



Medegefinancierd door
de Europese Unie

EIP Fieldlab Ontwerpstudie

STAPEL OP VASTE MEST

Iris Vork, Emiel Elferink en Marije Westra, Wim Maaskant, Christiaan Bondt, Pieter van der Valk, Gert-Jan Monteny en Lianne van der Staak, Sanne en Jan Van der Zijl, Geert Broersma en Thomas Dijkstra



van hall
larenstein
university of applied sciences



Bondt
Agro Consult

AgriCycling

ADVIESD

[31-12-2025]

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	2
1. Inleiding.....	4
1.1 Aanleiding en context	4
1.2 Doelstelling	4
1.3 Relatie met andere initiatieven	4
2 Project en proces.....	5
2.1 Samenwerkingsverband en organisatie	5
2.2 Fasering	5
3. Probleemdefinitie en kennisbehoefte	6
3.1 Kernprobleem	6
3.2 Kennisvragen	6
3.3 Innovatiebehoefte.....	6
4. Resultaten en discussie	8
4.1 Beschrijving speelveld (Fase 1)	8
4.2 Inventarisatie ervaringen (Fase 2)	9
4.3 Technische kennisopbouw (Fase 3a-3d)	10
4.3.1. Matrix scheidingstechnieken (3a)	10
4.3.2. SWOT mestscheiding en gebruik fracties (3b)	11
4.3.3. Gasvormige emissies diverse fracties melkveemest (3c)	13
4.3.4. Pottenproeven emissies vaste fractie (fase 3D)	15
4.4 Ontwerp pilot- en demo-opstellingen (Fase 4)	20
4.5 Disseminatie (Fase 5).....	21
5. Conclusies en aanbevelingen	21
Bijlage 1. Gebiedskarakteristiek en context	25
Bijlage 2. Opzet Interactieve Sessie: Het Stapelbaar Maken van Vaste Mest.....	26
Bijlage 3. Verslagen diepte-interviews veehouders.....	29

Samenvatting

Het organische-stofgehalte van Nederlandse landbouwbodems staat onder druk. Dit heeft negatieve gevolgen voor bodemvruchtbaarheid, biodiversiteit, waterkwaliteit en klimaatbestendigheid. De dikke fractie van gescheiden melkveemest bevat veel organische stof en biedt kansen voor bodemverbetering. In de praktijk blijkt deze fractie echter vaak te nat en daardoor moeilijk stapelbaar en lastig op te slaan. Hierdoor gaan nutriënten en organische stof verloren en wordt het potentieel van vaste mest onvoldoende benut.

Het project **Stapel op vaste mest** had als doel een blauwdruk te ontwikkelen voor een fieldlab waarin technieken voor mestscheiding, opslag en verwerking van strorijke vaste mest kunnen worden getest en gedemonstreerd. Daarnaast moest inzicht worden verkregen in emissies (zoals ammoniak en methaan), effecten op bodemkwaliteit en biodiversiteit, en de praktische en economische toepasbaarheid voor melkveehouders.

Het project werd uitgevoerd door drie melkveehouders in Noord-Nederland (op veen-, zand- en kleigrond), samen met adviseurs en kennisinstellingen. De aanpak bestond uit vijf fasen: 1) analyse van het speelveld, 2) inventarisatie van praktijkervaringen, 3) technische kennisopbouw (scheidingstechnieken, SWOT-analyse, emissiemetingen), 4) ontwerp van pilot- en demo-opstellingen en 5) verspreiding van de resultaten.

De kern van het probleem is dat de dikke fractie na scheiding vaak slechts 25–28% droge stof bevat en daardoor onvoldoende stapelbaar is. Een droge-stofgehalte van circa 29–30% lijkt een omslagpunt te vormen voor goede stapelbaarheid. Toevoeging van stro of andere koolstofrijke materialen is essentieel om structuur, luchtigheid en koolstofgehalte te verhogen. Afgedekte opslag blijkt cruciaal om stikstof- en koolstofverliezen te beperken; hiermee kunnen verliezen met 60–80% worden gereduceerd.

Uit pottenproeven blijkt dat de emissie van ammoniak sterk samenhangt met het aandeel ammoniumstikstof (TAN) in de mest. De urinefractie heeft de hoogste emissiepotentie, de dunne fractie een middelmatige en de dikke fractie een zeer lage. Dit betekent dat vaste fracties relatief emissiearm kunnen worden opgeslagen, vooral wanneer zij worden afgedekt of gefermenteerd. Compostering en bokashi worden gezien als kansrijke verwerkingsroutes, maar vragen verdere praktijktoetsing.

Technisch gezien zijn een homogene aanvoer naar de pers, de juiste stro-lengte en efficiënte opslag- en afdeksystemen belangrijke aandachtspunten. Economisch vraagt mestscheiding investeringen, maar deze kunnen worden terugverdiend via lagere kunstmestkosten, verbetering van bodemkwaliteit en mogelijke marktwaarde van mestproducten.

De conclusie is dat het technisch mogelijk is om strorijke vaste mest stapelbaar te maken en daarmee emissies te reduceren en bodemkwaliteit te verbeteren. Er is echter behoefte aan verdere praktijkgerichte kennisontwikkeling, experimenteerruimte binnen regelgeving en samenwerking in een fieldlab-omgeving. Een regionaal fieldlab kan fungeren als

experimenteer- en demonstratieplek waar boeren, onderzoekers en adviseurs samen werken aan toepasbare oplossingen voor een duurzame en toekomstbestendige melkveehouderij.

Mogelijke aansluiting bij:

- SOILCRATES (EU Living Labs voor bodemgezondheid)
- AgroAgenda Noord-Nederland
- SIA-regeling Organische Meststoffen (hbo-praktijkonderzoek)

1. Inleiding

1.1 Aanleiding en context

Het organische stofgehalte van Nederlandse landbouwbodems neemt al jaren niet toe. Dit leidt tot uitdagingen voor bodemvruchtbaarheid, biodiversiteit, waterkwaliteit en de weerbaarheid tegen klimaatverandering. Vaste mest, met name de dikke fractie die ontstaat na scheiding van urine en feces, kan bijdragen aan een oplossing voor deze uitdagingen omdat het rijk is aan organische stof en daarmee de bodemkwaliteit kan verbeteren. In de praktijk is deze fractie echter vaak te nat, daardoor moeilijk stapelbaar en dus lastig te bewaren. Het gevolg is dat een waardevolle meststroom onvoldoende benut wordt als organische bodemverbeteraar.

1.2 Doelstelling

Het project Stapel op vaste mest richtte zich op het ontwikkelen van kennis en praktijktoepassingen om de dikke fractie van melkveemest stapelbaar en bruikbaar te maken met als doel om te komen tot het ontwerp ('blauwdruk') van een fieldlab ('experimenteeromgeving') waarin technieken voor scheiding, opslag en verwerking van de strorijke dikke fractie worden verkend, getest en gedemonstreerd. Tevens voorziet het ontwerp in mogelijkheden om te onderzoeken welke effecten dit heeft op emissies, bodemkwaliteit en biodiversiteit. Het doel van het uiteindelijke fieldlab is om te komen tot praktische handelingsperspectieven die breed toepasbaar zijn in de melkveehouderij en daarmee een bijdrage leveren aan kringlooplandbouw en een gezonde bodem.

1.3 Relatie met andere initiatieven

Dit project staat niet op zichzelf. Er wordt nauw aangesloten bij bestaande initiatieven, zoals het 'Fjildlab', dat zich richt op fermentatie en bokashi, en het project Klimaatbehoudige Melkveehouderij waarin regionale sub-fieldlabs voor klei, zand en veen worden ontwikkeld. Ook worden contacten gelegd met agrocollectieven zoals de Noordelijke Friese Wouden en Boerennatuur Fryslân. Door afstemming met deze en andere nationale en Europese projecten wordt doublure voorkomen en ontstaat synergie tussen initiatieven die zich richten op bodemkwaliteit, emissiereductie en circulaire landbouw.

2 Project en proces

2.1 Samenwerkingsverband en organisatie

In juni en juli 2024 is het project voorbereid en ingediend; in december van dat jaar werd de uitvoering beschikt, met een aangegeven looptijd van 1.1.25 t/m 31.12.25.

Het project is gedragen door drie melkveehouders uit Noord-Nederland die ieder op een andere grondsoort werken: Sanne en Jan van der Zijl, Geert Broersma en Thomas Dijkstra. Hun praktijkervaringen vormden de basis om de uitdagingen rond stapelbare mest en bodem concreet te maken. Zij zijn ondersteund door kennisinstellingen, waaronder Hogeschool Van Hall Larenstein en Stichting I-VEE, en door adviseurs. Bondt Agro Consult brachten expertise in op het gebied van ruwvoerteelt en bodemvruchtbaarheid, Agri-Cycling richtte zich op het benutten van organische reststromen en het sluiten van kringlopen, en Advies-ID leverde technische kennis op het gebied van emissiereductie en veehouderijsystemen. De Groene Munt trad op als penvoerder en coördinator van het project. Gezamenlijk bundelden deze partijen hun kennis en ervaring om binnen de looptijd van twaalf maanden tot een samenhangend ontwerp van het Fieldlab te komen.

2.2 Fasering

Het project kende een duidelijke opbouw in vijf fasen die elkaar logisch opvolgen (zie tabel 1). In de eerste maanden werd gestart met een literatuurstudie en het beschrijven van het speelveld. Vervolgens werden praktijkervaringen bij de deelnemende melkveehouders geïnventariseerd en vastgelegd. Daarna volgde een fase waarin technieken voor mestscheiding, opslag en verwerking werden geanalyseerd en emissies in kaart werden gebracht. In de vierde fase werd gewerkt aan het ontwerp van proef- en demoplaatsen waar oplossingen getest en gedemonstreerd zouden kunnen worden. Tot slot werden de resultaten samengebracht, gedeeld en vertaald in een eindrapportage die richting geeft aan de opzet van een toekomstig Fieldlab.

Tabel 1. Fasering ontwerpstudie fieldlab Stapel op vaste mest.

Fase	Activiteit	Looptijd
1	Bepaling speelveld	2 maanden na beschikking
2	Inventarisatie ervaringen	2-4 maanden na beschikking
3a	Inventarisatie opties scheiding dik/dun in en buiten de stal	5 maanden na beschikking
3b	Karakterisering opties voor handeling en opslag dikke fracties	5-7 maanden na beschikking
3c	Gasvormige verliezen per optie	7-8 maanden na beschikking
3d	Ontwerp meetmethoden vaste fracties en bodem	7-10 maanden na beschikking
4	Ontwerp proef- en demo-locatie(-s)	10 - 12 maanden na beschikking
5	Disseminatie	doorlopend

3. Probleemdefinitie en kennisbehoefte

3.1 Kernprobleem

Op de deelnemende bedrijven wordt via primaire mestscheiding een dikke fractie geproduceerd die veel potentie heeft als organische bodemverbeteraar. In de praktijk blijkt deze fractie echter vaak te nat, waardoor zij moeilijk te stapelen is en slecht bewaard kan worden. Dit leidt tot een product dat qua structuur en droge-stofgehalte onvoldoende geschikt is voor langdurige opslag of voor gebruik op het moment dat het agronomisch het meest gewenst is. Het probleem wordt versterkt doordat er beperkte kennis beschikbaar is over de optimale samenstelling van de dikke fractie, inclusief het type en de hoeveelheid stro of ander structuurmateriaal. Zonder verbetering van de stapelbaarheid gaat waardevolle organische stof verloren, nemen emissies toe en worden kansen gemist om bij te dragen aan bodemvruchtbaarheid, koolstofvastlegging en biodiversiteit.

3.2 Kennisvragen

Het ontwerptraject voor het Fieldlab richtte zich op het beantwoorden van de volgende vragen:

1. Optimale droge-stofgehaltes
Welk percentage droge stof is nodig om de dikke fractie stabiel en goed stapelbaar te maken, ook bij wisselende weers- en opslagomstandigheden?
2. Rol van structuurmaterialen
Hoe beïnvloeden type, hoeveelheid en structuur van stro of andere toevoegingen de vochtopname, C/N-verhouding en verwerkbaarheid?
3. Emissie-effecten
Wat is het effect van verschillende behandelingen en opslagmethoden op de emissies van ammoniak (NH_3), methaan (CH_4) en lachgas (N_2O)?
4. Invloed op bodem en microbiom
Hoe verandert de microbiologische samenstelling van mest en bodem bij toepassing van diverse varianten van de dikke fractie.
5. Technische haalbaarheid
Welke scheidingstechnieken en opslagmethoden zijn praktisch toepasbaar en bestand tegen stro-rijke meststromen?
6. Economische aspecten
Wat zijn de kosten, baten en energiebehoefte van de verschillende technieken en werkprocessen, en hoe verhouden deze zich tot de meerwaarde voor bodem en bedrijf?

3.3 Innovatiebehoefte

Om deze kennisvragen te beantwoorden is er behoefte aan innovatieve benaderingen die techniek, management en ecologie verbinden. Dat betekent het ontwikkelen of optimaliseren van scheidingstechnieken die bestand zijn tegen stro en andere structuurmaterialen, het ontwerpen van efficiënte opslagmethoden die verliezen minimaliseren, en het integreren van meetmethoden voor emissies en bodemkwaliteit in de dagelijkse praktijk. Er is ook behoefte aan nieuwe combinaties van bewerkingen, zoals composteren of fermenteren, die specifiek zijn afgestemd op het creëren van een

hoogwaardig, stapelbaar product. Tot slot vraagt de innovatieopgave om een helder kader binnen de mestregelgeving, zodat boeren de ontwikkelde oplossingen daadwerkelijk kunnen toepassen zonder juridische of administratieve belemmeringen.

4. Resultaten en discussie

4.1 Beschrijving speelveld (Fase 1)

Bij de discussies over het speelveld kwam duidelijk naar voren dat het gaat om storrige vaste mest verkregen na bronscheiding in de stal en vooral de vraag: 'hoe krijg ik die stapelbaar?'. Ons credo werd derhalve: 'hoe komen we van Gympie-mest (rennen, want het drijft); naar badslippermest (rustig aan kan, want het stapelt)'.

Deze kernproblematiek wordt door alle drie de veehouders gedeeld. Een brainstorm leverde vervolgens onderstaande aspecten op:

- plant groeit beter van vaste mest; bodemleven verandert met het type mest
- Leeftijd: oudere mest wordt geconcentreerder door voorvertering
- Afdekken of niet? Is broei en/of opwarmen door wrijving bij scheiden erg? Alle minerale ammonium-stikstof gaat in beginsel verloren (mesthoop, bemesting)
- Hoe krijg je 't naar/in de opslag (molpomp lukt niet altijd, want te droog; dan transportband)
- omslagpunt lijkt 29-30% ds

Vanuit deze discussiepunten is een literatuurstudie uitgevoerd naar mestbehandeling, compostering, bokashi, regelgeving. Deze is in een **afzonderlijke rapportage** beschikbaar en leverde samengevat de volgende inzichten op.

Binnen het project 'Stapel op vaste mest' heeft Hogeschool Van Hall Larenstein (lectoraat Duurzaam Bodembeheer) een kennisinventarisatie uitgevoerd in samenwerking met de projectpartners. Het project richtte zich op het inventariseren van bestaande kennis en technieken voor de productie en verwerking van stapelbare vaste mest, het signaleren van kennishiaten en kansen voor praktijkonderzoek, en het formuleren van ontwerpkeuzes voor het toekomstige fieldlab Stapel op vaste mest.

De kennisinventarisatie combineerde literatuuronderzoek, praktijkervaringen en beleidsdocumenten van o.a. WUR, ILVO, VLACO en het Louis Bolk Instituut. Hierdoor ontstond een breed en toepasbaar overzicht van de huidige stand van kennis en de belangrijkste lacunes.

Belangrijkste bevindingen:

- De dikke fractie bevat 25–40 % droge stof, 60–80 % organische stof (van DS) en een C/N-verhouding van 12–20. Toevoeging van stro of houtsnippers is essentieel voor luchtigheid, hogere koolstofinhoud en stapelbaarheid.
- Mechanische scheiding (vizelpers, zeefbandpers, centrifuge) bepaalt de kwaliteit van de dikke fractie. Afgedekte opslag en gecontroleerde beluchting beperken emissies en bevorderen productkwaliteit.
- Compostering levert een stabiel product met trage nutriëntenafgifte en emissiereductie. Bokashi-fermentatie behoudt meer organische stof en levert snelwerkende nutriënten.

- Toepassing van vaste mest verhoogt organische-stofgehalte (+0,5–1 %), pH, waterretentie en gewasopbrengst (+5–15 %). Ook lichte positieve effecten op biodiversiteit en koolstofvastlegging zijn vastgesteld.
- Ammoniakverliezen uit de dikke fractie zijn zes keer lager dan uit drijfmest; afgedekte opslag reduceert N- en C-verliezen met 60–80 %.
- Mestscheiding vraagt investeringen, maar biedt voordelen via lagere kunstmestkosten, hogere bodemkwaliteit en nieuwe marktwaarde.

Kennishiaten en kansen:

Hoewel veel technische kennis beschikbaar is, ontbreekt praktijkgerichte kennis over optimale mengverhoudingen, de effecten van opslag- en bewerkingsmethoden op nutriëntenbehoud, de langetermijneffecten op bodemgezondheid en de bedrijfseconomische haalbaarheid. Deze kennishiaten vormen het vertrekpunt voor het te ontwikkelen fieldlab, waarin ondernemers, onderzoekers en adviseurs via praktijkonderzoek oplossingen kunnen beproeven.

Conclusie:

Stapelbare vaste mest is een belangrijke schakel in kringlooplandbouw en bodemversterking. Afgedekte, goed beluchte opslag levert het hoogste nutriëntenbehoud en laagste emissies. Toevoeging van koolstofrijke materialen verhoogt stapelbaarheid en C-vastlegging. Compostering en bokashi zijn complementaire routes die verder praktijkonderzoek vragen. Een regionaal fieldlab kan kennisontwikkeling, demonstratie en opschaling faciliteren en zo bijdragen aan een duurzame toekomst voor de melkveehouderij.

4.2 Inventarisatie ervaringen (Fase 2)

In bijlage 3 zijn de verslagen opgenomen van de inventarisatie van de ervaringen per veehouder. Hieronder worden deze per veehouder samengevat.

Van der Zijl:

Hoofdvraag; Hoe kan de mest na scheiding het beste opgeslagen worden met zo min mogelijk verliezen?

De mestscheider, die de vaste mest “uitwringt”, kan op diverse standen worden gezet. Het drogestof percentage kan hierdoor variëren, waardoor ook het volume van de meststromen varieert. De zoektocht is naar een ideaal drogestof percentage, waarbij de mest goed stapelbaar blijft en zo min mogelijk verliezen optreden. Een goede mest voor de bodem, waarbij ook gekeken wordt naar de kosten.

Broersma:

Hoofdvraag: Hoe kan de vaste mest uit de scheider het beste op de mestplaat terecht komen zonder extra arbeid?

De mest komt nu in een tussen opslag en moet iedere keer met een shovel worden verplaatst naar de vaste mestopslag. Hierbij komt aanvullend de vraag hoe daar de mest op te slaan, met zo min mogelijk verliezen en zo min mogelijk extra arbeid.

Dijkstra:

Hoofdvraag: Hoe maak ik de mest het beste geschikt voor de toepassing in de biogas installatie, zonder het originele doel uit het oog te verliezen om koolstof toe te voegen aan de bodem?

Er zijn plannen in ontwikkeling om een biogasinstallatie te bouwen in combinatie met een uitbreiding van de stal. De storrijke mest kan dan bijgemengd worden en zorgen voor een betere werking van de installatie. Toch is het niet de bedoeling om de meerwaarde van het stro op de bodemorganische stof te verliezen. Is dat een mogelijke optie en hoe kan de mest dan het beste worden voorbehandeld.

4.3 Technische kennisopbouw (Fase 3a-3d)

4.3.1. Matrix scheidingstechnieken (3a)

In tabel 2 wordt een matrix gepresenteerd voor scheidingstechnieken in en buiten de stal op melkveebedrijven en de benaming en karakteristieken van de verschillende fracties.

Tabel 2. Matrix scheidingstechnieken op melkveebedrijven.

	Benaming fractie en wijze van verkrijgen	
Locatie scheiding	Faeces fractie	Urinefractie
In de stal (bronscheiding of primaire scheiding)	via stalvloerontwerpen, al dan niet V-vormig hellend, met gierafvoergaatjes, draaiende urinebandjes in langssleuven, en/of centrale giergoot (ook voor geleiding mestschuif) met regelmatige verwijdering naar afstort aan einde loopgangen; vaak gecombineerd met stro in ligboxen voor structuur en hogere ds%; direct droger product, minder menging met urine; kans op hogere scheidingsrendementen bij minder energiegebruik; beter geschikt voor compostering of bokashi.	via direct en continu afstromen en opvangen in de putten onder de stalvloer en/of urinekelder buiten; soms verdunning met water om ammoniakemissie te beperken;; inzet als groeiseizoensbemesting (stikstofrijk, snelwerkend).
	Dikke fractie	Dunne fractie
Buiten de stal (secundaire scheiding)	vaste fractie verkregen na bewerking faecesfractie met vijzelpers, zeefbandpers, centrifuge of decanter; vaak na tijdelijke opslag of mestschuiven; drogestofgehalte kan >30% worden; mogelijkheid tot mengen met structuurrijke materialen (stro, houtsnippers) voor betere stapelbaarheid; geschikt voor nabehandeling (compostering, droging, folieslurven).	Vloeibare fractie verkregen na secundaire scheiding; opslag in afgedekte opslag, gevolgd door aanwending (in mest-uitrijseizoen) of verdere nabehandeling door indampen, strippen/scrubben, filtratiehoog gehalte aan mineraal stikstof (TAN) - en organische stof, snelwerkend maar hogere emissierisico's; soms basis voor kunstmestvervanger (ReNure).

4.3.2. SWOT mestscheiding en gebruik fracties (3b)

Tabel 3 geeft de resultaten weer van de SWOT-analyse van technieken voor mestscheiding en karakteristieken voor toepassing van verschillende fracties.

Tabel 3. Technieken voor de scheiding/bewetking van verschillende fracties op een melkveebedrijf: karakteristieken en voor- en nadelen.

Locatie	Fractie	Technieken & Voorbeelden	Scheidingsrendement & Droge Stof	Pluspunten	Aandachtspunten
In de stal	Faecesfractie	Hellende rubberen of betonnen vloeren met sleuven/urineafvoer-gaatjes (Opti-Cow, V3, VX, G6) vrijloop-stalvloeren weidevloer, zeraflex)	- Scheidingsrendement: 20–30% van mestmassa als faecesfractie - ds-gehalte: 25–30% direct uit stal, hoger bij veel stro - Fosfaatconcentratie veel hoger dan in urine fractie	- Direct droger product, minder vermenging met urine - Minder energie nodig dan voor secundaire scheiding - Beter voor compostering/bokashi - Lagere ammoniak-emissie in opslag	- Afhankelijk van stalontwerp en management - Strobebruik verhoogt kosten en arbeid - Regelmatig onderhoud nodig (verstopping sleuven)
	Urinefractie	Directe opvang en afvoer via: - Afvoerkanalen/urinegoten/urinegaatjes/afvoerbandjes - Verdunning met regen- of spoelwater (NH ₃ -reductie) - Opslag in mestkelder of aparte afgesloten gierkelder	- Hoog aandeel ammoniumstikstof (TAN) - DS-gehalte: 2–6%	- Zeer geschikt voor bemesting gericht op snelle N-werking in groeiseizoen - Lagere P-dosering bij uitrijden	- Hogere NH ₃ -emissie bij opslag - Seizoensgebonden bruikbaarheid - Risico op uitspoeling bij verkeerde timing
Buiten de stal	Dikke fractie	met: - Vijzelpers (Bauer, FAN) - Zeefbandpers - Centrifuge/decanter - Trommelzeef Nabehandeling: - Mengen met stro, houtsnippers, vlas - Compostering op betonnen plaat - Folieslurven voor gesloten opslag (bokashi)	- Scheidingsrendement: 30–45% van faeces-massa - DS-gehalte: 28–35%, tot >50% na droging/compostering - Fosfaat- en organische-stofrijk	- Hoge scheidingsgraad en uniforme fractie - Geschikt voor export of verkoop - Mogelijkheid tot extra behandeling (fermentatie, droging)	- Hogere energie- en onderhoudskosten - Kans op vezelopbouw in installaties (met stro) - Extra arbeid voor aanvoer en verwerking
	Dunne fractie	Nabehandelingstechnieken: - Indampen (Mestwater, Weepwall) - Stripping/scrubbing (NH ₃ -terugwinning) - Membraanfiltratie (omgekeerde osmose) - Directe veldtoepassing als groeiseizoens-bemesting	- DS-gehalte: 2–6% - Hoog ammoniumgehalte (80% van N) - Hoog gehalte aan organische stof (methaanvormings-potentieel)	- Snelwerkende stikstofbron - Kan als basis dienen voor kunstmest-ervanger (ReNure) - Volumereductie mogelijk (indampen)	- Hogere emissierisico's (NH ₃ en/of CH ₄) - Opslag vraagt afdekken of aanzuren - Technologie voor nabehandeling vaak kostbaar

4.3.3. Gasvormige emissies diverse fracties melkveemest (3c)

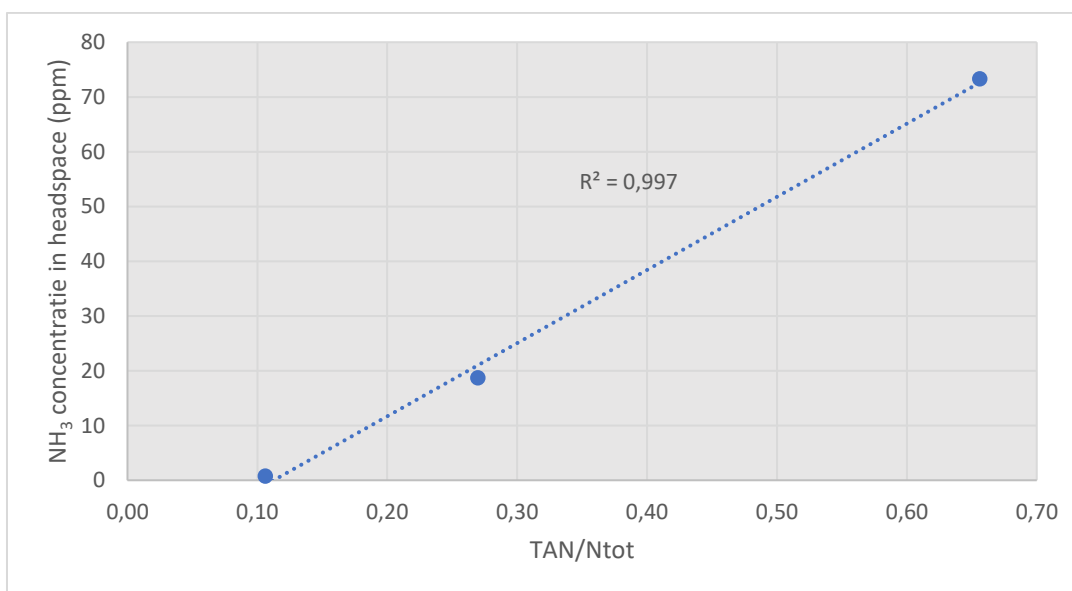
Met het innovatieproject “Haskerweide op nei duorsum buorkjen” is op de melkveehouderij ‘Haskerweide’ van Sanne en Jan van der Zijl een innovatief stal- en opslagsysteem ontwikkeld en getest waarmee de mineralenkringloop op het bedrijf zoveel mogelijk wordt gesloten. Een van de uitgangspunten in de keuze van de maatregelen is om reeds in de stal rekening te houden met de verwaarding van de fracties buiten de stal.

In dat kader zijn twee pottenproeven uitgevoerd om de emissiepotentie (ontwikkeling van ammoniakconcentraties in de lucht boven de mest in een pot, de ‘headspace’) te meten van verschillende mestfracties, waaronder urine, dunne fractie, verse en ingekuilde vaste fractie, en vaste fractie met melasse.

Kernobservaties

Op basis van de uitkomsten van de onderhavige pottenproef (Monteny en Van der Staak, 2025) blijkt dat vaste fracties zonder noemenswaardige emissies buiten de stal kunnen worden opgeslagen, al dan niet afgedekt of ingekuild. De urine- en dunne fracties zullen lagere emissies laten zien dan mengmest, wat aantoont dat de innovatie bijdraagt aan het sluiten van de mineralenkringloop en verminderen van milieubelasting.

De gemiddelde NH_3 -concentratie in ongeventileerde potten met de urine, dunne fractie en dikke fractie die werd geproduceerd ten behoeve van het onderzoek op het onderhavige melkveebedrijf bleek in hoge mate te correleren met het percentage TAN (=Total Ammonia Nitrogen = NH_4^+ + $\text{NH}_3\text{-N}$) van N-totaal, zoals blijkt uit onderstaand figuur.

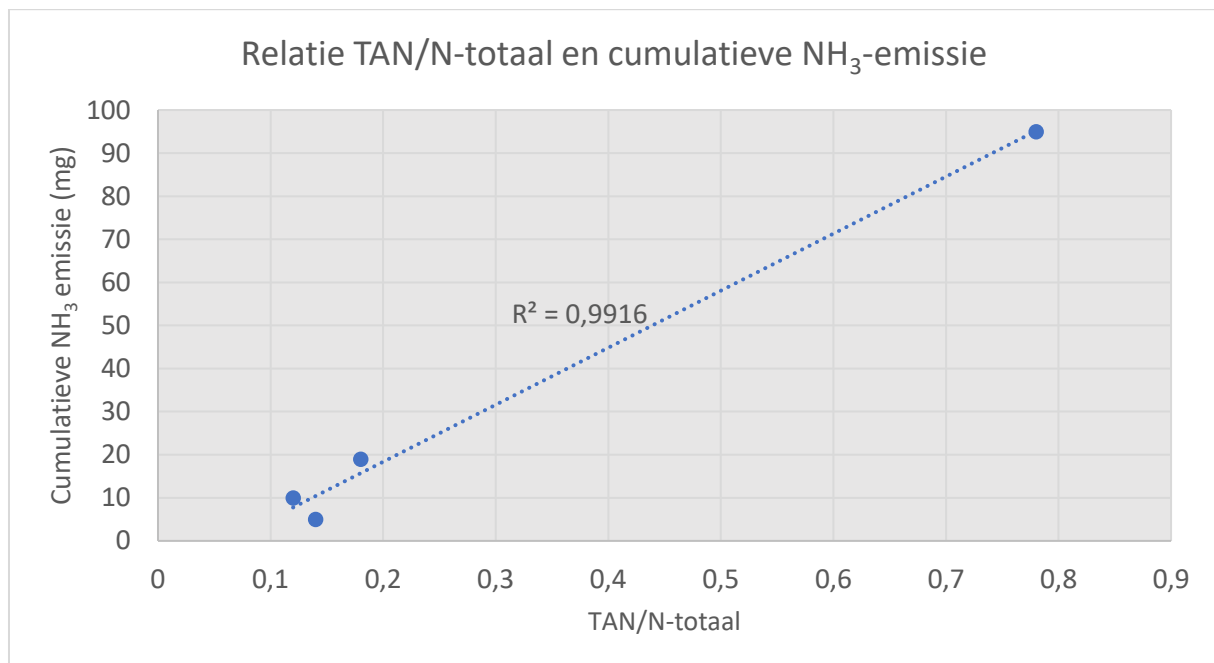


Figuur 1. Gemiddelde NH_3 -concentratie in de ‘headspace’ van potten met verschillende fracties van gescheiden melkveemest op het bedrijf van fam. Van der Zijl. Van rechts naar links: urinefractie (met water) van de kelder onder de sleufvloer met gaatjes), dunne fractie na persen en dikke fractie na persen van de uit de stal geschoven faecesfractie (met stro).

Uitleg/verklaring

- TAN is de direct vluchtige/omzetbare N-fractie.
- Bij hogere verhouding TAN/N-totaal is er, bij gegeven pH en temperatuur, meer vrij NH_3 (via het evenwicht $\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}^+$), dus stijgt de gemeten NH_3 -concentratie.
- Dit zie je in de pottenproef: urine (TAN/N $\approx 0,66$) heeft de hoogste NH_3 -potentieel; dunne fractie (TAN/N $\approx 0,27$) beduidend lager; vaste fractie (TAN/N $\approx 0,11$) vrijwel nul.

In de GLB-pilot 'Gescheiden met Waarde' is onderzocht of en hoe de urine en feces fracties van 'mestscheiding aan de bron' zowel bij opslag als na toediening in het veld meerwaarde opleveren aan verschillende ecosysteemdiensten zoals emissies, opbrengst, nutriëntenbenutting, bodem- en waterkwaliteit en biodiversiteit. Daarbij is de NH_3 -emissie gemeten in geventileerde pottenproeven. De resultaten van dit onderzoek (Van Rotterdam *et al.*, 2025) staan in figuur 2.



Figuur 2. Cumulatieve ammoniakemissie gedurende 5 weken incubatie van verschillende fracties afkomstig van melkveemest. Van rechts naar links: urine (primaire scheiding), dunne fractie (mechanische scheiding), dikke fractie (mechanische scheiding) en faeces (primaire scheiding).

Hieruit blijkt dat in beide proefopzetten de verhouding tussen TAN en N-totaal een goede voorspeller is van het potentieel voor NH_3 -emissie en de NH_3 -emissie zelf.

Literatuur bij paragraaf 4.3.3.

G.J. Montenij en Lianne van der Staak, 2025. Onderzoek emissies mestfracties Als onderdeel van het Sbv-project (Sbv 2123003) 'Haskerweide'. Advies-ID Baarn, rapport 2025-0002, 20 pp.

D. van Rotterdam, J. Deru, J. de Stigter, H. van der Weijde, M. Plomp en J. Beek, 2025. De waarde van gescheiden mestfracties voor grasproductie, bodem, biodiversiteit en emissies, en de betekenis voor de praktijk. Eindrapport GLB-pilot Gescheiden met Waarde. Louis Bolk Instituut, 23 pp.

4.3.4. Pottenproeven emissies vaste fractie (fase 3D)

Doel

Vaststellen van emissiepotentie (NH_3 , CH_4 , H_2S) uit mestfracties onder opslag-achtige ('simulatie') omstandigheden, met minimale verstoring van het emitterend oppervlak.

Een pottenproef simuleert de uitstoot (emissie of emissiepotentieel) van mest of mestfracties tijdens bewaring (opslag) buiten of in de stal.

In de nationale (o.a. Groenestein *et al.*, 2006) en internationale (o.a. Berg *et al.*, 2006) literatuur (zie o.a. tabel hierna) is informatie te vinden over laboratoriumopstellingen met potten ('pottenproef') voor het bepalen van gasvormige emissies van mest van landbouwhuisdieren. Vaak gaat het om het meten van het emissiepotentieel van een enkel mestgas; in Nederland is dat meestal NH_3 en in het buitenland vaak CH_4 . De meetopstelling varieert daarbij, bijvoorbeeld in de grootte van de pot, de hoeveelheid mest die in de pot wordt gebracht, de omgevingstemperatuur (al dan niet geconditioneerd) en de hoeveelheid afgezogen lucht uit de 'headspace' (lucht boven de mest) voor de meting.

De Nederlandse veehouderij kenmerkt zich in toenemende mate als innovatief (bijv. de Sbv-subsidieregeling), waarbij niet langer sprake is van mengmest (faeces + urine), maar van mestfracties afkomstig uit innovatieve stalsystemen met primaire mestscheiding en/of mestscheiding buiten de stal, gevolgd door nieuwe manieren van opslag van de producten na mestscheiding buiten of soms zelfs in de stal.

Ons doel is om, op basis van een inventarisatie van de beschikbare literatuur naar alle relevante kenmerken, te komen tot (het ontwerp van) een mobiele pottenproef waarmee we uiteindelijk bij veehouders in de praktijk het emissiepotentieel van de mestgassen ammoniak (NH_3), methaan (CH_4) en waterstofsulfide (H_2S) van vaste mestfracties afkomstig van innovatieve (huisvestings-) systemen voor melkkoeien zoveel mogelijk gelijktijdig te kunnen vaststellen. Bij voorkeur ten opzichte van de referentiesituatie met mengmest.

Hiermee krijgt de veehouder inzicht in gasvormige verliezen (emissies) in zijn of haar praktijksituatie; ook biedt de mobiele pottenproef de mogelijkheid om het effect vast te stellen van behandeling van de mestfractie (meer/minder stro, ander stro of strooisel e.d.),

omdat we streven naar een opstelling met meerdere potten, zodat vergelijkend ('control/case') onderzoek kan worden uitgevoerd.

Uit de hierna genoemde literatuur blijkt dat in het onderzoekproces met potten sprake is van een 'flush flow' (de hoeveelheid lucht waarmee de ruimte boven de mest en onder het potdeksel ('headspace') wordt ververs) en een 'sample flow' (de hoeveelheid lucht die wordt afgezogen ten behoeve van een meting van de gasconcentratie in de 'headspace').

In de praktijk kan sprake zijn van minimaal 3 opslagsituaties:

- Open buitenopslag waar weer en wind (variabele lichtsnelheid) vrij spel hebben (bijvoorbeeld bij de buitenopslag van vaste mest na mestscheiding en stromest uit een geitenstal)
- Buitenopslag van vloeibare fracties en mengmest die in Nederland bij wet in een afgedekte silo (nagenoeg winddicht; lage lichtsnelheid) of mestzak (winddicht (lichtsnelheid nabij '0') moet worden opgeslagen)
- Opslag van vloeibare fracties, mengmest en stromest in de stal, waarbij vloeibare fracties en mengmest worden opgeslagen in mestkelder onder de stalvloer, waardoor de lichtsnelheid over het mestoppervlak aanzienlijk wordt verminderd (o.a. afhankelijk van het type stalvloer) ten opzichte van de lichtsnelheid in de stal als gevolg van stalventilatie. Dit is in mindere mate het geval voor in de stal aanwezige stromest, zoals bij melkgeiten en vleesstieren die zijn blootgesteld aan de stalcondities.

Het is onbekend welke 'flush flow' nodig is om de opslagsituatie van de desbetreffende fractie in de praktijk te simuleren. De flush flow zorgt immers voor een lichtsnelheid over het emitterend oppervlak van de mest in de pot. Het zou aan te bevelen zijn een regelbaar systeem ontwikkelen waarmee flush flow en sample flow kunnen worden ingesteld, afhankelijk van de te bemeten mestfractie en de bijbehorende opslagsituatie op het desbetreffende praktijkbedrijf. Een dergelijk flexibel, regelbaar systeem bestaat nog niet en dat zou kunnen worden ontwikkeld en getest voor ons fieldlab.

Een tweede dimensie van het bovengenoemde regelsysteem is het beschouwde mestgas.

Van ammoniak is bekend, dat de emissie of het emissiepotentieel afhankelijk is van het concentratieverschil in en boven de vloeistof/mestoppervlak. Dat betekent dat afzuiging (flush en sample) van lucht uit de 'headspace' de emissie en het emissiepotentieel beïnvloedt.

Bij methaan is dat juist niet het geval (daarom werken biovergisters zo goed) en voor waterstofsulfide is dat onvoldoende bekend, maar waarschijnlijk ligt dat gedrag in tussen dat van ammoniak (goede oplosbaarheid) en methaan (onoplosbaar in vloeistoffen).

Bovengenoemde gaskenmerken maken dat bij het ontwerp van een regelsysteem waarschijnlijk zal moeten uitgaan van een hybride tussen een regelbare flush- en sample flow (voor NH₃ en H₂S) en een niet belucht systeem (voor CH₄) of mogelijk gecompartmenteerde potten waarbij een compartiment kan worden afgezogen en een tweede compartiment niet wordt afgezogen.

Onderstaand is een overzicht gegeven van pottenproeven vanuit de literatuur en de bijbehorende specificaties.

Tabel 3. Overzicht van verschillende soorten pottenproef en de specificaties.

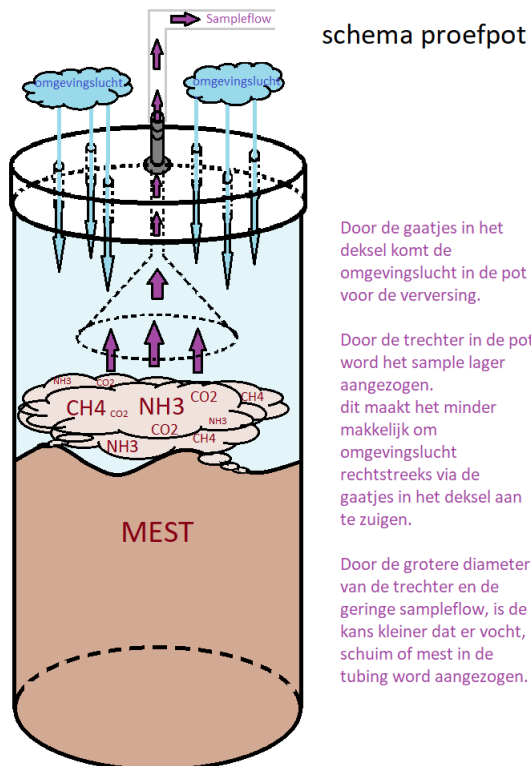
<i>Litera-tuurbron</i>	<i>Potvolume / reactor</i>	<i>Substraat-volume</i>	<i>Deksel / uitvoering</i>	<i>Klimaat-omstandig-heden</i>	<i>Gassen gemeten</i>	<i>Meetduur & frequentie</i>
<i>Groene-stein et al. (2006)</i>	Cilinder Ø 0,19 m, h 0,30 m (~8,5 L)	0,1–3,6 kg substraat	Deksel met 24 gaatjes (luchtinlaat) + 1 uitlaat	20 °C, 70% RV	NH ₃	7 dagen, uurlijkse meting
<i>Meet-ID (2021)</i>	Plexiglas Ø 23,5 cm, h 58,5 cm (~25 L)	~12 kg mest (~10 L)	Deksel met perforaties + centrale doorvoer, multipoint sampler	Ongeregu-leerd, 10–20 °C	NH ₃ , CH ₄	40 dagen, elke pot 15 min per 3,75 h maatcyclus
<i>Dong (2025, Kopros)</i>	Ø 27,4 cm, h 41,7 cm (20 L)	Urine/mest mix (10–15 L)	Deksel met 3 gaten (luchtin-, -uit met orifice, sensor)	10 °C, 75% RV	NH ₃ (NO _x verwaarloosbaar)	29 dagen, elke 10 min schakeling; 1 datapunt/2 h
<i>Berg et al. (2006)</i>	Plexiglas Ø 0,29–0,49 m, h 0,49–0,99 m (65–92 L)	50–75 kg mest	Gesloten; dynamisch bemeten met luchtin/-uit	10–22 °C (labruimte)	NH ₃ , CH ₄ , N ₂ O, CO ₂ , H ₂ O	92–190 dagen, cyclische metingen elke ~20 min
<i>Habtewo ld et al. (2018)</i>	Pilot-scale tanks 10,5 m ³	Volledige vulling (slurry)	Flow-through steady-state chambers	Buiten, 25 jun–23 okt, 10–25 °C	CH ₄ (laser); microbiële analyse	120 dagen, CH ₄ continu; slurry 2-wekelijks bemonsterd
<i>Wang et al. (2014)</i>	Dubbelwand ige reactors: binnen 100 L	75 L digested pig slurry	Luchtdicht deksel; 2 openingen	22–35 °C (omgeving)	CH ₄ (analyser), H ₂ S (analyser), NH ₃	95 dagen; CH ₄ & H ₂ S continu (10

	container in buitenste 150 L		(gas sampling + sensoren), luchtin/-uit gereguleerd	, slurry iets lager	(spectrofotometer)	min/reactor + 20 min achtergrond); NH ₃ 10 min bemonstering
<i>Lee et al. (2025)</i>	Rechthoekige PP-container, 21 L (0,335 × 0,245 × 0,256 m)	10,6 kg slurry (diepte 13 cm, ~50% hoogte)	Open pit met in-/uitlaat; floating cover: ABS-bollen Ø 4 cm (45 stuks), 51,6% oppervlak	Klimaatkamer 25 °C	NH ₃ (laser), H ₂ S (sensor)	125 dagen; dagelijks (week 1), om de 2 dagen (week 2–3), om de 3 dagen (week 4–7), daarna 1x/week
<i>Zhu et al. (2022)</i>	Kleine containers (<10 L)	Liter-schaal slurry	Gesloten met sampling port	Kamertemperatuur (~20 °C)	CH ₄ , pH-ontwikkeling	Langdurige monitoring (exacte frequentie niet vermeld)
<i>Kresse & Büscher (2009)</i>	PVC reactorvaten h 1,5 m, Ø 16 cm (~30 L)	Ca. 20 L slurry	Deksel met aeration inlet en exhaust outlet	Kamertemperatuur (20 °C)	CH ₄ (en NH ₃)	Continu, meerdere weken, gasmeting en flow-based

Mogelijke opzet (statische pottenmethode) t.b.v. integraal emissiepotentieel van stapelbare stromest

- **Potten:** cilinders Ø 23,5 cm; hoogte 58,5 cm; volume 25,4 L; vulling ca. 13 L fractie (maatstreep voor gelijke vullingen).
- **Headspace:** afgesloten, geperforeerd deksel met monsternamepoort; tijdens meting kortstondig aanzuigen van lucht uit de headspace.
- **Metingen:**
 - NH₃ & H₂S: MultiRAE (gepompte bemonstering, 200–300 mL min⁻¹)
 - CH₄: Axetris LGD-C (gepompte bemonstering, 300 mL min⁻¹).
- **Klimaat:** geklimatiseerde meetwagen (±18 °C) om temperatuurinvloed te beheersen.
- **Frequentie:** periode 1 dagelijks; periode 2 eens per 3 dagen; volgorde vastgelegd, nog om te bouwen naar continu/automatisch en andere meetapparatuur (bijv. DOL voor NH₃)

Figuur 3 is een schematische weergave van een pot, met een aantal karakteristieken en de luchtstroming tijdens monstername (metingen).



Figuur 3. Mogelijke opzet pottenproef.

Verder is een Lab-bepaling voor het emissiepotentieel van NH_3 en H_2S van melkveemest beschikbaar via www.topmest.org.

Literatuur bij paragraaf 4.3.4.

Groenestein, C. M., den Hartog, L. A., & Metz, J. H. M. (2006). Potential ammonia emissions from straw bedding, slurry pit and concrete floors in a group-housing system for sows. *Biosystems Engineering*, 95(2), 235–243. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2006.07.002>

Monteny, G.-J., van Well, E., Bos, B., & Puente Rodríguez, D. (2021). *Case/control-pottenproef reductie CH_4 en NH_3 melkveemest door mestadditieven (Meet-ID rapport 2021-002)*. Monteny Milieu Advies, CLM Onderzoek en Advies, Wageningen Livestock Research & Meet-ID. Retrieved from https://farmgaslive.com/wp-content/uploads/2020/11/Meet-ID-rapport-2021-002_pottenproef-FINAL_3-juni-2021.pdf

Dong, S. (2025). *Communication report: Evaluation of Kopros for reducing ammonia emissions from cow slurry in a blind vessel experiment*. Wageningen Livestock Research / Region Deal Foodvalley. Retrieved from <https://research.wur.nl/en/publications/communication-report-evaluation-of-kopros-for-reducing-ammonia-em>

Berg, W., Türk, M., & Hellebrand, H. J. (2006). Effects of acidifying liquid cattle manure with nitric or lactic acid on gaseous emissions. In *Workshop on Agricultural Air Quality: State of the Science* (pp. 492–496). Leibniz Institute for Agricultural Engineering Potsdam-Bornim.

Habtewold, J., Gordon, R., Sokolov, V., VanderZaag, A., Wagner-Riddle, C., & Dunfield, K. (2018). Reduction in methane emissions from acidified dairy slurry is related to inhibition of *Methanosarcina* species. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2806. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02806>

Wang, K., Huang, D., Luo, H., & Ying, H. (2014). Effects of acidification during storage on emissions of methane, ammonia, and hydrogen sulfide from digested pig slurry. *Biosystems Engineering*, 122, 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.03.002>

Lee, J., Kim, D., Park, S., & Jeon, B. (2025). Effectiveness of floating covers in mitigating ammonia and hydrogen sulfide emissions from lab-scale swine slurry pits. *Sustainability*, 17(1), 374. <https://doi.org/10.3390/su17010374>

Zhu, J., Petersen, S. O., & Jensen, L. S. (2022). Small-scale slurry container experiments to assess pH effects on methane production. *ACS Agricultural Science & Technology*, 2(3), 172–183. <https://doi.org/10.1021/acsagscitech.2c00172>

Kresse, H., & Büscher, W. (2009). Aeration of stored pig slurry to reduce methane emissions. *Landtechnik*, 64(2), 89–91. Retrieved from <https://www.agricultural-engineering.eu/landtechnik/article/download/2009-64-2-089-091/2009-64-2-089-091-en-pdf>

4.4 Ontwerp pilot- en demo-opstellingen (Fase 4)

Tijdens de afsluitende brainstorm over het fieldlab-ontwerp, in november j.l., werd het volgende besproken en besloten.

Dijkstra:

- Hoe moet je stromest verwerken om in te voeren in een mono-mestvergister? Een dergelijke vraag speelt ook in de geitenhouderij en de paardenhouderij
- Op zijn bedrijf wordt ca. 2.500 ton stromest per jaar geproduceerd
- Hoe kan een 'weewall' worden toegepast om de mest op ons bedrijf meer stapelbaar te maken; mogelijk ook ideeën bij Jacob Hoekstra of Ad Scheepers
- Gebruikt 3-5 kg per dier per dag aan stro in de ligboxen, met als doel verbetering bodemvruchtbaarheid
- Hij noemt ontheffing voor stromest als belangrijk aandachtspunt ('wat heeft de bodem nodig?')

Broersma:

- Gebruikt 2 kg gehakseld (kort) stro per dier per dag
- Stro verteren in de bodem gaat beter in een systeem met veel maaien ('de bodem leert')

- Plan is: vaste mest gaat nog redelijk vloeibaar naar de opslag, daar scheiden en vaste mest onder een kleed, eventueel bokashi
- Eventueel snippers van gehakselde elsentakken mee-composteren
- ReGeNL: onderscheidend in melk

V.d. Zijl:

- 2 kg langer (iets korter dan lang) stro per koe per dag
- Afdekken vooralsnog handmatig; kennisvraag is automatisch afdekken (bijv. Agridek)
- Dunne fractie na scheiden afvoeren; urinefractie moet ReNure worden i.v.m. economisch plaatje

4.5 Disseminatie (Fase 5)

Via Groen Kennisnet is de ontwerpstudie aangekondigd en worden ook de resultaten publiek gemaakt (www.groenkennisnet.nl/stapel-op-vaste-mest). Verder is vooral vanuit HVHL communicatie en disseminatie opgepakt.

5. Conclusies en aanbevelingen

Blauwdruk:

- Een experimenteer-omgeving om uitsluitend kennis te halen en te brengen is niet aantrekkelijk; dit kan ook bij één centraal persoon liggen (bijvoorbeeld Advies-ID of de ANBI-Stichting I-VEE)
- Welke doelgroepen richten we zo'n omgeving op ?
- Beantwoording van vragen vanuit de praktijk ?
- De wetgeving werkt tegen; daarin zou ruimte moeten komen om te kunnen experimenteren en om aan kennisontwikkeling te kunnen doen

We concluderen dat het technische vraagstuk van het stapelbaar maken van storrijke vaste fractie het afgelopen jaar werkende weg is opgelost.

Voor een eventueel vervolg zijn 3 regelingen uitgezocht en hieronder uitgewerkt, want een landelijke regeling voor een fieldlab/experimenteeromgeving is nu niet bekend/beschikbaar.

A. Soilcrates (www.fryslan.frl/soilcrates):

SOILCRATES is onderdeel van de Europese Missie 'A Soil Deal for Europe (Mission Soil)', één van de vijf missies onder het Europese Research en Innovatie- (R&I)-programma Horizon. De provincie Fryslân is de leadpartner van het project, met Hogeschool Van Hall Larenstein als inhoudelijk partner. Ook zijn de Nederlandse partners Stichting Wetsus, Wageningen Universiteit Research, Louis Bolk Instituut en de Noardlike Fryske Wâlden aangesloten.

Op dit moment is naar schatting 60 tot 70% van de bodems in Europa (ernstig) aangetast door vervuiling en niet-duurzame vormen van landgebruik. Dit baart de EU zorgen. Zij ziet

een gezonde bodem als de basis van ons voedselsysteem, als voorwaarde voor schoon water en belangrijk voor de biodiversiteit. Een gezonde bodem draagt bij aan veerkracht in tijden van klimaatverandering. Binnen het Europese 'Mission Soil'-programma financiert de Europese Commissie onderzoek en innovatie gericht op het beschermen en herstellen van de bodem. Het belangrijkste doel van Mission Soil is het realiseren van 100 Living Labs en Lighthouses in 2030, om de transitie naar gezonde bodems te leiden. Binnen SOILCRATES werken meerdere EU-landen samen aan het opzetten van vier Living Labs.

De naam SOILCRATES is afgeleid van het Engelse woord voor bodem in combinatie met de naam Socrates. Socrates was een Griekse filosoof die onder andere bekend is van uitspraken als: "De enige echte wijsheid is weten dat je niets weet". En: "Ik kan niemand iets leren. Ik kan ze alleen aan het denken zetten".

Vier Living Labs

SOILCRATES heeft de ambitie om vier Living Labs op te zetten, in Nederland (Groningen, Fryslân, Drenthe), Frankrijk (Landes), Ierland (Midwest) en Spanje (Granada). Dit met als doel om de bodemkwaliteit te monitoren en te verbeteren binnen de landbouwsector. Daarnaast is het vergroten van de bodemgeletterdheid een belangrijk doel van het project.

Deze Living Labs vormen een broedplaats voor experimenten en kennisdeling, waar lokale belanghebbenden (denk aan boeren, landeigenaren, kennisinstellingen, overheden, bedrijfsleven en andere geïnteresseerden) samenwerken aan de uitdagingen rondom bodemgezondheid. Binnen elk Living Lab zullen minimaal 10 experimenten worden opgezet, op basis van de input vanuit boeren en andere belanghebbenden (via co-creatiesessies) en gefinancierd vanuit SOILCRATES.

Het Noord Nederlandse Living Lab is een samenwerking tussen de kennispartners Hogeschool Van Hall Larenstein, Wetsus, Wageningen University Research, Louis Bolk Instituut, de provincies Groningen, Drenthe en Fryslân en agrarische collectieven zoals Elan en Noardlike Fryske Walden.

Experimenten

Op de locaties 't Kompas in Valthermond, Biosintrum in Oosterwolde en SPNA Ebelsheerd in Nieuw Beerta (de "lighthouses" in EU-termen) worden co-creatie sessies georganiseerd, waarin lokale partijen (boeren, kennisinstellingen, overheden, collectieven) samen kennis en ervaringen uitwisselen en de issues als het gaat om bodemgezondheid in kaart brengen. Op basis daarvan worden verschillende projectvoorstellen voor experimenten uitgewerkt. De eerste Nederlandse experimenten hebben op dit moment een aanvraag voor financiering ingediend.

Over het project:

- Leadpartner Provincie Fryslân
- 21 partners uit 5 landen: Ierland, Frankrijk, Spanje, Nederland, Griekenland, Italië
- Looptijd: oktober 2024 – oktober 2028
- Totaalbudget: € 11,9 miljoen
- Website: www.soilcrates.eu

B. Agro Parel Noord-Nederland (www.agroagendann.nl/uitvoeringslijnen/) is een samenwerkingsverband van de primaire sector (zowel akkerbouw als veehouderij), agribusiness, kennis- & onderwijsinstellingen, terreinbeheerders en milieufederaties. De focus ligt op het ontwikkelen en praktijkrijp maken van innovatieve landbouwpraktijken die bijdragen aan het behalen van overheids- en gebiedsdoelen. Dit gebeurt sectorbreed, met een cruciale rol voor agrarische ondernemers in zowel akkerbouw als veehouderij. Samenwerkingen tussen agrariërs en organisaties zoals agrarische collectieven, LTO, Agricycling, PavexEcolana en PavexDrenthe, evenals de samenwerking tussen akkerbouw en melkveehouderij in Noord-Nederland, bieden veel perspectief voor het realiseren van deze doelen. De centrale thema's zijn gezonde bodems, klimaatadaptatie en -mitigatie, en circulariteit. Hiermee kunnen belangrijke stappen gezet worden in het realiseren van gebieds- en beleidsdoelstellingen en het versterken van een toekomstbestendige landbouw met bijbehorend verdienvermogen. Door intensieve samenwerking tussen vijf hoofd-experimenteerlocaties, boerenpraktijklocaties en het netwerk AgroAgenda Noord-Nederland bouwen we aan een dynamische kennisinfrastructuur. Met onderzoek-, demo- en praktijkbedrijven als bezoeklocaties bevorderen we de efficiënte uitwisseling van (wetenschappelijke) kennis tussen alle belangrijke stakeholders. Dit voorstel omvat 13 experimenten die in jaar 1 starten. In vervolgjaren worden experimenten, locaties en thema's toegevoegd. We bouwen een GROEIPAREL met financieringsbronnen, waarbij we wetenschappelijke en praktijkkennis en innovatieve oplossingen bundelen in gereedschapskisten voor agrariërs, beleidsmakers en studenten. Begin maart 2025 is de aanvraag bij RVO ingediend.

C. SIA – Organische meststoffen

Afgelopen zomer heb ik, op verzoek van het ministerie van LNV, een subsidiecall geschreven binnen de PVG-regeling van SIA over organische meststoffen. Deze call, gericht op hbo-praktijkonderzoek, is inmiddels open; indiening is mogelijk tot april.

De afgelopen weken is met verschillende hogescholen afgestemd wie betrokken willen zijn. Van Hall Larenstein wordt trekker van het voorstel, samen met Aeres, HAS, Inholland en Christelijke Hogeschool Ede. Daarnaast zijn we in gesprek met diverse organisaties over inhoudelijke betrokkenheid en cofinanciering.

Het project heeft een omvang van circa €1 miljoen en een looptijd van vier jaar.

Meer informatie over de regeling:

<https://www.sia-voedselengroen.nl/organische-mest/home/>

Bijlage 1. Gebiedskarakteristiek en context

Het werkgebied van het project Stapel op vaste mest ligt in Noord-Nederland, met praktijklocaties in Friesland en Groningen. Hoewel de bedrijven relatief dicht bij elkaar liggen, verschillen de landschappen, bodemtypen en bijbehorende uitdagingen sterk. Deze variatie maakt het mogelijk om technieken en oplossingen voor het stapelbaar maken van vaste mest te toetsen onder uiteenlopende omstandigheden.

Het bedrijf van Jan en Sanne van der Zijl bevindt zich in het veenweidegebied van Friesland. Dit gebied is vaak nat, kent een lage draagkracht en levert gewassen van wisselende kwaliteit. De kans op nutriëntenuitspoeling is er relatief klein, maar de bodemdaling en de daarmee samenhangende CO₂-uitstoot vormen urgente vraagstukken. Maatschap Broersma–Van der Noord is gevestigd in Friesland, op een plek waar zandgrond de boventoon voert. Deze grond is van nature droger en gevoeliger voor nutriëntenverliezen, waardoor efficiënt gebruik van organische mest cruciaal is voor zowel bodemvruchtbaarheid als waterkwaliteit. Thomas Dijkstra boert op de vruchtbare kleigronden in het Groninger Hogeland. Hier zijn de opbrengsten doorgaans hoog en is samenwerking met akkerbouwbedrijven vanzelfsprekend, maar speelt de uitdaging om duurzaam te bemesten binnen de geldende normen.

In de regionale context spelen verschillende opgaven die direct raken aan de doelstelling van het project. In veengebieden is de combinatie van bodemdaling en CO₂-uitstoot een belangrijk aandachtspunt. Op diverse locaties is sprake van biodiversiteitsverlies, waarbij met name de afname van weidevogels zorgen baart. Daarnaast vallen delen van het gebied onder de aanwijzing ‘nutriëntenverontreinigd’ (NV-gebied), wat betekent dat strengere bemestingsnormen en aanvullende maatregelen gelden. Deze factoren maken het vinden van werkbare, duurzame oplossingen voor mestgebruik en bodemverbetering extra urgent.

De mix van omstandigheden, van nat veen tot droog zand, van hoge productie op klei tot natuurdoelen in weidegebieden, maakt het projectgebied tot een realistisch en veelzijdig proefveld. Het is bij uitstek geschikt om te laten zien hoe innovaties in mestbehandeling en -opslag kunnen bijdragen aan een duurzame, veerkrachtige landbouw die in balans is met haar omgeving.

Bijlage 2. Opzet Interactieve Sessie: Het Stapelbaar Maken van Vaste Mest

Doel van de sessie:

Het doel is om gezamenlijk verschillende technieken voor het stapelbaar maken van vaste mest te verkennen, te beoordelen op haalbaarheid, toepasbaarheid en betaalbaarheid, en om de mogelijke risico's van elke oplossing te identificeren en strategieën te bedenken om deze te mitigeren.

Sessie-overzicht:

- **Duur:** 2,5 uur
 - **Aantal deelnemers:** 12-20 personen
 - **Facilitator:** 1 persoon die de sessie leidt
 - **Benodigdheden:**
 - Flip-overs of digitale whiteboardtools
 - Sticky notes
 - Pennen/stiften
 - Projector voor visuele ondersteuning (indien nodig)
 - Vooraf bereide materialen met beschrijvingen van technieken voor het stapelbaar maken van vaste mest (bijvoorbeeld info over mestscheiding, composteren, vergisting, etc.)
-

Sessie Fases:

1. Introductie & Doelstelling (15 minuten)

Facilitator:

- Welkom heten van de deelnemers en kort de doelstellingen van de sessie uitleggen.
- Kader scheppen: Wat wordt bedoeld met "stapelbaar maken van vaste mest" en waarom is dit relevant voor de sector?
- De focus van de sessie benadrukken: Verkennen van technieken, beoordeling op haalbaarheid, toepassing en betaalbaarheid, en het identificeren van risico's.

Activiteit:

- Presentatie van het projectplan de gedachte er achter
-

2. Verkenning van Mogelijkheden (30 minuten)

Doel: Identificeren van mogelijke technieken en oplossingen voor het stapelbaar maken van vaste mest.

Activiteit:

- **Individuele Brainstormsessie (5 minuten):** Vraag de deelnemers om individueel na te denken over mogelijke technieken en oplossingen voor het stapelbaar maken van vaste mest. Ze schrijven deze ideeën op sticky notes.(geeltjes)
 - **Groepsdiscussie en Clustering (15 minuten):** Deel de deelnemers in kleine groepen (2-3 mensen) en vraag hen de ideeën te comprimeren naar een aantal sticky notes.
 - **Presentatie van de Groepen (10 minuten):** Iedere groep presenteert kort de clusters en ideeën die zij hebben geformuleerd. Deze worden aan het eind van de sessie op de flip-over geplaatst en vervolgens door de facilitator samen plenair geclusterd in logische categorieën (bijvoorbeeld technieken, processen, producten).
-

3. Beoordeling van Haalbaarheid, Toepassing en Betaalbaarheid (45 minuten)

Doel: De geselecteerde technieken beoordelen op basis van haalbaarheid, toepassing en betaalbaarheid.

Activiteit:

- **Groepstechniekbeoordeling (30 minuten):** Verdeel de groep in drie subgroepen en wijs elke groep een specifiek criterium toe:
 1. **Haalbaarheid:** Wat zijn de technische vereisten en de haalbaarheid van de techniek?
 2. **Toepassing:** In welke context en factoren hebben invloed op het proces? (Bijvoorbeeld: verschillen tussen lang en kort stro)
 3. **Betaalbaarheid:** Wat zijn de kosten van implementatie, en is de techniek kosteneffectief voor de doelgroep?

Elke groep beoordeelt 3-5 technieken aan de hand van hun toegewezen criterium en noteert hun bevindingen op een matrix (bijvoorbeeld: van "zeer haalbaar" tot "onhaalbaar").

- **Groepspresentaties (15 minuten):** Elke groep presenteert de beoordeling van hun toegewezen criterium en de belangrijkste bevindingen. Het resultaat wordt zichtbaar op een gezamenlijke matrix op de flip-over of een digitaal bord.
-

4. Risicoanalyse & Mitigatie (40 minuten)

Doel: Risico's van elke techniek identificeren en mogelijke mitigerende maatregelen formuleren.

Activiteit:

- **Individuele Risicoanalyse (10 minuten):** Vraag de deelnemers om na te denken over de mogelijke risico's van de beoordeelde top 3 technieken die overblijven uit de haalbaarheid en deze op sticky notes te schrijven. Kernvraag daarbij is: "waarom gaat dit faliekant mislukken"
 - **Groepsdiscussie en clustering (10 minuten):** de risico's worden gecategoriseerd en ontdudd.
 - **Mitigatie risico's (10 minuten):** Deelnemers gaan individueel per opgave ideeën bedenken om de risico's te mitigeren. Deze worden genoteerd op sticky notes en gecategoriseerd
 - **Plenaire Bespreking van Risico's en Mitigatie (10 minuten):** Plenair worden de belangrijkste risico's en de voorgestelde maatregelen besproken. Het groepsgesprek richt zich op het optimaliseren van de voorgestelde mitigatie-oplossingen en het identificeren van eventuele gezamenlijke aanpakken.
-

5. Conclusies en Volgende Stappen (15 minuten)

Doel: Samenvatten van de belangrijkste inzichten en concrete acties definiëren.

Activiteit:

- **Samenvatting door Facilitator (5 minuten):** De facilitator vat de belangrijkste bevindingen samen, zowel qua mogelijkheden, haalbaarheid, risico's en mitigatiestrategieën.
-

6. Afsluiting (5 minuten)

Facilitator:

- Bedanken van de deelnemers voor hun bijdrage.
- Uitleggen over het vervolg van het proces (bijvoorbeeld het opstellen van een rapport, vervolvergadering, enz.).
- De deelnemers krijgen de mogelijkheid om feedback te geven over de sessie.

Bijlage 3. Verslagen diepte-interviews veehouders

Stal: Haskerweide (fam. V.d. Zijl)

Tijdens het bezoek van 23 juli zijn de volgende punten besproken.

A. Koe Er is niet gekeken naar de optie voor het aanpassen van het rantsoen, of aankoop van grondstoffen die de dikte van de mest zouden kunnen beïnvloeden.

B. Ligbox Strooisel. Er wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van tarwestro. Daarnaast van lang stro. Het zou beter in de ligbox blijven liggen. Dat doel is gehaald. Er wordt iedere dag gestrooid, ook om een homogene mest achter de stal te krijgen. Een nadeel lijkt te zijn dat het lange stro ook door de pers moet, dit kost extra vermogen. Er wordt nu 1,5-2 kg stro per dag gebruikt. Afhankelijk van het seizoen. Optie Het plan voor komend seizoen is om korter stro te kopen om te kijken hoe dat gaat in de ligboxen.

C. Vloer In de stal ligt een V3 vloer van V17 Agro. De vloer wordt gespoeld met slootwater. Het is een vloer met gaatjes, maar deze gaatjes gaan (te) snel dicht zitten. Door het spoelen wordt de mest dunner. De feces neemt een deel spoelwater op, waardoor totaal dunner is, maar niet door de gaatjes verdwijnt. Getest: Eerste schuif was niet zwaar genoeg, daarom kreeg deze het stro niet weg. Optie: systeem om op de schuif te zetten om de gaatjes te reinigen. Is oppervlakkige vervuiling.

D. Afstort Er is een afstort gemaakt met een breedte van 1,30 mtr. Voor deze breedte is gekozen om brugvorming te voorkomen. Daarnaast heeft deze ook een bufferwerking voor wanneer het vervolg stremt. De goot is afgedekt met lichte platen, waardoor er wel makkelijk toegang kan komen. Optie: vanwege de breedte van de afstort zou de goot langer moeten zijn, zodat de schuif beter kan openen. Agro Consult

E. Menger De huidige menger is niet echt een menger, maar een buffer, om de molspomp zo egaal mogelijk te vullen. Optie: Een echte menger zou het product homogener maken. Waardoor de pers een homogener aanbod krijgt. De menger zou dan ook een bufferfunctie moeten krijgen van bijvoorbeeld een dag. Een voordeel hiervan kan zijn dat de pers dan kortere tijd met een hoge capaciteit kan draaien. Er zou bijvoorbeeld gekozen kunnen worden voor een moment waarbij de stroomprijs laag is, of veel wind.

F. Noodvoorziening/opslag Er is een noodput aanwezig. Op dit moment is het een bak, deze is niet te mixen. Er is een zwaailicht geplaatst, deze gaat aan bij een storing. Het vroeg aanwezig zijn bij een storing voorkomt heel veel extra werk.

G. Opvoer/afvoer mest Er is een molspomp aanwezig, deze is aanwezig, vanwege het eerste idee om d.m.v. een geperforeerde buis de mest te scheiden. Getest: de molspomp heeft moeite om te dunne mest omhoog te krijgen. Optie: Een lopende band of vijzel zou een egalere vulling van de scheider kunnen geven.

H. Pers Er is gekozen voor een dubbele schroefpers, een twin seperator 200 22 kW van Visscher Balkbrug. Deze kan het product heel droog maken. Een nadeel is het grote stroom verbruik. Door de huidige situatie krijgt de machine een constante stroom van een niet homogeen product. Hierdoor maakt de pers veel draaiuren, hierdoor hoger onderhoud. Getest: buis met gaatjes achter de molspomp, deze snel uit, vanwege verstopping. Opties: zie

boven, de homogenere aanvoer, het kortere stro en een buffer waardoor er een moment van volle capaciteit gedraaid zou kunnen worden.

I. Opslag/mestplaat Op dit moment zijn er 2 sleufsilos gemaakt. Het huidige materiaal uit de pers heeft een droge stof percentage van rond de 27-28%, hierdoor is deze goed stapelbaar. Op dit moment wordt de mest afgedekt met een laag kuilplastic. Het materiaal wordt 3 keer per week onder de pers weggehaald en aan de kuil opslag toegevoegd. Getest: opslag zonder scheider geeft een grote niet stapelbare massa. Opslag zonder afdekking geeft extreem veel verlies. Er blijft veel minder product over.

Agro Consult Opties: een automatisch afdeksysteem zou de arbeid verlichten. Het aanzuren van het product kan verliezen meer beperken. Er is nog een opslag van het urine spoelwater, deze wordt dagelijks gemixt en geeft nagenoeg geen ammoniak en methaan verlies Er is nog een opslag van het perssap van de mestscheider. Hier komt methaan vrij.

Stal: Broersma Tijdens het bezoek van 14 augustus hebben we de stal bekeken en hebben we de volgende punten besproken. Wat is er geprobeerd en wat kan er beter.

A. Koe Toen de stal in gebruik is genomen is de productie binnen een paar dagen gestegen. Om de mest in te dikken door bijvoorbeeld rantsoenaanpassingen is niet geprobeerd. De overheersende gedachte is dat de enige methode is door NDF-stijging, wat gelijk staat aan productieverlies. Ook de combinatie met weidegang is dan lastig.

B. Ligbox De diepstrooisel boxen worden gevuld met gehakseld stro, dat doormiddel van een sleepketting systeem verdeeld wordt door de stal. In het vervolg, de mestscheider, is de verwerking wel makkelijk door de fijnere delen. Het doel van strooisel wat in de boxen blijft liggen lukt niet voldoende. In het begin is er kalk/stro door de boxen verdeeld, dit gaf wel een betere matvorming, maar verstopping in de urine/water afvoer Er wordt overwogen de gescheiden mest (gedeeltelijk) weer terug te brengen in de stal, om een betere mat te verkrijgen.

C. Vloer Er wordt gebruik gemaakt van een Opticow vloer, dit is een dichte vloer. Over deze vloer loopt een schuif. De vloer loopt tegen de richting van de mestschuif af. Het vaste deel gaat naar achteren en de urine/spoelwater loopt naar voren. Deze scheiding verloopt goed. Er wordt nu gespoeld met leidingwater, hierdoor is de vloer mooi schoon. Aandachtspunten zijn de afvoeren die in de middengoot zitten zijn te "fijn", hierdoor zijn deze nu verstopt. De vloer is nu over een gestorte vloer gelegd, deze is net niet vlak genoeg afgewerkt. Daarnaast is het beton niet hard genoeg, of de verkeerde bevestiging van de vloer niet de juiste combinatie. Af en toe komt er een "spijker" los.

D. Afstort De afstort voor de mest geeft geen problemen en kan naar zeggen voor een paar dagen mest opvangen. Er is nu gekozen voor een heen en weer gaant systeem, maar Agro Consult mocht het over gedaan worden, dan zou er gekozen worden voor een rondgaande ketting, naar verwachting geeft deze minder storing.

E. Menger Aan het einde van de afstort is een soort opvangput, hier wordt door middel van een vijzel de mest rondgepompt en een deel van de dunne fractie van de menger wordt daar ook weer teruggebracht, hierdoor wordt de mest verpompt gehouden.

F. Noodvoorziening/opslag De afstort goot functioneert als noodvoorziening.

G. Opvoer/afvoer mest De mest wordt gemengd en rondgevijseld door minger en dan door middel van een plunjepomp in de pers gepompt.

H. Pers Een kleine schroefpers wordt gebruik en kan naar zeggen met gemak heel droge dikke fractie produceren.

I. Opslag/mestplaat De dikke fractie wordt nu door een molspomp in een tussen opslag gedaan, deze moet daarna met een bak geleegd worden en naar een vaste mestopslag gebracht worden. Daar wordt de mest niet afgedekt opgeslagen. Het achterste gedeelte van de stal en onder de wachtruimte wordt gebruikt voor de opslag van de dunne fractie. De urine spoelwater put is voor in de stal gemaakt. De route van de vaste mest is nog niet uit ontwikkelt, omdat er ook nog een soort testopstelling staat. De wens is wel om hier meer automatisering toe te passen, ook om het erf schoner te houden. In de toekomst is de wens om over de opslag een afdeksysteem aan te brengen.

Stal: Dijkstra, Rasquert Tijdens het bezoek van 18 december hebben we de stal bekeken en hebben we de volgende punten besproken. Wat is er geprobeerd en wat kan er beter

A. Koe Het comfort in de stal is erg goed. Uit de oude stal worden af en toe dieren toegevoegd, omdat deze dan nog een jaar langer mee zouden kunnen gaan. Om de mest in te dikken door bijvoorbeeld rantsoenaanpassingen is niet geprobeerd. De overheersende gedachte is dat de enige methode is door NDF-stijging, wat gelijk staat aan productieverlies.

B. Ligbox De diepstrooisel boxen worden gevuld met kort stro, dat doormiddel van een stroverdeler door de stal wordt verdeeld. Omdat de groepshokken ook worden mee gestrooid is een exacte hoeveelheid lastig te zeggen, maar de inschatting is rond de 3,5 kg stro per koe per dag. Voor het comfort voldoende, voor het stapelen van de mest niet. Er is geëxperimenteerd met diverse stengellengtes en soorten stro. De voorkeur is verweerd tarwestro licht gesneden. Om de mest stapelbaar te maken met stro is er meer stro nodig, maar dit is economisch niet aantrekkelijk en in het vervolg van de mest geeft het een storingsrisico.

C. Vloer Er wordt gebruik gemaakt van een Opticow vloer, dit is een dichte vloer. De vloer loopt van beide kanten naar het midden af met een helling van 2%. Over de vloer loopt een mestschuif. Onder de schuif zijn meerdere types rubber geprobeerd om de vloer droger te krijgen. Toch uitgekomen bij de eerste type rubber. De schuiven lopen op dit moment op tijd en niet meer op de automatische afslag. Stro en mest geeft namelijk overal verstoppingen waardoor dat niet meer functioneert.

D. Afstort De afstort van de mest gaat in 2 fasen. Eerst een rooster waar de drijfmest fractie door heen gaat, deze wordt afgevoerd als drijfmest. De rest met een ds. van 18% (laatste monster) komt in een verzamelgoot terecht. Verder een prima systeem. Af en toe storing omdat het stro onder de schuif terecht komt en dan schraapt deze niet goed en heel af en toe ontstaat er een opstopping doordat de schuif onder het stro doorloopt. Wanneer er overnieuw gebouwd zou worden zou de volledige baan toegankelijk worden, nu zit er gedeeltelijk een betondek op. Mogelijk zou de goot iets breder worden gemaakt. Agro Consult.

E. Minger Op dit bedrijf is geen minger aanwezig.

F. Noodvoorziening/opslag Er is geen speciale noodvoorziening aanwezig. Het moet in principe gewoon functioneren.

G. Opvoer/afvoer mest De mest loopt in een molspomp, die de mest naar de opslag brengt.

H. Pers Op dit bedrijf is geen pers aanwezig. De mest uit de goot komt in de opslag met een droge stof van 18%

I. Opslag/mestplaat De dikke fractie wordt nu door een molspomp in een overdekte opslag geperst. Het is nog echt gympiemest. (Wanneer je het in een container zou doen en de deuren opent. Moet je hard kunnen rennen, want de mest komt achter je aan.) De stapelbaarheid is op dit moment maximaal 40-50 cm. Hiervoor wordt nu de vaste mest uit de groepshokken en van de kalveren gebruikt als blokkade. Hierdoor kan de mest iets hoger opgeslagen worden.