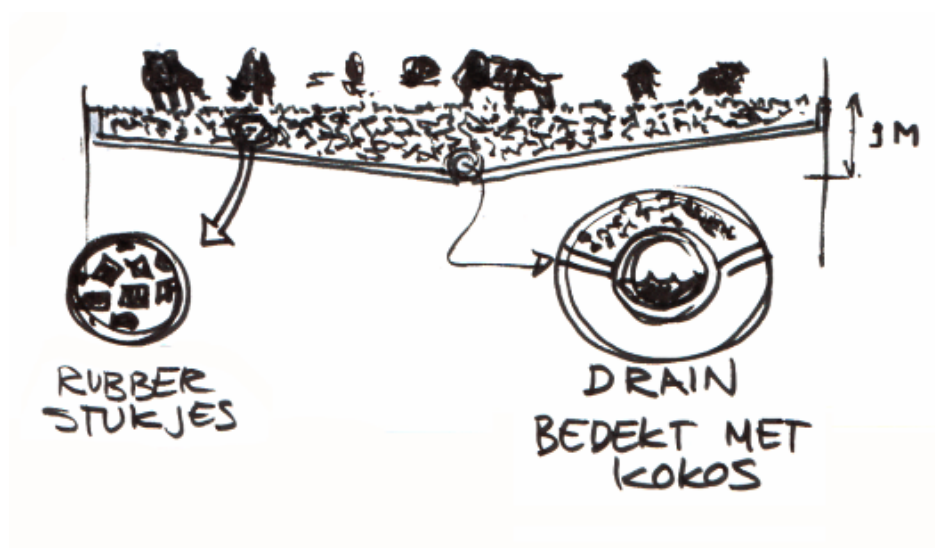


Innovaties in huisvesting van melkvee *(inter)nationale inspiraties*



Maart 2007



Rapport 36

Animal Sciences Group - Rapport 36

Innovaties in huisvesting van melkvee *(inter)nationale inspiraties*

Bouwstenen uit de workshop op 7 en 8 december 2006

Redactie door:

Paul Galama
Sjoerd Bokma
Hendrik Jan van Dooren
Frank Lenssinck

Voorwoord

Innovaties in huisvesting van melkvee staat om verschillende redenen sterk in de belangstelling. Er is een maatschappelijke druk om dieren op een meer welzijns- en milieuvriendelijke manier te huisvesten en op een wijze die past in het landschap. Veel melkveehouders zijn bezig met renovatie of nieuwbouw omdat de stal verouderd is of omdat men het bedrijf wil uitbreiden. De kosten hiervan zijn vaak hoog. Daarom is het belangrijk dat er goede afwegingen gemaakt worden die rekening houden met de behoeftes van de koe, de boer en de omgeving.

Vanuit twee projecten kwam het initiatief een workshop te organiseren over bouwstenen en bedrijfsconcepten voor innovatief huisvesten van melkvee. In het netwerkproject “Koecomfortabel bouwen” (onderdeel van het onderzoeksprogramma Netwerken in de Veehouderij) is in het najaar van 2006 veel inspiratie opgedaan door boeren onderling en met deskundigen. Met name architect Yehuda Sprecher heeft veel ervaring met het houden van koeien in systemen zonder ligboxen in Israël. Hij ontwerpt sterk vanuit de behoeftes van de koe. Zijn inspiratie was mede aanleiding voor deze workshop. Ook vanuit het PZ project “High-techbedrijf” was er reden huisvesting kritisch onder de loep te nemen. De stal op het High-techbedrijf op de Waiboerhoeve is vernieuwend qua bovenbouw en stalindeling, echter de diergezondheid en het welzijn van de koeien zijn niet optimaal. De hoge prestaties die van koeien verwacht worden, namelijk een lang, aangenaam en productief leven, vergen een perfecte leefomgeving.

De workshop is gehouden op 7 en 8 december 2006. De centrale vraag tijdens de tweedaagse was:
”Hoe hou ik een koe in een omgeving waar zowel de koe, in alle fasen van haar leven, en de veehouder goed functioneren. Goed in de betekenis van: plezier voor de veehouder, een lang, productief en

efficiënt leven voor de koe en een houderijsysteem die maatschappelijk gewaardeerd wordt.

Er zijn via creatieve sessies veel ideeën aangereikt, waarvan opvallend veel over huisvesten van koeien met minder beton en geen ligboxen. De ligbox heeft namelijk naast voor- ook enkele nadelen.

Voordelen ligbox

- koe ligt economisch, daardoor weinig m2 per koe nodig
- weinig mest op ligplaats, daardoor hygiënisch
- mest- en liggedeelte zijn gescheiden

Nadelen ligbox

- als je de ligbox niet goed uitvoert zal de koe haar stoten of beschadigen of verwonden
- de koe is beperkt in haar mogelijkheden bij het opstaan
- De koe is beperkt in haar bewegingsvrijheid
- Kosten stalinrichting

Via een proces van inventariseren, verrijken en prioriteren zijn uiteindelijk 13 ideeën geselecteerd. Deze zijn beschreven als innovatiekaarten.

Op iedere innovatiekaart is het belang en de ontwikkelpunten aangeven. Deze innovatiekaarten zijn bedoeld als inspiratie voor vernieuwende boeren en nader onderzoek.

De ideeën zijn kritisch besproken in het netwerk “Koecomfortabel bouwen”. De deelnemers van dit netwerk geven prioriteit aan:

- Goedkoop en flexibel bouwen
- Ontwikkelen van concepten zonder ligboxen
- Verder ontwikkelen en toepassen van sensoren in stallen
- Bovenbouw

Namens de deelnemers van de workshop,

Paul Galama

Deelnemers workshop

Animal Sciences Group

Paul Galama

Jelle Zijlstra

Sjoerd Bokma

Hendrik Jan van Dooren

Frank Lenssinck

netwerkbegeleider

procesbegeleider

projectleider High-tech

onderzoeker Huisvesting

deskundige bedrijfssystemen

Veehouders

Dirk Siert Schoonman

Anton Stokman

Sjaak Koopman

LTO, innovatie melkveehouderij

lid netwerk Koe-comfortabel bouwen

lid netwerk Koe-comfortabel bouwen

Gast

Yehuda Sprecher

architect uit Israël



Beoordeling innovaties

Per innovatiekaart is aangegeven:

- omschrijving idee
- aanleiding
- voor- en nadelen
- ontwikkelpunten
- onderbouwing
- meer informatie
- conclusies
- foto's

De onderbouwing is gescoord op een schaal van 1 tot 10 voor de onderdelen:

- welzijn
- arbeid
- milieu
- economie
- flexibiliteit

De score is ten opzichte van een gangbare ligboxenstal:

- *lager dan 5 betekent een achteruitgang*
- *een 5 betekent vergelijkbaar met gangbare ligboxenstal*
- *hoger dan 5 betekent een vooruitgang*

De conclusie is gescoord op een schaal van 1 tot 5 van de onderdelen:

- haalbaarheid;
d.w.z. is het binnen 5 jaar te realiseren
- potentie;
d.w.z. is het een sprong voorwaarts en is het voor veel boeren interessant
- risico;
d.w.z. zijn er nog veel onzekerheden met grote gevolgen

	1	2	3	4	5
<u>Haalbaarheid</u>	<i>Niet</i>	<i>Moeilijk</i>	<i>Twijfel</i>	<i>Goed</i>	<i>Makkelijk</i>
<u>Potentie</u>	<i>Zeer weinig</i>	<i>Weinig</i>	<i>Neutraal</i>	<i>Veel</i>	<i>Heel veel</i>
<u>Risico</u>	<i>Zeer weinig</i>	<i>Weinig</i>	<i>Neutraal</i>	<i>Veel</i>	<i>Heel veel</i>

Inhoudsopgave

De innovatiekaarten zijn ingedeeld in:

- A Bedrijfsconcepten
hierbij gaat het vooral om een basisidee voor een totaal huisvestingsconcept
- B Bouwstenen
hierbij gaat het om bedrijfsonderdelen

A. Bedrijfsconcepten

1. Weidestal
De wei is de stal of mobiele stal in de wei
2. XXXL
Erg royale stal met veel ruimte voor koeien en bezoekers
3. Sensorstal
Probleemkoeien attenderen en koeien vermaken
4. Meer keuze stal
Koeien krijgen vrijheid om zelf keuzes te maken
5. Familiestal
Meerdere leeftijdsgroepen door elkaar in één ruimte

B. Bouwstenen

6. Zandstal
geen ligboxen; koeien houden in zandbak
7. Gedroogde bedding stal
geen ligboxen: koeien houden op gedroogde mest
8. Gecomposteerde bedding stal
geen ligboxen; koeien houden op gecomposteerde mest
9. Kunststof bedding stal
(deels) geen ligboxen: ligruimte met doorlaatbare vloer die urine en mest afvoert
10. Walking floor
geen ligboxen: bewegende vloer
11. Gassen afvangen
Schadelijke gassen afvangen
12. Mestzuiger
mest opzuigen
13. Bovenbouw
Ventilatie en verschillende dakconstructies

Nr. 1 Titel Weideststal

Omschrijving

De koeien worden gehuisvest in meerdere stallen die verplaatsbaar zijn in de wei. De stallen worden dagelijks verplaatst. De stal kan bestaan uit een schaduwdoek of een greenhouse. Misschien is zelfs een opvouwbare stal mogelijk. De stal kan in de winterperiode op een erf gezet worden en dan als winterstalling dienen.

Een andere benadering is om de wei als stal te zien. De bosjes in de buurt kunnen zorgen voor minimale schuilmogelijkheden.

Aanleiding

Er is een maatschappelijke wens om koeien te beweiden. Vooral bij grote koppels koeien en / of een slechte verkaveling is beweiden moeilijker inpasbaar. Ook is er een tendens om grote natuurgebieden te gaan beheren met melkvee. Beweiden bij een grootschalige aanpak en / of een situatie met slechte verkaveling wordt makkelijker met mobiele bedrijfsonderdelen waaronder de stal, maar bijvoorbeeld ook een mobiel melksysteem. Door de wei als stal te zien of met een mobiele stal is geen investering in een dure stalvloer nodig.

Voordelen

- beweiden wordt makkelijker inpasbaar bij grote koppels
- je kunt gemakkelijk subgroepen maken
- slechte verkaveling is minder een probleem
- met rondtrekkend melkvee kun je grootschalig natuurgebieden beheren

Nadelen

- als je de stal niet genoeg verplaatst is de kans groot op veel vertrapping
- veel werk door verplaatsen stal
- mobiele constructie is problematisch en is windgevoelig
- onduidelijk of een bouwvergunning nodig is

Ontwikkelpunten

- voorkomen van vertrapping
- ontwikkelen mobiele stal
- ontwikkelen systeem zonder stal; de wei met bosjes als stal zien
- ontwikkelen van mobiele faciliteiten: voeren, melken, veeverzorging

Onderbouwing

De onderbouwing is nog erg globaal, omdat het idee nog onvoldoende uitgewerkt is. Het lijkt vooralsnog duur en arbeidsintensief, maar juist daarover moet verder nagedacht worden. Globaal:

Score (1 = slecht, 10 = uitstekend, huidige ligboxenstal = score 5)

Welzijn	7
Milieu	4
Arbeid	2
Economie	2
Flexibiliteit	9

Meer informatie

Voor mobiele melksystemen www.mobilemilking.com

Conclusie

Vanwege de vele onzekerheden wordt het perspectief heel voorzichtig ingeschat: (1 = laag, 3 = gemiddeld, 5 = hoog)

Haalbaarheid	2
Potentie	2
Risico	4

Foto's



individuele / mobiele stal voor koeien



Mobiele melkwagen in Ierland (zie www.mobilemilking.com)



Nr. 2 Titel XXXL stal

Omschrijving

Een stal met veel ruimte voor de koe en de burger. De uitdaging is een stal te ontwerpen die royaal is, maar goedkope m²'s. De bovenbouw moet dan een goedkope constructie zijn of een deel van de stal is een open uitloop. Het buitengedeelte kan een droge wei zijn, waarvoor geen milieuvergunning nodig is. De uitloop eventueel overkappen bij regen.

Aanleiding

Welzijn van het vee en burgers toegang geven tot het bedrijf worden maatschappelijk steeds belangrijker. Door ruim te bouwen krijgt de koe veel bewegingsruimte en kan haar natuurlijk gedrag uiten. Ook ontstaan er dan meer mogelijkheden om haar burgers het bedrijf te tonen

Voordelen

- welzijn koe
- toegang publiek
- zeer flexibel

Nadelen

- duur door veel m² per koe
 - onzeker of de koe alle ruimte benut
-

Ontwikkelpunten

- toegang tot burgers inbedden in stalontwerp
- goedkope m² per koe creëren (bijvoorbeeld zie tekening "binnenplaats")
- vorm gebouw (bijvoorbeeld rond is veel m² bij beperkte omtrek)
- uitloop van koeien in wei of "binnenplaats" acceptabel maken voor milieu
- koeien spreiden

Onderbouwing

Nog erg onzeker vanwege de vele opties. Globaal:
Score (1 = slecht, 10 = uitstekend, huidige ligboxenstal = score 5)

Welzijn	9
Milieu	4
Arbeid	2
Economie	2
Flexibiliteit	9

Meer informatie

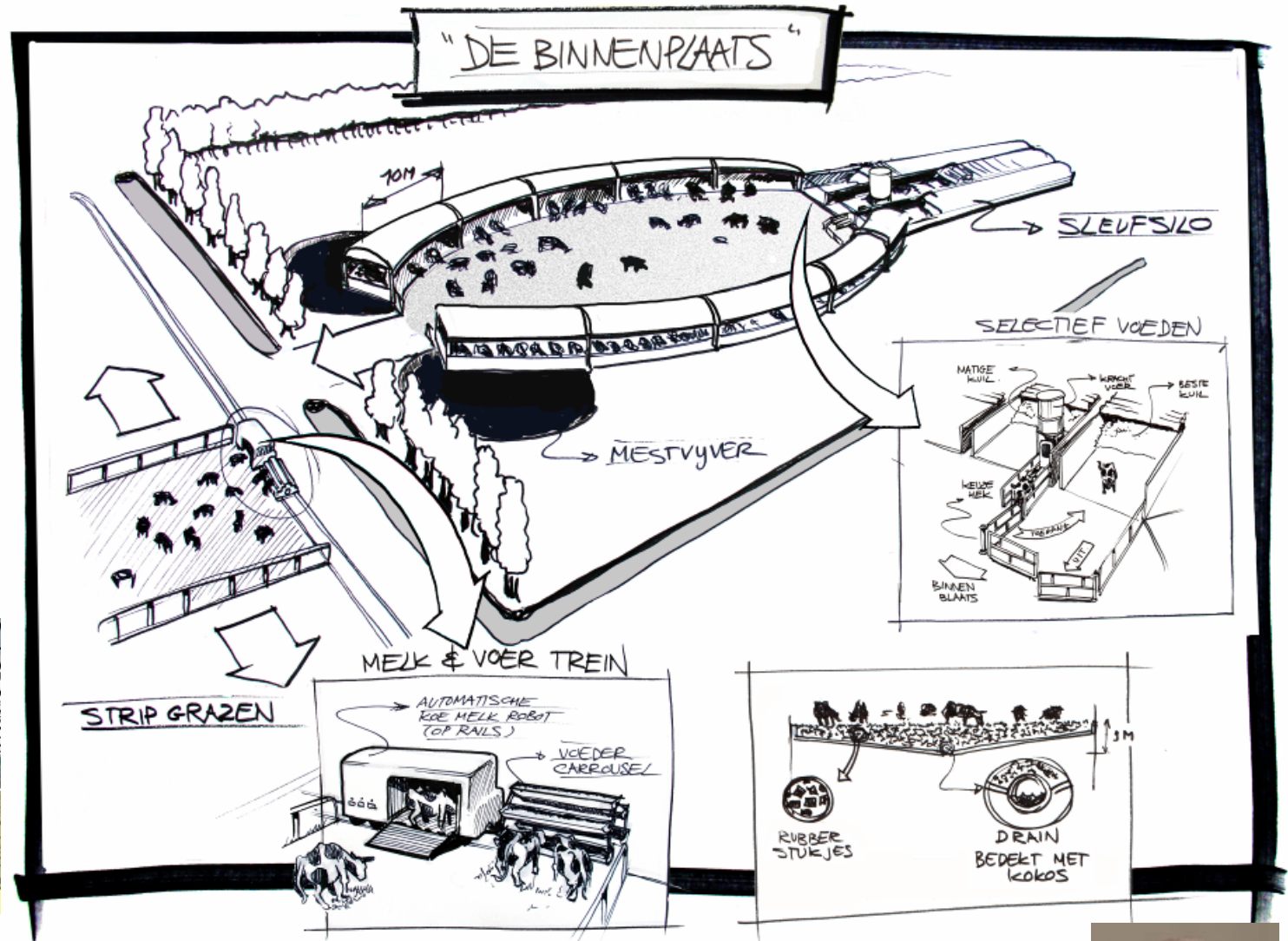
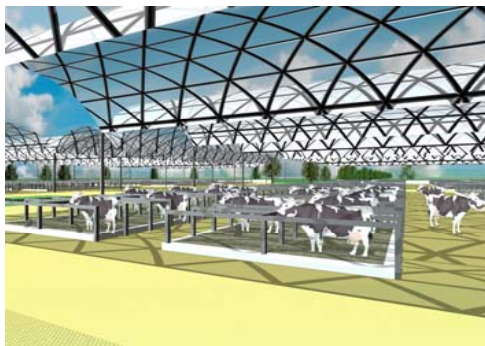
Conclusie

Nog erg onzeker; globaal:
Score op schaal 1 tot 5 (1 = laag, 3 = gemiddeld, 5 = hoog)

Haalbaarheid	3
Potentie	2
Risico	4

Foto's

Tekeningen uit rapport "Cowmunity"
(Rienks, De Vries, architect Skets)



Nr. 3 Titel: Sensorstal

Omschrijving

Arbeidsproductiviteit is een belangrijk discussiepunt in de huidige melkveehouderij. Eén mogelijkheid om die te verhogen is het automatiseren van processen. Het bekendste voorbeeld in de melkveehouderij is het automatische melksysteem (AMS). Automatische processen vragen echter om sturing. Sensoren kunnen informatie voor deze sturing leveren maar kunnen ook de veehouder ondersteunen bij zijn management. Er zijn verschillende sensoren denkbaar:

- Activiteit
- Lichaamstemperatuur
- Ontsteking
- pH pens
- Pensactiviteit
- Hartslag
- Ademhalingsfrequentie
- Celgetal
- Drukverdeling onder klauw
- Gangenscore
- Conditie score
- Bloeddruk
- Bloedbeeld
- Mestsamenstelling
- Klimaatparameters

Aanleiding

In alle sectoren van de veehouderij vindt een ontwikkeling plaats van management op groepsniveau naar management op dierniveau. Ook in de melkveehouderij heeft deze ontwikkeling al gedeeltelijk plaatsgevonden. Voortijdige opsporing van afwijkend gedrag, voordat een ziekte of aandoening zich helemaal ontwikkelt, maakt de kans op succes van de behandeling veel groter. Uiteindelijk leidt dit tot minder behandelingskosten maar, belangrijker nog, een langere levensduur van het melkvee. Tegelijk biedt het mogelijkheden voor terugkoppeling van de data naar het individuele dier (signalering en

sturing). Daarnaast is een nieuwe invalshoek om koeien meer te gaan vermaken oftewel verrijking van de leefomgeving van de koe.

Voordelen

- In een vroeg stadium signaleren van ziekte, tocht en afwijkend gedrag
- Meer kans op genezing
- Mogelijkheden voor preventie
- Langere levensduur koeien
- Mogelijkheden voor goede registratie ziektegevallen
- Arbeidsbesparing
- Lagere behandelingskosten
- betere klimaatregeling
- beter vermaak van koeien, minder stress, meer plezier

Nadelen

- Overvloed aan data die veehouder moet verwerken
 - Afhankelijkheid van technologie die kwetsbaar is
 - Risico op te weinig observatie door veehouder zelf.
-

Ontwikkelpunten

Sensoren:

Veel van de sensoren die eerder genoemd zijn bestaan al of zijn in ontwikkeling. Vaak is het geen technologisch maar een economische drempel die genomen moet worden. Doorontwikkeling en ontwikkeling van nieuwe sensoren is nodig.

Expertsysteem:

Om te voorkomen dat een veehouder overspoeld wordt door data is de belangrijkste opgave de ontwikkeling van een expertsysteem dat al deze data interpreteert, combineert en 'vertaald' in attenties. Daarbij is het belangrijk dat zowel de vals negatieve als de vals positieve attenties laag blijven om het vertrouwen in het systeem te handhaven.

Terugkoppeling:

Wanneer er attentie gegeneerd zijn is ook terugkoppeling naar het individuele dier mogelijk. Een van de mogelijkheden is signalering zodat de veehouder in de stal snel overzicht heeft over de dieren met een attentie. Dit kan bijvoorbeeld door lampjes op de halsband van het dier die gaan branden wanneer bepaalde attenties van toepassing zijn op het dier. Een verdere stap is het sturen van dieren waarbij op basis van attentielijst dieren gelokt worden naar bepaalde gebieden of waar selectie van dieren plaatsvindt na bezoek aan melkstal, robot of voerautomaat.

Het lokken van koeien kan ook een vorm van vermaak zijn, bijvoorbeeld lokken met muziek.

Onderbouwing

Score (1 = slecht, 10 = uitstekend, huidige ligboxenstal = score 5)

- Welzijn 8
- Arbeid 8
- Milieu -
- Economie 8
- Flexibiliteit -

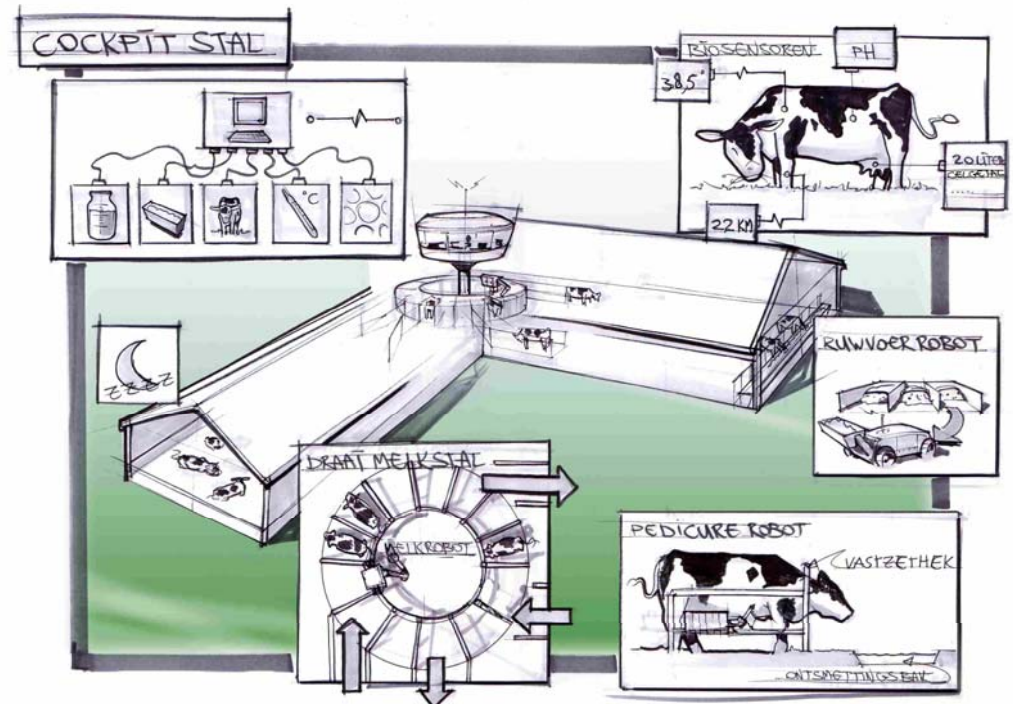
Meer informatie

Op het gebied van sensorontwikkeling en –toepassing lopen twee projecten WASP (Wirelessly Accessible Sensor Populations) www.wasp-project.org/ LOFAR (Low Frequency Array) www.lofar.nl

Conclusie Score op schaal 1 tot 5 (1 = laag, 3 = gemiddeld, 5 = hoog)

Haalbaarheid	4
Potentie	4
Risico	4

Foto's



Voor vragen:
email: hendrikjan.vandooren@wur.nl

Nr. 4 Titel Meerkeuze stal

Omschrijving

De meerkeuze stal is een huisvestingssysteem dat wordt gekenmerkt door een aanbod aan verschillende keuzemogelijkheden voor de koeien, bijvoorbeeld t.a.v. de uitvoering van de ligplaats, het stalklimaat, en de mogelijkheid tot afzonderen. Op die wijze krijgt de koe keuzevrijheid en kan het zelf de voor haar meest optimale omstandigheden kiezen.

Aanleiding

In de huidige houderijsystemen voor melkvee beslist de veehouder voor de koe op welke wijze zij gehuisvest zal worden. Deze huisvesting is bovendien uniform voor alle dieren in de stal. Met de meerkeuze stal wordt ingespeeld op:

- Verschillen in individuele behoeften
- Veranderingen in behoeften, bijvoorbeeld gedurende de reproductiecyclus of als gevolg van gezondheidsafwijkingen.

Voordelen

- Maatschappelijke wens
- Beter welbevinden, met als gevolg een mogelijk betere productie en een langere levensduur
- Is ook goed toepasbaar bij opschaling van bestaande bedrijven of bij renovatie

Nadelen

- Hogere investeringskosten
- Meerdere huisvestingsvormen naast elkaar → specialisatiedeel, d.w.z. hogere kosten voor arbeid en mechanisatie

Ontwikkelpunten

- Nagaan in hoeverre nadelen tot een kans kunnen worden omgebogen, bijvoorbeeld aantrekkelijker voor financiering door derden / maatschappelijke financiering;
- Is de koe in staat te kiezen wat goed voor haar is, en wat is het effect hiervan voor boer en maatschappij?
- Nagaan hoe je op een goedkope wijze extra en comfortabele vierkante meters kunt bouwen.

Onderbouwing

Score (1 = slecht, 10 = uitstekend, huidige ligboxenstal = score 5)

- welzijn koe 8
- milieu -
- arbeid 3/4
- economie 5
- flexibiliteit 8

Meer informatie

Conclusies

Score op schaal 1 tot 5 (1 = laag, 3 = gemiddeld, 5 = hoog)

- Haalbaarheid 3/4
- Potentie 4
- Risico 3

Foto

Meerkeuze stal, bestaand uit een gedeelte met ligboxen en een ruime ingestrooide ligruimte in Korea (Foto van Sprecher)



Nr. 5 Titel Familiestal

Omschrijving

Stal waarin alle leeftijds- en diercategorieën onder een dak en in één ruimte gehuisvest zijn. De groep vormt een sociale eenheid. Toegang van dieren tot speciale ruimte kan indien nodig selectief worden geregeld.

Aanleiding

In de melkveehouderij worden leeftijdscategorieën en lactatiestadia vaak gescheiden gehouden. Dit heeft sociaal gezien nogal wat consequenties:

- veel scheidingsmomenten en hergroeperingen (sociale stress)
- inefficiënt ruimtegebruik
- jonge dieren leren niet van oudere groepsgenoten

Ook maatschappelijk gezien zal een omvorming naar een familiestructuur als een natuurlijke wijze van dierhouderij worden gezien en zal vanuit die hoek op steun kunnen rekenen.

Voordelen

- Er wordt ingespeeld op de natuurlijke kuddeopbouw en -samenstelling van melkvee
- Betere ruimtebenutting / flexibeler ruimtegebruik
- Module-gewijze opschalingmogelijkheden
- Arbeidsbesparing a.g.v. niet hoeven hergroeperen.

Nadelen

- Lastiger om in te spelen op de specifieke eisen van een diergroep, bijvoorbeeld:
 - voeding;
 - huisvesting
- Diergezondheid (risico van onderlinge besmetting)
- Druist in tegen het idee van verdergaande specialisatie

Ontwikkelpunten

- Is het praktisch mogelijk om alle leeftijdscategorieën in een groep te houden? Of moet je naar twee groepen, bijvoorbeeld een jeugdgroep en een groep volwassen dieren?
- Techniek om dieren te sturen
- Gezondheidszorg / gezondheidsrisico's
- Melkproductie voldoende op peil houden

Onderbouwing

Score (1 = slecht, 10 = uitstekend, huidige ligboxenstal = score 5)

- welzijn 8
 - milieu -
 - arbeid 7 (mits technische hulpmiddelen voorhanden)
 - economie 7
 - flexibiliteit 7
-

Conclusie

Score op schaal 1 tot 5 (1 = laag, 3 = gemiddeld, 5 = hoog)

- Haalbaarheid 4
- Potentie: 4
- Risico: 4

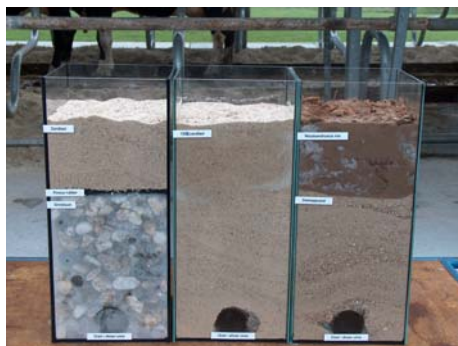
Foto's



Nr. 6 Titel: Zandstal

Omschrijving

Achter het voerhek bevindt zich een mestgang met schuif. De rest van de stal is gecombineerd lig- en loopgedeelte dat voorzien is van een laag zand. Het zandbed is voorzien van drainage waardoor eventueel urine wordt afgevoerd. Drainagebuizen bieden ook mogelijkheden voor het zuigen of blazen van (verwarmde) lucht door het zandbed waardoor bed droger wordt en/of ammoniak en methaan opgevangen kan worden. De mest wordt van het zand afgehaald.



Aanleiding

De loopgedeelten in de gangbare ligboxenstal zijn vaak voorzien van beton. Beton is hard en leidt tot klauwproblemen. Daarnaast is de loop- en ligruimte beperkt en is zijn de ligboxen voorzien van veel ijzerwerk die regelmatig huidbeschadigingen en kneuzingen opleveren. Ondanks ligboxbedekking is het ligbed vaak te hard. Al deze punten pleiten voor een ruimer lig- en loopgedeelte zonder beperkingen in de vorm van afscheidingen en met een zachte toplaag. Verschillende materialen zijn mogelijk. Zand is daar één van.

Voordelen

- Comfortabeler door zacht lig- en loopoppervlak
- Zand is een anorganisch materiaal waardoor bacteriegroei in ligbed beperkt is
- Zand voelt koel aan.
- Geen belemmeringen door ijzerwerk
- Meer bewegingsvrijheid
- Beter klauwgezondheid

Nadelen

- Veel m² staloppervlak
- Zand zorgt voor verhoogde slijtage in melk- en mestapparatuur.
- Verwijdering mest uit zand nog onduidelijk
- Scheiding van mest en gier is nog niet uitgewerkt

Ontwikkelpunten

Belangrijkste ontwikkelpunt is de verwijdering van mest uit het zandbed. Daarvoor zijn verschillende alternatieven denkbaar.

- Handmatig verwijderen van mest
- Automatisch opsporen en verwijderen van mest met mestgrijper
- Zeven van toplaag zodat mest verwijderd wordt
- Binnenborstelen van mest uit zandbak
- Binnenhalen van mest uit zandbak met vijzel
- Opzuigen van mest
- Regelmatig vervangen van hele zandpakket.

Verder moet ook nog aandacht besteedt worden aan het soort zand dat gebruikt wordt en eventuele toevoegingen aan het zand om de eigenschappen van het ligbed beter te maken.

Het gebruik van de drainagebuizen voor de toevoer of afvoer van lucht om het zandbed te drogen moet onderzocht worden.

Voor toepassing van de zandstal moet duidelijkheid komen over de invloed van rantsoen en mestsamstelling op effectiviteit van mestverwijdering.

Onderbouwing

Score (1 = slecht, 10 = uitstekend, huidige ligboxenstal = score 5)

- Welzijn 8
- Arbeid 6
- Milieu 7
- Economie 8
- Flexibiliteit 7

Meer informatie

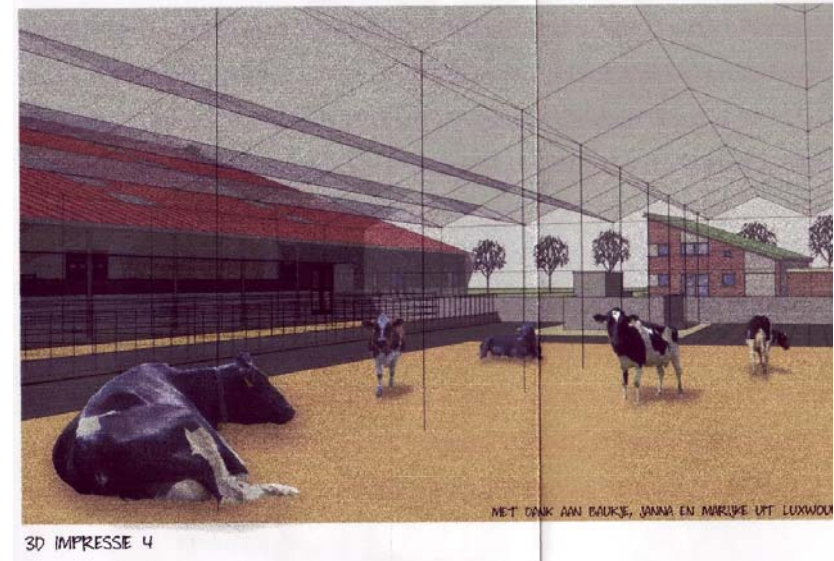
- In paardenbakken wordt al gebruik gemaakt van een zandbed met drainage. Voor opbouw van het zandpakket en verdere praktische ervaringen moet contact gelegd worden met deze sector.
- Op Nij Bosma Zathe zijn plannen voor een zandstal. Daar is ook al informatie verzameld over te gebruiken zand.

Conclusie

Score op schaal 1 tot 5 (1 = laag, 3 = gemiddeld, 5 = hoog)

Haalbaarheid	3
Potentie	4
Risico	4

Foto's



Figuur 1: Artist impression van zandstal



Voor vragen:
email: hendrikjan.vandooren@wur.nl

Nr. 7 Titel Gedroogde bedding stal

Omschrijving

De ligplaats van koeien is een ruimte zonder boxafscheidings met gedroogde mest als bedding. De bodem moet niet van beton zijn, omdat er dan teveel vocht bij de gedroogde mest komt. De bodem heeft bij voorkeur de volgende opbouw: onderin plastic (als dat vereist is), daarboven ca. 50 cm grond en als toplaag gebroken puin. De stenen bovenlaag zorgt ervoor dat de onderkant niet te vochtig wordt. Belangrijk is verder dat de toplaag van de gedroogde mest goed behandeld wordt. De bovenlaag moet regelmatig (1 of 2 keer per dag) gecultiveerd worden. Daardoor ontstaat een goede droging en minder concentratie van natte mest. Droog maken gebeurt verder met horizontale ventilatoren. De stal moet niet gezien worden als een potstal, omdat deze onvoldoende ventileert. Dus geen muren aan de zijkant.



Aanleiding

De ligbox is geen natuurlijke omgeving van de koe. De ligbox beperkt de koe in haar bewegingsvrijheid. De ligruimte is beperkt. Het groepsleven wordt beperkt. In een ligbox hebben koeien geen natuurlijke manier van opstaan. Ook moet in een ligboxenstal alle mest verwijderd en opgeslagen worden. In Israël en Korea zijn goede ervaringen met het houden van koeien in een ruimte zonder boxen op een bedding van gedroogde mest. Door drogen wordt in dat systeem het mestvolume sterk beperkt.

Voordelen

- gezondere koe en een efficiëntere melkproductie
- koeien laten makkelijker tochtigheid zien
- de veebezetting kan flexibel zijn
- geen mestkelders nodig
- minder mestopslag. De mest in het ligbed is ingedikt door droging. De mest op de looppaden moet wel verwijderd en opgeslagen worden

Nadelen

- onzeker of koeien houden op gedroogde mest maatschappelijk acceptabel is
- onzeker of voldoende droging mogelijk is in het Nederlandse klimaat
- meer m² per koe dan in ligboxenstal. Echter bouwkosten hoeven echter niet hoger te zijn
- bemesting aanpassen; gedroogde mest kan echter ook voordelig zijn

Ontwikkelpunten

- uitzoeken benodigde m² per koe voor goed droog ligbed en dat koeien niet vuil worden. In Israël wordt als richtlijn 12 m² per koe aangehouden. Voor Nederland zal het meer zijn.
- uitzoeken goede manier van drogen. (lay-out stal, ventilatie)
- voorkomen en bepalen emissie van schadelijke stoffen
- risicobeheer mastitis
- opstartfase en verwijderen van mest

Onderbouwing

Score (1 = slecht, 10 = uitstekend, huidige ligboxenstal = score 5)

- welzijn koe	9
- milieu	5
- arbeid	4
- economie	5
- flexibiliteit	8

Meer informatie

In Israël is een klein onderzoek gedaan naar de vergelijking tussen een ligboxenstal en een open stal zonder boxen. In de open stal was de voeropname 0,7 kg ds per dag hoger en de melkproductie per dag 2 kg per dag hoger. De efficiëntie is beter.

Filmpje is beschikbaar over het cultiveren van het ligbed.

Conclusie

Score op schaal 1 tot 5 (1 = laag, 3 = gemiddeld, 5 = hoog)

Haalbaarheid	4
Potentie	4
Risico	3

Foto's

Stal in aanbouw in Israël



Hieronder is een foto van een stal met gedroogde mest in Korea. De bovenbouw is een greenhouse. Ventilatoren hangen horizontaal. Achter in de stal op de foto is een heuvel te zien van gedroogde mest. Hiermee worden natte plekken opgevuld.

Foto's zijn afkomstig van Dhr. Yehuda Sprecher



Voor vragen:
email: paul.galama@wur.nl

Nr. 8 Titel Gecomposteerde bedding stal

Omschrijving

In de compoststal krijgen de koeien een ruime loop- en ligruimte aangeboden die is voorzien van een dikke laag organisch substraat (bijvoorbeeld houtsnippers, stro, gehakseld beheersgras). Mest en urine worden door het materiaal geadsorbeerd. Door middel van een eenvoudige bewerking wordt het bedding-materiaal regelmatig losgetrokken en zonodig aangevuld. Aërobe omzetting (compostering) kan plaatsvinden in de stal, of zonodig in een aparte composteringsruimte buiten de stal. In het laatste geval moet het meststrooiselmengsel regelmatig uit de stal worden verwijderd en naar de composteringsruimte worden verplaatst. Het uitgecomposteerde materiaal kan opnieuw als beddingmateriaal worden gebruikt.

Buitenlandse ervaringen met een vergelijkbaar systeem gaan uit van een ingestrooid oppervlak van ca 12 m² per koe, als de compostering in de stal zelf wordt uitgevoerd. Bij compostering in een aparte ruimte kunnen het proces en de vrijkomende emissies beter worden beheerst.

Achter het voerhek is een verharde ruimte aanwezig waar ca de helft van de mest en urine terecht komt. Dit kan een roostervloer zijn of een stroeve dichte vloer waar de mest m.b.v. bijvoorbeeld een mestschuif of een meststofzuiger regelmatig wordt afgevoerd naar een afgesloten opslag.

Aanleiding

Aan de huidige ligboxstal blijft een aantal zwakke punten kleven waar tot op heden geen afdoende oplossing voor gevonden is. Knelpunten liggen op het terrein van:

- Dierenwelzijn (bijvoorbeeld beenwerk, uiergezondheid, niet ongehinderd kunnen opstaan en gaan liggen, schadelijke gassen in de stal);
- Milieu (geen betaalbare en verregaande emissiereducerende technieken);
- Investeringskosten
- Mestvolume

De oplossing moet wellicht worden gezocht in een heel andere benadering van de huisvesting van melkvee.

Voordelen

- Aantrekkelijk ligbed, goede beloopbaarheid
- Lage ziekte-incidentie (buitenlandse ervaringen)
- Goedkope onderbouw en inrichting
- Flexibel t.a.v. wisselingen in groepsgrootte
- Reductie mestvolume
- Afzetmogelijkheden compost buiten de Nederlandse landbouw

Nadelen

- Hogere investeringskosten bovenbouw (veel m²)
- Twee meststromen (drijfmest achter het voerhek en compost)
- Arbeid a.g.v. bewerken ligbed + compostering
- Mogelijk vrijkomen van broeikasgassen (NO, N₂O)
- Mogelijke noodzaak van externe compostersloods / -kas

Ontwikkelpunten

- Optimalisering benodigd beddingoppervlak en benodigde bewerking onder Nederlandse omstandigheden;
- Bewerking- en uitmesttechnieken (bvWalking floor)
- Goedkope ruwbouw (bovenbouw)
- Composteren in of buiten de stal
- Combinatiemogelijkheid met mestvergisten (mest/strooisel mengsel → vergisten → composteren (→ drogen?) → hergebruik als bedding

Onderbouwing

Score (1 = slecht, 10 = uitstekend, huidige ligboxenstal = score 5)

- | | |
|-----------------|--|
| • welzijn koe | 8 |
| • milieu | 6 (4: compostering in de stal; 8 : compostering in aparte ruimte) |
| • arbeid | 5 (3 – 7; afhankelijk van uitvoering en technische hulpmiddelen) |
| • economie | 7 |
| • flexibiliteit | 8 |

Conclusie

Score op schaal 1 tot 5 (1 = laag, 3 = gemiddeld, 5 = hoog)

- Haalbaarheid 4
- Potentie 4/5
- Risico 3

Aanvullende opmerkingen:

- Interessante optie voor mestafzet melkveehouderijbedrijven?
- Extensief composteren → kans op emissies;
- Intensief composteren → duur?
- Door composteren en hergebruik ophoping van P in het substraat → afname infectiedruk
- Regionale fabriek voor compostering en preparatie ligbedmateriaal?
- Toepassen in hellingstalconcept → dieren zorgen zelf voor transport strooisel/mestmengsel naar mestafvoersysteem
- Composteren in 6 m hoog toren-composteringssysteem uit Korea

Foto's



Inside greenhouse sludge dryer

(Foto Sprecher)

(Foto's van compost barn, University Minneapolis)



Voor vragen:
email: sjoerd.bokma@wur.nl

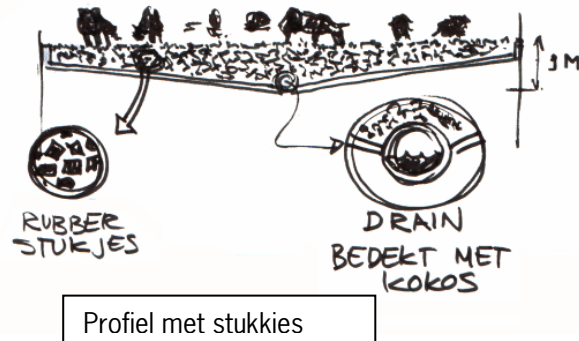


Nr. 9 Titel Kunststof bedding stal

Omschrijving

In een vrije loop en ligruimte voor melkvee wordt een permeabele oppervlakte aangebracht waardoor mest en urine worden afgevoerd. Hiervoor zijn een aantal alternatieven voorhanden;

- Een topvloer van kunstgras met grind/ doorlaatbare klinkers als onderlaag. Urine kan wegsijpelen en de toplaag kan gereinigd worden met een vacuümtank zuiger (inside) of "schoonwassen" (outside)
- Een bak gevuld met "rubberen" stukjes. De toplaag wordt permeabel voor zowel mest als urine. Mest dat zich moeilijk laat verwijderen van de toplaag kan enerzijds weggespoeld worden. Anderzijds kunnen de vervuilde stukjes rubber met mest worden verzameld, gewassen of "schoon vergist".



Aanleiding

De huidige huisvestingssystemen voor melkvee (ligboxenstal, potstal) hebben een aantal tekortkomingen. De ligboxenstal biedt een beperkt aanbod aan ruimte voor bewegingsvrijheid en loopgedeelten zijn regelmatig besmeurd met mest (klauwproblemen). Een potstal heeft deze beperkingen niet. De gezondheidsrisico's zijn echter groter omdat het melkvee in direct contact

komt met mest van anderen. De permeabele vloer maakt het mogelijk melkvee te houden in concept waar lopen en liggen vrij zijn.

Voordelen

- De permeabele vloer maakt een volledig open en vrij loop- en ligruimte mogelijk
- Snelle scheiding van mest en urine beperkt ammoniakemissie
- Het loopoppervlak veert mee is zacht en voorkomt klauwproblemen
- Zonder dak mogelijk waardoor loopoppervlakte groter kan worden
- Recyclebare/ anorganische bedding
- Meer scheidingsmogelijkheden

Nadelen

- Verwijdering van mest van de toplaag kan technisch problemen opleveren
- Het opgebouwde profiel onder het loopoppervlakte kan snel vervuilen en dichtslibben
- Het weer kan van behoorlijke invloed zijn op de doorlaatbaarheid, versmering etc.

Ontwikkelpunten

- De keuze van de toplaag (kunstgras, "stukjes") en het onderliggende profiel
- Afvoer en reiniging van de toplaag met mest
- Vorm (draagkracht en doorlaatbaarheid) van "stukjes"

Opmerkingen;

Denk bij de oplossingen aan;

- 1) Hoge druk reiniging met recycling van water
- 2) Reinigingsunit vergelijkbaar met de werking van een aardappelrooier
- 3) Telesuiger of vacuümtank zuiger als verwijderingunit

Onderbouwing

Score (1 = slecht, 10 = uitstekend, huidige ligboxenstal = score 5)

- welzijn koe	8
- arbeid	4
- milieu	7
- economie	6
- flexibiliteit	7

Conclusie

Score op schaal 1 tot 5 (1 = laag, 3 = gemiddeld, 5 = hoog)

Haalbaarheid	4
Potentie	4
Risico	4



Profiel met zand en grind

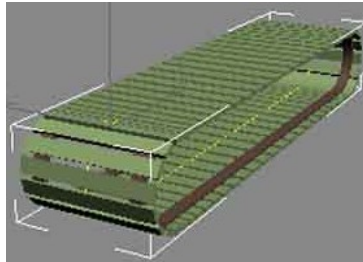


Voor vragen:
email: frank.lenssinck@wur.nl

Nr. 10 Titel Walking Floor

Omschrijving

Als bedding voor het gezamenlijke loop- en liggedeelte van het vee wordt een top laag van zand, compost, gedroogde mest, kunststof materiaal gebruikt. Onder deze bedding bevindt zich een beweegbare vloer. Deze vloer transporteert, continue of in badges, vervuilde bedding met mest (mechanisch) naar een afvoerband vlak voor of onder het voerpad. Afhankelijk van de bedding wordt het afgevoerde materiaal gescheiden gecomposteerd.



Looband



Afvoer

Als alternatief is de helling of heuvelstal geopperd. Deze optie wordt hier niet besproken.

Aanleiding

Het onderhouden en uitmesten van een strooiselbed is een lastige en tijdrovende bezigheid. Een alternatief is het materiaal continue te verversen en de bewerking buiten de stal te laten plaatsvinden. De walking floor is een hulpmiddel om dit met zo weinig mogelijk arbeid uit te voeren.

Voordelen

De walking floor heeft de volgende voordelen;

- Continue aanbod van schoon ligbed
- Snelle afvoer van een groot deel van de mest achter het voerhek
- Lage infectiedruk
- Ruimte voor natuurlijk gedrag
- Mechanisch “vervangen” van de vloer maakt de afhankelijkheid van koegedrag klein
- Mestbewerking buiten de stal eenvoudig mogelijk
- Arbeidsbesparing

Nadelen

- Kostbare oplossing
 - Afhankelijk van de uitvoering, erg storingsgevoelig en kwetsbaar bij uitval
 - Inpasbaarheid in bestaande stal lastig
 - Bij Uitbreiding van bestaande stal duur
-

Ontwikkelpunten

Voor de ontwikkeling van de walking floor moeten de volgende delen nog ontwikkeld worden;

- Vloer (materiaal en beweging)
- Aanvoer van beddingmateriaal
- Afstort onder of dichtbij het voerhek
- “management” van het uitmestsysteem (tijd, snelheid en frequentie/continue)

Onderbouwing

Score (1 = slecht, 10 = uitstekend, huidige ligboxenstal = score 5)

- welzijn koe	8
- arbeid	8
- milieu	8
- economie	3
- flexibiliteit	5

Conclusie

Score op schaal 1 tot 5 (1 = laag, 3 = gemiddeld, 5 = hoog)

Haalbaarheid:	4 (3-1)
Potentie:	4 (2,1)
Risico	4 (4,5)



Nr. 11 Titel: Afvangen van gassen uit melkveestallen

Omschrijving

In de ventilatielucht die de stal verlaten zitten schadelijke gassen zoals ammoniak (NH_3), methaan (CH_4) en lachgas (N_2O). Door het afvangen en verwijderen van deze gassen worden emissies voorkomen. Omdat de melkveestallen vrijwel altijd natuurlijk geventileerd worden is er sprake van een groot ventilatie-debiet en verlaten de gassen niet op één centraal punt de stal maar kan elke ventilatieopening een emissiepunt zijn.

Een van de mogelijkheden de gassen af te vangen is het overstappen naar totale mechanische ventilatie van melkveestallen. Beheersing van de uitstoot en het ventilatie-debiet is dan goed mogelijk. Nadeel is het hoge energieverbruik en het gesloten karakter van dit soort stallen (zie varkens- en pluimveehouderij).

Een andere mogelijkheid is het creëren van twee ventilatiestromen: een relatief kleine luchtstroom met een relatief hoge concentratie aan te verwijderen gassen en een grote ventilatiestroom met een lage concentratie van deze gassen. De kleine stroom kan dan worden gezuiverd met een (chemische) wasser. Omdat het een relatief kleine luchtstroom is zijn de kosten een stuk lager dan wanneer alle ventilatielucht gereinigd moest worden.

Aanleiding

De melkveehouderij draagt relatief veel bij aan de uitstoot van een aantal schadelijke gassen. De belangrijkste zijn ammoniak, methaan en lachgas. Ammoniak leidt tot verzuring van het milieu terwijl methaan en lachgas broeikasgassen zijn die leiden tot klimaatverandering en opwarming van de aarde.

Ammoniak wordt door het enzym urease, aanwezig in faeces, gevormd uit ureum, aanwezig in urine.

De belangrijkste bron van methaan is de penswerking van herkauwers. Daarnaast wordt methaan gevormd bij de anaerobe afbraak van organische stof in dierlijke mest. Daarbij kan onder ongunstige omstandigheden ook lachgas ontstaan. Al deze gassen verlaten de stal met de ventilatielucht door nok of zijopeningen. Momenteel is nauwelijks verplichtende regelgeving ten aanzien van ammoniak-, methaan- en lachgasemissie. De verwachting is echter

dat dit voor ammoniak en methaan op korte termijn gaat veranderen. De mogelijkheden voor beperking van de emissie beperking zich nu tot voedings- en huisvestingsmaatregelen. Andere mogelijkheden (ook in bestaande stallen) zijn gewenst.

Voordelen

- Milieubelasting door melkveehouderij vermindert.
- Er ontstaan weer uitbreidingsmogelijkheden voor bedrijven die tegen emissieplafond aanliepen.
- Goede beheersing van ventilatie-debiet bij mechanische ventilatie
- Maximale verwijdering bij mechanische ventilatie

Nadelen

- Hoge kosten voor ventilatie en verwijdering gassen bij mechanische ventilatie
- Onzichtbaarheid koeien voor dichte stallen bij mechanische ventilatie
- Onvolledige verwijdering van gassen bij deelventilatie
- (Nog) geen noodzaak in regelgeving voor ontwikkeling verwijderingssysteem.

Ontwikkelpunten

De nadelen van het omschakelen naar mechanische ventilatie worden opgeheven door het introduceren van het systeem van deelventilatie. Belangrijkste ontwikkelpunt is het splitsen van de ventilatiestromen. Vragen die daarvoor beantwoord moeten worden zijn:

- Hoe moet de lucht afgezogen worden?
- Waar kan de lucht het beste afgezogen worden?
- Is het opvangen van de methaan uit de bek van de koe mogelijk?
- Hoe moet de luchtstroom gezuiverd worden?
- Kunnen gassen nog nuttig gebruikt worden?

Onderbouwing

Score (1 = slecht, 10 = uitstekend, huidige ligboxenstal = score 5)

- Welzijn 6
- Arbeid 4
- Milieu 8
- Economie 2
- Flexibiliteit 2

Meer informatie

Het idee van deelventilatie is al eens beschreven door:

Eggels, P.G. (1990). Reductie van de NH_3 -emissie van een stal door een luchtgordijn onder de stalroostervloer, TNO 90-094.

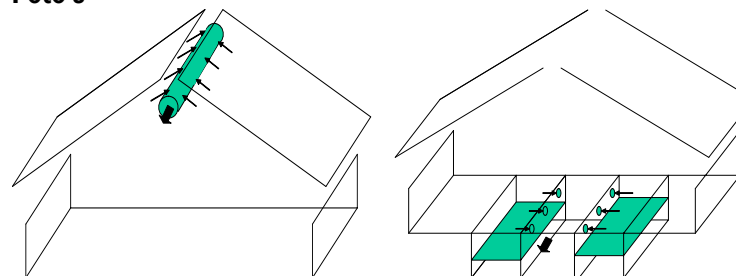
Smits, M.J.C., R.W. Melse, A.C. Smits, N.W.M. Ogink (2005). Bouwsteen Stallen. Quick scan van opties voor vermindering van ammoniak- en geuremissie uit vleeskalverstallen in de Agrarische Enclave Uddel Elspeet. Rapport 509, Agrotechnology&Food Innovations BV, Wageningen, 54 p.

Conclusie

Score op schaal 1 tot 5 (1 = laag, 3 = gemiddeld, 5 = hoog)

Haalbaarheid	4
Potentie	4
Risico	5

Foto's



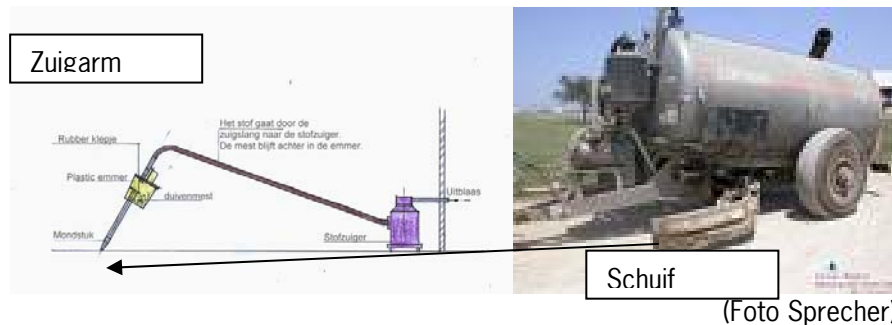
Er zijn verschillende mogelijkheden voor het afzuigen van ventilatielucht met een relatief hoge concentratie aan schadelijke gassen. In de figuren worden een aantal mogelijkheden weergegeven. Ook afzuiging in de kelder met behulp van ventilatieslurven is een mogelijkheid.



Voor vragen:
email: hendrikjan.vandooren@wur.nl

Nr.12 Titel Mestzuiger

Omschrijving



Mest kan op verschillende manieren opgezogen worden. De telezuiger zuigt mest en zand op met behulp van een kraanarm, vacuümpomp en schuif. De schuif die wordt gebruikt is afkomstig mesttank zoals aangegeven op de foto. Deze tank wordt gebruikt om de mest van een dichte betonnen loopvloer te verwijderen. De arm loopt over een rail boven de loopvloer en is voorzien van een afvoerslang bevestigd aan een vacuümtank. Afhankelijk van het loopoppervlak (beton, stukjes) oid kan gevarieerd worden in de vorm van de aanzuigmond".



Mestzuigrobot

Een andere oplossing is een mestzuigrobot die de mest in een tussenopslag stort. Deze oplossing wordt hier niet besproken.

Aanleiding

De Loopvloeren in een ligboxenstal wordt voorzien van roosters of een dichte (geperforeerde) vloer. De mest verdwijnt via de spleten in de roosters of wordt met behulp van een elektrische mestschuif naar een afstort geschoven.

Onderkeldering, nodig bij een roostervloer, is een dure oplossing voor mestopslag en inflexibel bij uitbreiding. Een mestschuif mengt mest en urine en besmeurt het oppervlak van de loopvloer dusdanig dat veel ammoniakemissie plaatsvindt. Bovendien is deze oplossing niet flexibel inzetbaar bij uitbreiding.

Voordelen

Verwijdering van mest met de telezuiger biedt de volgende voordelen;

- Minder emissie van NH₃ door een betere reiniging van vooral geperforeerde vloeren
- Geautomatiseerd mestverwijdering systeem dat weinig arbeid vraagt
- De oplossing voor diervriendelijke vloeren en boxbedding wordt tot nu toe gezocht in reeds bestaande loop- en ligconcepten met de doorontwikkeling van mestverwijdering systemen. Dit lijkt goedkoper en makkelijker aan te passen (door te ontwikkelen), en flexibel inzetbaar
- De telezuiger is ook inzetbaar in nieuwe stalontwerpen

De vacuümtank zuiger biedt als extra voordelen;

- Flexibel in zetbaar tussen verschillende stallen,tijdstippen etc
- Minder kwetsbaar voor storingen
- Makkelijk vervangbaar
- Beproefd concept in de mijnbouw
- Mest kan direct verplaatst of uitgereden worden

Nadelen

- De benodigde staalconstructie van de stal voor de telezuiger is complex en weinig flexibel. Dit geldt in veel minder mate voor de vacuümtank zuiger
- Unit is niet of nauwelijks in ander stallen bruikbaar
- Na bouw in flexibel
- Energie gebruik lijkt hoog

De vacuümtank zuiger biedt als extra nadelen;

- Onrust tussen melkvee
- Lawaai
- Arbeid benodigde ruimte op het erf
- Eisen aan het stal ontwerp voor efficiënt werken

Ontwikkelpunten

Kiezen we voor de Telezuiger met betonvloer en zandbedding in de boxen

- Integratie van stalontwerp en telezuiger om bouwkosten te beperken
- Aansturingstechniek
- Afzuiginstallatie

Kiezen we voor de Telezuiger met “ballenbak” dan moet extra aandacht besteed worden aan de scheidingstechniek van balletjes en mest

Onderbouwing (telezuiger)

Score (1 = slecht, 10 = uitstekend, huidige ligboxenstal = score 5)

- welzijn koe 2
- arbeid 5
- milieu 6
- economie 3
- Flexibiliteit 2

Meer informatie

<http://www.loewenwelding.com>

Conclusie (telezuiger)

Score op schaal 1 tot 5 (1 = laag, 3 = gemiddeld, 5 = hoog)

Haalbaarheid 3
Potentie 3
Risico 4
(Afhankelijk van de constructie)



Collecting of manure by the Honey Vac

Loewen Welding LTD

(Foto Sprecher)



Voor vragen:
email: frank.lenssinck@wur.nl

Nr. 13 Titel Bovenbouw

Omschrijving

De variatie in bovenbouw is de laatste jaren enorm toegenomen. Belangrijke zaken bij de bovenbouw zijn: flexibel, goedkoop, voldoende licht en voldoende ventilatie. Daarnaast is kostenbeperking een belangrijke drijfveer geweest voor ontwikkeling. De volgende ontwikkeling doen zich voor:

- Foliedaken (zoals de boogstal en de serrestal)
- Beweegbare daken (afkomstig uit tuinbouw of zoals in figuur 1)
- Geïsoleerde daken (voor beter binnenklimaat)
- Afwijkende dakvormen (zoals op het High Techbedrijf)

Aanleiding

Er zijn veel ontwikkelingen gaande in de bovenbouw. Naarmate de onderbouw steeds goedkoper bijvoorbeeld door het ontbreken van mestkelders of ligboxen draagt de bovenbouw meer bij aan de totale bouwkosten. Ook hier moet daarom een kostenbesparing gerealiseerd worden. Zeker als er steeds meer ruimte voor de koe gebouwd wordt. Tegelijk is het inzicht in de eisen die een hoogproductieve koe stelt aan zijn omgeving toegenomen. Meer licht en lucht is nodig dan in de traditionele stallen. Door toenemende stalgrootte ontstaan verder problemen met de nokhoogte. Wanneer aan de dakhelling wordt vastgehouden neemt de hoogte van de stal aanzienlijk toe bij bredere stallen. Vaak levert dit problemen op met de vergunningverlening. Al deze redenen zijn aanleiding geweest voor ontwikkelingen op het gebied van bovenbouw. Veel ontwikkelingen zijn afkomstig uit andere sectoren (met name tuinbouw) of landen (VS, Canada, Israël)

Voordelen (afhankelijk van type)

- Goedkoop per m²
- Veel licht- en luchttoetreding
- Goede beheersing van het binnenklimaat
- Beperkte nokhoogte
- Afnemend verschil tussen binnen- en buitenklimaat

Nadelen (afhankelijk van type)

- Oplopende temperatuur door zoninstraling
- Beperkte mogelijkheden voor schoorsteenventilatie bij windstil weer
- Toenemende goothoogte
- Afwijkende dakvormen (landschappelijke inpassing)

Ontwikkelpunten

- Duurzame en goedkope materialen
- Landschappelijk inpasbare vormen

Onderbouwing

Score (1 = slecht, 10 = uitstekend, huidige ligboxenstal = score 5)

- Welzijn 8
- Arbeid -
- Milieu -
- Economie 8
- Flexibiliteit 8

Meer informatie

www.booghal.nl
www.serrestal.nl
www.coverall.net

Conclusie

Score op schaal 1 tot 5 (1 = laag, 3 = gemiddeld, 5 = hoog)

Haalbaarheid	4
Potentie	4
Risico	3

Foto's

Voorbeeld van dak wat open en dicht kan (zie links op foto)

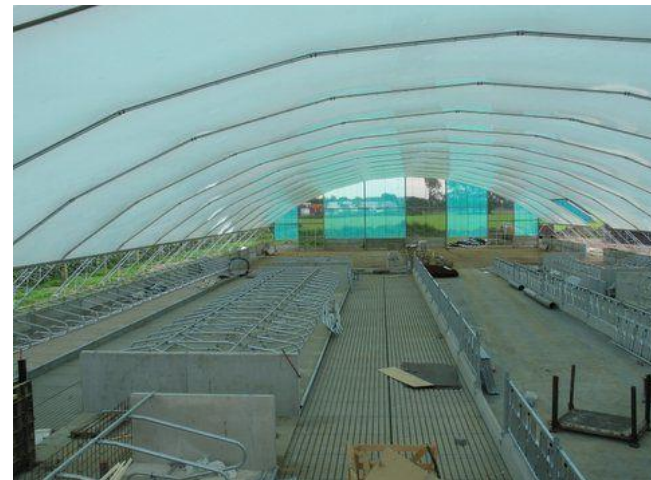


All in shed - with sliding roof. Israel.

(Foto Sprecher)



Greenhouse cow shed. Canada.



Boogstal

