

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 703

Inventarisatie emissies en geluidsoverlast van mestbewerkingsinstallaties en eventuele maatregelen

September 2013



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research,
onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig
Onderzoek, 2013

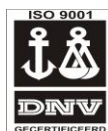
Overname van de inhoud is toegestaan,
mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research aanvaardt
geen aansprakelijkheid voor eventuele schade
voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten
van dit onderzoek of de toepassing van de
adviezen.

Wageningen UR Livestock Research en Central
Veterinary Institute, beiden onderdeel van
Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek
vormen samen met het Departement
Dierwetenschappen van Wageningen University
de Animal Sciences Group van Wageningen UR
(University & Research centre).

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV
onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze
onderzoeksopdrachten zijn de Algemene
Voorwaarden van de Animal Sciences Group
van toepassing. Deze zijn gedeponneerd bij de
Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

In this report the knowledge on emissions and
noise from manure treatment techniques is
summarized.

Keywords

manure treatment, emissions, ammonia, odour,
odor, greenhouse gases, noise

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

Fridtjof de Buissonjé
Roland Melse
Julio Mosquera
Nico Verdoes

Titel

Inventarisatie emissies en geluidsoverlast van
mestbewerkingsinstallaties en eventuele
maatregelen

Rapport 703

Samenvatting

In dit rapport wordt voor een aantal gangbare
mestverwerkingstechnieken de kennis over
mogelijke emissies en geluidsoverlast
geïnterpreteerd.

Trefwoorden

mestbewerking, mestverwerking, emissies,
ammoniak, geur, broeikasgassen, geluid



LIVESTOCK RESEARCH

WAGENINGEN UR

Rapport 703

Inventarisatie emissies en geluidsoverlast van mestbewerkingsinstallaties en eventuele maatregelen

Fridtjof de Buisonjé

Roland Melse

Julio Mosquera

Nico Verdoes

September 2013

Dit project is gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, vanuit het
Beleidsondersteunend Onderzoek, **BO-20-004-021-ASG-LR**



Samenvatting

Mestbewerking biedt mogelijkheden om de mestoverschotproblematiek in Nederland aan te pakken. Echter, weinig is bekend over de milieueffecten (emissies van geur, ammoniak, fijn stof en geluid) van mobiele en vaste installaties voor mestbewerking. Dit maakt het voor vergunningsverleners moeilijk om aanvragen voor het plaatsen van deze installaties te beoordelen. Met deze achtergrond heeft het Ministerie van Economische Zaken (EZ) aan Wageningen UR Livestock Research gevraagd om een inventarisatie te maken van de kennis die beschikbaar is met betrekking tot de emissies die op kunnen treden bij het toepassen van mestbewerkingstechnieken.

Achtereenvolgens worden in het rapport de volgende technieken besproken:

- 1 Mest- en digestaatscheiding
- 2 Mineralenconcentraten
- 3 Composteren
- 4 Hygiëniseren
- 5 Drogen en indikken
- 6 Nitrificatie/denitrificatie
- 7 Strippen en scrubben
- 8 Algen en kroos.

Al deze technieken lenen zich in principe voor toepassing op bedrijfsschaal in de vorm van een vaste installatie. Daarnaast is de inschatting dat techniek 1, 4 en 7 ook geschikt zijn voor toepassing in de vorm van een mobiele installatie en gedurende korte tijd (enkele weken) op een veehouderijbedrijf gebruikt kan worden om de aanwezige mest te behandelen. In het algemeen kan gesteld worden dat wanneer er gewerkt wordt met mest, er altijd sprake zal zijn van enige emissie. Veel hangt echter af van de wijze waarop de mestbewerkingstechniek in de praktijk wordt toegepast (apparatuur kan zich bijvoorbeeld in de open lucht bevinden maar ook zijn opgesteld in een gesloten gebouw) en of emissiebeperkende technieken worden gebruikt (bijvoorbeeld een luchtwasser). Opgemerkt dient te worden dat emissiebeperkende maatregelen in de regel gericht zijn op het terugdringen van emissie van ammoniak en geur; dat betekent niet per se dat ook de emissie van andere componenten (zoals methaan of lachgas) wordt gereduceerd.

In het algemeen kan worden gesteld dat er relatief weinig bekend is over de emissies die optreden bij mestbewerkingsinstallaties. Verder valt op dat wanneer emissiedata bekend zijn, deze soms een grote spreiding vertonen. Desalniettemin kan een aantal technieken worden onderscheiden waarbij de kans relatief groot is dat er gasvormige emissies zullen optreden (Tabel A).

Tabel A Belangrijkste emissies die verwacht worden voor mestbewerkingstechnieken met een hoge kans op emissies

Mestbewerkingstechnieken	NH ₃	Geur	Broeikasgassen	Stof / fijn stof
Composteren	x	x	x	x
Drogen en indikken	x	x		x
Nitrificatie/denitrificatie			x	
Strippen		x		

Met betrekking tot geluid kan onderscheid gemaakt worden tussen stationaire bronnen (bijv. machines en pompen) en mobiele bronnen (bijv. vrachtwagens en tractoren). Het aantal transportbewegingen naar een mestbewerkingsinstallatie is rechtstreeks gerelateerd aan de schaalgrootte van de installatie; daarnaast zullen de extra transportbewegingen rond het veehouderijbedrijf in het geval van een mobiele installatie beperkt en tijdelijk van aard zijn. Wanneer er echter sprake is van bijvoorbeeld grootschalige mestbewerking op regionale schaal, zal er wel degelijk sprake zijn van een groot aantal transportbewegingen en mogelijk hierdoor veroorzaakte overlast. Met betrekking tot de geluidsproductie van de meeste andere onderdelen van de mestbewerkingsinstallaties (stationaire bronnen: pompen, centrifuges, WKK, ventilatoren etc.) zal de overlast voor een groot deel kunnen worden voorkomen door gebruik te maken van geluidsisolatie en het plaatsen van de apparaten in geluidsdichte ruimtes. Zowel voor vaste als mobiele installaties kan aangenomen worden dat op deze manier de meeste geluidsoverlast kan worden voorkomen.

Inhoudsopgave

Samenvatting

1	Inleiding	1
2	Meetmethoden voor emissiemetingen	3
2.1	Ammoniak, geur, broeikasgassen en fijn stof	3
2.2	Geluid	4
3	Mest- en digestaatscheiding	5
3.1	Technische beschrijving	5
3.2	Capaciteit en schaal	6
3.3	Emissies	6
3.3.1	Gasvormige emissies	6
3.3.2	Geluidsproductie	7
4	Mineralenconcentraten	8
4.1	Technische beschrijving	8
4.2	Capaciteit en schaal	9
4.3	Emissies	9
4.3.1	Gasvormige emissies	9
4.3.2	Geluidsproductie	10
5	Composteren	11
5.1	Technische beschrijving	11
5.2	Capaciteit en schaal	12
5.3	Emissies	12
5.3.1	Gasvormige emissies	12
5.3.2	Geluidsproductie	12
6	Hygiëniseren	13
6.1	Technische beschrijving	13
6.2	Capaciteit en schaal	14
6.3	Emissies	14
6.3.1	Gasvormige emissies	14
6.3.2	Geluidsproductie	14
7	Drogen en indikken	15
7.1	Technische beschrijving	15
7.2	Korrelen (pelleten)	16
7.3	Capaciteit en schaal	16
7.4	Emissies	17
7.4.1	Gasvormige emissies	17
7.4.2	Geluidsproductie	17
8	Nitrificatie/denitrificatie	18
8.1	Technische beschrijving	18
8.2	Capaciteit en schaal	18
8.3	Emissies	19
8.3.1	Gasvormige emissies	19
8.3.2	Geluidsproductie	19

9	Strippen en scrubben	20
9.1	Technische beschrijving	20
9.2	Capaciteit en schaal	20
9.3	Emissies	21
9.3.1	Gasvormige emissies	21
9.3.2	Geluidsproductie	21
10	Algen en kroos	22
10.1	Technische beschrijving	22
10.2	Capaciteit en schaal	23
10.3	Emissies	23
10.3.1	Gasvormige emissies	23
10.3.2	Geluidsproductie	23
11	Aanvullende aspecten	24
11.1	Vast of mobiel?	24
11.2	Binnen of buiten?	24
11.3	Type component en effectiviteit maatregelen	25
11.4	Geluidsoverlast	25
12	Conclusies en aanbevelingen.....	26
12.1	Gasvormige emissies.....	26
12.2	Geluid.....	27
12.3	Aanbevelingen voor nader onderzoek	27
13	Literatuur	28

1 Inleiding

Achtergrond

Mestbewerking biedt mogelijkheden om de mestoverschotproblematiek in Nederland aan te pakken. De bewerking van mest kan resulteren in een afname van het mestvolume of in een meststof die eenvoudiger te transporteren en af te zetten is. Echter, weinig is bekend over de milieueffecten (emissies van geur, ammoniak, fijn stof en broeikasgassen, geluidsoverlast) van mobiele en vaste installaties voor mestbewerking. Dit maakt het voor vergunningverleners moeilijk om aanvragen voor het plaatsen van deze installaties te beoordelen.

Voormalig staatssecretaris Bleker van Economische zaken, Landbouw en Innovatie heeft op 2 november 2012 in een brief aan de Tweede Kamer een aantal acties benoemd voor het versnellen van de procedures bij vergunningverlening van mestbewerkingsinstallaties. Eén van deze acties is een onderzoek te laten uitvoeren met als doel het verzamelen van ontbrekende informatie die, voor zowel aanvragers als vergunningverleners, meer inzicht zou kunnen geven in de milieueffecten van mobiele en vaste installaties voor mestbewerking. Verder is deze informatie nodig voor de in de brief aangekondigde handreiking en - indien mogelijk - het opstellen van algemene regels voor mestbewerking ter vervanging van de vergunningplicht (omgevingsvergunning milieu).

Met deze achtergrond heeft het Ministerie van Economische Zaken (EZ) aan Wageningen UR Livestock Research gevraagd om een inventarisatie te maken van de kennis die beschikbaar is met betrekking tot de emissies die op kunnen treden bij het toepassen van mestbewerkingstechnieken.

Mestbewerking of mestverwerking?

Bij mestbewerking en mestverwerking worden technieken gebruikt om mestproducten te maken die als bedoeling hebben om afgezet te worden met een hogere acceptatiegraad dan onbehandelde mest. Wanneer de afzet binnen de Nederlandse landbouw plaatsvindt wordt in de regelgeving gesproken over mestbewerking, wanneer afzet buiten de landbouw plaatsvindt, zowel binnen als buiten Nederland (export), wordt in de regelgeving gesproken over mestverwerking.

Voor sommige mestbehandelingstechnieken geldt echter dat de producten in het ene geval binnen de Nederlands landbouw worden afgezet en in het andere geval worden geëxporteerd, terwijl het dezelfde mestbehandelingstechniek betreft. Vanuit technische perspectief is het daarom veel moeilijker om onderscheid te maken tussen deze twee begrippen, hoewel mestverwerking in het spraakgebruik vaak wordt gezien als een verdergaande behandeling (meer processtappen, ingewikkeldere techniek etc.) dan mestbewerking.

In onderliggend rapport wordt alleen de term "mestbewerking" gehanteerd: het toepassen van technische behandelingen van mest, waaruit mestproducten voortkomen. Het hangt vervolgens af van de afzet van de producten of er in het kader van de regelgeving sprake is van mestbewerking dan wel mestverwerking.

Doelstelling

De doelstelling van het onderzoek dat in dit rapport wordt beschreven, is het verkrijgen van inzicht in de milieueffecten (emissies van geur, ammoniak, fijn stof en broeikasgassen, geluidsoverlast) die optreden bij mobiele en vaste mestbewerkingsinstallaties (met inbegrip van het verpompen en de opslag van de mestproducten), en de mogelijkheden om ongewenste effecten van deze emissies en geluidsoverlast te voorkomen of te verminderen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van reeds beschikbare en bekende informatie.

Selectie mestbewerkingstechnieken

Allereerst is een selectie gemaakt van de mestbewerkingstechnieken waarvan gedacht wordt dat zij op korte termijn een rol zullen gaan spelen, met als uitgangspunt dat deze technieken in Nederland op kleine schaal (veehouderijbedrijven en eventueel loonwerkbedrijven) zullen worden toegepast.

Op basis van 'expert judgement' zijn de auteurs tot de volgende technieken gekomen (in willekeurige volgorde):

- 1 Mest- en digestaatscheiding
- 2 Mineralenconcentraten
- 3 Composteren
- 4 Hygiëniseren
- 5 Drogen en indikken
- 6 Nitrificatie/denitrificatie
- 7 Strippen en scrubben
- 8 Algen en kroos.

Vervolgens worden deze technieken nader besproken in het rapport. Hierbij wordt een technische procesbeschrijving gegeven en wordt ingegaan op de potentiële bronnen van emissies van ammoniak, geur, fijn stof, broeikasgassen en/of geluidsoverlast. Op basis van literatuurgegevens en 'expert judgement' wordt een schatting worden gemaakt van de omvang en de effecten van deze emissies, vergeleken met de normale bedrijfsvoering. Ten slotte worden, voor zover nodig en mogelijk, potentiële maatregelen beschreven om deze milieueffecten terug te dringen. Uitgangspunt hierbij is dat het daarbij moet gaan om maatregelen die redelijkerwijze van de exploitant kunnen worden geëist (haalbaar en betaalbaar).

Leeswijzer

Allereerst worden in hoofdstuk 2 als achtergrondinformatie de protocollen beschreven zoals deze gehanteerd kunnen worden voor het meten van emissies uit mestbewerkingsinstallaties. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 tot en met 10 achtereenvolgens de bovengenoemde technieken nader uitgewerkt. Het rapport wordt afgesloten met een aantal conclusies (hoofdstuk 11).

2 Meetmethoden voor emissiemetingen

2.1 Ammoniak, geur, broeikasgassen en fijn stof

Voor het meten van emissies uit mestbewerkingsinstallaties wordt door Wageningen UR Livestock Research gebruik gemaakt van het protocol zoals beschreven in Hoeksma en Mosquera (2008). Dit houdt in dat gekozen wordt om de beschikbare protocollen voor emissiemetingen uit stallen te gebruiken (NH₃: Ogink e.a., 2011a; Geur: Ogink, 2011; fijn stof: Ogink e.a., 2011b; CH₄: Groenestein e.a., 2011; N₂O: Mosquera e.a., 2011a)¹. Dit aangezien nog weinig meetgegevens uit mestbewerkingsinstallaties beschikbaar zijn om deze protocollen aan te kunnen passen. Als extra randvoorwaarde geldt dat de mestbewerkingsinstallatie "aantoonbaar stabiel moet hebben gedraaid over een periode van 14 dagen voorafgaande aan de metingen. Deze periode is gekozen op basis van ervaringen met bestaande mestbewerkingsprocessen (Hoeksma en Mosquera, 2008)". Op basis hiervan is de volgende meetstrategie vastgesteld: 6 metingen, verdeeld over een jaar, op 4 verschillende bedrijven, met een minimum duur van 24 uur per meting voor NH₃, CH₄, N₂O en fijn stof en van 2 uur (tussen 10:00 en 12:00) voor geur.

Voor mestbewerkingsinstallaties wordt onderscheid gemaakt tussen vijf verschillende brontypen:

- 1) Gebouw met een gerichte uitlaat van lucht
- 2) Gebouw met een duidelijke in- en uitlaat
- 3) Gebouw met een onduidelijke in- en uitlaat
- 4) Open lucht
- 5) Gesloten systeem

Bij opstellingen 1 en 2 worden de emissies bepaald op basis van metingen van het ventilatiedebiet en de concentratie in de uitgaande lucht (vergelijkbaar met de situatie bij emissiemetingen uit stallen). Bij opstellingen 3 en 4 worden de emissies bepaald op basis van rekenmethoden (vergelijkbaar met de situatie bij emissiemetingen uit stallen). Een gesloten systeem heeft in beginsel geen emissiepunten. Door lekkages kunnen echter gasemissies optreden. Aangenomen wordt dat gaslekkages zo snel mogelijk worden verholpen en dat ze daarom geen bron vormen. Een overdrukventiel vormt een incidentele emissiebron waarvoor dezelfde meetmethode kan worden toegepast als voor opstelling 1. Binnen een mestbewerkingsinstallatie kunnen verschillende brontypen aanwezig zijn, de keuze van meetmethoden (Tabel 1) moet daarom worden afgestemd op de te bemeten locatie.

Tabel 1 Referenties voor beschrijving van meetmethoden voor concentraties van gasvormige componenten, geur en stof.

Component	Referentie
Ammoniak	Mosquera e.a. (2002, 2005)
	Ogink e.a. (2011a)
	Vanderreydt e.a. (2004)
Methaan	Mosquera e.a. (2002)
	Groenestein e.a. (2011)
Lachgas	Mosquera e.a. (2002)
	Mosquera e.a. (2011)
	Vanderreydt e.a. (2004)
Geur	Mosquera e.a. (2002)
	Ogink (2011)
Fijn stof (PM10 en PM 2,5)	Ogink e.a. (2011b)
	Hofschreuder e.a. (2008)

¹ Sinds enige tijd is een aantal protocollen (in concept) beschikbaar die zijn ontwikkeld in het kader van VERA (VERificatie van milieutechnieken in de Agrarische productie), wat een internationale samenwerking is tussen Denemarken, Nederland en Duitsland. In principe zijn de VERA protocollen gelijkwaardig aan de eerder genoemde Nederlandse protocollen.

2.2 Geluid

Algemeen

Voor de meting van geluid zijn geen protocollen ontwikkeld specifiek voor de toepassing bij stallen of mestbewerking, zoals wel het geval is voor ammoniak, geur, broeikasgassen en fijn stof. Wel bestaat een aantal normen voor geluidsmetingen op bijvoorbeeld de arbeidsplaats (NEN-EN-ISO 9612) en machinerichtlijnen waarin is vastgelegd voor een aantal machines wat het maximale geluidsniveau mag zijn op de bedienplaats (bijvoorbeeld ISO 11094 heeft betrekking op motoraangedreven grasmaaiers, bos- en tuinbouwtrekkers).

Door middel van een geluidsmeting kan de geluidsbelasting bij een geluidgevoelige bestemming (bijvoorbeeld een woonhuis in de omgeving van een bedrijf) bepaald worden en getoetst worden aan de geldende grenswaarden. Het kan ook zijn dat grenswaarden op voorhand niet vaststaan maar dat de gemeente of provincie grenswaarden vaststelt met gebruikmaking van de metingen. Voor de manier waarop geluid gemeten moet worden, wordt verwezen naar de Handleiding meten en rekenen industrielawaai”.

In de beoordeling en regelgeving rondom geluid wordt onderscheid gemaakt tussen geluid van stationaire bronnen en van mobiele bronnen. Daarnaast kunnen continue geluidsbronnen en intermitterende bronnen worden onderscheiden. Wanneer we over mestbewerking spreken is een voorbeeld van een stationaire bron een zuiveringsinstallatie voor kalvergier of een loods voor mestbewerking met behulp van omgekeerde osmose. Binnen een dergelijke installatie is vaak sprake van cumulatie van geluid van meerdere al dan niet intermitterende bronnen. Mobiele intermitterende bronnen zijn bijvoorbeeld aan- en afrijdende vrachtwagens, trekkers en bulldozers. Zie Tabel 2 voor enkele voorbeelden van geluidsniveaus van verschillende bronnen op verschillende afstanden.

Tabel 2 Enkele voorbeelden van het geluidsniveau van verschillende bronnen

Geluidsbron	Geluidsterkte dB(A)	Bij afstand @meter
Luchtcompressor Membraanbioreactor 30 kW	100	@1meter
Hogedrukpomp Omgekeerde Osmose 45 kW	71	@1meter
Diverse elektrische pompen 5 – 200 kW	60-93	@1-3meter
Ventilator van biologisch luchtfilter	75-85	@3-10meter
Zware vrachtwagen	88-94	@15meter
Trekker met aanhanger	78-95	@15meter

Geluid in het Activiteitenbesluit

Bij de beoordeling van geluidsniveaus wordt onderscheid gemaakt tussen een gemiddeld toegestaan geluidsniveau (langtijdgemiddelde beoordelingsniveau, $L_{Ar,LT}$) en een maximaal toegestane geluidsniveau (L_{Amax}), beiden in dB(A). Voor het toegestane langtijdgemiddelde beoordelingsniveau en maximale geluidsniveau geldt voor agrarische activiteiten de “Geluidsnormering Agrarische Activiteiten” uit het Activiteitenbesluit. Het gaat in deze geluidsnormering in hoofdzaak om bescherming tegen het geluid veroorzaakt door:

- in de inrichting aanwezige installaties en toestellen,
- in de inrichting verrichte werkzaamheden en activiteiten,
- laad- en losactiviteiten ten behoeve van en in de onmiddellijke nabijheid van de inrichting.

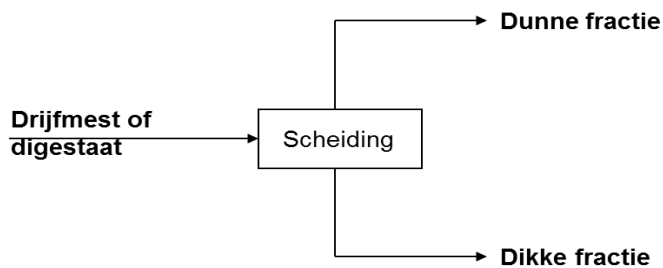
Toch wordt niet tegen alle geluidsbronnen bescherming geboden in deze normering: zo worden landbouwtractoren of motorrijtuigen met beperkte snelheid (mobiele bronnen) niet meegenomen. Verder gelden de grenswaarden voor het maximale geluidsniveau niet voor het laden en lossen in de dagperiode (6:00 - 19:00). De achtergrond hiervan is dat laad- en losactiviteiten in de dagperiode in de regel niet tot overlast leiden, omdat de geluiden opgaan in andere geluiden van alledag. In de avond- en nachtperiode is dat anders, daarom zijn de waarden voor de maximale geluidsniveaus in de avond- en nachtperiode wel van toepassing. Voor de nachtperiode (23:00 – 6:00) is verder vastgelegd dat het maximaal geluidsniveau als gevolg van het aandrijfgeluid van motorvoertuigen bij laad- en losactiviteiten niet geldt als de drijver van de inrichting aantoont dat het geldende maximaal geluidsniveau niet te bereiken is door het treffen van maatregelen en het niveau van het aandrijfgeluid op een afstand van 7,5 meter van het motorvoertuig niet hoger is van 65 dB(A).

3 Mest- en digestaatscheiding

3.1 Technische beschrijving

Drijfmest en digestaat uit covergisting bestaan voor meer dan 90 % uit water. Het primaire doel van mechanische scheiding (Figuur 1) is de productie van een stapelbare dikke fractie met hoge gehalten aan organische stof en fosfaat (P_2O_5) en met een hoog drogestofgehalte (bijvoorbeeld 25 % droge stof). Een dergelijke geconcentreerde fosfaatrijke fractie is een waardevolle organische meststof en kan over grotere afstand vervoerd worden. De geproduceerde hoeveelheid dikke fractie ten opzichte van de hoeveelheid gescheiden drijfmest bedraagt circa 10 tot 20 % op gewichtsbasis.

De dunne waterige fractie, met daarin het grootste deel van de stikstof (N) en kali (K_2O), kan op eigen grond of in de nabije omgeving als meststof worden aangewend of verder worden gezuiverd tot loosbaar water. Het drogestofgehalte van de dunne fractie is veelal lager dan 5 %. In het geval van mest- of digestaatbewerking is een mechanische scheiding de eerste stap in een bewerkingsketen. Mechanische scheiders variëren sterk in technische prestatie, kosten en energieverbruik. Met name het scheidingsrendement voor verschillende mestbestanddelen is sterk afhankelijk van het type scheider. Bij de duurdere, meer complexe mestscheiders komt het grootste deel van de fosfaat uit drijfmest terecht in de dikke fractie. Bij de goedkopere, eenvoudiger mestscheiders komt het grootste deel van de fosfaat terecht in de dunne fractie.



Figuur 1 Schematische weergave van de scheiding van drijfmest of digestaat met een mechanische scheider.

Om drijfmest of digestaat te kunnen scheiden, zijn aparte opslagen nodig voor de drijfmest en voor de beide fracties. Voor de dunne fractie is een mestkelder, mestbassin, mestzak of mestsilo nodig. Voor de dikke fractie is een al dan niet overdekte mestdichte, veelal betonnen mestplaat of loods nodig.

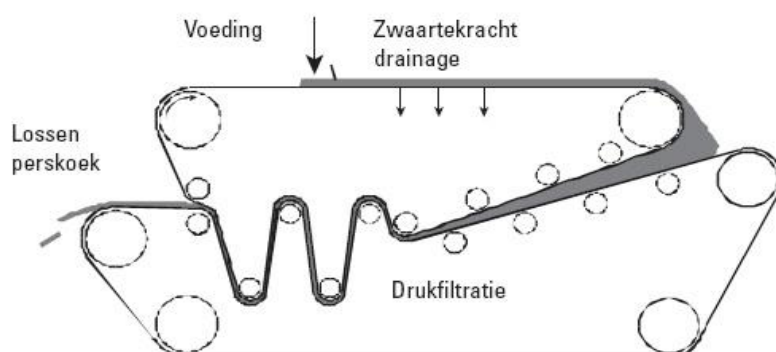
Voorbeelden van eenvoudige typen scheiders zijn o.a. zeefschermen, trommelfilters en vijzelpersen. Deze zijn zowel toepasbaar als vaste installatie op bedrijfsniveau of als mobiele installatie op een aanhanger/oplegger. Deze scheiders hebben typisch een capaciteit van enkele kuubs (m^3) per uur, hoewel grotere capaciteiten mogelijk zijn wanneer meerdere scheiders parallel worden bedreven. Voorbeelden van duurdere typen scheiders met een hoger scheidingsrendement voor fosfaat zijn o.a. zeefbandpersen en centrifuges (ook wel decanters genoemd). Voor een betere afscheiding van droge stof en fosfaat kunnen hulpstoffen zoals polymeren en ijzerzouten worden gebruikt. Ook centrifuges en in mindere mate zeefbandpersen kunnen in een mobiele uitvoering voorkomen. Vanwege het hoge energieverbruik van een centrifuge is de aanwezigheid van een dieselgenerator in de oplegger mogelijk. Zeefbandpersen en centrifuges worden veel in rioolwaterzuiveringen gebruikt voor de ontwatering van zuiveringsslib. Deze scheiders kenmerken zich door een grote capaciteit (orde van grootte vanaf circa $10 m^3$ drijfmest of slib per uur). Zeefbandpersen gebruiken relatief weinig elektriciteit maar veel chemicaliën, terwijl centrifuges relatief veel elektriciteit maar minder chemicaliën gebruiken. Voor meer informatie over technische aspecten van mestscheiding leest u in Schroder e.a. (2009).

De meeste typen scheiders zijn gesloten (opstelling 5; zie hoofdstuk 2), dat wil zeggen dat de daadwerkelijke scheiding plaats vindt in een metalen behuizing. De aanvoer van drijfmest en de afvoer van de dunne fractie vindt plaats door middel van slangen of buizen. De stapelbare dikke

fractie wordt veelal via een transportband naar een al dan niet overdekte opslag afgevoerd (overdekte: opstelling 5; niet overdekte: opstelling 4; zie hoofdstuk 2).

De enige typen 'open' scheidingsmiddelen zijn zeefschermen en zeefbandpersen. Zeefschermen (met drukrollen) zijn relatief goedkope en eenvoudige scheidingsmiddelen met een vrij geringe capaciteit en een matig scheidingsresultaat. Deze worden vooral toegepast op rundveebedrijven. De verblijftijd van de drijfmest op het zeef scherm bedraagt slechts enkele seconden. Bij de complexe en kostbare zeefbandpersen wordt verdunde drijfmest eerst ontwaterd door middel van zwaartekracht op een ontwateringstafel en daarna tussen twee vocht doorlatende banden geperst door middel van drukrollen (Figuur 2). De verblijftijd van de mest op de ontwateringstafel en tussen de zeefbanden bedraagt een aantal seconden. Het is gebruikelijk om als hulpstoffen zwavelzuur en ijzerzouten toe te voegen.

Zeefbandpersen



Figuur 2 Werkingsschema van een zeefbandpers waarbij drijfmest eerst wordt ontwaterd op een ontwateringstafel en daarna uitgeperst tussen twee zeefbanden met persrollen (bron: www.bodemrichtlijn.nl)

3.2 Capaciteit en schaal

De capaciteit van mestscheiders kan variëren van enkele kuubs tot tientallen kuubs per uur. Omdat steeds meer rundveebedrijven te maken hebben met een (relatief beperkt) mestoverschot op bedrijfsniveau, is de verwachting dat eenvoudige mestscheiding steeds vaker zal voorkomen. Hiervoor worden veelal vijzelpersen en trommelfilters gebruikt en in mindere mate zeefschermen. Hiermee wordt overwegend drijfmest van het eigen bedrijf gescheiden, waarna de dikke fosfaatrijke fractie van het bedrijf wordt afgevoerd of wordt aangewend als strooiselmateriaal in ligboxen.

In het algemeen hebben centrifuges en zeefbandpersen de grootste capaciteit, hoewel er ook kleinere uitvoeringen beschikbaar zijn. Gezien de toekomstige mestverwerkingsplicht voor overschotmest en de toenemende schaalgrootte van covergisting- en mestbewerkingsinstallaties op regionale en loonwerkersschaal (orde van grootte 25.000 tot meer dan 100.000 ton drijfmest of digestaat per installatie per jaar), is de verwachting dat ook het gebruik van centrifuges en zeefbandpersen de komende jaren zal toenemen.

3.3 Emissies

3.3.1 Gasvormige emissies

De risico's voor het optreden van emissies van **ammoniak, geur, fijn stof en broeikasgassen** tijdens het scheiden van mest of digestaat worden als beperkt ingeschat, aangezien de scheiding meestal in een gesloten systeem wordt uitgevoerd. Mosquera e.a. (2010) vonden, op basis van metingen in een bedrijfsruimte met luchtwasser (waarin scheiding van varkensmest plaatsvond) bij een mestbewerkingsinstallatie, lage emissies van ammoniak, methaan en lachgas ten opzichte van wat een stal met een vergelijkbaar aantal varkens zou hebben geëmitteerd. Bij de 'open' scheidingsmiddelen is de verblijftijd van de mest in de installatie kort en bij de zeefbandpersen wordt de drijfmest verdund en aangezuurd, waardoor **ammoniakemissies** beperkt zullen blijven; desalniettemin zal enige emissie

plaatsvinden (Melse en Verdoes, 2005; Verdoes et al., 2002a; Melse et al., 2002b, 2002c, 2002d). Om emissies nog verder te beperken zouden deze 'open scheidings' voorzien kunnen worden van een afdekking, en de ventilatiegassen uit deze ruimtes afgezogen en behandeld.

De mogelijke emissie van **ammoniak, methaan, lachgas en geur** uit de benodigde opslagtanks voor mest en mestproducten is naar verwachting een belangrijk aandachtspunt, mede gezien de beperkte periode van mestaanwending die een langdurige opslag in veel gevallen noodzakelijk maakt (Melse en Verdoes, 2005; Melse et al., 2002a). Wanneer dikke fracties gedurende langere tijd worden opgeslagen, kan er spontane groei optreden (een langzame vorm van composteren). Hierdoor stijgt de temperatuur en wordt er kooldioxide en waterdamp geproduceerd uit organisch materiaal. Hierbij kunnen **stikstof- en methaanemissies** optreden. Beschikbare data (Amon e.a., 2006; Dinuccio e.a., 2008; Fanguero e.a., 2008; Martinez e.a., 2003; Mosquera e.a., 2011b) laat zien dat opslag van de dunne en dikke fracties na mestscheiding over het algemeen resulteert in lagere **CH₄** en hogere **N₂O** emissies ten opzichte van opslag van ruwe onbewerkte drijfmest. De bevindingen met betrekking tot het netto effect op de totale broeikasgasemissies (**CH₄ en N₂O**) zijn echter niet consistent. Dergelijke processen en emissies kunnen ook verwacht worden wanneer dikke fractie wordt gebruikt als boxvulling in rundveestallen.

Het afdekken van de mestopslagen voor de dunne en dikke fracties na scheiding zou kunnen worden toegepast om de emissies (**ammoniak, geur, methaan, lachgas, fijn stof**) tijdens opslag van deze fracties te beperken (Amon e.a., 2007; Chadwick, 2005; Clemens e.a., 2006; Guarino e.a., 2006; Hansen e.a., 2006; Lemmens e.a., 2007; Thorman e.a., 2006; Van der Zaag e.a., 2009; Yamulki, 2006).

3.3.2 Geluidsproductie

De volgende apparaten produceren (zeer) veel geluid:

- Centrifuges maken een hard gierend geluid,
- Eventueel aanwezige dieselgenerator op grote mobiele scheidingsinstallatie,
- Compressoren voor perslucht of reinigingswater (vooral bij zeefbandpersen en vaste of mobiele vijzelpersen), vaak intermitterende geluidsproductie,
- Mixers van mestopslagen en mestpompen, vaak intermitterend,
- Bulldozers en vrachtwagens voor aan- en afvoer van drijfmest, hulpstoffen en scheidingsproducten, vooral bij de grotere installaties op regionale en loonwerkersschaal en het aantal en tijdstip van de transportbewegingen.

Scheiding van mest of digestaat vindt in toenemende mate plaats als eerste bewerkingsstap in een keten van verdere bewerkingsstappen, gericht op bijvoorbeeld de productie van droge mestkorrels uit de dikke fractie en/of de productie van mineralenconcentraat en loosbaar water uit de dunne fractie. Dit zijn vaak de grotere installaties (> 25.000 ton per jaar). Veelal staan de scheidings samen met andere apparaten in een gesloten loods opgesteld, zodat er sprake kan zijn van cumulatieve geluidsemissie, afhankelijk van de mate van isolatie van de wanden en daken van de loods.

4 Mineralenconcentraten

4.1 Technische beschrijving

De productie van mineralenconcentraat (NK-concentraat) uit de dunne fractie van drijfmest of digestaat gebeurt met behulp van omgekeerde osmose. Dit is een techniek die oorspronkelijk ontwikkeld is voor de productie van drinkwater uit zeewater. Hierbij worden watermoleculen uit een voorgezuiverde mestvloeistof onder hoge druk (circa 60 bar) door semi-permeabele membranen geperst. Opgeloste zouten en organische moleculen kunnen niet door het membraan en worden geconcentreerd. Hierbij ontstaan loosbaar water en een concentraat dat, op basis van toepassing van omgekeerde osmose op dunne fractie van mest of digestaat, vooral veel stikstof (N) en kali (K_2O) bevat, maar daarnaast ook andere zouten. Het gehalte aan stikstof (N) en kali (K_2O) van een concentraat bedraagt gezamenlijk circa 20 gram per liter. De omgekeerde osmose-membranen zitten in gesloten stalen buizen en de aan- en afvoer van de producten gaat met behulp van buizen en slangen. Om het water loosbaar te maken op oppervlaktewater kan nog een nabehandeling met behulp van een ionenwisselaar worden toegepast. Voor meer informatie over technische aspecten van de productie van mineralenconcentraten met behulp van omgekeerde osmose leest u Hoeksma e.a. (2011).

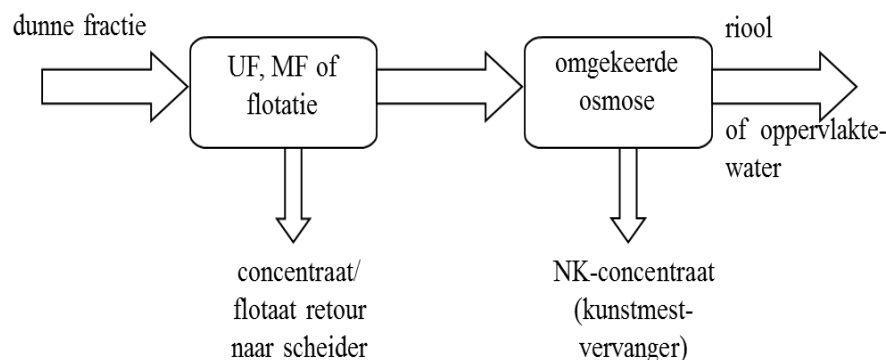
De productie van de dunne fractie die fungeert als ingangsmateriaal voor de omgekeerde osmose, wordt in dit hoofdstuk niet besproken, zie hiervoor hoofdstuk 3 (Mest- en digestaatscheiding).

Voorbehandeling van de dunne fractie

Belangrijk voor het goed functioneren van de omgekeerde osmose-membranen is de verwijdering vooraf van organische stof en zwevende delen. De eerste stap is een mechanische scheiding van de drijfmest of het digestaat in een dikke en een dunne fractie. Voor de verdere zuivering van de dunne fractie worden verschillende technieken gebruikt, zoals ultrafiltratie, microfiltratie en flotatie (Figuur 3).

Ultrafiltratie (UF) en microfiltratie (MF) zijn vergelijkbare filtertechnieken met behulp van keramische membranen die vrijwel alle organische stof uit de dunne fractie verwijderen. Hierbij ontstaan concentraten met een hoog gehalte aan organische stof die kunnen worden teruggevoerd in het proces (bijvoorbeeld terug naar de ingaande stroom drijfmest) of die als meststof kunnen worden afgezet. UF- en MF-membranen zitten in een gesloten stalen behuizing. Na de membraanfiltratie kan de dunne fractie via een fijnmazig papierfilter naar de omgekeerde osmose worden gevoerd.

Flotatie (of DAF = Dissolved Air Flotation, Figuur 4) is een scheidingsproces waarbij aan de dunne mestfractie vooraf een polymeer (bijvoorbeeld polyacrylamide) wordt toegevoegd om de vlokvorming te verbeteren en waar in de flotatietank door middel van beluchting van onderaf een drijfslag ontstaat met veel organische stof die wordt afgeschaapt en teruggevoerd in het proces. Flotatie vindt plaats in een open tank met de afmetingen van een zeecontainer. Aan de onderzijde wordt perslucht in de vorm van fijne luchtbelletjes ingebracht. De verblijftijd van de dunne fractie in de flotatietank bedraagt enkele uren. Na de flotatie wordt de dunne fractie via een fijnmazig papierfilter naar de omgekeerde osmose gevoerd.



Figuur 3 Voorbehandeling met behulp van ultrafiltratie (UF), microfiltratie (MF) of flotatie om de dunne fractie geschikt te maken voor de omgekeerde osmose



Figuur 4 Flotatietank voor dunne mest waar de gevormde drijf laag ('schuim') van de vloeistof wordt afgeschraapt.

4.2 Capaciteit en schaal

Omgekeerde osmose wordt voornamelijk toegepast op grotere veebedrijven en op (regionale) loonwerkersschaal, al dan niet in combinatie met covergisting. De huidige schaalgrootte per installatie varieert tussen ca. 25.000 en ca. 100.000 ton drijfmest of digestaat per jaar. Wanneer digestaat wordt behandeld, bestaat de voorbehandeling van de dunne fractie uit ultrafiltratie of microfiltratie. Wanneer mest wordt behandeld, kan de voorbehandeling zowel uit ultrafiltratie als uit flotatie bestaan. De installaties voor zowel de voorbehandeling als de omgekeerde osmose staan opgesteld in een gesloten loods.

De toepassing van omgekeerde osmose zal naar verwachting toenemen als gevolg van de voorgenomen mestverwerkingsplicht. Met name in de concentratiegebieden van de veehouderij, de regio's waar de mestafzetkosten hoog zijn, levert deze techniek een besparing op van mestafzetkosten en transportbewegingen door de productie van loosbaar water (circa 50 % van het oorspronkelijke mestvolume). Het mineralenconcentraat is (voorlopig) het enige product uit mestbewerking met een (tijdelijke) ontheffing voor toepassing als kunstmestvervanger in Nederland en kan bovenop de gebruiksnorm voor stikstof uit dierlijke mest worden aangewend.

4.3 Emissies

4.3.1 Gasvormige emissies

Aan de toepassing van ultrafiltratie, microfiltratie en omgekeerde osmose zit op zichzelf geen risico voor het optreden van gasvormige emissies, aangezien deze technieken in een gesloten stalen behuizing worden toegepast. Maar uit de opslagen van de verschillende mestfracties kunnen wel emissies optreden, zeker wanneer deze niet afgedekt zijn (Melse et al., 2002a; Verdoes et al., 2002b). Bovendien heeft het legen en vervolgens vullen van een gesloten opslagtank meestal ook een emissie tot gevolg (het 'ademen' van tanks).

Aan de toepassing van flotatie in een open tank met intensieve bellenbeluchting gedurende een aantal uren zit een mogelijk risico voor het optreden van emissies van ammoniak en/of lachgas.

Mineralenconcentraat heeft een pH van ongeveer 8 en de aanwezige stikstof bestaat voor meer dan 90 % uit ammoniakale stikstof die makkelijk kan vervluchtigen (Hoeksma et al, 2011). Langdurige opslag van dit concentraat (gedurende de periode van het uitrijverbod van drijfmest) levert een risico op van ammoniakemissie. Het afdekken van de opslagen van de mineralenconcentraten zou kunnen worden toegepast om de emissies te beperken. Ook lijkt het mogelijk om mineralenconcentraat aan te zuren om door een verlaging van de pH de emissie van ammoniak te verminderen.

4.3.2 *Geluidsproductie*

De volgende apparaten produceren (zeer) veel geluid:

- De hogedrukpompen en boosterpompen van de RO-installatie,
- De zware elektrische pompen van de UF- en MF-installaties (intermitterend),
- Compressoren voor perslucht voor beluchting van de flotatietanks.

5 Composteren

5.1 Technische beschrijving

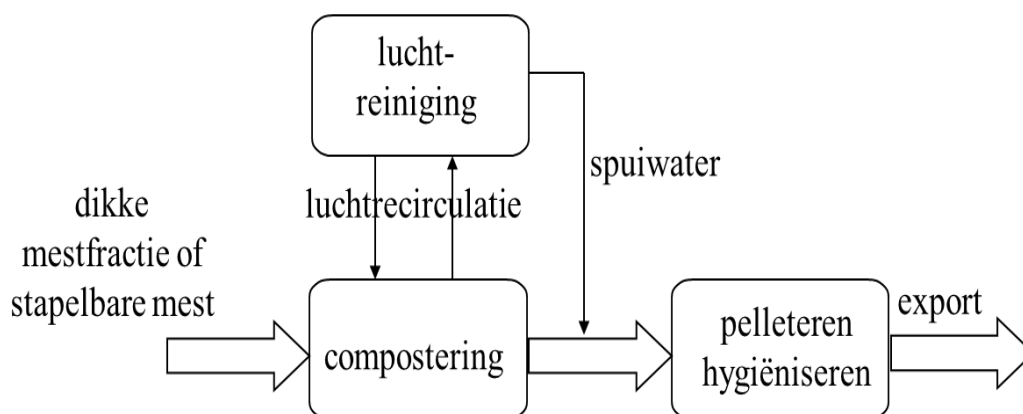
Composteren is een biologisch proces waarbij, in aanwezigheid van zuurstof, organische stof wordt omgezet in stabiele humus. Het uitgangsmateriaal moet stapelbaar zijn. Composteren is niet toepasbaar bij ongescheiden drijfmest of digestaat. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen extensief en intensief composteren (Figuur 5). Bij extensief composteren wordt een composthoop gemaakt die om de zoveel dagen of weken wordt omgezet, bij intensief composteren wordt het materiaal vaker omgezet en wordt er lucht doorheen geblazen. Bij intensief composteren gaan de omzettingsprocessen veel sneller. Per kilogram afgebroken organische stof kan maximaal acht kilogram water worden verdampt. Wanneer dit vocht met de (ventilatie)lucht wordt afgevoerd, neemt het vochtgehalte van het materiaal af. Door afname van de hoeveelheid organische stof stijgt het asgehalte van het materiaal. Composteren wordt ook wel “biothermisch drogen” genoemd. Er kan een gewichtsverlies tot circa 50 % optreden.

Aan de hand van het temperatuurverloop kan het composteringsproces in fasen worden verdeeld: in het begin loopt de temperatuur in een composthoop snel op, vooral door de enorme toename van aantallen warmte producerende bacteriën. De temperatuur blijft een aantal dagen op een hoog niveau van 50 tot 60 °C, waarna de hoop geleidelijk gaat afkoelen en andere micro-organismen actief worden. Na omzetten loopt de temperatuur opnieuw op, zolang er voldoende afbreekbaar organisch materiaal aanwezig is.

Composteren kan ook onbedoeld gebeuren in drogere mestsoorten zoals strotijke geiten- en eendenmest en pluimveemest. Ook dikke mestfracties uit mechanische scheiding kunnen spontaan gaan composteren. Men noemt dit vaak ‘broei’, hoewel hierbij dezelfde biologische processen een rol spelen als bij composteren.

De definitie van compost is: een product dat bestaat uit één of meer organische afvalstoffen, die al dan niet met bodembestanddelen zijn gemengd en die met behulp van micro-organismen zijn afgebroken en omgezet tot een zodanig stabiel eindproduct dat daarin alleen nog een langzame afbraak van humeuze verbindingen plaatsvindt, en dat niet mede bestaat uit dierlijke meststoffen. In de praktijk gaat het om organisch materiaal, zoals groenafval en gft-afval, dat gecomposteerd is. Het eventueel meecomposteren van dierlijke mest is aan erkenningen op grond van de Verordening dierlijke bijproducten gebonden .

(bron: <http://bvor.nl/opslag/>). Gecomposteerde dierlijke mest blijft ‘mest’ volgens de meststoffenwet.



Figuur 5 Schematische weergave van een intensief composteringsproces met luchtbehandeling waarbij het spuiwater van de luchtwassers aan het droge product wordt toegevoegd, waarna er exportwaardige mestkorrels van geperst worden (Melse *et al*, 2004).

5.2 Capaciteit en schaal

Het composteren van dierlijke mest (pluimveemest, paardenmest) met toeslagstoffen als stro en gips voor de productie van champignonsubstraat gebeurt in een beperkt aantal grootschalige installaties (>100.000 ton per jaar). Ook een aantal grote mestexporteurs past compostering toe om het te transporteren volume te verkleinen en de mineralengehalten te verhogen. De toename van mestscheiding als gevolg van toenemende bedrijfsoverschotten in de rundveehouderij en de mogelijke verplichte mestverwerking en -export zorgen voor een sterke toename van de productie van dikke fracties die spontaan kunnen gaan composteren. Daarnaast wordt er in toenemende mate boxvulling geproduceerd uit dikke fractie van rundveemest of van digestaat die in de opslag of in de boxen kan gaan composteren.

5.3 Emissies

5.3.1 Gasvormige emissies

Bij composteren van mest kunnen hoge emissies optreden van ammoniak, broeikasgassen, fijn stof en geur (bijv. Starmans en Verdoes, 2002). Stikstofemissie kan in de vorm van **ammoniak (NH₃)**, **lachgas (N₂O)** en **stikstofgas (N₂)**. Het stikstofverlies kan oplopen tot 60 % van de oorspronkelijke hoeveelheid: 20-40 % stikstofverlies wordt als normaal beschouwd (Bokhorst en Ter Berg, 2001). Naast kooldioxide (CO₂) kan ook **methaan (CH₄)** emitteren. Deze emissies zijn voor een deel onvermijdbaar (kooldioxide en waterdamp), terwijl een ander deel toegeschreven kan worden aan een niet optimaal verlopend composteringsproces (zoals zuurstofgebrek, verkeerde C/N-verhouding, verkeerde zuurgraad in het materiaal).

Uit de beschikbare data (Amon e.a., 2001; Hao e.a., 2001; Lemmens e.a., 2007; Pattey e.a., 2005) kan geconcludeerd worden dat actief composteren (waarbij geforceerd lucht wordt ingebracht en het materiaal regelmatig wordt omgezet) over het algemeen tot lagere **methaanemissies** zal leiden dan bij passief composteren waarbij in de hoop lokaal anaerobe condities kunnen voorkomen. Wel moet rekening worden gehouden met een mogelijke toename in **N₂O-emissie** waardoor de afname van de broeikasgasemissie (als gevolg van methaan) (deels) teniet wordt gedaan of netto zelfs tot een toename in broeikasgasemissies kan leiden. Verder zou actief composteren tot hogere **ammoniakemissies** kunnen leiden in vergelijking met passief composteren (Lemmens e.a., 2007; Vanderreydt e.a., 2004).

Door compostering in een gesloten systeem uit te voeren en gebruik te maken van geschikte luchtbehandeling (bijv. een luchtwasser), kan de emissie van **ammoniak, fijn stof en geur** worden beperkt. Aandachtspunten zijn de emissies van **lachgas en methaan**, waarvoor geen emissiebeperkende technieken beschikbaar zijn.

5.3.2 Geluidsproductie

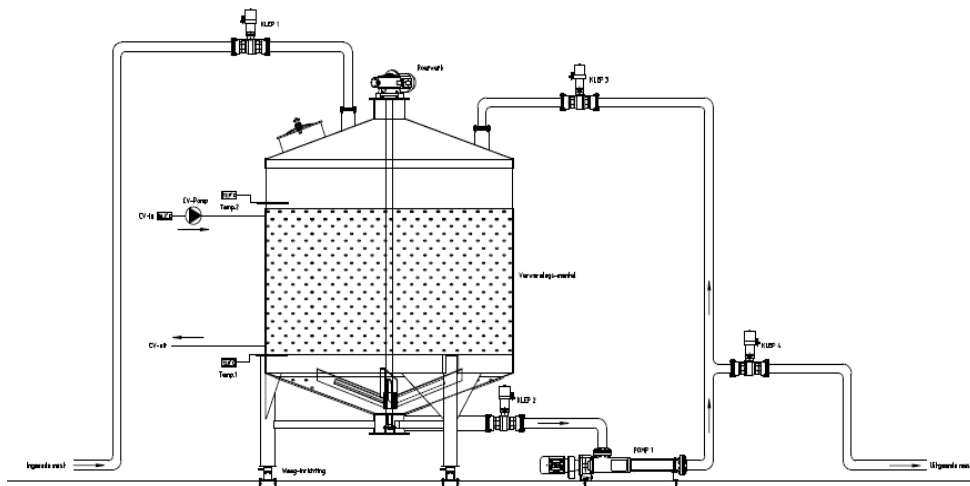
De volgende apparaten kunnen veel geluid produceren:

- Luchtpompen en ventilatoren van installaties voor intensieve compostering en luchtbehandeling,
- Bulldozers, kraantjes, trekkers en vrachtwagens voor het omzetten en de aan- en afvoer van het materiaal.

6 Hygiëniseren

6.1 Technische beschrijving

Hygiënisatie van drijfmest, digestaat en dikke fracties betekent het toepassen van een warmtebehandeling om de mest exportwaardig te maken. Dit is noodzakelijk voor alle mestsoorten behalve stapelbare pluimveemest. De mest moet gedurende een uur op een temperatuur van minstens 70 °C worden gehouden (of een gelijkwaardige behandeling, ter beoordeling van de nieuwe Voedsel- en Warenautoriteit (nVWA) die de installatie moet erkennen op grond van de "Regeling dierlijke bijproducten 2011". Voor drijfmest en vloeibaar digestaat worden vooral verwarmde tanks gebruikt (Figuur 6). Voor digestaat wordt daarbij veelal gebruik gemaakt van de restwarmte van een WKK (Warmte Kracht Koppeling) in de vorm van heet water.



Figuur 6 Verwarmde tank voor hygiënisatie van drijfmest of digestaat met heet water (Kasper en Horrevorts, 2007)

Voor de hygiënisatie van dikke fracties worden meestal warmtevizels gebruikt. Deze kunnen worden verwarmd door middel van hete olie of er kan vanuit de vizel hete stoom in de mest worden geïnjecteerd (Figuur 7). Hierbij kan gebruik worden gemaakt van mobiele installaties met een mobiele stoomgenerator.



Figuur 7 Installatie voor hygiënisatie van dikke fractie door middel van een vizel met stoominjectie die lost in een oplegger (Foto Livestock Research).

Daarnaast kunnen ook stoomdrogers worden gebruikt om de dikke fractie van digestaat gelijktijdig te drogen en te hygiëniseren met restwarmte van een WKK.

6.2 Capaciteit en schaal

Vanwege een toenemende druk op de mestmarkt wordt hygiënisatie in toenemende mate toegepast. Ook zal de komst van verplichte mestverwerking een stimulans zijn om te investeren in installaties voor hygiënisatie. De beschikbaarheid van subsidiabele restwarmte van WKK's van covergistinginstallaties is een extra stimulans om digestaat of dikke fractie van digestaat exportwaardig te maken. Er worden jaarlijks vele honderdduizenden tonnen mest en digestaat gehygiëniseerd en geëxporteerd.

6.3 Emissies

6.3.1 Gasvormige emissies

Hygiënisatie door verwarming van de mest of digestaat met heet water in afgesloten tanks levert nauwelijks een risico van emissies op. Bij het gebruik van warmtevizels en stoominjectie kan er echter wel enig risico van ammoniak en geuremissie zijn wanneer het verwarmde eindproduct in een open opslag wordt bewaard. Aangezien het eindproduct vrij snel zal afkoelen, lijkt dit risico beperkt. Daarnaast kan 'broei' (spontane compostering) optreden bij langdurige opslag van gehygiëniseerde dikke fracties wat zou kunnen leiden tot emissie van onder andere **ammoniak** (zie ook hoofdstuk 5, Compostering).

6.3.2 Geluidsproductie

De volgende apparaten produceren veel geluid:

- (mobiele) stoomgeneratoren en WKK's van covergistinginstallaties,
- Bulldozers, trekkers en vrachtwagens voor de aan- en afvoer van producten.

7 Drogen en indikken

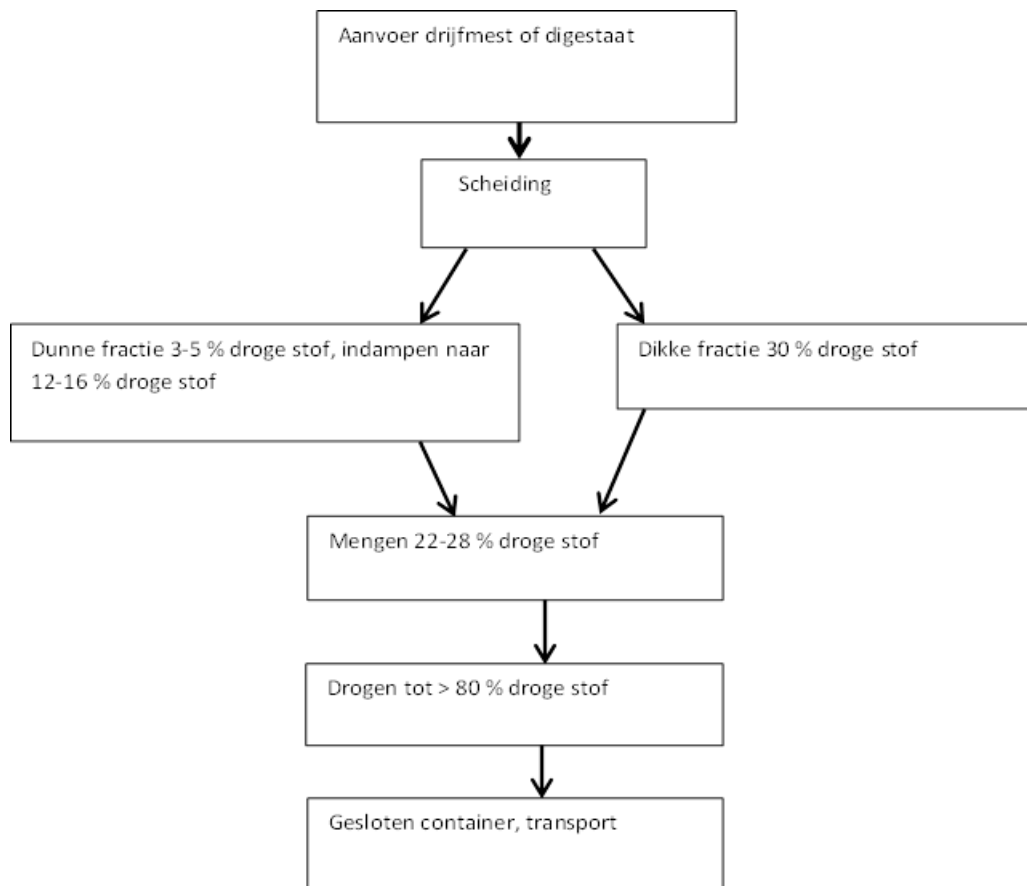
7.1 Technische beschrijving

Onderscheid kan worden gemaakt tussen thermisch drogen (met aangevoerde energie) of biothermisch drogen (met warmte die ter plekke wordt geproduceerd door micro-organismen). Biothermisch drogen wordt composteren genoemd (zie hiervoor hoofdstuk 5).

Drijfmest en digestaat hebben een watergehalte van circa 90 %. Om mest over grotere afstand (bijvoorbeeld naar Frankrijk) te kunnen transporteren, moet het materiaal minder vocht en hogere mineralengehalten bevatten. Het is gebruikelijk om drijfmest en digestaat eerst te scheiden en alleen de dikke fractie te drogen, hoewel er de laatste tijd ook initiatieven zijn om de dunne fractie van drijfmest en digestaat in te dikken en verder te drogen.

Drogen is het toevoeren van warmte om vocht uit het materiaal te verdampen. Voor de meeste drogers is het noodzakelijk dat het te drogen materiaal een rulle structuur heeft, zodat er veel contact is tussen de drooglucht en het materiaal. De meeste drogers zijn geschikt voor stapelbare mestsoorten en dikke fracties van drijfmest of digestaat na scheiding. Meestal wordt er gestreefd naar een drogestofgehalte in het gedroogde materiaal van > 80 %. Dan treden er geen ongewenste biologische processen meer op (zoals groei) en heeft men een geconcentreerde organische meststof verkregen die over lange afstand vervoerd kan worden.

Indikken of indampen is het toevoeren van warmte aan vloeibare drijfmest, digestaat of dunne fractie door middel van een warmtewisselaar, waardoor vocht verdamppt en het drogestofgehalte van de vloeistof toeneemt tot bijvoorbeeld 12 – 15 %. De ingedikte, visceuze mest (nog juist verpompbaar) kan worden gemengd met de dikke fractie, zodat een rulle structuur ontstaat, die verder drogen mogelijk maakt (Figuur 8).



Figuur 8 Processchema van het scheiden, indampen, mengen en drogen van drijfmest of digestaat (De Buissonjé en Kasper, 2012).

Er zijn veel verschillende thermische droogtechnieken. Een belangrijk onderscheid is de manier waarop warmte wordt aangevoerd (Timmerman & Rulkens, 2009):

- Bij directe drogers (convectiedrogers) wordt het droogmedium (hete lucht, oververhitte stoom) in direct contact gebracht met het te drogen materiaal. Dit levert grote afgangdebiëten op.
- Bij indirecte drogers (conductiedrogers) wordt de warmte via een warmtewisselaar aangevoerd en komt het droogmedium (bijvoorbeeld heet water, stoom) niet rechtstreeks in contact met het te drogen materiaal. Dit levert kleinere afgangdebiëten op dan bij directe drogers, maar deze drogers zijn veel complexer en duurder.

Voorbeelden van directe drogers die kunnen worden toegepast voor dikke fracties mest en digestaat zijn o.a. trommeldrogers, banddrogers, platendrogers, wervelbeddrogers en stoomdrogers.

Een combinatie van een directe droger en indirecte droger is de zogenaamde indikker met verticale droogbanden voor drijfmest of digestaat (Figuur 9), waarbij warmte aan een reservoir met vloeibare mest wordt toegevoerd via een warmtewisselaar. Vanuit het reservoir wordt verwarmde vloeibare mest door middel van langzaam draaiende verticale banden in een warme luchtstroom verder ingediktd. Dit is een batch-gewijs proces. De ingedikte maar nog vloeibare mest kan dan met reeds gedroogde mest worden gemengd en verder gedroogd.



Figuur 9 Indikker met verticale droogbanden die draaien in een verwarmd reservoir met digestaat waarbij de drooglucht tussen de banden door gezogen wordt.

Een belangrijk aspect van drogen is het terugwinnen van warmte uit de drooglucht door het condenseren (afkoelen) van de dampen met behulp van warmtewisselaars. Hierbij ontstaat een stroom condenswater die is vervuild met ammoniak, stofdeeltjes en geurcomponenten die tegen betaling in het riool kan worden geloosd of kan worden gezuiverd in een ultrafiltratie- of microfiltratiestap

7.2 Korrelen (pelleteren)

Voor het korrelen of pelleteren van gedroogde mest zijn hamermolens en pelleteermachines nodig. Een pelleteermachine is vergelijkbaar met de machines die worden gebruikt voor de productie van veevoerpellets. Bij het malen en pelleteren van mest kan veel geur, fijnstof en geluid vrijkomen. Het is gebruikelijk om mestpellets achteraf te hygiëniseren (zie hoofdstuk 6, "Hygiëniseren").

7.3 Capaciteit en schaal

Drogers worden in toenemende mate toegepast en de schaalgrootte neemt eveneens toe. Veel pluimveebedrijven passen mestdroging met stallucht toe met platen- of banddrogers ('tunneldrogers'). Het drogen van dikke fractie van drijfmest of digestaat wordt in toenemende mate toegepast. Vooral covergistinginstallaties met een WKK beschikken over subsidiabele restwarmte. Er zijn plannen in de maak voor grootschalige drooginstallaties (bijvoorbeeld voor 400.000 ton digestaat per jaar) met

industriële restwarmte (De Buisonjé en Kasper, 2012). De subsidiëring van het gebruik van restwarmte is een sterke impuls voor het drogen van biomassa.

7.4 Emissies

Drogen levert risico's op van stofexplosies en brand.

7.4.1 Gasvormige emissies

Het drogen van mest en digestaat geeft hoge emissies van vooral **ammoniak, geur en fijn stof** (Lemmens et al 2007). Over de emissie van **lachgas** bij mestdroging zijn geen gegevens voorhanden. Door middel van toepassing van luchtbehandelingstechnieken (bijvoorbeeld een combinatie van een chemische wasser en een biologische wasser of biofilter) is het mogelijk om de emissies van **ammoniak, geur en fijn stof** sterk te beperken.

7.4.2 Geluidsproductie

Drogen geeft op zichzelf weinig geluid. Wanneer drogen een onderdeel is van een compleet bewerkingsproces met mestscheiding en omgekeerde osmose, kunnen de mestscheider en de hogedrukpomp van de omgekeerde osmose veel meer geluid produceren. Daarnaast zullen eventuele pelletiseermachines geluid produceren.

De volgende apparaten kunnen geluid produceren:

- Elektrische pompen en ventilatoren van installaties voor droging en luchtbehandeling,
- Bulldozers en vrachtwagens voor de aan- en afvoer van het materiaal.

8 Nitrificatie/denitrificatie

8.1 Technische beschrijving

Dit proces is in principe hetzelfde proces voor stikstofverwijdering dat wordt toegepast in rioolwaterzuiveringsinstallaties, zij het dat de vuilconcentratie in rioolwater door verdunning met water veel lager is dan in drijfmest en dunne mestfracties. Drijfmest of digestaat moet eerst worden gescheiden. De dunne fractie wordt naar een beluchtingsbassin geleid waarin van onderaf luchtbellen worden ingebracht (Figuur 10). Hier wordt ammoniumstikstof met luchtzuurstof omgezet in nitraat (nitrificatie). In een niet belucht denitrificatiebassin wordt het gevormde nitraat (NO_3^-) voor het grootste deel omgezet in stikstofgas dat de lucht ingaat (N_2). Voor denitrificatie (een biologisch proces) is een organische koolstofbron nodig. Indien deze in de mestvloeistof niet toereikend is, kan een andere koolstofbron (bijv. ethanol) worden toegevoegd. Na bezinking van de gevormde biomassa (het slib) ontstaat uiteindelijk een stikstofarm effluent (ca. 80% van het ingaand volume). In de installatie kan eventueel nog gedefosfateerd worden, waarbij nagenoeg al het fosfaat in het slib terecht komt.

Het stikstof- en fosfaatarme effluent bevat nog wel andere zouten (zoals kali, chloride, natrium en sulfaat) en kan op het land worden aangewend (al dan niet emissie-arm afhankelijk van het stikstofgehalte). Het kan slechts in bepaalde situaties worden geloosd op het riool.



Figuur 10 Vlaamse installatie voor nitrificatie (met beluchting, rechts) en denitrificatie (links) voor dunne fractie varkensmest. Het blauwe vat bevat ethanol, extra koolstofbron voor de denitrificerende bacteriën.

8.2 Capaciteit en schaal

In Nederland wordt met dit proces ca. 800.000 m³ dunne kalvergier per jaar behandeld in vier regionale installaties op de Veluwe. In Vlaanderen staan veel relatief kleine installaties op varkensbedrijven en bij vergistingsinstallaties voor de behandeling van dunne fractie (Figuur 10). Op Nederlandse veebedrijven wordt nitrificatie/denitrificatie slechts sporadisch toegepast.

Vrijwel alle rioolwater in Nederland wordt met nitrificatie/denitrificatie gezuiverd. Een gecombineerde behandeling van rioolwater of zuiveringsslib en drijfmest of digestaat behoort in principe tot de mogelijkheden, maar er kleven nu nog veel technische, organisatorische en juridische bezwaren aan.

De verwachting is dat de toepassing van deze techniek op veehouderijbedrijven niet sterk zal toenemen. Het beluchten is een energie-intensief proces. Vooral wanneer de vervuilingsgraad hoog is, zoals in dunne mestfracties het geval is. Door stijgende energieprijzen wordt het een steeds minder concurrerende techniek. Daarnaast speelt een rol dat de kwaliteit van het effluent in de meeste

gevallen van dusdanige samenstelling is dat lozing op het riool veelal niet wordt toegestaan door de beheerder van het rioleringsysteem. Het moet dan tegen hogere kosten als mest worden aangewend.

8.3 Emissies

8.3.1 Gasvormige emissies

In het nitrificatie/denitrificatieproces wordt behalve het inerte stikstofgas (N_2) ook enig **lachgas (N_2O)** gevormd wanneer de nitrificatie/denitrificatie proces niet optimaal wordt uitgevoerd. Dit kan, afhankelijk van de procesomstandigheden, variëren van een paar procent (Melse en Verdoes, 2005; Melse et al., 2002c) tot wel 40% van de ingaande hoeveelheid stikstof (Burton et al., 1003; Osada et al., 1995; Willers et al., 1996).

Amon e.a. (2006) rapporteren een afname in **methaanemissie**, een toename in **lachgasemissie**, en een totale netto reductie van 43% in totale broeikasgasemissies na beluchten van rundvee drijfmest. Martinez e.a. (2003) rapporteren reducties in **CH₄-emissie** van 70-99% na beluchten van varkens drijfmest. Daarnaast kan in het nitrificatie/denitrificatieproces enige **geuremissie** optreden (Lemmens e.a., 2007), maar in het algemeen is dit beperkt.

8.3.2 Geluidsproductie

De pomp of compressor voor de beluchting van het nitrificatiebassin kan veel geluid produceren.

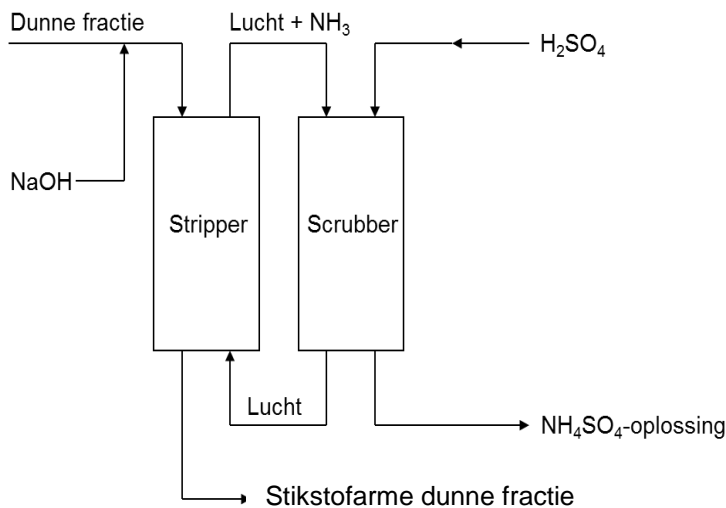
9 Strippen en scrubben

9.1 Technische beschrijving

Met 'strippen' wordt bedoeld het vrijmaken van gasvormige ammoniak uit een mestvloeistof (dunne fractie van drijfmest of digestaat, mineralenconcentraat) door de zuurgraad (pH) en/of de temperatuur van de mestvloeistof te verhogen en de vrijgekomen ammoniak op te vangen in een zure vloeistof ('scrubben') (Figuur 11). Voor het verhogen van de pH wordt veelal natronloog (NaOH) gebruikt. De vrijgekomen ammoniak wordt in een luchtstroom naar een zure water gevoerd. Afhankelijk van het gebruikte zuur ontstaat dan een geconcentreerde oplossing van ammoniumsulfaat, -nitraat of -fosfaat. Omdat zwavelzuur het goedkoopst is, wordt daar meestal voor gekozen. Met behulp van strippen en scrubben kan een oplossing van ammoniumsulfaat van maximaal 25 gewichts% worden bereikt. Deze oplossing is vergelijkbaar met het spuiwater uit chemische luchtwassers zoals deze worden toegepast bij stallen); het spuiwater uit de chemische wassers mag in Nederland gebruikt worden als anorganische meststof

Het doel van strippen is om een geconcentreerde vervanger van stikstofkunstmest te produceren die bovenop de gebruiksnorm voor stikstof uit dierlijke mest kan worden ingezet in de land- en tuinbouw.

De na het strippen overgebleven dunne fractie bevat nog organisch gebonden stikstof en verder alle andere aanwezige mineralen, al dan niet organisch gebonden of in de vorm van opgeloste zouten.



Figuur 11 Stroomschema van een stripproces voor dunne mestfractie waarbij de pH wordt verhoogd met NaOH en waarbij de vrijgemaakte ammoniak in een water wordt opgevangen in zwavelzuur, zodat een geconcentreerde oplossing van ammoniumsulfaat en een stikstofarme dunne fractie worden verkregen.

Aan het strippen van dunne fractie mest of digestaat zijn hoge investeringskosten verbonden en kosten voor energie en/of chemicaliën (loog en zuur). De vloeistof die overblijft ('stikstofarme dunne fractie') moet als mest worden aangewend of verder worden gezuiverd. Er zijn diverse nieuwe technieken voor het strippen van stikstof uit dunne mestfractie of digestaat in het ontwikkelstadium, bijvoorbeeld als onderdeel van een systeem voor mestraffinage, maar op praktijkschaal wordt het strippen van stikstof uit dunne mest, voor zover bekend, niet toegepast.

9.2 Capaciteit en schaal

Vooral in de industrie wordt ammoniak strippen grootschalig toegepast om het ammoniakgehalte van processtromen te verlagen. Voor zover bekend wordt het strippen van ammoniak uit dunne mestfractie nergens op praktijkschaal toegepast. Er zijn diverse nieuwe technieken in ontwikkeling, maar de kosten daarvan lijken vooralsnog beperkend voor toepassing in de praktijk. Het geproduceerde ammoniumsulfaat heeft als kunstmestvervanger slechts een beperkte toepasbaarheid

vanwege het hoge zwavelgehalte. Wanneer in plaats van zwavelzuur het veel duurdere salpeterzuur of fosforzuur zou worden toegepast, zijn er mogelijk betere afzetmogelijkheden richting chemische industrie. Daarnaast is een nadeel dat de behandelde, stikstofarme dunne fractie als mest moet worden aangewend.

9.3 Emissies

9.3.1 Gasvormige emissies

Aangezien het proces van strippen bij industriële toepassing in het algemeen in een gesloten systeem wordt uitgevoerd, en de lucht door een wasser wordt behandeld, is de risico of lekkages of emissies van **ammoniak, geur en fijn stof** beperkt.

Bij toepassing op het veehouderijbedrijf zal het scrubben en strippen van de mestvloeistof vaak gecombineerd worden met de behandeling van de ventilatielucht van de stal, zodat er geen sprake is van een gesloten systeem. Het gevolg hiervan is dat in het bijzonder emissie van **geur** kan verwacht worden. In dat geval zal een luchtreinigingsunit moeten worden nageschakeld om de geuremissie te beperken.

9.3.2 Geluidsproductie

De elektrische pompen voor striplucht en dunne mestvloeistof kunnen veel geluid produceren.

10 Algen en kroos

10.1 Technische beschrijving

Algen (verzamelnaam voor cyanobacteriën (blauwalgen) en 'echte' groene algen) en eendenkroos kunnen met behulp van zon- of kunstlicht worden gekweekt in open waterbakken met toevoeging van voedingsstoffen en met circulatie van het kweekwater. Algen en kroos hebben dezelfde voedingsstoffen nodig als andere planten (CO₂, vitaminen, mineralen). Als bemesting wordt soms het toevoegen van een dunne fractie van drijfmest of digestaat toegepast, met als doel deze dunne fractie te zuiveren tot loosbaar water en tevens eiwitrijk diervoer te produceren (ontwaterde algen of ontwaterd kroos). Daarnaast kunnen algen ook in 'gesloten' reactoren worden gekweekt, hoewel de daarbij geproduceerde zuurstof en andere gasvormige producten uit het systeem moeten worden afgevoerd. Onderscheid wordt gemaakt tussen microscopisch kleine eencellige micro-algen en de meercellige kolonievormende macro-algen of wieren.

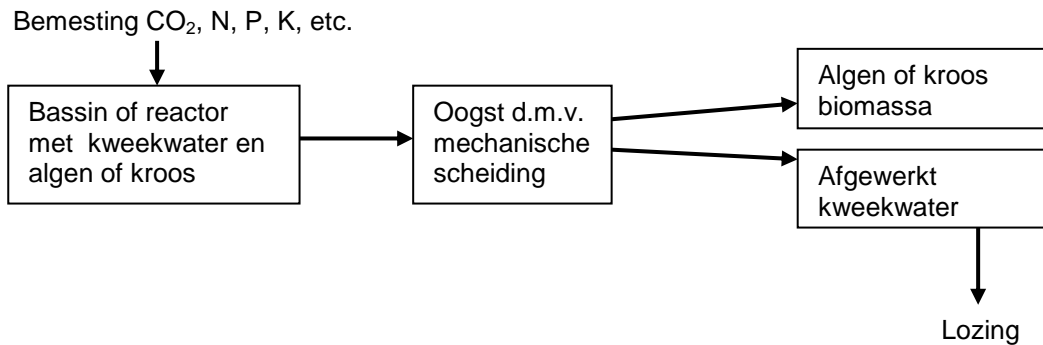
In open kweeksystemen (Figuur 1) worden mengsels van verschillende, al dan niet symbiotisch levende, soorten algen geproduceerd met een beperkte marktwaarde als grondstof voor de productie van veevoer of biobrandstof. Open kweeksystemen betreffen meestal vijvers in de open lucht. Open kweeksystemen worden regelmatig geconfronteerd met besmettingen met ongewenste algensoorten of met algen etend zoöplankton. Het produceren van *zuivere* algen voor hoogwaardige toepassingen is technisch uiterst complex en vergt gesloten, steriele teeltsystemen die zijn uitgerust met beluchting. Ook in gesloten kweeksystemen komen zogenaamde 'crashes' voor (het plotseling afsterven van de algenpopulatie door ongunstige teeltomstandigheden of door besmetting met ongewenste micro-organismen).



Figuur 12 Open kweekstelsel voor algen, een zogenaamde 'raceway pond' met roerwerk.

Het oogsten van micro-algen is moeilijk vanwege de geringe afmetingen van veel micro-algen en vanwege de geringe algendichtheid in het kweekwater (< 1 kg algen droge stof per m³ water). Wanneer de algendichtheid te hoog is, kan het licht niet goed doordringen in het kweekstelsel. Voor het oogsten van micro-algen worden veelal centrifuges gebruikt. Het oogsten van drijvend eendenkroos is relatief eenvoudig.

Algen en kroos die worden gekweekt ten behoeve van diervoer mogen geen mestdeeltjes bevatten en moeten daarom op kunstmest worden gekweekt. Hoewel algen en kroos onder andere stikstof en fosfaat uit het kweekwater kunnen opnemen, is de kwaliteit van het afgewerkte kweekwater, na de oogst van de algen of het kroos, niet zonder meer voldoende voor lozing op oppervlaktewater. Zowel voor lozing op het riool als op oppervlaktewater dient vooraf toestemming van de waterkwaliteitsbeheerder te worden verkregen.



Figuur 12 Schematische weergave van de kweek van algen of kroos, de oogst en het lozen van afgewerkt kweekwater.

10.2 Capaciteit en schaal

De teelt van algen of kroos op dunne fractie van drijfmest of digestaat vindt plaats op experimentele schaal. Hoewel er veel publiciteit is rondom het 'enorme potentieel' van aquatische biomassa, is de potentie voor het zuiveren van dunne mestfracties naar verwachting beperkt. De relatief laagwaardige toepassingsmogelijkheden voor niet hygiënisch geteelde biomassa en de problematiek van lozing van afgewerkt kweekwater bieden weinig perspectief voor mestbewerking. De verwachting is dat het bij een beperkt aantal proefinstallaties op semi-praktijkschaal zal blijven.

10.3 Emissies

10.3.1 Gasvormige emissies

Hoewel geen gemeten emissies uit de kweek van algen of kroos bekend zijn, maken verschillende bronnen melding van stikstofverliezen uit kweeksystemen voor algen (o.a. De Buissonjé en Aarnink, 2011). Deze kunnen worden veroorzaakt door de emissie van **ammoniak, lachgas en/of stikstofgas**. Er zijn aanwijzingen dat nitrificatie en denitrificatie (waarbij inert stikstofgas (N₂) en enig **lachgas (N₂O)** worden geproduceerd) een overheersende rol spelen.

Een gecrashte (mislukte) kweek van algen kan mogelijk **geuroverlast** veroorzaken; tijdens normale procesvoering wordt geen geuroverlast verwacht als gevolg van de grote verdunning die optreedt wanneer mestvloeistof wordt toegevoegd aan de vijver.

10.3.2 Geluidsproductie

De pompen voor de watercirculatie en voor de beluchting of begassing van de kweek kunnen geluid produceren. Wanneer centrifuges worden gebruikt voor de oogst van micro-algen, kan dat geluidsoverlast veroorzaken.

11 Aanvullende aspecten

11.1 Vast of mobiel?

De technieken die in de voorgaande hoofdstukken zijn besproken lenen zich allen voor toepassing op bedrijfsschaal in de vorm van een vaste installatie. Een aantal hiervan lenen zich voor toepassing in een mobiele installatie, maar voor een aantal technieken wordt dit minder realistisch geacht. In Tabel 3 wordt aangegeven voor welke technieken een mobiele installatie haalbaar wordt geacht. Bij een mobiele installatie kan gedacht worden aan een installatie op een trailer die gedurende korte tijd (enkele weken) op een veehouderijbedrijf gebruikt wordt om de aanwezige mest te behandelen. Vervolgens kan de installatie naar een ander bedrijf worden vervoerd waar het zelfde mestbewerkingstechniek opnieuw wordt toegepast.

Tabel 3 Verdeling van mestbewerkingstechnieken naar vaste en mobiele installatie.

#	Mestbewerkingstechnieken	Geschikt voor vaste installatie?	Geschikt voor mobiele installatie?
1	Mest- en digestaatscheiding	ja	ja
2	Mineralenconcentraten	ja	nee
3	Composteren	ja	nee
4	Hygiëniseren	ja	ja
5	Drogen en indikken	ja	nee (*)
6	Nitrificatie/denitrificatie	ja	nee
7	Strippen	ja	ja
8	Algen en kroos	ja	nee

(*) Het is denkbaar dat een installatie voor drogen/indikken in een container wordt geplaatst waardoor er sprake is van een mobiele installatie, maar meestal zal het waarschijnlijk een vaste installatie betreffen.

Wanneer een techniek niet geschikt is voor een mobiele toepassing, impliceert dit dat de techniek geschikt is voor (zeer) grote veehouderijbedrijven of voor toepassing op regionale schaal (centrale mestbewerking). Alleen op deze manier kunnen dan voldoende draaiuren worden gerealiseerd om de vaste kosten per ton behandelde mest (afschrijving, onderhoud en rente) niet te hoog doen laten oplopen.

Bij een meer grootschalige toepassing van mestbewerking is het terugdringen van emissies en geluid enerzijds van meer belang (de emissie of overlast is namelijk niet tijdelijk, maar gaat het hele jaar door), anderzijds zijn er waarschijnlijk meer financiële mogelijkheden om technieken voor emissiereductie toe te passen.

11.2 Binnen of buiten?

In het algemeen kan gesteld worden dat wanneer er gewerkt wordt met mest, er altijd sprake zal zijn van enige emissie. Veel hangt echter af van de wijze waarop de mestbewerkingstechniek in de praktijk wordt toegepast:

- 1) Mestbewerkingapparatuur bevindt zich in een gebouw met al dan niet duidelijk gedefinieerd emissiepunt ('schoorsteen').
- 2) Mestbewerkingapparatuur bevindt zich in de open lucht.
- 3) Er is sprake van een volledig gesloten systeem: er is sprake van een "nulemissie".

Wanneer er sprake is van een gebouw, is het in principe mogelijk om de emissie te beperken door ervoor te zorgen dat alle ventilatielucht het gebouw via een schoorsteen verlaat en deze lucht vervolgens te behandelen. Daarnaast is het vaak mogelijk om emissies te beperken door onderdelen (bijvoorbeeld een opslagtank) af te dekken. Wel moet bedacht worden dat in de regel altijd enige emissie ontstaat uit opslagtanks als gevolg van het "ademen" van tanks, oftewel emissies die ontstaan door het legen en weer vullen van de tanks, ook wanneer het een afgedekte opslag betreft. Wanneer een tank gevuld wordt, wordt de lucht die zich in de tank bevond namelijk naar buiten geduwd (het "ademen" van tanks) met als gevolg een emissie.

11.3 Type component en effectiviteit maatregelen

Opgemerkt dient te worden dat de genoemde emissiebeperkende maatregelen in de regel gericht zijn op het terugdringen van emissie van ammoniak en geur. Dat betekent niet per se dat ook de emissie van andere componenten wordt gereduceerd.

Als we bijvoorbeeld kijken naar het afdekken van een mestopslagtank, zal de emissie van ammoniak en geur daadwerkelijk tegen worden gegaan: een deel van deze verbindingen blijft als gevolg van het afdekken opgelost in de mestvloeistof en komt niet in de lucht terecht. De hoeveelheid die vrijkomt wordt namelijk beïnvloed door het evenwicht tussen vloeistof- en gasfase. Methaan lost echter zeer slecht op in de vloeistoffase. De productie van methaan in de mest gaat gewoon door, of er nu wel of geen sprake is van afdekking, en zal uiteindelijk worden geëmitteerd. Op deze manier (afdekking van mestopslag) is er netto dus wel sprake van een emissiereductie van ammoniak en geur (overlast), maar niet van methaan.

Voor lachgas geldt dat de productie ervan in sommige gevallen wel geremd kan worden door betere procesregeling (bijvoorbeeld bij composterings- of nitrificatie/denitrificatie-systemen). Een goedkope of eenvoudige end-of-pipe emissiereductie techniek is echter niet beschikbaar voor het terugdringen van lachgasemissies. In de chemische industrie en bij elektriciteitscentrales wordt overigens wel gebruik gemaakt van N₂O-reducerende technieken (catalytische NO_x reductie bij hoge temperatuur), maar deze zijn zeer duur (Brink, 2004).

11.4 Geluidsoverlast

Met betrekking tot het optreden van mogelijke geluidsoverlast kunnen de volgende bronnen als voornaamste oorzaken worden aangewezen:

- Vrachtwagens en bulldozers
- (Diesel)pompen voor aan- en afvoer van (drijf)mest en mestproducten
- De gasmotor van een warmtekrachtkoppelinginstallatie (WKK) in het geval van droging van digestaat met overschotwarmte uit de vergisting,
- Centrifuges die gebruikt worden bij het scheiden van mest of digestaat en het oogsten van algen
- Hogedrukpompen bij installaties voor omgekeerde osmose,
- Overige elektrische pompen, generatoren, compressoren, ventilatoren etc.

Het aantal transportbewegingen naar een mestbewerkingsinstallatie is rechtstreeks gerelateerd aan de schaalgrootte van de installatie. Het aantal transportbewegingen voor de afvoer van materiaal is mede afhankelijk van een eventuele volumereductie tijdens het proces (zoals bij drogen, composteren en de productie van mineralenconcentraat met omgekeerde osmose). In het algemeen kan aangenomen worden dat bij toepassing van een mobiele installatie, de transportbewegingen rond het veehouderijbedrijf beperkt en tijdelijk van aard zijn. Wanneer er echter sprake is van bijvoorbeeld grootschalige mestbewerking op regionale schaal, zal er wel degelijk sprake zijn van een grote toename van transportbewegingen en mogelijk hierdoor veroorzaakte overlast.

12 Conclusies en aanbevelingen

12.1 Gasvormige emissies

In het algemeen kan worden gesteld dat er relatief weinig bekend is over de emissies die optreden bij mestbewerkingsinstallaties. Verder valt op dat wanneer emissiedata bekend zijn, deze soms een grote spreiding vertonen. Op basis van de beschikbare kennis (zie de bespreking van de technieken in de voorgaande hoofdstukken) kan desalniettemin een aantal technieken worden onderscheiden die een groot risico voor het optreden van gasvormige emissies met zich meebrengen.

Met betrekking tot het optreden van emissies van **ammoniak, fijnstof, geur en broeikasgassen** kunnen de volgende technieken worden genoemd als potentiële hoofdbronnen:

- Composteren (hoofdstuk 5)
- Drogen en indikken (hoofdstuk 7)

Dit komt mede vanwege de steeds veelvuldiger en grootschaliger toepassing van deze technieken. Voor "composteren" mogen we ervan uitgaan dat dit in de regel niet in een mobiele installatie plaatsvindt (zie Tabel 3). Hierdoor is het goed mogelijk om de emissies van ammoniak, fijnstof en in mindere mate geur tegen te gaan met behulp van bijvoorbeeld een chemische luchtwasser. Voor de reductie van broeikasgassen zijn geen technieken voorhanden. In principe is met een biologische luchtwasser een verdergaande geurverwijdering te bereiken; toepassing van een biologische luchtwasser voor de behandeling van ammoniakhoudende lucht zal wel enige lachgasemissie tot gevolg hebben (Melse *et al.*, 2011).

Voor "drogen en indikken" geldt dat deze techniek in het algemeen is voor een vaste installatie, hoewel de installatie soms ook in een container wordt geplaatst. Om de emissies uit het proces tegen te gaan zal een luchtreinigingsunit kunnen worden nageschakeld; ook hier ligt een chemische wasser voor de hand.

Daarnaast is er een mestbewerkingstechniek die vooral een risico met zich meebrengen voor het optreden van emissie van **lachgas**:

- Nitrificatie/denitrificatie (hoofdstuk 8)

Voor het nitrificatie/denitrificatie systeem mogen we er vanuit gaan dat dit geen mobiele installatie betreft maar een permanente installatie. Verder kan de emissie van lachgas beschouwd worden als een inherent onderdeel van een nitrificatie/denitrificatie systeem, ook al geeft de literatuur op dit gebied aan dat optimalisatie van het proces en de regeling ervan de hoeveelheid lachgas wel kan beïnvloeden. Er is echter geen nageschakelde techniek beschikbaar of haalbaar om deze emissie van lachgas tegen te gaan.

Ten slotte is er een mestbewerkingstechniek die vooral een risico met zich meebrengen voor het optreden van emissie van **geur**:

- Strippen en scrubben (hoofdstuk 9).

Voor "strippen en scrubben" geldt dat deze techniek zowel geschikt kan zijn voor een vaste als voor een mobiele installatie. Wanneer er sprake is van een niet-gesloten systeem, zal een luchtreinigingsunit moeten worden nageschakeld om de geuremissie te beperken.

Behalve de genoemde emissiebeperkende maatregelen technieken zoals luchtwassers, geldt voor alle mestbewerkingstechnieken dat het afdekken en dichtmaken van opslagen voor mest en mestproducten en het gesloten maken van procesruimtes mogelijkheden bieden om emissies terug te dringen.

In Tabel 4 worden de belangrijkste emissies samengevat, waarbij een "x" staat voor een groot risico op een dergelijke emissie.

Tabel 4 Belangrijkste emissies die verwacht worden voor mestbewerkingstechnieken met een hoog risico voor emissies; voor de overige technieken (zie Tabel 3) wordt een lagere emissierisico ingeschat.

Mestbewerkingstechnieken	NH ₃	Geur	Broeikasgassen	Stof / fijn stof
Composteren	x	x	x	x
Drogen en indikken	x	x		x
Nitrificatie/denitrificatie			x	
Strippen		x		

12.2 Geluid

Wat betreft mogelijke **geluidsoverlast** kan gesteld worden dat er enerzijds overlast kan ontstaan als gevolg van geluidsproductie van de mestbewerkingsinstallaties zelf, anderzijds als gevolg van transportbewegingen.

De geluidsproductie van de meeste onderdelen van de mestbewerkingsinstallaties (pompen, centrifuges, WKK, ventilatoren etc.) zal de overlast voor een groot deel kunnen worden voorkomen door gebruik te maken van geluidisolatie en het plaatsen van de apparaten in geluidsdichte ruimtes. Zowel voor vaste als mobiele installaties kan aangenomen worden dat op deze manier de meeste geluidsoverlast kan worden voorkomen.

12.3 Aanbevelingen voor nader onderzoek

Zoals reeds eerder opgemerkt, is relatief weinig bekend over emissies die optreden bij mestbewerkingsinstallaties in de praktijk. Wanneer behoefte is aan aanvullende informatie met betrekking tot emissies, wordt aanbevolen om nadere metingen uit te voeren aan een aantal praktijkinstallaties. Met betrekking tot de emissie van broeikasgassen uit mestbewerking zou ook de modelmatige benadering van Van Os et al. (2003) kunnen gebruikt worden; over het in kaart brengen van de emissie van broeikasgassen uit mestbewerking is recent een rapport verschenen (Hoeksma et al., 2012).

Wanneer nieuwe metingen worden uitgevoerd aan mestbewerkingsinstallaties, dient overwogen te worden of het gewenst is om naast bovengenoemde emissies ook de emissie van geluid (zie onder) en ziektekiemen vast te stellen.

13 Literatuur

- Amon, B., Th. Amon, J. Boxberger, Ch. Alt. 2001. Emissions of NH₃, N₂O and CH₄ from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall (housing, manure storage, manure spreading). *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 60, 103-113.
- Amon, B., V. Kryvoruchko, T. Amon, S. Zechmeister-Boltenstern. 2006. Methane, nitrous oxide and ammonia emissions during storage and after application of dairy cattle slurry and influence of slurry treatment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112, 153-162.
- Amon, B., V. Kryvoruchko, M. Fröhlich, T. Amon, A. Pöllinger, I. Mösenbacher, A. Hausleitner. 2007. Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow system for fattening pigs: housing and manure storage. *Livestock Science* 112, 199-207.
- Bisschops, I., M. Timmerman, J. Weijma, M. van Eekert, F.E. de Buissonjé, H. Spanjers. 2011. Synergie RWZI en mestverwerking (<http://www.stowa.nl/upload/publicaties/STOWA%202011%2010%20LR.pdf>).
- Bokhorst, J, C. ten Berg. 2001. Louis Bolk Instituut, Handboek mest en compost, behandelen, beoordelen, toepassen.
- Brink, R.W.. van den, et al, 2004, Low-temperature nitrous oxide removal in the nitric acid industry, The seventh international conference on greenhouse gas control technologies, Vancouver, Canada
- Buissonjé, F.E. de, G.J. Kasper. 2012. Geuremissie van mest indampen en drogen, Vertrouwelijke rapportage opdrachtgever.
- Buissonjé, F.E. de, A.J.A. Aarnink. 2011. Algenkweek op stallucht, haalbaarheidsstudie. Wageningen UR Livestock Research Rapport 451.
- Burton C H; Sneath R W; Farrent J W (1993). Emissions of nitrogen oxide gases during aerobic treatment of animal slurries. *Bioresource Technology*, 45, 233–235
- Chadwick, D.R. 2005. Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane from cattle manure heaps: effect of compaction and covering. *Atmospheric Environment* 39, 787-799.
- Clemens, J., M. Trimborn, P. Weiland, B. Amon. 2006. Mitigation of greenhouse gas emissions by anaerobic digestion of cattle slurry. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112 (2-3), 171-177.
- Dinuccio, E., W. Berg, P. Balsari. 2008. Gaseous emissions from the storage of untreated slurries and the fractions obtained after mechanical separation. *Atmospheric Environment* 42, 2448-2459.
- Fangueiro, D., J. Coutinho, D. Chadwick, N. Moreira, H. Trindade. 2008. Effect of cattle slurry separation on greenhouse gas and ammonia emissions during storage. *J. Environ. Qual.* 37, 2322-2331.
- Groenestein, C.M., J. Mosquera en N.W.M. Ogink. 2011. Protocol voor meting van methaanemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2010. Rapport 493, Wageningen UR Livestock, Lelystad, The Netherlands.
- Guarino, M., C. Fabbri, M. Brambilla, L. Valli, P. Navarotto. 2006. Evaluation of simplified covering systems to reduce gaseous emissions from livestock manure storage. *Transactions of the ASABE* 49(3), 737-747.
- Hansen, M.N., K. Henriksen, S.G. Sommer. 2006. Observations of production and emission of greenhouse gases and ammonia during storage of solids separated from pig slurry: effects of covering. *Atmospheric Environment* 40, 4172-4181.
- Hao, X., C. Chang, F.J. Larney, G.R. Travis. 2001. Greenhouse gas emissions during cattle feedlot manure composting. *J. Environ. Qual.* 30, 376-386.
- Hoeksma, P., J. Mosquera. 2008. Protocol voor het meten van gasvormige emissies en stof van mestbe- en verwerkingsinstallaties. *Animal Sciences Group Rapport* 167.
- Hoeksma, P., F.E. de Buissonjé, P.A.I. Ehlert, J.H. Horrevorts. 2011. Mineralenconcentraten uit dierlijke mest, monitoring in het kader van de pilot mineralenconcentraten. Wageningen UR Livestock Research Rapport 481. Report 627
- Hoeksma, P., J. Mosquera, R.W. Melse. 2012. Monitoring methane and nitrous oxide reduction by manure treatment. Wageningen UR Livestock Research, rapport 481.
- Hofschreuder, P., Y. Zhao, A.J.A. Aarnink, N.W.M. Ogink. 2008. Measurement protocol for emissions of fine dust from animal housings. Considerations, draft protocol and validation. Report 134, Animal Sciences Group, Lelystad.
- Kasper, G.J., J.H. Horrevorts. 2007. Mestexport vanuit Nederland. *Animal Sciences Group Rapport* 87.

- Lemmens, B., J. Ceulemans, H. Elslander, S. Vanassche, E. Brauns, K. Vrancken. 2007. Best Beschikbare Technieken (BBT) voor mestverwerking (<http://www.emis.vito.be/bbt-voor-mestverwerking>).
- Martinez, J., F. Guiziou, P. Peu, V. Gueutier. 2003. Influence of treatment techniques for pig slurry on methane emissions during subsequent storage. *Biosystems Engineering* 85(3), 347-354.
- Melse, R.W., F.E. de Buissonjé, N. Verdoes, H.C. Willers. 2004. Quick scan van be- en verwerkingstechnieken voor dierlijke mest. Rapportage opdrachtgever 1390938000.
- Melse, R.W.; D.A.J. Starmans; N. Verdoes (2002a) *Mestverwerking varkenshouderij. Mestscheiding en microfiltratie, Dirven te Someren*. Praktijkboek nummer 7, april 2002. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Melse, R.W.; D.A.J. Starmans; N. Verdoes (2002b) *Mestverwerking varkenshouderij. Manura[®] 2000, Houbensteyn te Ysselsteyn*. Praktijkboek nummer 5, april 2002. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Melse, R.W.; D.A.J. Starmans; N. Verdoes (2002c) *Mestverwerking varkenshouderij. Systeem Biovink, Evink te Oosterwolde (Gld)*. Praktijkboek nummer 6, april 2002. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Melse, R.W.; D.A.J. Starmans; N. Verdoes (2002d) *Mestverwerking varkenshouderij. Manura[®] 2000, Hollvoet te Reusel*. Praktijkboek nummer 4, april 2002. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Melse, R.W.; N. Verdoes (2005) Evaluation of four farm-scale systems for the treatment of liquid pig manure. *Biosyst. Eng.* Vol 92 No 1 pp 47-57. doi:10.1016/j.biosystemseng.2005.05.004.
- Melse, R.W., J.M.G. Hol, J. Mosquera, G.M. Nijeboer, J.W.H. Huis in 't Veld, T.G. van Hattum, R.K. Winkel, F. Dousma, N.W.M. Ogink. 2011. Monitoringsprogramma experimentele gecombineerde luchtwassers op veehouderijbedrijven. Wageningen UR Livestock Research Rapport 380.
- Mosquera, J., P. Hofschreuder, J.W. Erisman, E. Mulder, C.E. van 't Klooster, N. Ogink, D. Swierstra, N. Verdoes. 2002. Meetmethoden gasvormige emissies uit de veehouderij. Wageningen, IMAG Rapport 2002-12.
- Mosquera, J., G.J. Monteny, J.W. Erisman. 2005. Overview and assessment of techniques to measure ammonia emissions from animal houses: the case of the Netherlands. *Elsevier. Environmental Pollution* 135 (2005) 381 – 388.
- Mosquera, J., J.M.G. Hol, P. Hoeksma, C.M. Groenestein. 2010. Emissiemetingen mestverwerkingsinstallaties. Wageningen UR Livestock Research Rapport 402.
- Mosquera, J., J.M.G. Hol. 2011. Emissiefactoren methaan, lachgas en PM2,5 voor stalsystemen, inclusief toelichting. Wageningen UR Livestock Research Rapport 496.
- Mosquera, J., C.M. Groenestein en N.W.M. Ogink. 2011a. Protocol voor meting van lachgasemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2010. Rapport 494, Wageningen UR Livestock, Lelystad, The Netherlands.
- Mosquera, J., R. Schils, K. Groenestein, P. Hoeksma, G. Velthof, E. Hummelink. 2011b. Emissies van lachgas, methaan en ammoniak uit mest na scheiding. Wageningen UR Livestock Research Report 427.
- Ogink, N.W.M.. 2011. Protocol voor meting van geuremissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2010. Rapport 491, Wageningen UR Livestock, Lelystad, The Netherlands.
- Ogink, N.W.M., J. Mosquera en J.M.G. Hol. 2011a. Protocol voor meting van ammoniakemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2010. Rapport 454, Wageningen UR Livestock, Lelystad, The Netherlands.
- Ogink, N.W.M., P. Hofschreuder en A.J.A. Aarnink. 2011b. Protocol voor meting van fijnstofemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2010. Rapport 492, Wageningen UR Livestock, Lelystad, The Netherlands.
- Os, van, R.J.H.L.; R.W. Melse; A.H.M. Veeken; H.J. Croezen; E.H.M. van Zundert (2003) TEW/benadering mestbewerking (rapport + rekenmodel), Novem ROB-programma. Grontmij Water & Reststoffen bv, De Bilt.
- Osada T; Kuroda K; Yonaga M (1995). Reducing nitrous oxide gas emissions from fill-and-draw type activated sludge process. *Water Research*, 29(6), 1607–1608
- Pattey, E., M.K. Trzcinski, R.L. Desjardins. 2005. Quantifying the reduction of greenhouse gas emissions as a result of composting dairy and beef cattle manure. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 72, 173-187.
- Schröder, J., F. de Buissonjé, G. Kasper, N. Verdoes, K. Verloop. 2009. Mestscheiding: relaties tussen techniek, kosten, milieu en landbouwkundige waarde. *Plant Research International Rapport* 287.

- Starmans, D.A.J, N. Verdoes (2002) Mestverwerking varkenshouderij. Composteren in roterende trommel, Bouwman te Ysselsteyn. Praktijkboek nummer 9, mei 2002. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Thorman, R.E., D. Chadwick, L.O. Boyles, R. Matthews, E. Sagoo, R. Harrison. 2006. Nitrous oxide emissions during storage of solid manure and following application to arable land. In Proceedings of the 12th RAMIRAN conference, Aarhus, Denmark, 11-13 September, 2006.
- Timmerman, M., W. Rulkens. 2009, Korte inventarisatie naar het perspectief van het drogen van digestaat bij covergistinginstallaties. Wageningen UR Livestock Research 289.
- Timmerman, M., F.E. de Buissonjé. 2010. Praktijkinitiatieven mestverwerking. Wageningen UR Livestock Research 367.
- Vanderreydt, I., R. de Fré, W. Swaans, J. Govaerts. 2004. Opstellen van procedures voor het meten van lachgas- en ammoniakemissies bij verschillende mestverwerkingstechnieken. VITO 2004/MIM/R/124.
- Van der Zaag, A.C., R.J. Gordon, R.C. Jamieson, D.L. Burton, G.W. Stratton. 2009. Gas emissions from straw covered liquid dairy manure during summer storage and autumn agitation. Transactions of the ASABE 52(2), 599-608.
- Verdoes, N.; M. Timmerman; D.A.J. Starmans (2002a) Mestverwerking varkenshouderij. OrgAgro, Bouwmans te Bakel. Praktijkboek nummer 12, juni 2002. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Verdoes, N.; D.A.J. Starmans (2002b) Mestverwerking varkenshouderij. Mobiele mestontwatering, Mestec te Papendrecht. Praktijkboek nummer 11, mei 2002. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Website www.bodemrichtlijn.nl
- Website www.mestverwerken.wur.nl
- Willers H C; Derix P J L; Ten Have P J W; Vijn T K (1996). Emission of ammonia and nitrous oxide from aerobic treatment of veal calf slurry. Journal of Agricultural Engineering Research, 63, 345-352
- Yamulki, S. 2006. Effect of straw addition on nitrous oxide and methane emissions from stored farmyard manures. Agriculture, Ecosystems and Environment 112, 140-145.



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E info.livestockresearch@wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl