



Rapport 220

Afvoer en scheiding van strorijke kraamzeugenmest met vijzelsysteem

Augustus 2001



Colofon

Uitgever

Praktijkonderzoek Veehouderij
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info@pv.agro.nl.
Internet <http://www.pv.wageningen-ur.nl>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek Veehouderij

© Praktijkonderzoek Veehouderij

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

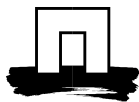
Aansprakelijkheid

Het Praktijkonderzoek Veehouderij aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 2001/oplage 250
Prijs € 17,50 (f 38,56)

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per e-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.



Rapport 220

Afvoer en scheiding van storrijke kraamzeugenmest met vijzelsysteem

Removal and separation of straw rich manure from farrowing sows with screw conveyor

Ir. R.W. Melse
Ing. H. Altena

Augustus 2001

Samenvatting

In de biologische en scharrelvarkenshouderij worden stro en strooiselmateriaal aan de dieren verstrekt. Naar verwachting zal ook binnen de reguliere varkenshouderij het stro- en strooiselgebruik toenemen. De fysieke belasting van de varkenshouder mag hierbij niet toenemen. Het is daarom van belang te beschikken over betrouwbare, automatische ontmestingssystemen voor vaste, storrijke mest.

Het doel van het onderzoek is het uittesten van een vijzelsysteem voor afvoer en scheiding van storrijke mest uit drie biologische kraamafdelingen met elk drie hokken (gedeeltelijk roostervloer). In elk hok werd circa 1 kg tarwestro/dag verstrekt van 1 lengte. Onder het rooster bevindt zich een mestkanaal met schuine wanden met op de bodem een horizontale vijzel (18 m lang, Ø 0,14 m). De geproduceerde stromest werd deels door de dieren door het rooster getrapt en deels handmatig op de vijzel gebracht (stortkokers) tijdens het uitmesten. De vijzel komt vervolgens uit op een opvoervijzel (3,5 m lang, Ø 0,22 m). De buis waarin de opvoervijzel draait, is aan de onderzijde uitgevoerd als zeef. De zeef scheidde een vloeibare fractie af zodat een vaste fractie resteerde. In het onderzoek wordt gekeken naar de werking van de vijzel in combinatie met de verstrekking van stro van verschillende lengten: gehakseld (< 5 cm) of gesneden (0-15 cm) stro. Lang stro (> 25 cm) is verder buiten beschouwing gelaten omdat gebleken is dat het vijzelsysteem vastloopt wanneer lang stro wordt afgevoerd.

Met tussenpozen van 1 week, werd de geproduceerde vaste en vloeibare fractie opgevangen gedurende 24 uur. Dit werd driemaal (gesneden stro) resp. viermaal (gehakseld stro) uitgevoerd. Gemeten werden de geproduceerde hoeveelheid dikke en dunne fractie, de samenstelling van de fracties (stikstof-totaal (N), ammonium, fosfor (P), droge stof (DS), organische stof en zeefrest > 2mm), strotoediening en elektriciteitsverbruik.

Gebleken is dat het vijzelsysteem erg gevoelig is voor verstoppingen. Het gebruik van stortkokers is niet mogelijk. De helling van de schuine putwanden moet groter dan 60% zijn om goede mestafvoer te garanderen. De massaverhouding vloeibare fractie : vaste fractie bedraagt gemiddeld 1:2 voor gehakseld stro en 1:1 voor gesneden stro. De hoeveelheid die in de vaste fractie terechtkomt bedraagt gemiddeld 72-81% van het totaal voor N, 86-94% voor P en 92-96% voor DS. In de tijd neemt het scheidingsrendement af doordat de zeef verstopt raakt.

De kosten van het vijzelsysteem zijn berekend voor twee stalontwerpen en vergeleken met de kosten van een mestschuifstelsel:

Ontwerp 1: Biologische kraamstal

Alle hokken bevinden zich in 1 rij in de lengterichting van de stal hebben elk een buitenuitloop (36 hokken; één gang).

De jaarkosten bedragen € 88 per kraamplaats. De jaarkosten van het mestschuifstelsel zijn 40% lager (€ 53 per kraamplaats)

Ontwerp 2: Reguliere kraamstal:

De kraamafdelingen staan loodrecht op de lengterichting van de stal (36 hokken, zes gangen).

De jaarkosten bedragen € 128 per kraamplaats. De jaarkosten van het mestschuifstelsel zijn 5% lager (€ 122 per kraamplaats).

Geconcludeerd wordt dat het geteste systeem niet praktijkrijp is. Een aantal aanpassingen en verbeteringen wordt voorgesteld.

Door het relatief lagere strooiselgebruik in de reguliere varkenshouderij zal het eenvoudiger en goedkoper om een betrouwbaar vijzelsysteem te ontwikkelen dan voor de biologische varkenshouderij.

Introductie van het vijzelsysteem in de biologische varkenshouderij (Ontwerp 1) wordt bovendien in de weg gestaan door hoge kosten van het mestvijzelsysteem. Introductie in de reguliere varkenshouderij (Ontwerp 2) wordt kansrijker geacht, aangezien de kosten daar ongeveer gelijk zijn aan een alternatief ontmestingssysteem.

Summary

In free range and organic pig farming straw and litter bedding is supplied. In conventional pig farming straw and litter usage will probably increase in future. The physical load on the farmer, however, may not increase. Therefore it is necessary to have reliable, automatic systems for removal of solid straw manure.

Aim of the research is to test a screw conveyor system for removal and separation of solid straw manure from nine farrowing pens with one sow each (partly slatted tribar floor). About 1 kg wheat straw of one length is supplied per pen per day. A manure channel with slanting walls is constructed underneath the slats. At the bottom of the channel a horizontal screw conveyor is situated (length: 18 m; diameter: 0.14 m). Part of the manure is pressed through the slats by the pigs and part is put on the screw conveyor manually using chutes. The horizontal screw conveyor is connected to a diagonally erected screw conveyor (length: 3.5 m; diameter: 0.22 m) that is equipped with a sieve at the bottom. The sieve separates the urine (liquid fraction) from the solid straw manure (solid fraction). The research emphasises on the performance of the screw conveyor system in combination with supply of straw of different lengths: chopped (< 5 cm), or cut (0-15 cm) straw. Long straw (> 25 cm) was excluded from the research because the screw conveyor gets jammed when long straw is transported.

At weekly intervals, liquid and solid fraction was collected during 24 hours. This was repeated 3 times for cut straw and 4 times for chopped straw. The following variables were measured: amount of solid fraction, amount of liquid fraction, composition of both fractions (total-nitrogen (N), ammonium, phosphorus (P), dry matter (DM), organic matter, sieve residue > 2 mm), straw suppletion, and electricity consumption.

The screw conveyor system turned out to be very sensitive to stoppage caused by the presence of straw. Use of chutes was impossible. The slope of the walls of the manure channel must be over 60° to ensure removal of manure by the screw conveyor. The mass ratio of liquid fraction to solid fraction equalled 1 to 2 for chopped straw and 1 to 1 for cut straw. The part of the total amount that ended up in the solid fraction was on average 72-81% for N, 86-94% for P, and 92-96% for DM. After some time the efficiency of separation deteriorated because of clogging of the sieve.

The costs of the screw conveyor system were calculated for two different pighouse designs and compared to the costs of a automatic manure scraper system:

Design 1: Pens are situated in one row lengthways the pighouse (36 pens; 1 row). Each pens has outdoor run. This design is common for *organic farrowing* rooms.

Running costs are € 88 for the screw conveyor system and € 53 per animal place per year for the manure scraper system.

Design 2: Farrowing rooms with 6 pens each are situated perpendicular to the longitudinal axis of the pighouse (36 pens; 6 rows). This design is common for *regular farrowing* rooms.

Running costs are € 128 per animal place per year for the screw conveyor system. Running costs of the manure scraper system are € 122.

It is concluded that the investigated screw conveyor system is not ready for commercial application. A number of adaptations and improvements are suggested.

Successful application will be easier in regular pig farming than in organic pig farming because the suppletion of straw or litter is much lower in regular pig farming.

In organic pig farming (Design 1) application of the screw conveyor system is impeded by high costs. In regular pig farming (Design 2) application of the screw conveyor system is considered more successful because in this case the costs equal the cost of a manure scraper system.

Inhoudsopgave

Samenvatting

Summary

1	Inleiding.....	1
2	Materiaal en methode.....	2
2.1	Beschrijving vijzelinstallatie met zeef	2
2.2	Opzet experimenten.....	4
2.3	Waarnemingen en analyses	5
2.4	Onderzoek helling putwanden	6
3	Resultaten en discussie	7
3.1	Gebruikservaringen.....	7
3.2	Afvoercapaciteit vijzel	8
3.3	Scheidingsrendement	8
3.4	Aanbevelingen voor verbetering systeem.....	11
3.5	Economische evaluatie.....	13
4	Conclusies	15
5	Betekenis voor de praktijk	16
	Literatuur	17
Bijlage	Overzicht biologische kraamafdelingen op Praktijkcentrum Raalte	18

1 Inleiding

De meeste stalontwerpen en mestverwijderingssystemen die in de afgelopen 30 jaar zijn toegepast binnen de varkenshouderij, zijn gericht op de afvoer van drijfmest uit de stal. Hierbij kan gedacht worden aan afvoer onder vrij verval naar een mestkelder en het leegpompen hiervan na een periode van opslag of aan spoel- en rioleringsystemen. De laatste jaren worden deze systemen soms gecombineerd met een methode om de mest al in de stal te scheiden in een dunne en een dikke fractie.

Voor het verwijderen van vaste mest kan men bijvoorbeeld gebruik maken van een mestschuif of de mest handmatig verwijderen. Voor de succesvolle toepassing van strosystemen is het van groot belang dat de fysieke belasting van de varkenshouder kan worden geminimaliseerd door mechanisatie. Er is echter weinig ervaring opgedaan met de automatische verwijdering van vaste mest zoals die wordt geproduceerd in stallen waarin een ruime hoeveelheid stro of strooisel wordt toegepast.

Eén systeem om vaste mest uit een mestput af te voeren is de vijzel.

Een vijzelsysteem kan gemakkelijk worden gecombineerd met mestscheiding, door een zeef aan te brengen in de buis waarin de vijzel draait. Op deze manier wordt de dunne fractie afgescheiden. Evenals bij drijfmestsystemen, kan de ammoniak- en geuremissie worden beperkt door het aanbrengen van schuine wanden in de mestput. Hierdoor wordt het emitterend oppervlak verkleind, waardoor de emissie afneemt.

Vanuit de gedachte dat op dit moment volop strooiselmateriaal wordt toegepast in de biologische en de scharrelvarkenshouderij en dat het gebruik van strooiselmateriaal binnen de reguliere varkenshouderij in de toekomst waarschijnlijk alleen maar zal toenemen, is onderzoek naar de praktische toepassing van een automatisch ontmestingssysteem als de vijzel van groot belang. Het doel van het onderzoek is het uittesten van een vijzelsysteem voor het transport en de scheiding van storsrijke mest uit een kraamzeugenstal. Vastgesteld dient te worden wat het scheidingsrendement van het systeem is bij gebruik van verschillende strolengtes. Uit het onderzoek moet eveneens blijken of het systeem geschikt is voor het afvoeren van de verschillende soorten stromest (storingsgevoeligheid, constructie etc.).

2 Materiaal en methode

Het onderzoek is uitgevoerd op Praktijkcentrum Raalte. De vijzelinstallatie bevond zich onder drie biologische kraamafdelingen; elke afdeling bestond uit drie hokken met in elk hok één zeug. In bijlage 1 is een plattegrond van deze afdelingen gegeven; de mestvijzel bevindt zich in de ruimte onder de roosters.

In de afdelingen werd ongeveer 1 kg tarwestro/hok/dag gedoseerd. Een deel van het stro en de mest werd door de dieren door het rooster getrapt zodat het op de mestvijzel terechtkwam.

Daarnaast zijn de hokken een- of tweemaal per dag handmatig uitgemest. De handmatig verwijderde mest werd via een stortkoker eveneens op de vijzel geworpen.

De mestproductie van een zeug inclusief biggen hangt sterk af van het stadium van de kraamperiode waarin zij zich bevindt. Om gedurende de experimenten een mestsamenstelling te krijgen die representatief is voor de gemiddelde mestsamenstelling gedurende langere tijd, werd gebruik gemaakt van een gespreid oplegpatroon. Dit betekende dat elke 3 weken drie hoogdrachtige zeugen werden opgelegd en drie zeugen met biggen werden afgevoerd. Hierdoor was de mest altijd een mengsel van mest afkomstig van zeugen en biggen in verschillende fasen van de kraamperiode.

De experimenten zijn uitgevoerd in mei en augustus 2000.

2.1 Beschrijving vijzelinstallatie met zeef

In de proefafdelingen bevindt zich een mestruimte met een roostervloer (metalen driekant; 10 x 10 mm). In de mestput onder de roostervloer (diepte 0,85 m; breedte 1,65 m) zijn schuine wanden aangebracht van polyethyleen met hoge dichtheid (HDPE) en een dikte van 1 cm. De hoek tussen de schuine wand en de vloer bedraagt aan beide zijden 45°. Onderin de put bevindt zich een trog die aan de bovenzijde open is. In de trog is een vijzel gemonteerd die de stromest horizontaal uit de stal transporteert. De vijzel (RVS) heeft een lengte van 18 meter, een buitendiameter van 14 cm en een asdiameter van 3 cm. De vijzel wordt aangedreven door een 0,37 kW motor met behulp van twee tandwielen en een ketting. Aan de zijde van de motor is de vijzel gelagerd; de andere zijde draait vrij. Het aantal omwentelingen van de vijzel bedraagt 30 per minuut en de afstand tussen de vijzelbladen 10 cm (oftewel de horizontale verplaatsing bedraagt 3,0 meter/minuut); dit betekent dat de maximale afvoer capaciteit 2,6 m³/h bedraagt. In figuur 1 wordt een bovenaanzicht van de vijzel gegeven (de roostervloer is verwijderd).

Figuur 1 Bovenaanzicht mestvijzel met schuine putwanden



De vijzel loopt via een opening in de buitenmuur naar buiten en eindigt in een gesloten huis, waar de stromest valt op een opvoervijzel (RVS) met een buitendiameter van 22 cm, een asdiameter van 5 cm en een lengte van 3,5 meter. De opvoervijzel bevindt zich in een buis en is opgesteld onder een hoek van ongeveer 45° met de vloer. De vijzel werd aangedreven met een 0,55 kW motor met behulp van twee tandwielen en een ketting. Doordat de opvoervijzel een grotere diameter heeft dan de horizontale vijzel, is de capaciteit toereikend om ophoping van stromest te voorkomen. De as op as afstand tussen het uiteinde van de horizontale vijzel en het begin van de opvoervijzel bedraagt 39 cm.

Een deel van de buis waarin de opvoervijzel draait, is vervangen door een rondgebogen plaat bestaande uit naast elkaar gemonteerde metalen met spleten ertussen. Deze plaat functioneert als zeef en zorgt ervoor dat de dunne mest van de vaste mest wordt gescheiden. De afmetingen van de zeefplaat bedragen 60 cm x 28 cm en de breedte van de spleten 0,7 mm.

Beide vijzels zijn uitgevoerd met een breekbout en een thermische motorbeveiliging en kunnen in tegengestelde richting draaien om een eventueel vastgelopen vijzel weer vlot te krijgen.

In figuur 2 is te zien hoe de horizontale vijzel uit de muur van de stal komt (de buis linksboven op de foto) en uitkomt in een vierkant huis waarop de motor voor de aandrijving van de vijzel is gemonteerd. Het huis rust op een stuk rooster dat de bovenkant van de mestput deels afdekte. Onder het uiteinde van de horizontale vijzel begint de opvoervijzel die schuin naar boven loopt door een tweede buis. Aan de onderzijde van deze buis zijn juist de metalen profielen te zien die de zeef vormen (niet te verwarren met de stukken rooster die de mestput deels afdekken).

Figuur 2 Aansluiting van horizontale vijzel op opvoervijzel met zeef



Wanneer de vijzelinstallatie is ingeschakeld, wordt de mest afgevoerd uit de afdelingen en tegelijkertijd wordt de mest gescheiden in een vloeibare en een vaste fractie. Het overgrote deel van de dunne fractie druppelt door de zeef (of wordt er doorheen geperst) en wordt opgevangen in de mestput onder de installatie. Ook wanneer de vijzel stilstaat, stroomt een deel van de dunne fractie onder vrij verval door de zeef naar de mestput. De stromest wordt opgevangen in een kruiwagen die aan het uiteinde van de opvoervijzel staat.

2.2 Opzet experimenten

Het functioneren van het vijzelsysteem is onderzocht in samenhang met het gebruik van tarwestro van verschillende lengtes. De uitgangssituatie van ieder experiment is dat het reeds in de hokken aanwezige stro en het stro dat tijdens het experimenten gedoseerd werd, van gelijke lengtes was. In elk experiment is gedurende 24 uur de stromest en urine opgevangen. Hiervoor is de vijzel aan het begin van elk experiment leeggedraaid en na 24 uur nogmaals. Zo werden de dunne en de dikke fractie van de mest apart opgevangen.

De opgevangen hoeveelheden werden bepaald (zowel massa als volume) en er werd een monster genomen van beide fracties. Eenmaal is eveneens een monster genomen van de dikke fractie die als eerste uit de opvoervijzel kwam.

Bovenstaand experiment werd drie- of viermaal uitgevoerd met telkens een week tussentijd. Aan het begin van het eerste 24-uurs experiment werd de zeef schoongespoten.

Na de afronding van een serie experimenten werd in de hokken begonnen met dosering van stro met een andere lengte, zodat na enige tijd de beschreven experimenten herhaald konden worden met een andere strolengte. Uit de monsters en de gemeten hoeveelheden van de dunne en de dikke fractie werd het scheidingsrendement van het vijzelsysteem berekend.

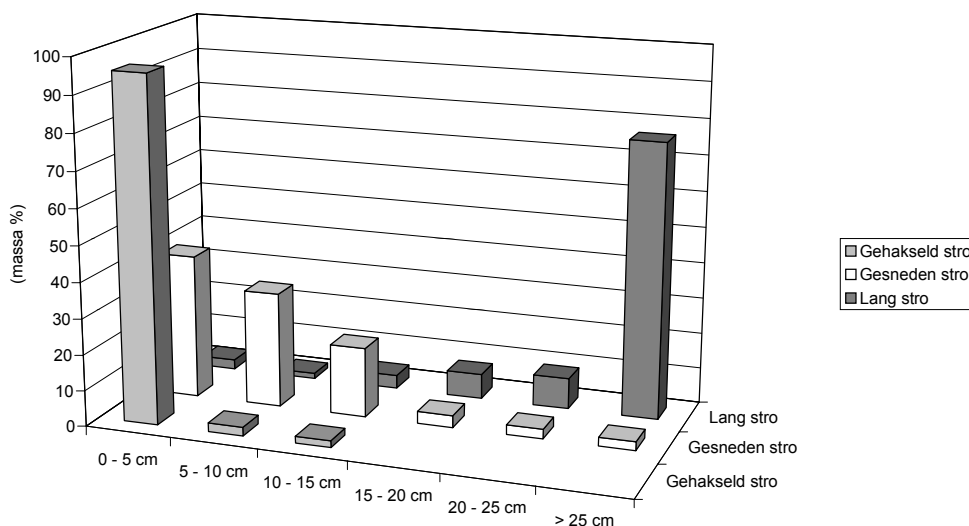
De drie strolengtes die werden onderzocht, zijn:

- Gehakseld stro
- Gesneden stro
- Lang stro

Er kon gekozen worden uit gerstestro en tarwestro. We kozen voor tarwestro omdat daarvan bekend is dat het minder sterk samenklit dan gerstestro, zodat er waarschijnlijk minder snel verstopping van de roostervloer optreedt. Bovendien is tarwestro goedkoper dan gerstestro.

De massaverdeling van de fracties met verschillende lengtes die aanwezig zijn in gehakseld, gesneden en lang stro werd bepaald door de lengte van een hoeveelheid strootjes handmatig op te meten en de zo verkregen verschillende fracties vervolgens te wegen. De massaverdeling van de verschillende strofracties is weergegeven in figuur 3.

Figuur 3 Massaverdeling strofracties met verschillende lengte



2.3 Waarnemingen en analyses

Gedurende de onderzoeksperiode is een logboek bijgehouden waarin de ervaringen en activiteiten met het vijzelsysteem dagelijks werden genoteerd.

In dit logboek staan de optredende storingen, uitgevoerde aanpassingen of reparaties, tijd dat het systeem buiten bedrijf was en overige relevante zaken. Het logboek vormde de basis voor het doen van uitspraken met betrekking tot functioneren, onderhoudsgevoeligheid en storingsgevoeligheid van het systeem.

Bezetting hokken

Er is bijgehouden wanneer de zeugen en biggen uit een afdeling werden afgevoerd en wanneer weer nieuwe zeugen werden geplaatst. Met behulp van deze gegevens is de gemiddelde bezetting van de hokken te bepalen, op grond waarvan het stroverbruik en de mestproductie per zeug per dag kunnen worden berekend.

Toediening stro

De hoeveelheid stro die in de hokken werd gebracht is geregistreerd (aantal balen) gedurende 4 maanden. Het aantal balen is vervolgens omgerekend naar kg stro/hok/dag.

Analyses

De monsters uit de dunne en dikke fractie werden geanalyseerd op de volgende waarden:

- Drogestofgehalte (DS) in g/kg
- Organische stofgehalte (OS; bepaald als drogestofgehalte minus asrest) in g/kg
- Totaal stikstofgehalte (N-totaal) in g/kg
- Ammoniumgehalte (N-NH₄) in g/kg
- Totaal fosfor of fosfaatgehalte (P-totaal) in g/kg
- Zeefrest > 2 mm in % DS

De “zeefrest > 2mm” is een maat voor de hoeveelheid stro die zich in het monster bevindt.

2.4 Onderzoek helling putwanden

Wanneer de helling van de wanden in de mestput onvoldoende is, blijft stromest op de wanden liggen. De wanden raken vervuild en de stromest wordt niet afgevoerd. De helling van de putwanden onder de vijzel bedroeg 45°. Om te onderzoeken of deze helling voldoende is, is een aantal experimenten uitgevoerd waarbij de hellingshoek met behulp van twee verstelbare kunststof platen kon worden gevarieerd. Bij deze experimenten werd de hoek van de putwanden ingesteld, de vijzel ingeschakeld en vervolgens handmatig een hoeveelheid stromest of stro op de putwand gebracht. Na enige minuten is bepaald of de opgebrachte hoeveelheid naar beneden was gegleden en afgevoerd werd of bleef liggen op de putwand. Wanneer de opgebrachte stromest bleef liggen, is het experiment nogmaals uitgevoerd bij een grotere helling.

3 Resultaten en discussie

Gedurende de experimenten is gebleken dat het vijzelsysteem gevoelig is voor verstoppingen. Het gebruik van de stortkokers is bijvoorbeeld niet goed mogelijk. Verder is gevonden dat de helling van de schuine putwanden zeer belangrijk is voor het garanderen van een goede mestafvoer. Tenslotte bleek ook dat het vijzelsysteem niet geschikt is voor de afvoer van lang stro.

3.1 Gebruikservaringen

Ophoping stromest

Bij het gebruikte vijzelsysteem bestaat het gevaar van verstopping. Er worden hiervoor drie oorzaken onderscheiden.

1. Stromest hoopt zich op bij vernauwingen van de vijzel. Dit trad op bij de overspanningen (beugels) die de vijzel op zijn plaats houden. Deze beugels zijn daarom verwijderd tijdens het onderzoek. Het gevolg van ophopingen is dat de stromest niet wordt getransporteerd, maar als een prop op een vaste plaats blijft hangen, terwijl de vijzel er onderdoor draait. Hierdoor ontstaat een grote spanning in de vijzel, die een aantal malen vastliep.
2. Bij het handmatig uitmesten wordt teveel stromest tegelijk (via de stortkoker) op de vijzel gegooid. De vijzel boort als het ware een tunnel en draait onder de hoop stromest door, terwijl de 2^e hoop niet wordt meegevoerd met de vijzel ('brugvorming'). Hierdoor was een normaal gebruik van de stortkokers niet mogelijk. Wanneer de hoop stromest op den duur wel wordt meegenomen door de vijzel, blijft deze steken bij de eerstvolgende vernauwing. Na het opbrengen van een schep stromest via de stortkoker moest een aantal minuten worden gewacht totdat de volgende schep stromest op de vijzel kon worden gegooid.
3. De horizontale vijzel liep een aantal malen vast als gevolg van ophoping van stromest in het huis aan het einde van de vijzel. De oorzaak hiervan was dat de stromest aan het eind van de horizontale vijzel bleef vastzitten en niet op de opvoervijzel viel. Hierdoor hoopte de nieuw aangevoerde stromest zich op in het huis waardoor de horizontale vijzel op den duur geblokkeerd werd. Door de grote kracht die de vijzel uitoefende, werden de vijzelbladen aan het eind van de horizontale vijzel verbogen. Ondanks de verbogen vijzelbladen kon de vijzel hierna weer op normale wijze in gebruik genomen worden.

Helling putwanden

De wanden in de put bleken niet schuin genoeg te staan. Het gevolg is dat veel stro en stromest op de wanden blijft liggen en niet op de vijzel terechtkomt. De meeste stromest blijft liggen op de wand die zich aan de zijde van het hok bevindt. Uit het experiment met de in helling verstelbare wand is gebleken dat de hoek van de putwand minimaal 60° dient te bedragen om er zeker van te zijn dat het stro en de stromest vanzelf naar beneden glijdt.

Gebruik lang stro

Tijdens het testen van de vijzelinstallatie met verschillende soorten stro, is gebleken dat de gebruikte vijzel niet of nauwelijks geschikt is voor het afvoeren van lang stro. Het lange stro wikkelt zich snel om de as van de vijzel en laat moeilijk los, zodat het zich ophoopt en de hierboven beschreven brugvorming zeer snel optreedt. In figuur 4 is te zien dat het lange stro zich ophoopt op de plek waar de vijzel een vernauwing tegenkomt (buisopening rechts op de foto).

Figuur 4 Ophoping van lang stro bij vernauwing van het vijzelkanaal



3.2 Afvoercapaciteit vijzel

Wanneer er gesneden of gehakseld stro werd afgevoerd door het vijzelsysteem, zonder dat er verstoppingen optraden, bedroeg de horizontale verplaatsing van de stromest door het vijzelkanaal ongeveer 2,2 meter/minuut. De theoretische verplaatsingssnelheid was 3,0 meter/minuut zodat de afvoercapaciteit van stromest 75% van de theoretische capaciteit bedroeg. Dit betekent dat de afvoercapaciteit van stromest door het vijzelsysteem maximaal 2,0 m³/h bedraagt.

In de praktijk blijkt dat 1 uur draaien per dag voldoende is om de meeste stromest af te voeren. Om er zeker van te zijn dat de laatste resten stromest ook zijn verwijderd, is het noodzakelijk om de vijzel 2 uur per dag te laten draaien.

3.3 Scheidingsrendement

Omdat het vijzelsysteem niet geschikt was voor het afvoeren van lang stro, zijn de experimenten om het scheidingsrendement van de vijzel te bepalen beperkt tot het gebruik van gehakseld en gesneden stro.

Gemiddelde gehalten

In tabel 1 zijn de gemiddelde gehalten weergegeven van de dikke en dunne fractie die verkregen werd na transport en scheiding van het vijzelsysteem. Hierbij is onderscheiden of er gesneden stro of gehakseld stro in de hokken werd verstrekt. Tevens wordt aangegeven hoeveel per dag van de verschillende mestfracties werd geproduceerd.

De gehalten in het geval van gesneden stro zijn gebaseerd op 3 experimenten van 24 uur en in het geval van gehakseld stro op 4 experimenten van 24 uur. De hoeveelheid stro die in de geproduceerde stromest werd teruggevonden bedroeg voor gesneden stro 1,0 kg/zeug/dag en voor gehakseld stro 1,2 kg/zeug/dag.

Tabel 1 Gemiddelde gehalten van dikke en dunne fractie van storrijke kraamzeugenmest verkregen door scheiding met mestvijzelsysteem

	DS (g/kg)	OS (g/kg)	P-totaal (g/kg)	N-totaal (g/kg)	N-NH4 (g/kg)	Dichtheid (kg/l)	Zeefrest (g DS/kg)	Mestproductie* (kg/zeug/dag)
Gesneden:								
Dik:	207	180	2,2	5,7	1,7	0,3	125	8,4
Dun:	18	11	0,33	2,4	1,9	1	-	7,5
Gehakseld:								
Dik:	252	211	2,7	6,6	1,9	0,3	124	9,4
Dun:	20	11	0,29	2,8	2,4	1	-	5,2

* Inclusief verstrekt stro

Door het gebruik van stro wordt een kleine hoeveelheid mineralen aan de mest toegevoegd. Deze hoeveelheid bedroeg gemiddeld 0,9% van het totale fosfaat en 1,7% van het totale stikstofgehalte.

Gemiddelde scheidingsrendementen

Op grond van de uitgevoerde metingen is een balans opgesteld en is de verdeling berekend van de verschillende componenten over de vloeibare en de vaste fractie. Deze verdeling is in tabel 2 weergegeven.

Tabel 2 Verdeling van componenten over dikke en dunne fractie van storrijke kraamzeugenmest verkregen door scheiding met mestvijzelsysteem

	Gewicht (%)	Water (%)	DS (%)	N-totaal (%)	P-totaal (%)	N-NH4 (%)
Gesneden:						
Dik	52	47	92	72	86	50
Dun	48	53	8	28	14	50
Gehakseld:						
Dik	65	58	96	81	94	58
Dun	35	42	4	19	6	42

Uit tabel 2 blijkt dat het scheidingsrendement van droge stof zeer hoog is. Dit wordt veroorzaakt doordat een groot deel van de droge stof bestaat uit stro dat als gevolg van zijn afmetingen voor bijna 100% in de dikke fractie terechtkomt. Bij mechanische scheiding van stroloze zeugenmest (drijfmest) komt 30 - 70% van de droge stof in de dikke fractie terecht en maakt de dikke fractie 10 - 30% van het totale gewicht uit.

In alle gevallen verliep de afscheiding van P-totaal beter dan de afscheiding van N-totaal. De oorzaak van dit verschil is waarschijnlijk dat een relatief groot deel van de stikstof-totaal terechtkomt in de dunne fractie doordat het opgelost is (als NH₄), terwijl het aanwezige fosfor voor het grootste deel niet opgelost is en dus voor een groter deel in de vaste fractie wordt teruggevonden.

In alle gevallen verliep de afscheiding van P-totaal beter dan de afscheiding van N-totaal. De oorzaak van dit verschil is waarschijnlijk dat een relatief groot deel van het stikstof-totaal terechtkomt in de dunne fractie doordat het opgelost is (als NH₄), terwijl het aanwezige fosfor voor

het grootste deel niet opgelost is en dus voor een groter deel in de vaste fractie wordt teruggevonden.

Wanneer we de resultaten voor gesneden en gehakseld stro met elkaar vergelijken, blijkt dat de afscheiding van N en P voor gehakseld stro iets beter verliep dan voor gesneden stro. Voor gehakseld stro kwam 81% van N-totaal en 94% van P-totaal in de dikke fractie terecht en voor gesneden stro was dit resp. 72% en 86%. Dit wordt veroorzaakt doordat bij gehakseld stro relatief weinig dunne fractie werd geproduceerd (5,2 kg/zeug/dag tegenover 7,5 kg/zeug/dag); hierdoor komen er meer mineralen in de dikke fractie terecht.

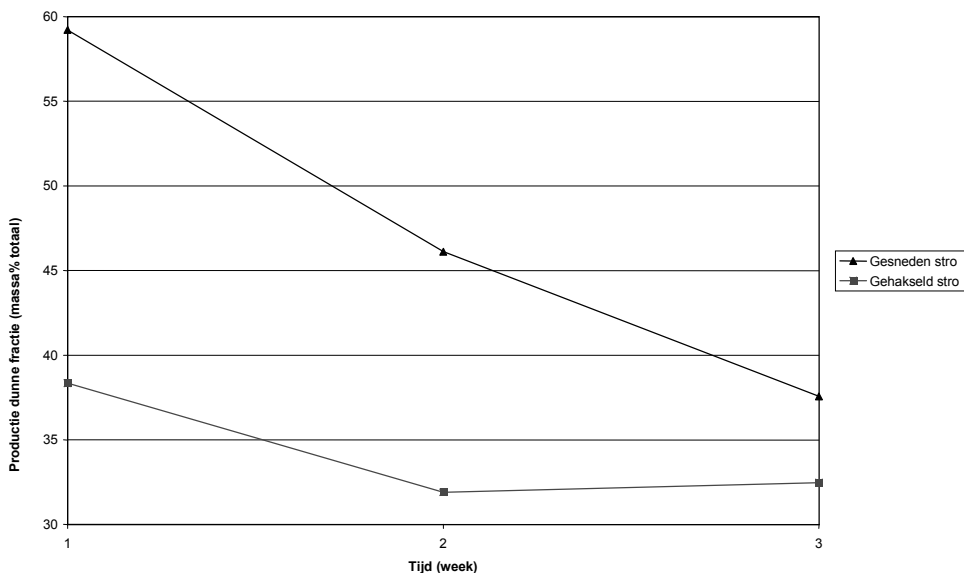
De verklaring voor de kleinere hoeveelheid dunne fractie bij gehakseld stro, is dat er meer gehakseld dan gesneden stro is gedoseerd. De resultaten van de zeefrestanalyse geven aan dat er ongeveer 20% meer gehakseld stro werd gebruikt (1,2 kg/zeug/dag) dan gesneden stro (1,0 kg/zeug/dag). Het drogestofgehalte van stro is erg hoog (81%) waardoor het veel vocht kan opnemen. Hierdoor wordt bij een hogere strodosering meer vocht opgenomen zodat de hoeveelheid vocht die in de dikke fractie terechtkomt hoger is. Het drogestofgehalte van de dikke fractie van gehakseld stro (25%) is nog steeds hoger dan de dikke fractie van gesneden stro (21%) doordat de strodosering hoger is.

Het verschil in scheidingsrendement tussen gehakseld en gesneden stro is echter dermate klein, dat dit geen belangrijke criterium is voor het maken van een keuze. De keuze tussen het gebruik van gehakseld of gesneden stro moet gemaakt worden op grond van beschikbaarheid, prijs en eventueel welzijnsaspecten. In dit onderzoek is niet gekeken naar de invloed van de strolengte op het welzijn van de dieren.

Verloop van scheidingsrendementen in de tijd

De waarden in tabel 1 en 2 zijn de gemiddelde waarden van de verschillende experimenten; door de tijd heen is echter een verandering van het scheidingsrendement te zien. In figuur 5 is weergegeven hoe de productie van dunne fractie afnam in de tijd. De hoeveelheid dunne fractie is uitgedrukt als percentage van de totale hoeveelheid mest die is geproduceerd.

Figuur 5 Verloop van het rendement in de tijd van productie van dunne fractie uit biologische kraamzeugenmest met behulp van mestvijzelsysteem



Zoals uit figuur 5 blijkt, daalde de hoeveelheid geproduceerde dunne fractie voor gehakseld stro in drie weken van 38% naar 32% en voor gesneden stro zelfs van 59% tot 38%. De hoeveelheid dikke fractie steeg in deze periode dus van 62% tot 68% voor gehakseld stro en van 41% tot 62% voor gesneden stro. Het drogestofgehalte van de gevormde dikke fractie daalde hierdoor.

Als gevolg van de afname van de productie van dunne fractie, varieerden de scheidingsrendementen van P-totaal, N-totaal en N-NH₄ ook in de tijd. Bij een afname van de hoeveelheid dunne fractie neemt de totale hoeveelheid fosfaat en stikstof in de dunne fractie af, en dus ook het scheidingsrendement. Deze verandering in scheidingsrendement trad het sterkst op bij N-NH₄, omdat de concentraties van N-NH₄ in de dikke en de dunne fractie ongeveer gelijk aan elkaar zijn. De concentratie van P-totaal in de dunne fractie is zeer laag, waardoor de hoeveelheid dunne fractie die geproduceerd wordt nauwelijks effect heeft op het scheidingsrendement.

De verklaring van het verloop van het scheidingsrendement ligt waarschijnlijk in het verstopt raken van de zeef. Aan het begin van een serie experimenten werd de zeef schoongespoten. Bij het eerste 24-uurs experiment werd vervolgens relatief veel dunne fractie geproduceerd; gedurende de weken die voorbijgingen raakte de zeef verstopt waardoor de hoeveelheid geproduceerde dunne fractie omlaag ging. De reden dat de zeef verstopt raakt, is dat een kleine hoeveelheid vast materiaal op de zeef achterblijft. Na het stilzetten van de vijzel krijgt dit materiaal gedurende een dag de kans om in te drogen. Hierdoor ontstaat gaandeweg een korst die een deel van de zeef afsluit.

Daarnaast veranderde het scheidingsrendement gedurende de tijd dat de vijzel was ingeschakeld. Wanneer de vijzel gestart werd, was het eerste gedeelte van de geproduceerde vaste fractie relatief nat en werd een relatief grote hoeveelheid dunne fractie afgevoerd. Daarna werd drogere stromest afgevoerd. De oorzaak van dit verloop was dat na het uitschakelen van de vijzel altijd een kleine hoeveelheid stromest in de uitstroomopening van de vijzel bleef zitten. Deze stromest bleef in de vijzelopening steken doordat de vijzelbladen aan het einde van de horizontale vijzel verbogen waren. De gier die gedurende de gehele dag geproduceerd werd, kon daardoor niet onder vrij verval wegllopen naar de zeef maar werd tegengehouden door de stromest en bleef in de vijzelgoot staan. Wanneer de vijzel na een aantal uren gestart werd, kwam de stromest en de opgehoopte gier als eerste naar buiten; vervolgens kwam er relatief droge vaste fractie uit de vijzel. Een extra monsternamen bij één experiment gaf aan dat de geproduceerde vaste fractie meteen na het inschakelen van de vijzel een gehalte van 18% DS had en dit toenam tot 25% DS voor de vaste fractie die na enige minuten werd afgevoerd.

3.4 Aanbevelingen voor verbetering systeem

Gebleken is dat er gemakkelijk ophoping van stromest en verstopping van het systeem kan optreden en dat normaal gebruik van de stortkokers niet mogelijk is. Op grond van de gebruikservaringen en de gevonden scheidingsresultaten, wordt een aantal aanbevelingen gedaan voor verbetering en gebruik van het systeem.

Ophoping en verstopping

Afval in vijzelgoot verwijderen

In de vijzelgoot mag zich absoluut geen afval bevinden zoals bouten, moeren etc.; hierdoor kan de vijzel vastlopen. Dit betekent dat het gehele systeem na installatie schoongemaakt en gecontroleerd moet worden voordat het in gebruik wordt genomen.

Uitwerper monteren

Om ophoping van stromest in het huis aan het einde van de horizontale vijzel te voorkomen, is het noodzakelijk een uitwerper te monteren. Dit aan het einde van de vijzelas gemonteerde metalen plaatje of in omgekeerde richting gemonteerde stukje vijzelblad, zorgt ervoor dat de stromest gemakkelijk losraakt van de horizontale vijzel en op de opvoervijzel valt.

Frequentie en duur leegdraaien vijzel verhogen

Wanneer de vijzel vaker (minimaal eenmaal per dag) wordt leeggedraaid, zal zich minder snel stromest ophopen en verstopping optreden. De vijzel moet zo lang draaien totdat de laatste resten stromest uit het vijzelkanaal zijn verwijderd. Dit kan met behulp van een eenvoudige tijd klok worden gerealiseerd.

Grotere vijzeldiameter

Door gebruik te maken van een vijzel met een grotere diameter neemt de afvoercapaciteit van het vijzelsysteem toe. Hierdoor zal verstopping of ophoping van stromest minder snel plaatsvinden. Toepassing van een vijzel met een grotere diameter zal echter hoge kosten met zich meebrengen. Wanneer de vijzeldiameter wordt vergroot van 150 mm naar 200 mm worden de investeringskosten per meter vijzelschroef ongeveer verdubbeld.

Grotere hellingshoek schuine wanden

Door de hellingshoek van de schuine platen te vergroten van 45° naar 60° blijft stromest minder gauw liggen op de schuine wanden en zal meteen op de vijzel terechtkomen. Dit kan bereikt worden door de putbreedte te verkleinen bij een gelijkblijvende putdiepte, of door de put dieper te maken bij een gelijkblijvende putbreedte. Hierdoor veranderen de investeringskosten van de stal. Uitgaande van een niet onderkelderde afdeling met alleen een mestkanaal onder de roostervloer, zullen de investeringskosten van het mestkanaal in het eerste geval (smallere put) dalen van € 90 tot € 70 en in het tweede geval (diepere put) stijgen van € 90 tot € 140 per strekkende meter mestkanaal.

Gebruik stortkokers*Bredere vijzelgoot*

Wanneer de goot waarin de vijzel draait breder wordt gemaakt, is de opslagcapaciteit voor stromest in de goot onder de stortkoker groter. Hierdoor kunnen grotere hoeveelheden stromest ineens door de stortkoker worden gegooid zonder dat de stortkoker vol raakt.

Aanbrengen versnipperaar

Onder de stortkoker kan in principe een apparaat worden aangebracht dat het stro versnipperd of verdeelt, waardoor het materiaal beter door de vijzel kan afgevoerd worden. Dit betekent wel dat er onder elke stortkoker een apparaat gemonteerd moet worden; dit zal aanzienlijke kosten met zich meebrengen.

Scheidingsrendementen*Reinigen zeef*

Door de zeef regelmatig schoon te maken (schoonspuiten met water), kan het scheidingsrendement van de zeef verhoogd worden. Dit kan eventueel geautomatiseerd worden door een sproeikop te monteren die de zeef regelmatig schoonspuit.

Frequentie leegdraaien vijzel

Wanneer de vijzel meerdere malen per dag wordt leeggedraaid, zal waarschijnlijk ook het rendement omhoog gaan. De zeef krijgt minder lang de gelegenheid om in te drogen, waardoor hij minder snel verstopt raakt.

Type zeef

Door het toepassen van een ander type zeef (ander materiaal, andere vorm of grootte van de gaatjes) is het scheidingsrendement mogelijk te verbeteren en verstopping te voorkomen.

Besturing vijzelsysteem

Beveiliging

Om schade bij het vastlopen van de vijzel te voorkomen is het noodzakelijk de vijzel met een breekbout en de motoren thermisch te beveiligen.

Wanneer de opvoervijzel uitvalt als gevolg van een storing moet de horizontale vijzel ook uitgeschakeld worden.

Inschakelvolgorde

Na inschakeling van het vijzelsysteem moet eerst de opvoervijzel beginnen te draaien en vervolgens pas de horizontale vijzel. Hierdoor wordt ophoping van stromest en vastlopen van de vijzel voorkomen.

3.5 Economische evaluatie

De kosten van het vijzelsysteem zijn doorgerekend voor verschillende ontwerpen. Er wordt gerekend met een hokbreedte van 2 m. Als gevolg van ondiepere kelders, zijn de bouwkosten van een stal met mechanische mestafscheiding lager dan de bouwkosten van een stal waarin drijfmestopslag plaatsvindt onder de stal. In de kostenberekening is hiervoor niet gecorrigeerd. Ter vergelijking zijn ook de kosten van een mestschuif berekend. De mestschuif is een mechanisch afvoersysteem dat eveneens gebruikt kan worden voor de afvoer van vaste mest. Voor de berekening van de kosten van het mestschuifstelsel is de horizontale mestvijzel vervangen door een mestschuif; de opvoervijzel blijft wel onderdeel van het systeem uitmaken. In de berekeningen wordt ervan uitgegaan dat er geen extra kosten worden gemaakt voor de afvoer van de dunne fractie. De resultaten van de kostenberekening zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3 Investeringsbedragen en jaarkosten van vijzelsysteem en mestschuif voor afvoer van storrijke kraamzeugenmest (€/kraamplaats)

	Mestvijzel			Mestschuif		
	9	36	36	9	36	36
	hokken (1 rij)	hokken (1 rij)	hokken (6 rijen)	hokken (1 rij)	hokken (1 rij)	hokken (6 rijen)
Investeringsbedrag	806	521	770	945	326	757
Jaarkosten	135	88	128	152	53	122
Bestaande uit:						
- Afschrijving (10%)	81	52	77	94	33	76
- Rente (2,75%)	22	15	21	26	9	21
- Onderhoud (3%)	24	15	23	28	10	23
- Energie (f 0,25/kWh)	9	5	7	3	1	3

In de experimentele situatie is sprake van negen biologische kraamzeughokken op één rij. De investeringskosten bedragen dan € 806 en de jaarkosten € 135 per biologische kraamzeugenplaats. De investeringskosten van een mestschuif van deze lengte komen 17% hoger uit; de jaarkosten zijn 12% hoger.

In een biologische kraamstal hebben alle hokken een buitenuitloop. Daarom bevinden de hokken zich in het algemeen in een lange rij in de lengterichting van de stal. Deze situatie wordt geïllustreerd door de berekening van 36 kraamhokken op één rij.

In vergelijking met negen hokken op één rij, dalen de investeringskosten van de mestvijzel tot € 521 en de jaarkosten tot € 88 per biologische kraamzeugenplaats. De investerings- en de jaarkosten van de mestschuif zijn ongeveer 40% lager, resp. € 326 en € 53 per kraamplaats. Bij de mestschuif is dus sprake van een sterk schaaleffect: de kosten per dierplaats dalen sterk wanneer de lengte van het mestafvoerkanaal toeneemt. Dat dit schaaleffect bij de mestvijzel veel geringer is, wordt veroorzaakt doordat elke extra meter vijzel een flinke investering vergt, terwijl de extra investering voor de mestschuif in principe slechts bestaat uit een extra meter staalkabel.

In de reguliere varkenshouderij staan de kraamafdelingen in het algemeen loodrecht op de lengterichting van de stal. Daarom zijn eveneens de kosten berekend van een installatie waarbij sprake is van zes naast elkaar gelegen afdelingen met elk zes hokken (36 hokken, zes rijen). De investeringskosten van de vijzel bedragen € 770 en de jaarkosten € 128 per kraamplaats. De kosten van de mestschuif zijn hieraan praktisch gelijk.

4 Conclusies

- A. Het vijzelsysteem kan gebruikt worden voor de afvoer van storrijke mest uit een stal waarin gesneden of gehakseld stro wordt verstrekt. Het onderzochte vijzelsysteem met een diameter van 14 cm is echter niet geschikt om lang stro af te voeren.
- B. De storrijke mest kan met het systeem gescheiden worden in een vaste en een vloeibare fractie in de massaverhouding 1:2 voor gehakseld en 1:1 voor gesneden stro. Van de totale hoeveelheid fosfaat kwam 86-94% en van de totale hoeveelheid stikstof kwam 72-81% in de dikke fractie terecht. Door het uitvoeren van een aantal aanpassingen kan de verhouding vast:vloeibaar waarschijnlijk verhoogd worden, zodat een drogere dikke fractie wordt verkregen met een hoger fosfaatgehalte en een lager stikstofgehalte.
- C. Gezien het grote aantal storingen dat tijdens het onderzoek is opgetreden (vastlopen, overbelasting etc.) en de beperkingen die dit oplevert (bijvoorbeeld dat stortkokers niet normaal kunnen gebruikt worden), is de conclusie dat het geteste systeem niet praktijkrijp is. Aanpassingen en verbeteringen van het systeem zijn noodzakelijk om een betrouwbaar systeem te ontwikkelen.
- D. Voor een systeem met 36 kraamhokken op een rij zijn de investerings- en jaarkosten van het mestvijzelsysteem 40% hoger dan van een mestschuifstelsel. De kosten van het vijzelsysteem zullen introductie in de biologische varkenshouderij daarom in de weg staan.
- E. Wanneer er sprake is van afdelingen die loodrecht op de lengterichting van de stal staan, zoals in de reguliere varkenshouderij, zijn de kosten van de mestvijzel en de mestschuif ongeveer gelijk. Bovendien wordt bij strooiselverstrekking in de reguliere varkenshouderij minder strooisel gebruikt dan in de biologische varkenshouderij. Het ontwikkelen van een betrouwbaar vijzelsysteem zal hierdoor eenvoudiger en goedkoper zijn. Introductie van het mestvijzelsysteem in de reguliere varkenshouderij wordt daarom succesvoller geacht.

5 Betekenis voor de praktijk

Het gebruik van een vijzel voor de afvoer van vaste mest is alleen zinvol wanneer de fysieke belasting van de varkenshouder afneemt. Het gebruik van storkokers is hierbij essentieel. Aangezien de storkokers niet gebruikt konden worden in verband met overbelasting van het systeem, is het vijzelsysteem niet praktijkrijp en zijn aanpassingen noodzakelijk.

In de praktijk bevinden biologische kraamhokken zich op een rij omdat elk hok een buitenuitloop heeft. De investerings- en jaarkosten van het mestvijzelsysteem zijn in dit geval veel hoger dan van een mestschuifstelsel. Dus ook de kosten van het mestvijzelsysteem staan praktische toepassing in de biologische varkenshouderij in de weg.

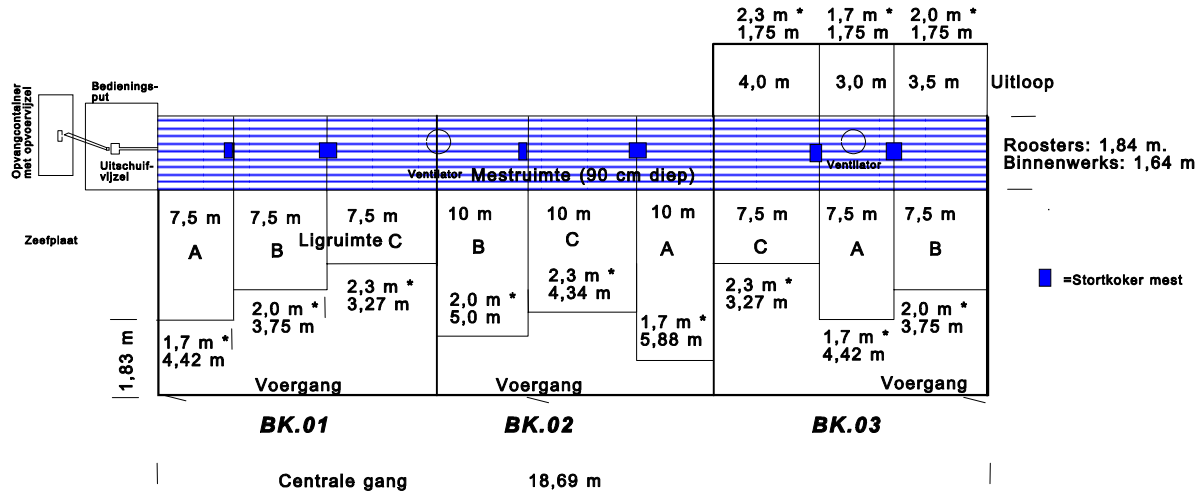
Mogelijk dat het vijzelsysteem in de reguliere varkenshouderij meer kans maakt als concurrent van de mestschuif. In de reguliere varkenshouderij bevinden de afdelingen zich in het algemeen loodrecht op de lengterichting van de stal. In dat geval zijn de kosten van de mestschuif en de mestvijzel ongeveer gelijk.

Literatuur

Brok, den, G.M.; N. Verdoes; A.I.J. Hoofs; C.E.P. van Brakel. Varkensstallen met een lage ammoniakuitstoot. (1997). Proefverslag P2.32. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Verdoes, N., G.M. den Brok, J.H.M. van Cuyck. Mechanische mestscheiders als mogelijke schakel in de mestbewerking op bedrijfsniveau. (1992). Proefverslag P1.77. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Bijlage Overzicht biologische kraamafdelingen op Praktijkcentrum Raalte



Toelichting:

Gearceerd gedeelte: roostervloer (metalen driekant; 10 x 10 mm).
 A, B, C: in grootte variërende hokken met ingestrooide vloer.
 BK: biologische kraamafdeling