm)
- zwavelwaterstof (H_2S) 0,0 Vol.-% (0 ppm)

Daar waar gebruik wordt gemaakt van (lokale) gasverwarming, moet men bedacht zijn op het eventueel vrijkomen van koolmonoxyde. Het is in de praktijk niet gemakkelijk de hoeveelheid schadelijke gassen exact te meten, de regionale Consulentschappen en de Gezondheidsdiensten voor Dieren kunnen hierover adviseren.

1.7. Hygiëne en verzorging

Ongeacht de toegepaste hok- of stalvorm moet men rekening houden met één of meer opvanghokken voor zieke dieren.
Voor elk bedrijf wordt een bedrijfs-ontwormingsschema aanbevolen.
Met name in de zeugenhouderij is het ontwormen van de varkens, bijvoorbeeld vlak voor het overplaatsen naar het kraamhok, een absoluut vereiste, mestvarkenshouders doen er goed aan de dieren bij aankomst op hun bedrijf op de mestafdeling te ontwormen.
Het is nuttig de dieren tegen schurft te behandelen.
Daarnaast is het aan te bevelen de varkensstapel twee maal per dag te controleren, teneinde de gezondheidstoestand op het bedrijf en het welzijn van de dieren op peil te houden.

1.8. Aflevering en transport

Hoewel in de gegeven bepalingen het transport van de varkens nauwelijks is terug te vinden, dient hieraan toch relatief veel aandacht besteed te worden. Het behoeft geen nader betoog, dat het transport op zich al geen prettige ervaring is voor de dieren, laat staan de voorbereidingen daartoe. Scharrelvarkens hebben op hun soortgenoten in gangbare huisvestingsvormen vóór, dat zij meer gewend zijn aan sterk wisselende omgevingsfactoren (lawaai e.d.), over het algemeen een goed beenwerk hebben en minder angstig zijn.

Het gebruik van elektrische prikkelaars en kalmeringsmiddelen is verboden. Iedere varkenshouder moet het inladen van de dieren aan zijn eigen omstandigheden aanpassen, in veel gevallen kan het voorhanden zijn van zogenaamde afleverhokken een enorme versoepeling van het transportgebeuren betekenen.
Twee aspecten gelden echter voor iedere varkenshouder: de varkens moeten zo mogelijk nuchter vervoerd worden, terwijl veewagens met een hydraulische laadklep veruit de voorkeur verdienen.

Hoofdstuk 2 - Reglement huisvesting, verzorging en voeding

2.1. Controle

Een van de meest essentiële voorwaarden voor een zuivere en controleerbare scharrelvarkensproduktie is, dat zowel het vermeerderingsbedrijf als de mesterij een overzichtelijk geheel vormen, met een minimale kans op een eventuele verwisseling met biggen of mestvarkens uit de gangbare bedrijfssystemen. Daartoe dient de produktie van, en de handel in scharrelvarkens gescheiden te blijven van de reguliere produktie. Varkenshouders die voor aansluiting in aanmerking willen komen, zullen zich dan ook exclusief op de scharrelvarkenshouderij moeten richten. Andere vormen van varkenshouderij zijn op scharrelvarkensbedrijven niet toegestaan. Een uitzondering hierop kunnen bepaalde "gesloten" bedrijven vormen. Daar bestaat de mogelijkheid om alleen wat betreft de vermeerdering om te schakelen op scharrelbiggenproduktie; de mesterijfase kan dan nog op de reguliere manier uitgeoefend worden.
Tevens wordt van de aangesloten bedrijven verlangd, dat zij periodiek opgaven aan de I.S.C. doen toekomen betreffende de aantallen scharrelvarkens die er op het bedrijf aanwezig zijn. Bij deze administratieve controle wordt ondermeer gebruik gemaakt van speciale oor- en slachtmerknummers voor af te leveren en afgeleverde scharrelvarkens.
Naast dit administratieve gedeelte zullen de aangesloten bedrijven regelmatig bezoek krijgen van een daartoe aangestelde inspecteur. Deze richt zich met name op de uitvoering van de stallen en hokken (inrichting, maten e.d.), en op de algemene huisvesting en verzorging van de varkens (bezettingsdichtheid, bodemstrooisel, ventilatie e.d.). Ook behoort het tot de taak van de inspecteur, de aan de I.S.C. opgegeven aantallen varkens en oormerknummers te controleren. Verder is de inspecteur bevoegd tot het nemen van voer- en mestmonsters, teneinde deze op eventuele verboden stoffen of resten daarvan te laten onderzoeken.

2.2. Algemene voorschriften

De navolgende voorschriften zijn van algemene aard en betreffen de gehele scharrelvarkenskolom, d.w.z. zij gelden voor zowel vermeerderings- als mesterijfase.

Artikel 1

Definities:

- **big:** varken tot 25 kilo;
- **gespeende big:** varken in de gewichtsklasse van 12 tot 25 kilo en niet meer aanwezig bij de zeug;
- **opfokzeug/gelt:** varken van het vrouwelijk geslacht tot de eerste dekking;
- **zeug:** varken van het vrouwelijk geslacht na de eerste dekking;
- **guste zeug:** varken van het vrouwelijk geslacht, waarvan de biggen gespeend zijn, en dat nog niet drachtig is;
- **dragende zeug:** varken van het vrouwelijk geslacht dat drachtig is;
- **opfokbeer:** varken van het mannelijk geslacht tot de eerste dekking;
- **beer:** varken van het mannelijk geslacht;
- **dekbeer:** varken van het mannelijk geslacht vanaf de eerste dekking;
- **mestvarken:** varken bestemd voor de slacht en zwaarder dan 25 kilo;

Artikel 2

1. **Tenzij anders vermeld, worden zeugen, biggen en mestvarkens gehuisvest in een groepshok.**
2. **De huisvesting vindt op zodanige wijze plaats, dat de dieren te allen tijde onbelemmerd en op een natuurlijke wijze kunnen gaan staan en liggen.**
3. **Tenzij anders vermeld, is fixatie van varkens in welke vorm dan ook, behalve op het moment van kunstmatige inseminatie en tijdens het voeren, niet toegestaan.**

Het varken is van nature een groepsdier met een uitgesproken behoefte aan sociaal contact. Daarom moeten, met uitzondering van werpende en zogende zeugen, dekberen en eventueel zieke dieren, zowel zeugen en biggen, als mestvarkens in groepsvorm worden gehouden, en is fixatie van deze dieren niet toegestaan.

Artikel 3

De huisvesting van varkens is zodanig gesitueerd en ingericht, dat de dieren te allen tijde beschut kunnen zijn tegen neerslag, wind, vorst, hoge en lage temperaturen en andere voor de soort extreme weersinvloeden.

Dit artikel kan worden gezien als een algemene en logische eis, dat varkens niet "aan de natuur" worden overgelaten. De omstandigheden waaronder de dieren worden gehouden zullen altijd zodanig moeten zijn, dat zij een onderkomen hebben, en dit onderkomen op een juiste wijze en met doeltreffende materialen wordt opgebouwd. Dit aspect is met name van belang voor landhokken.

Artikel 4

Daar waar sprake is van stalhuisvesting, dient de stal zodanig geventileerd te zijn, dat de klimaatomstandigheden tenminste voldoen aan de adviezen en normen terzake van de Dienst Landbouwvoorlichting.

De keuze van ventilatiesystemen zal ondermeer afhangen van het type stal en de categorie dieren. Het micro-klimaat zal tenminste moeten voldoen aan de normen die door de Dienst Landbouwvoorlichting worden gehanteerd, waarbij in ieder geval moet worden gelet op de mate van luchtverversing, luchtvochtigheid en het gehalte aan ammoniak in de stal (zie 1.6. stalklimaat).

Artikel 5

Op elk scharrelvarkensbedrijf is extra ruimte aanwezig voor de opvang van zieke en/of kreupele dieren. (zie ook de artikelen 35, 36 en 40 van dit reglement).

Om zieke dieren de nodige bescherming, verzorging en rust te kunnen bieden, moeten zij over aparte hokruimte kunnen beschikken.

Artikel 6

Daar waar sprake is van een mestruimte, dient deze duidelijk van de ligplaats afgescheiden te zijn.

Bij stalhuisvesting van varkens is een afzonderlijke mestruimte een absolute vereiste, wil de ligruimte niet sterk vervuild raken. Tussen lig- en mestplaats dient daarom een functionele afscheiding (stro-kering of drempel) te worden aangebracht. Dit zal, blijkens de ervaringen, de varkenshouder veel arbeid bij het uitmesten kunnen besparen.

Artikel 7

1. **De ligruimte voor varkens bestaat uit een dichte vloer, waarop zich permanent een ruime laag stro bevindt.**
2. **De mate waarin aan het eerste lid wordt voldaan, is ter beoordeling van de inspecteur.**

Het eerste lid sluit het gebruik van roostervloeren als ondergrond van de ligruimte uit.
Het stro dat gebruikt wordt voor de bedekking van de vloer in de ligruimte dient afkomstig te zijn van granen. Stro dient te allen tijde in die mate aanwezig te zijn, dat daarvan redelijkerwijs een isolerende werking uitgaat. In verband met de stro-voorziening moet rekening worden gehouden met het gegeven, dat de hoeveelheid stro dagelijks afneemt, omdat de dieren een

gedeelte zullen bekauwen en opvreten. Aan de inspecteur is het om te beoordelen, of aan het eerste lid is voldaan, in die zin dat hij aangeeft of er sprake is van een "ruime laag".

Artikel 8

Daar waar sprake is van stro, dient nat en verontreinigd stro dagelijks vervangen te worden door vers stro.

Indien de mestplaats in voldoende mate van de ligplaats voor de varkens is afgescheiden en bovendien licht en koel is, zal de ligruimte niet gauw nat of verontreinigd raken. Daar, waar dit wel het geval is, dient verversing van vervuild stro regelmatig, dit is dagelijks, plaats te vinden.

Artikel 9

1. **Daar waar sprake is van stalhuisvesting, dient daglicht ongestoord de stal binnen te treden.**
2. **Daar waar normen zijn gegeven, uitgedrukt in lux, wordt de lichtintensiteit gemeten op 35 cm boven de vloer met verticale sensor vanuit alle hoeken van het hok naar het midden, de gemiddelde waarde geldt als eindwaarde.**
3. **In iedere vorm van huisvesting voor varkens moet het mogelijk zijn om kunstlicht beschikbaar te hebben van een sterkte, voldoende voor inspectie en (veterinair-) ingrijpen, zoals verloskundige hulp.**
4. **De lichtdoorlatende oppervlakte van stallen voor zeugen, alsmede voor mestvarkensstallen bedraagt tenminste 1/30 deel van het vloeroppervlak, teneinde een belichting te bereiken van tenminste 20 lux.**

Het eerste lid behelst een algemene omschrijving van regels die elders worden gesteld. De bedoeling van het eerste lid is ervoor te zorgen dat het natuurlijk dag- en nachtritme in elk hok van de stal is waar te nemen. In het tweede lid wordt omschreven hoe een betrouwbare en doeltreffende meting plaats vindt. In praktijkgevallen, waarbij sprake is van stalhuisvesting, dient gewaarborgd te zijn, dat varkens zich voldoende kunnen oriënteren.
Het licht in de ligruimte stelt de dieren in staat hun dagindeling op de natuurlijke gang van zaken af te stemmen.

Artikel 10

1. **Scharrelvarkens hebben permanent de beschikking over vers drinkwater.**
2. **Ten aanzien van het aantal varkens per drinknippel of -bak, dienen de omstandigheden tenminste zodanig te zijn, dat dezevoldoen aan de normen en adviezen van de Dienst Landbouwvoorlichting op dit punt.**

Dit artikel rekent in het eerste lid af met de soms geuite veronderstelling dat de waterbehoefte van varkens niet bijster groot zou zijn. Vooral van belang is de verstrekking van altijd vers drinkwater, dat op generlei wijze vervuild is. Inzake het aantal varkens per drinknippel of -bak zijn geen altijd geldende voorschriften te geven. Van belang is in dit kader de wateropbrengst van de drinknippels per minuut, de groepsgrootte en categorie varkens, en ook de inhoudsmaat van de drinkbakken. Uit onderzoek is gebleken, dat de drinkbak voor varkens het meest geschikt is.

Artikel 11

1. **Scharrelvarkensbedrijven moeten goede afleverfaciliteiten hebben voor het voor vervoer inladen van varkens, zulks ter beoordeling van de inspecteur.**
2. **Het gebruik van kalmerende middelen en/of elektrische prikkelaars is verboden.**
3. **Worden de varkens geladen op een veewagen met een conventionele laadklep dan dient de hellingshoek van de laadklep niet groter te zijn dan 20°.**

Zeugen, beren, biggen en mestvarkens moeten conform het gestelde in het eerste lid hun hok en/of stal gemakkelijk kunnen verlaten (hoewel niet als zodanig voorgeschreven, geldt dit natuurlijk ook voor het betreden van de stal).
Goede afleverfaciliteiten maken het gebruik van kalmerende middelen en elektrische prikkelaars overbodig. Het gedrag van de varkenshouder, en van diegenen die betrokken zijn bij het laden en vervoeren van de dieren, ten opzichte van de varkens dient in overeenstemming te zijn met de doelstellingen van deze regeling.
Onder goede afleverfaciliteiten wordt hier verstaan: goed functionerende hokdeuren, geen obstakels in de drijfgang, in de aanwezige gangen geen versmallingen of scherpe bochten, de mogelijkheid om de dieren van donker naar licht te laten lopen. Adviezen van de inspecteur, dienen opgevolgd te worden.
Om een hellingshoek van 20° bij een conventionele laadklep te bereiken verdient een laadstation de voorkeur.

Artikel 12

Alle varkenshouders moeten een logboek hebben, waarin alle inentingen en veterinaire handelingen genoteerd moeten worden. Het logboek dient altijd op het bedrijf aanwezig te zijn, de inspecteur moet te allen tijde dit logboek in kunnen zien.

Indien er in overleg met, en met uitdrukkelijke goedkeuring van, de behandelend dierenarts, veterinaire handelingen worden verricht, dient hiervan aantekening te worden gemaakt in het logboek. Het gaat dan in ieder geval om de handelingen, genoemd in de artikelen 13, 26 en 32.

Artikel 13

1. **Het couperen, afleiden of verwijderen van lichaamsdelen van varkens is - behoudens op, schriftelijke, veterinaire indicatie - niet toegestaan.**
2. **Onder de in het eerste lid genoemde ingrepen worden in elk geval begrepen: het couperen van staarten of staartpunten, het knippen van hoektanden en castratie.**

3. **De I.S.C. kan ontheffing verlenen van onderdelen van het gestelde in het voorgaande lid.**

4. **De in het derde lid genoemde ontheffing kan verbonden zijn aan nadere bepalingen, en zich uitstrekken over een door de I.S.C. vastgestelde termijn.**

Het eerste lid van bovenstaand artikel voorkomt symptomatische bestrijding van gebreken in huisvesting, verzorging, voeding, klimaatregeling enz.
Daar, waar externe factoren het de varkenshouder onmogelijk maken bepaalde ingrepen op het dier achterwege te laten, en hiervoor geen andere oplossingen kunnen worden gevonden, kan de I.S.C. individuele ontheffing verlenen, die veelal aan nadere voorwaarden zal worden verbonden en slechts van beperkte duur zal zijn.

Artikel 14

Wanneer gebruik wordt gemaakt van landhokken als permanente verblijfplaats voor varkens, moeten deze aan drie zijden volledig gesloten zijn.

Er wordt aangeraden de open zijde bij voorkeur niet naar het zuiden te plaatsen in verband met de zomerse hitte (de hele dag zon op de open zijde), voor een deugdelijk afdak te zorgen en tochtspleten zoveel mogelijk te dichten (zie ook artikel 3). Tevens verdient het aanbeveling, het werpen zo centraal mogelijk op het bedrijf te laten plaatsvinden. Hierbij moet rekening worden gehouden met het bepaalde in artikel 9 lid 3.

Artikel 15

Alle scharrelvarkens, met uitzondering van zogende zeugen met biggen in kraamopfokhokken en gespeende biggen, hebben permanent de beschikking over een uitloop.

Daar waar sprake is van een uitloop, dient deze in principe op elk moment door de dieren te kunnen worden betreden.
Bij (klimaats-)omstandigheden, die kunnen leiden tot letsel of breuken bij de dieren tijdens het betreden van het onverharde gedeelte van de uitloop, mag dit deel -zolang genoemde omstandigheden daartoe aanleiding geven- tijdelijk voor de dieren worden afgesloten.

Artikel 16

Uitsluitend daar, waar gebruik gemaakt wordt van een (gedeeltelijk) onverharde uitloop is het gebruik van neus- c.q. wroet-ringen toegestaan. De ring moet rond van vorm zijn, en vervaardigd zijn van glad roestvrij staal. De ring moet vrij in de neus kunnen draaien.

Artikel 17

In elk groepshok moet een deugdelijke, en voor de dieren gemakkelijk te bereiken schuurplaats, zoals een wrijfpaal, aanwezig zijn.

Artikel 18

Op elk scharrelvarkensbedrijf dient een deugdelijk transportmiddel aanwezig te zijn voor zieke en/of kreupele dieren.

Artikel 19

1. **Daar waar gebruik gemaakt wordt van roosters onder de mestplaats en in de uitloop, dienen de volgende spleetbreedten als uiterste grens:**
   voor biggen tot 12 kilo 10 mm
   voor biggen van 12 tot 25 kilo 12 mm
   voor varkens zwaarder dan 25 kilo 20 mm
2. **Indien in de uitloop gebruik gemaakt wordt van roosters, dient de balkbreedte voor varkens minimaal 70 mm te bedragen, het gebruik van andere roostertypes dan betonroosters is in de uitloop verboden.**
3. **Roostertypen, bestemd voor gebruik in de stal, die wat betreft materiaal afwijken van hetgeen is voorgeschreven in het voorgaande lid, mogen uitsluitend gebruikt worden na schriftelijke toestemming van de directeur.**

Naast de spleetbreedte is ook de balkbreedte van belang voor het welzijn van de varkens. In de uitlopen zijn uitsluitend betonroosters toegestaan. Als men in de mestruimte in de stal andere roosters wil gebruiken, behoeft dit de goedkeuring van de directeur.

Artikel 20

In alle bedrijfsruimten dient afdoende wering van ongedierte te worden toegepast, zulks ter beoordeling van de inspecteur.

Aangezien de levens-cyclus van parasieten vooral wordt bepaald door contact van het varken met een tussengastheer, dient dit contact zoveel mogelijk te worden voorkomen. Een en ander wordt bewerkstelligd door goede hygiëne, ook in de buitenuitloop, voer zoveel mogelijk buiten bereik van ongedierte te houden, door de stalruimte door klapdeuren af te scheiden van de buitenuitloop etc.

2.3. Voorschriften voer en voedering

2.3.1. Inleiding

Het mestprobleem is ons land boven het hoofd gegroeid. De afkondiging van de Meststoffenwet getuigt van de ernst waarmee de overheid tegen dit fenomeen aankijkt. De voortvarendheid waarmee het parlement bodembeschermingsmaatregelen wil uitvoeren geeft nog eens extra aan, dat er op korte termijn aan de kwaliteit van de mest moet worden gesleuteld, willen we voorkomen dat bepaalde stukken land onvruchtbaar worden als gevolg van vergiftiging door dierlijke mest. Ook de kwaliteit van ons drinkwater loopt gevaar.
Niet alleen de hoeveelheid mest speelt in de actuele discussies een grote rol ook de soort (vast, droog of nat) en de ingrediënten (residuen) tellen in de uiteindelijke beleidsvorming mee.

De I.S.C. gaat van de stelling uit, dat de consumenten in het algemeen ook belang hebben bij een schoon (bodem-)milieu, evenals dit geldt voor de producenten van ons dagelijks voedsel. Uit marktonderzoek is gebleken, dat zij die geïnteresseerd zijn in op alternatieve wijze geproduceerde landbouwprodukten over het algemeen een meer dan gemiddelde waarde toekennen aan een verantwoorde omgang met dier en milieu. Vanuit die wetenschap geredeneerd is het niet meer dan gerechtvaardigd, dat aan voeders voor scharrelvarkens zodanig eisen worden gesteld, dat ze geen aanleiding kunnen vormen tot vergiftiging van de landbouwgrond.

2.3.2. Kracht- en ruwvoer

Artikel 21

Het voederen van varkens dient zodanig te geschieden, dat elk dier de hem toebedachte hoeveelheid voedsel ongestoord kan opnemen.

Artikel 22

Met uitzondering van die gevallen, waarbij sprake is van onbeperkt voeren, worden varkens tenminste tweemaal daags gevoerd.

In dit artikel wordt een bepaalde voederfrequentie vastgesteld vanwege de aan te brengen scheiding tussen kracht- en ruwvoergift. Bovendien is het niet ongebruikelijk om varkens tweemaal daags te voeren. Tevens wordt in dit artikel rekening gehouden met het voederen via droogvoerbakken, die minder vaak dan tweemaal daags worden gevuld.

Artikel 23

1. **Bij voersystemen waarbij onbeperkt wordt gevoerd, moet per 6 dieren tenminste een vreetplaats van minimaal 25 cm. breedte aanwezig zijn.**
2. **Voerbakken dienen in ieder geval te voldoen aan de normen op dit punt van de Dienst Landbouwvoorlichting.**

Dit artikel komt tegemoet aan de wens om varkens over het algemeen een ongestoorde voedselopname te verschaffen. In gevallen van gerantsoeneerde voedering moeten alle dieren gelijktijdig kunnen eten. Daar waar sprake is van ad libitum voedering, kunnen de varkens afwisselend voer opnemen en is per dier geen afzonderlijke vreetplaats nodig.

Artikel 24

1. **Als ingrediënten voor krachtvoer zijn slechts die stoffen toegestaan, die voor varkens zijn toegelaten op grond van de Verordening Diervoeders van het Produktschap voor Veevoeder, met inachtneming van het in de overige leden van dit artikel gestelde.**
2. **Het krachtvoer bestaat uit nutriënten.**
   Aan het krachtvoer mogen geen geneesmiddelen, antibiotica, chemotherapeutica, of stoffen die de groei op kunstmatige wijze bevorderen, toegevoegd zijn of worden.
   Op recept van de dierenarts kan van deze bepaling worden afgeweken, in dit geval dient hiervan een aantekening te worden gemaakt in het logboek, deze aantekening moet worden voorzien van een paraaf van de dierenarts.
3. **Het gehalte aan het element koper in standaardvoeder voor mestvarkens mag niet meer bedragen dan 25,0 mg per kilo krachtvoer.**
4. **Het gehalte aan het element fosfor in standaardvoeder voor mestvarkens mag niet meer bedragen dan 5,0 gram totaal per kilo krachtvoer.**
   Het gehalte aan het element fosfor in standaardvoeder voor guste en dragende zeugen mag niet meer bedragen dan 5,2 gram totaal per kilo krachtvoer.
5. **Het gehalte aan het element zink in standaardvoer voor mestvarkens mag in totaal niet meer dan 90,0 mg per kilo krachtvoer bedragen.**
6. **Het gehalte aan ruw eiwit mag niet meer dan maximaal 140 gram per kilo krachtvoer voor dragende en guste zeugen bedragen.**
7. **Ingevolge het bepaalde in lid 2 is het gebruik van standaard babybiggenbrok niet toegestaan. Van deze bepaling kan ontheffing verleend worden voor biggen en varkens tot een gewicht van ten hoogste 35 kg.**

Artikel 25

1. **Guste en dragende zeugen, met uitzondering van hoogdrachtige zeugen (na 12 weken dracht), alsmede dekberen, krijgen dagelijks een hoeveelheid ruwvoer per dier verstrekt, die in gewicht tenminste gelijk is aan 1/5 van het gewicht van het verstrekte krachtvoer.**
2. **Mestvarkens krijgen dagelijks een hoeveelheid ruwvoer per dier verstrekt, die in gewicht tenminste gelijk is aan 1/10 van het verstrekte krachtvoer.**
3. **Welke gewassen voor verstrekking als ruwvoer geschikt geacht worden is ter beoordeling aan de directeur van de I.S.C.**

Ten aanzien van de soorten ruwvoer dient de kwaliteit nauwgezet te worden bewaakt.
Voorbeelden van geschikt ruwvoer zijn: perspulp (afkomstig van bieten), aardappelvezels, nat maïsglutenvoer, corn- en cobmix met veel spil, en snijmaïssilage.

Artikel 26

In voer en mest van scharrelvarkens mogen geen door de I.S.C. verboden middelen, of residuen daarvan, voorkomen.

Artikel 27

In alle gevallen, waarin dit reglement ten aanzien van de varkenshouderij niet voorziet, beslist de directeur van de I.S.C.

2.5. Voorschriften mesterijsector

De navolgende voorschriften zijn een uitwerking van de algemene bepalingen en bestrijken uitsluitend de mesterijsector.

2.5.1. Centimeters, kilo's, procenten ...

Artikel 38

De ligruimte voor mestvarkens bedraagt de som van:
0,5 m_2 per hok
0,1 m_2 per dier
0,1 m_2 per 20 kilo varken

Voorbeeld: 8 varkens van 60 kilo =
0,5 (hok) + 8 x 0,1 (dier) + 8 x 0,3 (kg) =
= 0,5 + 0,8 + 2,4 = 3,7 m^2 (0,46 m^2 per dier)

Bij grotere groepen mestvarkens verdient het aanbeveling de totale ligruimte te verdelen met behulp van schotten.

Artikel 39

1. **Mestvarkens hebben permanent de beschikking over een uitloop.**
2. **Indien gebruik gemaakt wordt van een onverharde uitloop dient deze minimaal te voldoen aan de wettelijke bemestingsnormen voor grasland, en daadwerkelijk toegankelijk te zijn voor de mestvarkens.**
3. **Van een gedeeltelijk verharde uitloop moet tenminste 1 m^2 per dier verhard worden. Het onverharde gedeelte moet voldoen aan de wettelijke bemestingsnormen voor grasland. In het verharde gedeelte mag gebruik gemaakt worden van een roostervloer, mits deze voldoet aan de eisen gesteld in artikel 19.**
4. **Het verharde gedeelte van een onverharde uitloop moet gedurende twee uur na de voedering worden afgesloten, zodanig dat de mestvarkens op het verharde gedeelte blijven.**
5. **Indien de uitloop geheel verhard is, heeft deze tenminste een oppervlakte die gelijk is aan de ligruimte.**
6. **In een verharde uitloop mag gebruik gemaakt worden van een roostervloer mits deze voldoet aan de eisen gesteld in artikel 19.**
7. **Het verharde gedeelte van de uitloop mag voor ten hoogste 50 % overkapt worden, met dien verstande dat de afstand tussen overkapping en vloer van de uitloop tenminste 2 m is. De scheidingswanden tussen de uitlopen en met de omgeving mogen maximaal 1.10 m hoog zijn. Van de omheining van de uitloop dient tenminste één zijde doorzicht te bieden aan de varkens (bijv. stalen hekken of spijlen).**
8. **De mestvarkens dienen vanaf de uiterste rand van de uitloop over een afstand van tenminste 3 m vrij uitzicht te hebben. Tussen de uiterste rand van de uitloop en de dichtst bijzijnde bebouwing, dient de afstand minimaal 3 m te zijn.**

Artikel 39 is bedoeld om aan het bewegings- en exploratiegedrag tegemoet te komen. De uitlopen mogen gedeeltelijk overkapt zijn om het regenwater op te vangen. Dit laatste uit milieu-technische overwegingen. Bovendien voorkomt dit het dichtvriezen van roostervloeren.

Artikel 40

De extra ruimte voor opvang van zieke of anderszins hulpbehoevende mestvarkens bedraagt tenminste 5 % van het aantal mestvarkensplaatsen.

2.5.2. Ontheffing bij aansluiting

Artikel 41

1. **Gedurende een periode van 3 maanden, gerekend vanaf de dag van de (voorlopige) aansluiting, kan de I.S.C. ontheffing verlenen van één of meerdere van de voorgaande bepalingen.**
2. **De in het eerste lid genoemde ontheffing kan slechts eenmalig worden verlengd, dit ter beoordeling van de directeur.**
3. **Aan de in het voorgaande lid genoemde ontheffing kan de I.S.C. nadere voorwaarden verbinden.**

De aanleiding tot het treffen van overgangsmaatregelen is gelegen in het feit, dat de I.S.C. varkenshouders, die reeds een eind op weg zijn naar een dier- en milieuvriendelijke bedrijfsvoering, in de gelegenheid wil stellen en stimuleren hun bedrijf aan de gestelde eisen aan te passen.
Wil men in aanmerking komen voor een ontheffing, dan zal men de I.S.C. moeten kunnen aantonen, dat de aanpassing van gebouwen en inrichtingen -teneinde te voldoen aan de gestelde eisen- uiterlijk drie maanden na de voorlopige aansluitingsdatum voltooid is.
Overige ontheffingen, die niet met de aansluiting te maken hebben, worden per artikel mogelijk gemaakt.

Bijlage 2: Chemische samenstelling van de drijfmest van de maanden mei, juni, juli en augustus. Alle gehalten zijn weergegeven in g/kg vers materiaal

	monster	ds	as	pH	Ntot	NH4-N	Ptot	Kopl
mei	1	150.8	42.8	7.3	8.31	4.34	2.75	6.14
	2	148.6	46.1	7.3	8.72	4.79	2.72	6.11
	3	146.2	45.8	7.3	8.82	4.66	3.04	6.66
	4	148.3	44.7	7.2	8.58	4.52	2.75	6.59
juni	1	69.6	20.4	7.0	5.65	3.57	1.39	5.03
	2	81.5	21.9		5.51	3.44	1.46	4.78
	3	79.5	21.1		5.67	3.51	1.40	4.79
	4	79.7	21.4	7.0	5.73	3.58	1.48	5.05
	5	83.8	22.8	7.1	5.53	3.44	1.42	5.02
	6	84.1	20.9	7.1	5.66	3.66	1.45	5.28
juli	1	89.8	26.8	7.0	6.87	4.67	1.81	5.37
	2	83.0	23.2	7.0	7.08	4.74	1.82	5.28
	3	87.4	30.3	7.0	7.21	4.57	1.88	5.38
	4	82.1	26.2	7.1	6.97	4.70	1.81	5.35
	5	84.6	26.7	7.0	7.20	4.70	1.82	5.48
	6	89.0	27.5	7.0	7.23	4.60	1.90	5.50
augustus	1	73.2	25.1	7.0	6.33	4.79	1.63	5.41
	2	76.3	25.7	7.0	6.35	4.60	1.66	5.18
	3	76.3	26.1	6.9	6.25	4.85	1.58	5.15
	4	75.6	26.0	6.9	6.35	0.00	1.67	5.44
	5	75.5	25.2	6.9	6.34	4.89	1.72	5.21
	6	74.9	25.2	6.9	6.25	4.96	1.61	5.53
	7	74.8	25.1	6.9	6.12	4.69	1.58	5.36

Bijlage 3a: Chemische samenstelling van de stromest van de maand mei van kuil 1. Alle gehalten zijn weergegeven in g/kg vers materiaal.

	diepte cm.	ds	as	pH	Ntot	NH4-N	Ptot	Kopl
kuil 1	0- 20	474.7	94.0	8.8	18.53	3.44	6.73	18.09
	20- 40	293.3	53.3	8.6	11.11	5.27	4.12	9.91
	40- 60	253.5	46.2	8.55	10.51	6.32	3.03	10.42
	60- 80	268.2	53.5	8.32	11.74	7.01	3.67	11.20
	80-100	274.2	57.2	8.16	12.17	6.35	3.76	10.96
	100-120	269.4	54.3	8.06	12.42	6.42	3.77	11.05
	120-140	243.8	52.1	7.99	10.89	6.00	3.32	11.13
	140-160	227.0	54.6	8.03	8.26	5.60	3.45	9.84
	160-180	256.0	56.2	8.02	10.76	5.76	3.77	9.25
	180-200	286.4	69.2	8.23	11.58	5.22	4.94	9.82
	200-220	266.2	56.9	8.12	11.03	5.66	4.13	8.53
	220-240	240.6	57.0	8.15	8.71	5.54	3.02	7.35

Bijlage 3b: Chemische samenstelling van de stromest van de maand juni van kuil 1 en 2. Alle gehalten zijn weergegeven in g/kg vers materiaal.

	diepte cm.	ds	as	pH	Ntot	NH4-N	Ptot	Kopl
kuil 1	0- 20	338.4	132.0	8.7	8.79	0.00	4.30	0.00
	20- 40	271.1	77.2	8.8	9.88	4.58	4.15	14.85
	40- 60	271.6	64.5	8.1	10.90	7.24	4.42	10.50
	60- 80	264.2	57.7	7.9	10.94	7.38	4.16	9.04
	80-100	300.1	67.1	7.9	10.08	8.59	3.90	10.56
	100-120	297.4	65.4	8.1	11.31	8.08	4.42	9.27
	120-140	297.5	70.3	8.5	11.85	8.25	4.81	9.00
	140-160	284.1	64.3	8.6	10.90	7.54	4.53	9.78
	160-180	282.2	62.7	8.5	11.10	7.15	4.67	11.78
	180-200	246.8	54.2	8.7	9.87	5.12	3.83	10.29
	200-220	213.3	60.1	8.4	9.16	5.42	3.38	6.19
	220-240	201.1	48.3	8.2	7.98	4.87	2.50	9.50
kuil 2	0- 20	223.3	41.5	6.7	9.82	4.62	3.13	9.47
	20- 40	220.8	44.1	6.9	9.75	4.80	3.23	7.31
	40- 60	220.7	43.3	7.2	10.27	5.23	3.06	7.93
	60- 80	227.3	48.2	7.3	10.09	5.00	3.28	7.92
	80-100	226.2	44.7	7.3	9.00	4.20	3.12	7.25
	100-120	203.1	37.9		8.26	4.00	2.45	7.13
	120-140	157.4	31.6		7.15	3.89	1.74	7.11

Bijlage 3c: Chemische samenstelling van de stromest van de maand juli van kuil 1, 2 en 3. Alle gehalten zijn weergegeven in g/kg vers materiaal.

	diepte cm.	ds	as	pH	Ntot	NH4-N	Ptot	Kopl
kuil 1	0- 20	251.6	68.5	8.9	10.14	4.55	4.85	8.84
	20- 40	247.3	65.3	9.0	9.35	4.85	4.23	10.49
	40- 60	277.7	64.1	8.8	10.63	7.13	4.61	10.84
	60- 80	261.8	59.0	8.5	12.11	8.21	4.28	10.28
	80-100	256.1	55.8	8.3	12.41	8.67	4.01	10.56
	100-120	274.2	62.6	8.6	12.83	9.07	4.41	10.55
	120-140	270.3	59.5	8.7	11.36	7.45	4.46	9.28
	140-160	271.7	60.3	8.7	11.47	8.22	4.42	9.81
	160-180	250.4	56.1	8.7	10.49	7.93	3.72	7.31
	180-200	212.3	42.5	8.5	10.05	6.51	3.10	10.38
kuil 2	0- 20	259.7	47.3	9.3	6.71	1.15	3.07	15.70
	20- 40	328.4	77.3	9.2	9.55	1.23	4.70	23.79
	40- 60	431.3	115.1	9.2	12.57	1.77	7.22	21.47
	60- 80	467.1	114.1	8.8	14.75	3.78	7.44	42.98
	80-100	310.6	74.6	8.5	11.17	5.97	4.87	12.98
	100-120	285.4	68.9	8.3	10.88	6.71	4.80	10.60
	120-140	252.7	57.7	8.6	9.49	7.98	3.30	12.96
	140-160	267.8	60.4	8.5	10.72	6.58	3.90	10.02
	160-180	231.2	42.2	8.5	9.80	5.72	3.38	13.61
	180-200	256.0	61.0	8.2	10.34	5.36	4.38	10.67
	200-220	207.8	43.2	8.4	8.89	5.48	2.82	10.57
	220-240	212.9	41.2	8.5	9.19	5.65	2.78	10.25
kuil 3	0- 20	249.0	53.6	7.7	10.09	4.93	3.63	6.21
	20- 40	253.7	53.9	8.0	10.87	6.09	3.86	9.09
	40- 60	243.3	55.1	8.2	9.90	5.55	3.56	11.60
	60- 80	251.2	59.6	8.0	10.58	5.62	4.14	11.46
	80-100	256.1	59.3	8.1	10.30	5.10	3.95	12.68
	100-120	227.8	52.4	8.1	8.98	4.20	3.45	11.34
	140-160	259.0	63.1	8.1	10.01	4.40	4.14	12.11
	160-180	214.9	49.4	8.3	9.20	9.50	3.42	14.13
	180-200	239.0	59.6	8.2	10.10	7.18	3.80	12.17
	220-240	219.0	47.7	8.0	10.16	6.06	3.23	8.24
	240-260	183.0	36.8	8.1	8.50	5.02	2.50	8.92

Bijlage 3d: Chemische samenstelling van de stromest van de maand augustus van kuil 1, 2, 3 en 4. Alle gehalten zijn weergegeven in g/kg vers materiaal.

	diepte cm.	ds	as	pH	Ntot	NH4-N	Ptot	Kopl
kuil 1	0- 20	405.8	134.0	8.3	13.96	2.84	7.30	19.01
	20- 40	275.7	69.6	8.1	10.21	6.29	4.30	11.57
	40- 60	294.0	72.8	7.5	11.97	8.95	4.77	10.84
	60- 80	307.6	73.0	7.4	12.76	9.23	4.70	10.81
	80-100	321.6	79.3	8.7	11.79	8.36	4.63	9.58
	100-120	311.9	78.9	8.9	11.73	8.37	5.30	8.81
	120-140	176.9	45.1	8.7	6.84	4.60	3.15	5.73
	140-160	301.9	83.4	8.9	11.14	7.70	5.11	9.86
	160-180	283.2	78.2	8.8	10.54	7.45	4.42	9.39
	180-200	265.4	70.3	8.5	10.26	5.74	4.86	8.99
	200-220	263.5	67.0	8.6	9.70	5.90	4.40	9.22
kuil 2	0- 20	264.8	81.2	8.8	8.84	2.50	4.00	7.37
	20- 40	369.0	116.0	8.5	11.58	2.88	7.08	17.47
	40- 60	359.3	99.0	8.5	11.24	4.32	6.56	19.65
	60- 80	268.3	64.5	7.9	10.14	6.62	4.52	15.42
	80-100	269.7	66.9	8.5	9.83	7.06	4.38	6.52
	100-120	271.6	74.3	8.7	10.32	6.45	4.78	10.16
	120-140	270.4	73.9	8.7	9.97	5.95	4.92	6.59
	140-160	181.2	48.1	8.8	5.38	4.55	2.27	8.11
	160-180	174.4	41.1	8.7	6.65	4.55	2.41	10.43
	180-200	282.3	65.9	8.4	10.60	7.13	4.60	7.97
kuil 3	0- 20	386.3	116.5	8.8	12.26	4.80	6.49	17.03
	20- 40	285.6	71.5	8.2	10.73	5.02	4.62	10.15
	40- 60	257.5	62.2	8.3	10.02	5.90	4.25	8.96
	60- 80	297.0	78.4	8.6	10.14	6.88	5.00	10.88
	80-100	301.6	85.5	8.7	9.81	5.20	4.46	11.97
	100-120	285.3	75.8	8.7	10.29	6.04	4.48	11.13
	120-140	260.6	66.0	8.7	9.52	7.22	3.87	12.65
	140-160	251.7	64.9	8.7	9.53	5.93	3.72	11.87
	160-180	289.4	75.5	8.7	10.28	5.56	4.40	10.64
	180-200	286.0	61.3	8.6	10.91	7.39	4.48	9.02
	200-220	237.4	75.8	8.5	9.74	6.45	3.50	8.08
kuil 4	0- 20	345.2	75.4	7.7	11.81	8.00	4.14	11.15
	20- 40	310.8	60.0	7.7	11.43	4.63	4.00	8.73
	40- 60	330.8	69.9	7.9	12.50	5.78	4.79	10.37
	60- 80	317.4	80.0	7.8	9.66	2.91	3.97	14.28
	80-100	508.7	135.9	7.5	14.50	3.64	7.59	22.70
	100-120	395.0	112.7	7.7	12.62	5.29	5.99	16.16
	120-160	279.6	73.9	7.8	9.22	3.83	4.20	12.89
	160-180	299.3	78.1	7.8	9.89	5.39	4.71	10.45
	180-200	286.5	84.7	8.4	9.93	5.80	4.56	11.90
	200-220	278.0	72.8	8.5	9.49	4.49	4.07	11.27
	220-240	306.8	70.2	8.5	10.46	6.08	4.70	10.68
	240-260	308.8	79.9	8.4	11.03	6.37	5.13	10.92

BIJLAGE 4: Chemische samenstelling van drijfmest die op verschillende manieren voorbehandeld of bewaard is en die vijf maal bemonsterd is (niet voor allemaal).

EERSTE BEMONSTERING 16-5-91

behandel	monster	ds %	as %	pH	N-tot g/kg vers	NH4-N g/kg vers	P-tot g/kg vers	K g/kg vers
dr 20	bw 1	15.4	3.8		4.22	1.05	3.76	4.26
dr 70	bw 2	14.9	4.6		3.29	0.91	3.44	4.51
dr 20 z	bw 3	14.7	4.1		8.83	3.70	3.53	3.99
dr 70 z	bw 4	14	3.4		7.67	3.83	3.15	3.50
glas	bw 5	14.4	4.5	7	5.76	4.10	3.33	4.87
glas	bw 6	14.3	4.5	7.1	6.67	4.04	3.40	4.81
glas z	bw 7	14.7	4	4.6	7.13	4.26	3.24	4.82
glas z	bw 8	15	4	4.6	7.28	4.34	3.18	4.85
pvc	bw 9	15	4.6	6.9	6.96	4.06	4.44	4.90
pvc	bw 10	14.7	4.6	8	6.93	4.13	3.46	4.66
pvc z	bw 11	15	3.8	4.6	7.73	3.90	3.14	6.00
pvc z	bw 12	16.4	4.2	4.6	8.67	4.25	3.50	4.91
vrdr z	bw 13	14.8	3.7					
vrdr z	bw 14	14.5	3.4					
vrdr	bw 15	15.5	5.3					
vrdr	bw 16	15.4	4.7					

TWEEDE BEMONSTERING 4-6-91

behandel	monster	pH	N-tot g/kg vers	NH4-N g/kg vers	P-tot g/kg vers	K g/kg vers
dr 20	bw 1					
dr 70	bw 2					
dr 20 z	bw 3					
dr 70 z	bw 4					
glas	bw 5	7.2	7.91	4.4	2.85	4.84
glas	bw 6	7.3	7.58	4.24	2.88	4.92
glas z	bw 7	4.6	11.08	4.14	2.81	4.92
glas z	bw 8	4.6	10.63	4.21	2.68	4.83
pvc	bw 9	7	7.54	4.12	2.79	4.56
pvc	bw 10	7	7.62	4.28	2.39	4.96
pvc z	bw 11	4.6	10.99	4.01	2.7	5.33
pvc z	bw 12	4.6	10.35	4.08	2.56	5.65
vrdr z	bw 13		11.74	4.29	2.26	4.62
vrdr z	bw 14		10.84	4.35	2.23	4.72
vrdr	bw 15		4.82	0.97	2.39	4.75
vrdr	bw 16		4.77	0.91	2.35	4.69

DERDE BEMONSTERING 24-6-91

behandel	monster	pH	N-tot g/kg vers	NH4-N g/kg vers	P-tot g/kg vers	K g/kg vers
dr 20	bw 1		4.93	0.78	2.59	5.54
dr 70	bw 2		3.72	0.36	2.36	5.62
dr 20 z	bw 3		10.13	3.90	2.55	5.33
dr 70 z	bw 4		10.01	3.71	2.36	3.89
glas	bw 5	7.4	7.45	4.87	3.08	5.41
glas	bw 6	7.5	7.36	4.72	3.19	5.73
glas z	bw 7	4.5	10.93	4.06	2.93	6.03
glas z	bw 8	4.5	11.11	3.99	3.15	6.10
pvc	bw 9	7.2	7.39	4.56	3.13	6.39
pvc	bw 10	7.4	7.33	3.30	3.09	4.86
pvc z	bw 11	4.5	10.87	2.54	2.94	4.40
pvc z	bw 12	4.5	11.34	4.26	2.87	6.13
vrdr z	bw 13		11.42	4.35	2.39	4.26
vrdr z	bw 14		10.80	4.24	2.28	4.92
vrdr	bw 15		4.62	0.86	2.56	5.20
vrdr	bw 16		4.54	0.88	2.43	5.56

VIERDE BEMONSTERING 7-8-91

behandel	monster	pH	N-tot g/kg vers	NH4-N g/kg vers	P-tot g/kg vers	K g/kg vers
glas	bw 5	8	8.20	5.14	3.21	4.79
glas	bw 6	8	6.28	3.48	3.26	4.66
glas z	bw 7	4.5	10.46	4.42	3.06	4.69
glas z	bw 8	4.5	10.73	4.47	3.14	4.63
pvc	bw9	7.7	7.92	5.18	3.22	4.59
pvc	bw 10	7.7	7.87	5.30	3.16	4.47
pvc z	bw 11	4.5	10.23	4.22	2.99	4.45
pvc z	bw 12	4.5	10.36	8.17	2.89	4.39

VIJFDE BEMONSTERING 2-9-91

behandel	monster	pH	N-tot g/kg vers	NH4-N g/kg vers	P-tot g/kg vers	K g/kg vers
dr 20	bw 1		5.05	0.90	2.56	4.33
dr 70	bw 2		3.42	0.32	2.29	4.23
dr 20 z	bw 3		9.28	3.80	2.35	3.99
dr 70 z	bw 4		9.03	4.27	2.16	4.16
glas	bw 5	8	6.28	3.88	3.56	4.98
glas	bw 6	7.8	5.16	2.62	3.32	5.39
glas z	bw 7	4.5	11.16	4.80	2.94	4.97
glas z	bw 8	4.5	11.63	4.31	3.07	4.73
pvc	bw 9	7.8	7.26	4.44	2.98	4.12
pvc	bw 10	7.8	7.45	5.46	2.99	4.81
pvc z	bw 11	4.5	12.42	4.34	2.89	4.59
pvc z	bw 12	4.5	11.68	4.44	2.82	4.56
vrdr z	bw 13		10.75	4.59	2.38	4.03
vrdr z	bw 14		10.80	4.53	2.30	3.99
vrdr	bw 15		4.91	0.88	2.55	4.57
vrdr	bw 16		4.61	0.88	2.42	4.61