Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor mestverwerking

Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor mestverwerking

B. Lemmens, J. Ceulemans, H. Elslander, S. Vanassche,

E. Brauns en K. Vrancken

ACADEMIA PRESS

http://www.emis.vito.be

© Academia Press – Gent
Eekhout 2
9000 Gent

Deze uitgave kwam tot stand in het kader van het project 'Vlaams kenniscentrum voor de Beste Beschikbare Technieken en bijhorend Energie en Milieu Informatie Systeem' (BBT/EMIS) van het Vlaams Gewest.
Initiatiefnemers van BBT/EMIS zijn de ministers voor Wetenschapsbeleid en voor Leefmilieu, de Vlaamse Administraties Leefmilieu (AMINAL) en Economie (Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie) en de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek. Voor de sturing en begeleiding verleenden ook IWT, OVAM, VLM, VMM en de betrokken bedrijfstakorganisaties hun medewerking.

Hoewel al het mogelijke gedaan is om de accuraatheid van de studie te waarborgen, kunnen noch de auteurs, noch Vito, noch het Vlaams Gewest aansprakelijk gesteld worden voor eventuele nadelige gevolgen bij het gebruik van deze studie. Specifieke vermeldingen van procédés, merknamen, enz. moeten steeds beschouwd worden als voorbeelden en betekenen geen beoordeling of engagement.
De gegevens uit deze studie zijn geactualiseerd tot november 2006.

De uitgaven van Academia Press worden verdeeld door:

Wetenschappelijke Boekhandel J. STORY-SCIENTIA BVBA
Sint-Kwintensberg 87
9000 Gent
Tel. (09) 225 57 57 - Fax (09) 233 14 09

Voor Nederland:
Ef & Ef
Eind 36
6017 BH Thorn
Tel. 0475 561501 - Fax 0475 56 16 60

B. Lemmens, J. Ceulemans, H. Elslander, S. Vanassche, E. Brauns en K. Vrancken
Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor mestverwerking
Gent, Academia Press, 2007, xx + 335 pp.

Opmaak: proxess.be

ISBN: 978 90 382 1088 9
Wettelijk Depot: D/2007/4804/61
Bestelnummer U 969
NUR1 973

Voor verdere informatie, kan u terecht bij:
BBT-kenniscentrum
VITO
Boeretang 200
B-2400 MOL
Tel. 014/33 58 68
Fax 014/32 11 85
e-mail: bbt@vito.be

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

TEN GELEIDE

In opdracht van de Vlaamse Regering is bij Vito, de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek, in 1995 een Vlaams kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken opgericht. Dit BBT-kenniscentrum, heeft als taak informatie te verspreiden over milieuvriendelijke technieken in bedrijven. Doelgroepen voor deze informatie zijn milieuverantwoordelijken in bedrijven en de overheid. De uitgave van dit boek kadert binnen deze opdracht. Het BBT-kenniscentrum wordt, samen met het zusterproject EMIS (http://www.emis.vito.be) begeleid door een stuurgroep van het Vlaams Gewest met vertegenwoordigers van de Vlaamse ministers van Leefmilieu en Energie, de administraties Leefmilieu (Aminal), Economie (VEA) en Wetenschapsbeleid (AWI) en de instellingen IWT, OVAM, VLM en VMM.

Milieuvriendelijke technieken zijn erop gericht de milieuschade die bedrijven veroorzaken te beperken. Het kunnen technieken zijn om afvalwater en afgassen te zuiveren, afval te verwerken of bodemvervuiling op te ruimen. Veel vaker betreft het echter preventieve maatregelen die de uitstoot van vervuilende stoffen voorkomen en het energie- en grondstoffenverbruik reduceren. Indien dergelijke technieken, in vergelijking met alle gelijkaardige technieken, het best scoren op milieugebied én indien ze bovendien betaalbaar blijken, spreken we over Beste Beschikbare Technieken of BBT.

Milieunormen die aan bedrijven worden opgelegd, zijn in belangrijke mate gebaseerd op de BBT. Zo zijn de Vlarem II sectorale normen vaak een weergave van de mate van milieubescherming die met de BBT haalbaar is. Het bepalen van de BBT is daarom niet alleen nuttig als informatiebron voor bedrijven, maar ook als referentie waarvan de overheid nieuwe milieunormen kan afleiden. In bepaalde gevallen verleent de Vlaamse overheid ook subsidies aan bedrijven als deze investeren in de BBT.

Het BBT-kenniscentrum werkt BBT-studies uit per bedrijfstak of per groep van gelijkaardige activiteiten. Deze studies beschrijven de BBT en geven achtergrondinformatie. De achtergrondinformatie laat milieu-ambtenaren toe de dagelijkse bedrijfspraktijk beter aan te voelen en geeft bedrijfsverantwoordelijken aan wat de wetenschappelijke basis is voor de verschillende milieuvoorwaarden. De BBT worden getoetst aan de vergunningsnormen en de voorwaarden voor een ecologiepremie die in Vlaanderen van kracht zijn. Soms zijn suggesties gedaan om deze normen en regels te verfijnen. Het verleden heeft geleerd dat de Vlaamse Overheid de gesuggereerde verfijningen vaak effectief gebruikt voor nieuwe Vlarem-reglementering en regels voor ecologiepremie. In afwachting hiervan moeten ze echter als niet-bindend worden beschouwd.

BBT-studies zijn het resultaat van een intensieve zoektocht in de literatuur, bezoeken aan bedrijven, samenwerking met sectorexperts, het bevragen van leveranciers, uitgebreide contacten met bedrijfsverantwoordelijken en ambtenaren, etc. Het spreekt voor zich dat de geschetste BBT overeenkomen met een momentopname en dat niet alle BBT -nu en in de toekomst- in dit werk opgenomen kunnen zijn.

LEESWIJZER

Hoofdstuk 1 Inleiding
licht eerst het begrip "Beste Beschikbare Technieken" toe en de invulling ervan in Vlaanderen en schetst vervolgens het algemene kader van voorliggende BBT-studie. Ondermeer het voornemen, de hoofddoelstellingen en de werkwijze van deze BBT-studie worden hierbij verduidelijkt.

Hoofdstuk 2 Socio-economische situering van de veeteeltsector in Vlaanderen in relatie tot mestverwerking
geeft een beeld van de mestproblematiek in Vlaanderen en een zicht op socio-economische karakteristieken van de veeteeltsector. Dit laat ons toe de economische gezondheid en de draagkracht van de bedrijven in te schatten, wat van belang is bij het beoordelen van de haalbaarheid van de voorgestelde technieken.

Hoofdstuk 3 Milieu-juridische situering van mestverwerking in Vlaanderen
geeft een overzicht van de voornaamste wettelijke bepalingen die op mestbe- en verwerking van toepassing (kunnen) zijn.

Hoofdstuk 4 Beschrijving van mestverwerkingstechnieken
geeft een overzicht van de verschillende technieken die toegepast kunnen worden voor mestbe- en verwerking en schetst hun onderlinge samenhang. Hiertoe horen ook de technieken die emissies en milieuhinder aanpakken.

Hoofdstuk 5 Selectie van de Beste Beschikbare Technieken
evalueert een aantal waarschijnlijke mestverwerkingstrajecten naar hun impact op milieu, technische haalbaarheid en kostprijs en doet suggesties wanneer een techniek als BBT beschouwd kan worden

Hoofdstuk 6 Aanbevelingen
geeft suggesties aan Vlaamse overheid, mestverwerkers en veehouders om de toepassing van de BBT te vergemakkelijken

Bijlagen
geeft de samenstelling van het begeleidingscomité en achtergronden bij de berekening van de economische- en milieuperformantie van mestverwerkingsscenario's.

INHOUDSTAFEL

TEN GELEIDE I

LEESWIJZER III

SAMENVATTING XV

ABSTRACT XIX

Hoofdstuk 1. INLEIDING 1

1.1. Beste Beschikbare Technieken in Vlaanderen 1
1.1.1. Definitie 1
1.1.2. Het Vlaams kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken 2

1.2. De BBT-studie 'mestbe- en verwerking' 3
1.2.1. Doelstellingen van de studie 3
1.2.2. Problematiek van mestverwerking 3
1.2.3. Begeleiding en werkwijze 4

1.3. Referenties 4

Hoofdstuk 2. SOCIO-ECONOMISCHE SITUERING VAN DE VEETEELT-SECTOR IN VLAANDEREN IN RELATIE TOT MEST-VERWERKING 5

2.1. Structuur en verantwoording van dit hoofdstuk 5

2.2. Beschrijving van de veehouderij- en mestverwerkingssector 5
2.2.1. Oorsprong van de intensieve veehouderij 5
2.2.2. Beschrijving pluimveesector 6
2.2.3. Varkenssector 8
2.2.4. Beschrijving rundveesector 9
2.2.5. Beschrijving van de mestverwerkingssector 10

2.3. Economische toestand van de intensieve veeteeltsector 10
2.3.1. Aantal en omvang van de bedrijven 10
2.3.2. Financiële situatie van de veeteeltbedrijven 13
2.3.3. Financiële situatie van het vleesvarkenbedrijf 14
2.3.4. Financiële resultaten van andere intensieve veehouderijen 19

2.4. Economische draagkracht 20
2.4.1. Felheid van concurrentie 20
2.4.2. Conclusie economische draagkracht 24

2.5. Haalbaarheid van bijkomende kosten voor de landbouwer 25
2.5.1. Randvoorwaarden bij economische haalbaarheid van mestverwerking 25
2.5.2. Uitgangspunt: maximaal haalbare mestverwerkingskost 26
2.5.3. Variaties in het arbeidsinkomen 27

2.5.4. Variabelen en aannames voor het evalueren van de mestverwerkingskost . . . 29
2.5.5. Uitwerken van scenario's inzake haalbaarheid van mestverwerkingstrajecten . . . 32
2.5.6. Voorlopige conclusies uit de scenario's . . . 37

2.6. Milieuaspecten van de veeteeltsector . . . 37

2.7. De mestproblematiek . . . 38
2.7.1. De productie van mest . . . 38
2.7.2. Emissies veroorzaakt door mest . . . 42
2.7.3. Huidig mestoverschot en het aandeel hiervan dat verwerkt dient te worden . . . 48
2.7.4. Situatie mestoverschotten in het geval van 100% kwetsbaar gebied . . . 53

2.8. Historiek mestverwerking . . . 54

2.9. Referenties . . . 57

Hoofdstuk 3. MILIEU-JURIDISCHE SITUERING VAN MESTVERWERKING IN VLAANDEREN . . . 59

3.1. Het mestdecreet en mestverwerking . . . 59

3.2. Milieuvergunningsdecreet en Vlarem . . . 63

3.3. Inplanting van mestverwerkingsprojecten . . . 66

3.4. De regelgeving omtrent de export van de eindproducten van de mestverwerking . . . 66
3.4.1. Meststoffendecreet . . . 67
3.4.2. VLAREA . . . 67
3.4.3. Koninklijk Besluit van 07/01/1998 (B.S. 11/06/1998) . . . 67
3.4.4. Verordening 259/93/EEG (transportverordening) . . . 68
3.4.5. Verordening 1774/2002 . . . 68

3.5. Subsidies . . . 69
3.5.1. Verhoogde investeringsaftrek . . . 69
3.5.2. Ecologiepremie . . . 70
3.5.3. VLIF-steun . . . 70
3.5.4. Waarborgregeling . . . 71
3.5.5. Groenestroomcertificaten . . . 71
3.5.6. Warmtekrachtcertificaten . . . 72

3.6. Bodemsanering . . . 73

3.7. Informatiepunt . . . 74

3.8. Referenties . . . 75

Hoofdstuk 4. TECHNIEKEN GEBRUIKT BIJ MESTVERWERKING . . . 77

4.1. Samenhang van mestverwerkingstechnieken . . . 77
4.1.1. Overzicht van technieken . . . 77

4.1.2. Algemene lijnen . . . 79
4.1.3. Behandeling van de luchtstromen . . . 82
4.1.4. Uitschakeling van nutriënten . . . 82

4.2. Opslag . . . 84
4.2.1. Doel . . . 84
4.2.2. Procesbeschrijving . . . 84
4.2.3. Stand van de techniek . . . 84
4.2.4. Grondstoffen en eindproducten . . . 84
4.2.5. Emissies . . . 84
4.2.6. Energiegebruik . . . 85
4.2.7. Kosten . . . 85
4.2.8. Technische problemen . . . 85
4.2.9. Milieumaatregelen . . . 85
4.2.10. Capaciteit . . . 87
4.2.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen . . . 87
4.2.12. Vergelijkbare technieken . . . 87
4.2.13. Informatiepunt . . . 87
4.2.14. Referenties . . . 87

4.3. Vergisten (biogasproductie) . . . 89
4.3.1. Doel . . . 89
4.3.2. Procesbeschrijving . . . 89
4.3.3. Stand van de techniek . . . 97
4.3.4. Grondstoffen en eindproducten . . . 98
4.3.5. Emissies . . . 101
4.3.6. Energiegebruik . . . 102
4.3.7. Kosten . . . 103
4.3.8. Technische problemen . . . 110
4.3.9. Milieumaatregelen . . . 110
4.3.10. Capaciteit . . . 111
4.3.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen . . . 111
4.3.12. Vergelijkbare technieken . . . 112
4.3.13. Informatiepunt . . . 112
4.3.14. Referenties . . . 112

4.4. Mechanische scheiding . . . 115
4.4.1. Doel . . . 115
4.4.2. Procesbeschrijving . . . 115
4.4.3. Stand van de techniek . . . 118
4.4.4. Grondstoffen en eindproducten . . . 118
4.4.5. Energiegebruik . . . 120
4.4.6. Kosten . . . 121
4.4.7. Technische problemen . . . 123
4.4.8. Milieumaatregelen . . . 123
4.4.9. Capaciteit . . . 123
4.4.10. Toepasbaarheid in Vlaanderen . . . 124
4.4.11. Vergelijkbare technieken . . . 124
4.4.12. Informatiepunt . . . 124
4.4.13. Referenties . . . 124

4.5. Strippen en absorberen van ammoniak 126
4.5.1. Doel 126
4.5.2. Procesbeschrijving 126
4.5.3. Stand van de techniek 126
4.5.4. Grondstoffen en eindproducten 127
4.5.5. Emissies 128
4.5.6. Energiegebruik 128
4.5.7. Kosten 129
4.5.8. Technische problemen 129
4.5.9. Milieumaatregelen 129
4.5.10. Capaciteit 130
4.5.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen 130
4.5.12. Vergelijkbare technieken 130
4.5.13. Informatiepunt 130
4.5.14. Referenties 131

4.6. Biologische behandeling 132
4.6.1. Doel 132
4.6.2. Procesbeschrijving 132
4.6.3. Stand van de techniek 134
4.6.4. Grondstoffen en eindproducten 135
4.6.5. Emissies 136
4.6.6. Energiegebruik 137
4.6.7. Kosten 137
4.6.8. Technische problemen 138
4.6.9. Milieumaatregelen 139
4.6.10. Capaciteit 139
4.6.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen 140
4.6.12. Vergelijkbare technieken 140
4.6.13. Informatiepunt 140
4.6.14. Referenties 141

4.7. Scheiding d.m.v. drukgedreven membraanfiltratie 143
4.7.1. Doel 143
4.7.2. Procesbeschrijving 144
4.7.3. Stand van de techniek 149
4.7.4. Grondstoffen en eindproducten 149
4.7.5. Emissies 150
4.7.6. Energiegebruik 151
4.7.7. Kosten 151
4.7.8. Technische problemen 151
4.7.9. Milieumaatregelen 152
4.7.10. Capaciteit 152
4.7.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen 152
4.7.12. Vergelijkbare technieken 152
4.7.13. Informatiepunt 152
4.7.14. Referenties 153

4.8. Indampen 154
4.8.1. Doel 154

4.8.2. Procesbeschrijving . . . 154
4.8.3. Stand van de techniek . . . 154
4.8.4. Grondstoffen en eindproducten . . . 154
4.8.5. Emissies . . . 155
4.8.6. Energiegebruik . . . 156
4.8.7. Kosten . . . 156
4.8.8. Technische problemen . . . 157
4.8.9. Milieumaatregelen . . . 157
4.8.10. Capaciteit . . . 157
4.8.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen . . . 157
4.8.12. Vergelijkbare technieken . . . 158
4.8.13. Informatiepunten . . . 158
4.8.14. Referenties . . . 158

4.9. Fysico-chemie (bvb precipitatie) . . . 160
4.9.1. Doel . . . 160
4.9.2. Procesbeschrijving . . . 160
4.9.3. Stand van de techniek . . . 161
4.9.4. Grondstoffen en eindproducten . . . 162
4.9.5. Emissies . . . 162
4.9.6. Energiegebruik . . . 162
4.9.7. Kosten . . . 163
4.9.8. Technische problemen . . . 163
4.9.9. Milieumaatregelen . . . 163
4.9.10. Capaciteit . . . 163
4.9.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen . . . 163
4.9.12. Vergelijkbare technieken . . . 164
4.9.13. Informatiepunt . . . 164
4.9.14. Referenties . . . 164

4.10. Elektrolyse / Elektrocoagulatie . . . 166
4.10.1. Doel . . . 166
4.10.2. Procesbeschrijving . . . 166
4.10.3. Stand van de techniek . . . 167
4.10.4. Grondstoffen en eindproducten . . . 167
4.10.5. Emissies . . . 168
4.10.6. Energiegebruik . . . 168
4.10.7. Kosten . . . 168
4.10.8. Technische problemen . . . 168
4.10.9. Milieumaatregelen . . . 168
4.10.10. Capaciteit . . . 168
4.10.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen . . . 168
4.10.12. Vergelijkbare technieken . . . 169
4.10.13. Informatiepunt . . . 169
4.10.14. Referenties . . . 169

4.11. Mestdroging met behulp van stalwarmte. . . . 170
4.11.1. Doel . . . 170
4.11.2. Procesbeschrijving . . . 170
4.11.3. Stand van de techniek . . . 174

4.11.4. Grondstoffen en eindproducten . . . 176
4.11.5. Emissies . . . 177
4.11.6. Energiegebruik . . . 177
4.11.7. Kosten . . . 178
4.11.8. Technische problemen . . . 180
4.11.9. Milieumaatregelen . . . 180
4.11.10. Capaciteit . . . 181
4.11.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen . . . 181
4.11.12. Vergelijkbare technieken . . . 182
4.11.13. Informatiepunten . . . 182
4.11.14. Referenties . . . 183

4.12. Drogen . . . 185
4.12.1. Doel . . . 185
4.12.2. Procesbeschrijving . . . 185
4.12.3. Stand van de techniek . . . 186
4.12.4. Grondstoffen en eindproducten . . . 186
4.12.5. Emissies . . . 187
4.12.6. Energiegebruik . . . 188
4.12.7. Kosten . . . 188
4.12.8. Technische problemen . . . 189
4.12.9. Milieumaatregelen . . . 189
4.12.10. Capaciteit . . . 189
4.12.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen . . . 189
4.12.12. Vergelijkbare technieken . . . 190
4.12.13. Informatiepunten . . . 190
4.12.14. Referenties . . . 190

4.13. Composteren . . . 192
4.13.1. Doel . . . 192
4.13.2. Procesbeschrijving . . . 192
4.13.3. Stand van de techniek . . . 199
4.13.4. Grondstoffen en eindproducten . . . 199
4.13.5. Emissies . . . 200
4.13.6. Energiegebruik . . . 203
4.13.7. Kosten . . . 204
4.13.8. Technische problemen . . . 205
4.13.9. Milieumaatregelen . . . 205
4.13.10. Capaciteit . . . 209
4.13.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen . . . 209
4.13.12. Vergelijkbare technieken . . . 210
4.13.13. Informatiepunt . . . 210
4.13.14. Referenties . . . 211

4.14. Verbranden . . . 213
4.14.1. Doel . . . 213
4.14.2. Procesbeschrijving . . . 213
4.14.3. Stand van de techniek . . . 218
4.14.4. Grondstoffen en eindproducten . . . 219
4.14.5. Emissies . . . 220

4.14.6. Energiegebruik . . . 223
4.14.7. Kosten . . . 223
4.14.8. Technische problemen . . . 224
4.14.9. Milieumaatregelen . . . 225
4.14.10. Capaciteit . . . 227
4.14.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen . . . 227
4.14.12. Vergelijkbare technieken . . . 227
4.14.13. Informatiepunt . . . 227
4.14.14. Referenties . . . 228

4.15. Productvormgeving . . . 229
4.15.1. Doel . . . 229
4.15.2. Procesbeschrijving . . . 229
4.15.3. Stand van de techniek . . . 229
4.15.4. Grondstoffen en eindproducten . . . 229
4.15.5. Emissies . . . 229
4.15.6. Energiegebruik . . . 229
4.15.7. Kosten . . . 230
4.15.8. Technische problemen . . . 230
4.15.9. Milieumaatregelen . . . 230
4.15.10. Capaciteit . . . 230
4.15.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen . . . 230
4.15.12. Vergelijkbare technieken . . . 230
4.15.13. Informatiepunt . . . 230
4.15.14. Referenties . . . 230

4.16. Overige technieken . . . 231
4.16.1. Algenkweek . . . 231
4.16.2. Actieve koolfiltratie water . . . 235
4.16.3. Ionenwisselaar . . . 239
4.16.4. Andere adsorptiemiddelen . . . 243
4.16.5. (Natte) oxidatie . . . 246
4.16.6. Kalkbehandeling . . . 250
4.16.7. Constructed wetland . . . 253

Hoofdstuk 5. BBT-EVALUATIE VAN MESTVERWERKINGSTRAJECTEN. 257

5.1. Inleiding . . . 257

5.2. Technische haalbaarheid . . . 263
5.2.1. Zijn de gebruikte technieken reeds op praktijk schaal bewezen? . . . 263
5.2.2. Leveren de gebruikte technieken sanitair veilige en stabiele, dus exporteerbare producten? . . . 265

5.3. Milieuevaluatie . . . 267

5.4. Economische evaluatie . . . 271
5.4.1. Kostprijs van mestverwerkingstrajecten . . . 271
5.4.2. Kostenhaalbaarheid . . . 276
5.4.3. Investeringsanalyse . . . 281
5.4.4. Kosteneffectiviteit . . . 282

5.4.5. Besluiten economische evaluatie 284
5.5. BBT-evaluatie bestudeerde verwerkingstrajecten 286
5.6. Evaluatie van andere mogelijke trajecten voor de verwerking van varkensmest 290
5.7. Referenties 292

Hoofdstuk 6. ALGEMENE CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 295
6.1. BBT-conclusies 295
6.2. Aanbevelingen voor lozingsnormen 297
6.3. Aanbevelingen voor covergisting 298
6.4. Aanbevelingen voor verbranding 299
6.5. Algemene aanbevelingen mestverwerking 300

LIJST DER AFKORTINGEN 303

BEGRIPPENLIJST 305

Bijlage 1. LEDEN VAN HET BEGELEIDINGSCOMITÉ 311

Bijlage 2. BEREKENINGEN VOOR DE MILIEU-ANALYSE VAN MESTVERWERKINGSSCENARIO'S 313
2.1. Samenstelling van de mest 313
2.2. Emissies bij uitrijden 313
2.3. Emissies bij biogas productie 313
2.4. Mechanische scheiding 314
2.5. Biologische zuivering 315
2.6. Indamping 315
2.7. Droging dikke fractie 316
2.8. Compostering dikke fractie 316
2.9. Stalluchtdroging 317
2.10. Verbranding dikke fractie 317
2.11. Energiebesparing 318
2.12. Algemene bemerkingen 319
2.13. Referenties 319

Bijlage 3. INKOMENSBEGRIPPEN VEETEELT 321

Bijlage 4. ENERGIEWINNING UIT MEST – THEORETISCHE BESCHOUWINGEN 323

Inleiding 323

Energiebalans per basistechniek 323

Bijlage 5. INVESTERINGSANALYSE TRAJECT BIOLOGIE 333

SAMENVATTING

Het BBT-kenniscentrum, opgericht in opdracht van de Vlaamse Regering bij Vito, heeft tot taak het inventariseren, verwerken en verspreiden van informatie rond milieuvriendelijke technieken. Tevens moet het centrum de Vlaamse overheid adviseren bij het concreet maken van het begrip Beste Beschikbare Technieken (BBT). In dit rapport worden de BBT voor Mestverwerking onderzocht.

Deze studie heeft tot doel om de beschikbare technische informatie op gebied van mestverwerking te verspreiden en op basis van een technische, milieukundige en economische analyse aanbevelingen te doen aan Vlaamse bedrijven en overheid. De eerste uitgave van de "BBT voor het be- en verwerken van dierlijke mest" verscheen in 1998 waarbij aanbevelingen zijn gedaan naar de overheid. De tweede versie verscheen in 2002. Dit was een sterk herwerkte versie waarbij meer aandacht besteed werd aan de individuele mestverwerkingstechnieken en aan een onderlinge technische, milieukundige en economische vergelijking van verwerkingsscenario's. In deze tweede versie werden geen aanpassingen voorgesteld aan de wetgeving.
De huidige studie behoudt de globale aanpak van de studie uit 2002 waarbij de technieken apart besproken worden en met deze technieken mestverwerkingstrajecten worden voorgesteld. In deze versie is de beschikbare informatie geüpdatet en zijn nieuwe trajecten voorgesteld die de huidige stand van de techniek beter weerspiegelen. De grote verschillen met de vorige versie zijn enerzijds de economische analyse waarbij een duidelijk beeld wordt geschetst van de complexiteit en draagkracht van de gespecialiseerde vleesvarkenssector, en anderzijds de aanbevelingen die worden gedaan voor lozingsnormen, coverwerking en verbranding.

Wat is mestverwerking?

In de Vlaamse context is het belangrijkste doel van mestverwerking het terugdringen van de overbemesting. Door het groot aantal dieren en de relatief beperkte landbouwoppervlakte is er een onevenwicht ontstaan tussen het aanbod van nutriënten in de mest en de nuttige toepassing ervan in de Vlaamse landbouw. Mestverwerking is het behandelen van de mest op een dusdanige manier dat de nutriënten in de mest geneutraliseerd worden (vb. omzetting nitraat naar stikstofgas) of in een vorm gebracht worden zodat ze makkelijk exporteerbaar zijn naar gebieden buiten Vlaanderen waar nog een nutriëntentekort is. Er is een ruim aanbod van technieken die in theorie voor dit doel kunnen dienen. Op bedrijfsvlak is er slechts met een beperkt aantal technieken veel ervaring.
De mogelijke verwerkingstechnieken zijn in de studie in detail beschreven. Bij elk van deze technieken werd onder andere ingegaan op de technische karakteristieken, kosten, emissies, energiegebruik en toepasbaarheid in Vlaanderen.

Vergelijking van enkele typische verwerkingstrajecten.

In de praktijk zal steeds gekozen worden voor combinatie van technieken tot een verwerkingstraject. Voor 4 representatieve verwerkingstrajecten op varkensmest en 3 op pluimveemest werd een vergelijkend BBT-onderzoek gedaan naar technische haalbaarheid, milieuperformantie en kostprijs. Als vergelijkingsbasis werd het uitrijden van de mest in Vlaanderen genomen (situatie 2004). Bij de meeste verwerkingstrajecten op varkensmest wordt een stapelbare, dikke mestfractie gevormd. Conform de Europese regelgeving dient deze fractie gehygiëniseerd te worden alvorens deze buiten België geëxporteerd kan worden.

Deze trajecten zijn in hoofdstuk 5 beschreven en beoordeeld op vlak van technische haalbaarheid, hygiëniserende werking, milieueffect en economische haalbaarheid voor de sector.

Milieuvoordelen van mestverwerking.

Mestverwerking kan in Vlaanderen zorgen voor een significante verbetering van de milieukwaliteit en dit in bijzonder op gebied van een vermindering van vervuiling door nitraten en fosfaten in oppervlakte- en grondwater. Mestverwerking kan ook als een kosteneffectieve aanpak voor de verwijdering van nitraten beschouwd worden. Qua ammoniak-, lachgas- en methaanemissie is een goed uitgevoerde mestverwerking positief. Bij onvoldoende opvolging kan dit positieve effect verdwijnen.
Mestverwerking heeft een variabel energierendement. Afhankelijk van het verwerkingstraject is er een netto energie-opbrengst, status quo of energieverbruik. De energiebalans is positiever indien ook rekening gehouden wordt met de vervanging van kunstmeststoffen buiten Vlaanderen.
Vanuit het oogpunt van Vlaanderen waar reductie van nutriënten via mestverwerking belangrijker is dan het eventuele extra energieverbruik heeft een goed uitgevoerde mestverwerking steeds een positief milieueffect.

Economische haalbaarheid van mestverwerking

Bij de kostenberekening van de verschillende mestverwerkingstrajecten is berekend dat de kostprijs om een m³ mest volledig te verwerken tussen 20 en 30 EUR/m³ mest ligt. In de praktijk blijkt dat een gedeelte van de sector mestverwerking kan betalen en dat deze bedrijven zelfs wensen uit te breiden. In de economische analyse is aangetoond dat het voor de 30 % beste gespecialiseerde vleesvarkensbedrijven economisch haalbaar is om de volledige mestproductie te behandelen in een mestverwerkingsinstallatie.
Voor een gemiddeld gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven (met een arbeidsinkomen van 40 €/GAVV) is een verwerkingspercentage van 20 % van de totale mestproductie haalbaar voor bedrijven in gebieden met een lage mestdruk. In gebieden met gemiddelde en hoge mestdruk is verwerking slechts haalbaar indien het bedrijf meer dan 80% van de mest op eigen land kan uitrijden. De meerderheid van de gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven zijn echter niet landgebonden (d.w.z. beschikken niet over eigen land). De analyse toont eveneens aan dat deze ondernemingen mogelijk reeds een bestaansprobleem hebben zonder mestverwerking, vooral in gebieden met een hogere mestdruk.

Naast het bepalen van de draagkracht van de gespecialiseerde vleesvarkenssector is voor het traject biologie voor varkensmest eveneens een investeringsanalyse uitgevoerd waarbij uitrijden van verwerkingsplichtige mest en betalen van de superheffing vergeleken is met het investeren in mestverwerking. Uit deze analyse blijkt dat voor gebieden met middelmatige en hoge mestdruk mestverwerking rendabel is ten opzichte van uitrijden en het betalen van de superheffing. In gebieden met hoge mestdruk is mestverwerking zelfs rendabel zonder dat de superheffing in rekening wordt genomen. Dit bevestigt de praktijk waar in gebieden met hoge mestdruk ook niet-verwerkingsplichtige mest wordt verwerkt. Deze investeringsanalyse vergelijkt twee situaties maar geeft geen uitspraak of deze situaties ook economisch te dragen zijn door een vleesvarkensbedrijf. De economische draagkracht is hierboven beschreven.

Voor pluimveebedrijven blijkt mestverwerking economisch haalbaar te zijn. Dit wordt door de praktijk bevestigd.
Uit de berekening van de kosteneffectiviteit blijkt dat het verwerken van pluimveemest kosteneffectiever is dan het verwerken van varkensmest.

Beste Beschikbare Technieken voor mestverwerking.

Beste Beschikbare Technieken (BBT) zijn technieken die op bedrijfsschaal bewezen zijn, het beste milieuresultaat neerzetten en redelijk zijn qua kost.
Voor verwerking van pluimveemest zijn de volgende trajecten BBT: export van ruwe mest, export na compostering en verbranding.
Voor varkensmest blijken er technisch haalbare verwerkingsinstallaties te bestaan die voor een gedeelte van de sector eveneens economisch te dragen zijn. Een beste beschikbare techniek voor de gehele sector kan niet naar voor geschoven worden vanwege de variabiliteit van de sector (economisch, landgebondenheid, mestdruk,…). Voor de bedrijven die op basis van de lokale omstandigheden mestverwerking kunnen dragen kunnen wel BBT's naar voor geschoven worden namelijk:

- Uitrijden: In dit traject wordt de mest oordeelkundig aangebracht op landbouwgrond. Dit kan als BBT beschouwd worden in gebieden met lage mestdruk waar lokaal voldoende land beschikbaar is.
- Biologie: Dit traject bestaat uit een scheiding van de mest in dikke en dunne mest. De dunne mest wordt behandeld in een biologie en het effluent wordt oordeelkundig op landbouwgrond uitgespreid. De dikke fractie wordt gecomposteerd, gedroogd of verbrand. Het traject biologie is BBT voor kleinschalige en middelgrote installaties met maximaal 90 % verwerking bij behandeling van alle bedrijfseigen mest.
- Stalluchtdrogen: met droging van de mest op droogtafels met stallucht die door de dieren is opgewarmd. De gedroogde fractie wordt geëxporteerd, gecomposteerd of verbrand. Dit is BBT voor kleinschalige, bedrijfsgebonden installaties.
- Loosbaar: Dit traject bestaal uit een scheiding van dik en dun. De dikke fractie wordt thermisch gedroogd. De dunne fractie wordt samen met het condensaat van de droger behandeld in een biologie. Het effluent van de biologie wordt ingedampt met een indampingsinstallatie met mechanische damprecompressie. Het condensaat is loosbaar. Het concentraat wordt samen met de dikke fractie gedroogd. De gedroogde fractie wordt geëxporteerd, gecomposteerd of verbrand. Dit traject is BBT voor grootschalige mestverwerking.

Het traject vergisting dat bestaat uit een covergisting van mest met organische stromen gevolgd door een droging met droogtafels is op dit ogenblijk bewezen op pilootschaal en enkele grootschalige installaties zijn in opstart. Hierdoor kan het nog niet als BBT worden beschouwd. Deze lijst mag niet als limitatief beschouwd worden. Naast deze trajecten kunnen technieken zoals scheiding gevolgd door een fysicochemie of strippen een oplossing bieden voor landbouwers. Deze technieken worden als mobiele installaties in Vlaanderen aangeboden.
De mestverwerkingsector is bovendien nog steeds in ontwikkeling. Nieuwe initiatieven en trajecten moeten een kans krijgen om zich te bewijzen maar moeten eveneens met de nodige omzichtigheid benaderd worden.
Het aanboren van afzetmarkten buiten Vlaanderen voor de verwerkte dikke fractie en gevormde nevenstromen blijft een aandachtspunt.
In hoofdstuk 6 worden aanbevelingen omtrent lozingsnormen, covergisting en verbranding gegeven. Ook zijn hier aanbevelingen naar de overheid, initiatiefnemers en landbouwers weergegeven om mestverwerking te promoten en om tot een goedwerkende mestverwerking in Vlaanderen te komen.
De BBT-selectie en de adviesverlening is tot stand gekomen op basis van o.a. een socio-economische sectorstudie, kostprijsberekening, bedrijfsbezoeken en overleg met vertegenwoordigers van de federaties, leveranciers, specialisten uit de administratie. Het formeel overleg gebeurde in een begeleidingscomité, waarvan de samenstelling terug te vinden is in bijlage 1.

ABSTRACT

The Centre for Best Available Techniques (BAT) is founded by the Flemish Government, and is hosted by Vito. The BAT centre collects, evaluates and distributes information on environmental friendly techniques. Moreover, it advises the Flemish authorities on how to translate this information into its environmental policy. Central in this translation is the concept of "BAT" (Best Available Techniques). BAT corresponds to the techniques with the best environmental performance that can be introduced at a reasonable cost.

This document contains technical, environmental and economical information on manure processing and suggests BAT for this activity. The first edition of the document "Best Available Techniques for manure processing" appeared in 1998 and included suggestions for manure processing permit conditions in Flanders. In 2002 the study was revised. The edition of 2002 focuses on the individual manure processing techniques and compares technical, environmental and economical characteristics of manure processing approaches considered in Flanders. In this 2nd edition no suggestions were made for permit conditions.
The current revision keeps the same methodology as the study of 2002. The information on techniques and manure processing scenarios has been updated to reflect the current level of technological progress. A big difference in approach concerns the economical analysis. In this study a new economic approach was developed which gives a clear picture of the complexity and financial strength of the specialised meat piggeries. Also suggestions were made towards the government concerning emission limits for wastewater, coprocessing of manure with other organic materials and incineration of manure.

In Flanders the main purpose of manure processing is to provide a solution for excess manure produced in intensive lifestock rearing. Flanders suffers from a strong discrepancy between the amounts of nutrients produced in animal husbandry and the quantities that can be used as a fertiliser on farmland. Manure processing in Flanders aims at the neutralisation of nutrients in manure (e.g. turning nitrates into N_2) or at making it suitable for export to other countries requiring organic fertilizers. A broad range of techniques is available that can theoretically be used for this purpose. However, practical experience has been obtained with only a limited number of techniques. The techniques used for manure processing are described in detail in the study.

Almost all manure treatment systems combine two or more of these techniques. A BAT analysis was done for 5 representative pig manure treatment scenarios consisting of the following techniques:

1. Manure spreading on land (reference)
2. Anaerobic codigestion and drying of the digestate on drying tables
3. Separation of liquid and solid fractions of manure. Biological treatment of the liquid fraction. The effluent of the biology is spread on land within Flanders. Export of solid fraction to nutrient deficient regions / countries with or without prior composting, drying or incineration.
4. Drying of the manure on drying tables with heat from the ventilation air of the stables. The dried fraction is exported, composted or incinerated
5. Separation of liquid and solid fractions of manure. The solid fraction is dried in a drier. The condensate from the drier and the liquid fraction of the manure are treated in a biological treatment. The effluent of the biology is evaporated. The condensate is pure and can be discharged into surface water. The concentrate is dried with the solid fraction. The dried fraction is exported or incinerated.

In the economical analysis we calculated the cost to fully process one m³ of manure. The cost of these techniques varies between 20 and 30 EUR per m³. Part of the sector is able to pay these amounts and still wants to expand the company. The economic analysis in this study shows that the 30 % best companies are able to process their entire manure production.
A specialised meat piggery with an average income (40 EUR per average present meat pig) can process 20 % of its total manure production if they are located in areas with a low manure pressure. In areas with a medium and high manure pressure, companies must be able to spread 80 % or more of their manure on own farmland. The majority of specialised meat piggeries have no land of their own available. These companies can already have financial problems without manure processing in areas with high manure pressure.

Besides determining the financial strength of the sector we also made an investment analysis for technique 3. In this investment analysis we compared the cost of spreading manure that is under a processing duty and paying the fine for not processing to the cost for processing of the manure. The analysis shows that, with incorporation of the fines in the analysis, manure processing is profitable for areas with medium and high manure pressure. Without the fines, manure processing is still profitable in areas with high manure pressure. This confirms the practice of manure processing for manure that is not under a processing duty in areas with a high manure pressure. This investment analyses compares two situation but gives no judgement on the economic ability of a company or the sector to bear either one of these costs.

For poultry manure land spreading was compared to export of raw poultry manure, composting followed by export and incineration. These processing techniques are economically viable for the sector. Processing of poultry manure proves to be more cost effective than processing of pig manure.

Best Available Techniques (BAT) are techniques that are proven in practice, that have the best overall environmental result and are not too costly.
BAT for pre-dried poultry manure processing is incineration, export without treatment or composting + export.

No BAT is identified on sector level for pig manure processing for the specialised meat piggeries, due the excessive costs of the techniques. In circumstances where farmers can cope with the costs the following BAT conclusions may be drawn. BAT are techniques 3, 4 and 5 as described above. Technique 2 still has to be proven in practice. Several installations are in start-up phase at the moment. Besides these techniques, mobile installations can be BAT for small farms as well. These BAT conclusions should not be considered as static or definitive, because the sector still has a lot of technological development.

In chapter 6 suggestions were made towards the government concerning emission limits for wastewater, co-processing of manure with other organic materials and incineration of manure. Also suggestions were made to government, manure processing companies and farmers to further promote manure processing in Flanders.

Hoofdstuk 1 INLEIDING

1.1. Beste Beschikbare Technieken in Vlaanderen

1.1.1. Definitie

Het begrip "Beste Beschikbare Technieken", afgekort BBT, wordt in Vlarem I[1], artikel 1 29°, gedefinieerd als:

"het meest doeltreffende en geavanceerde ontwikkelingsstadium van de activiteiten en exploitatiemethoden, waarbij de praktische bruikbaarheid van speciale technieken om in beginsel het uitgangspunt voor de emissiegrenswaarden te vormen is aangetoond, met het doel emissies en effecten op het milieu in zijn geheel te voorkomen of, wanneer dat niet mogelijk blijkt algemeen te beperken;
a) "technieken": zowel de toegepaste technieken als de wijze waarop de installatie wordt ontworpen, gebouwd, onderhouden, geëxploiteerd en ontmanteld;
b) "beschikbare": op zodanige schaal ontwikkeld dat de technieken, kosten en baten in aanmerking genomen, economisch en technisch haalbaar in de industriële context kunnen worden toegepast, onafhankelijk van de vraag of die technieken al dan niet op het grondgebied van het Vlaamse Gewest worden toegepast of geproduceerd, mits ze voor de exploitant op redelijke voorwaarden toegankelijk zijn;
c) "beste: het meest doeltreffend voor het bereiken van een hoog algemeen niveau van bescherming van het milieu in zijn geheel."

Beste Beschikbare Technieken als begrip in het Vlaamse milieubeleid

a. Achtergrond

Bijna elke menselijke activiteit (vb. woningbouw, industriële activiteit, recreatie, landbouw) beïnvloedt op de één of andere manier het leefmilieu. Vaak is het niet mogelijk in te schatten hoe schadelijk die beïnvloeding is. Vanuit deze onzekerheid wordt geoordeeld dat iedere activiteit met maximale zorg moet uitgevoerd worden om het leefmilieu zo weinig mogelijk te belasten. Dit stemt overeen met het zogenaamde *voorzichtigheidsprincipe*.

In haar milieubeleid gericht op het bedrijfsleven heeft de Vlaamse overheid dit voorzichtigheidsprincipe vertaald naar de vraag om de "Beste Beschikbare Technieken" toe te passen. Deze vraag wordt als zodanig opgenomen in de algemene voorschriften van Vlarem II[2] (art. 4.1.2.1). Het toepassen van de BBT betekent in de eerste plaats dat iedere exploitant al wat technisch en economisch mogelijk is, moet doen om milieuschade te vermijden. Daarnaast wordt ook de naleving van de vergunningsvoorwaarden geacht overeen te stemmen met de verplichting om de BBT toe te passen.

Ook in de meeste andere geïndustrialiseerde landen kan het BBT-principe worden teruggevonden in de milieuregelgeving, zij het soms met een andere klemtoon. Vergelijkbare begrippen

[1] Vlarem I: Besluit van de Vlaamse Regering van 12 januari 1999 tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering van 6 februari 1991 houdende vaststelling van het Vlaams Reglement betreffende de milieuvergunning (B.S. 11 maart 1999)

[2] Vlarem II: Besluit van de Vlaamse Regering van 19 januari 1999 tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne van 1 juni 1995 (B.S. 31 maart 1999)

zijn o.a.: BAT (Best Available Techniques), BATNEEC (Best Available Techniques Not Entailing Excessive Costs), de Duitse 'Stand der Technik', het Nederlandse ALARA-principe (As Low as Reasonably Achievable) en 'Beste Uitvoerbare Technieken'.

Binnen het Vlaamse milieubeleid wordt het begrip BBT in hoofdzaak gehanteerd als basis voor het vastleggen van milieuvergunningsvoorwaarden. Dergelijke voorwaarden die aan inrichtingen in Vlaanderen worden opgelegd steunen op twee pijlers:
– de toepassing van de BBT;
– de resterende milieu-effecten mogen geen afbreuk doen aan de vooropgestelde milieu-kwaliteitsdoelstellingen.

Ook de Europese "IPPC" Richtlijn (96/61/EC), schrijft de lidstaten voor op deze twee pijlers te steunen bij het vastleggen van milieuvergunningsvoorwaarden.

b. Concretisering van het begrip

Om concreet inhoud te kunnen geven aan het begrip BBT, dient de algemene definitie van Vlarem I nader verduidelijkt te worden. Het BBT-kenniscentrum hanteert onderstaande invulling van de drie elementen.
– *"Beste"* betekent "beste voor het milieu als geheel", waarbij het effect van de beschouwde techniek op de verschillende milieucompartimenten (lucht, water, bodem, afval) wordt afgewogen;
– *"Beschikbare"* duidt op het feit dat het hier gaat over iets dat op de markt verkrijgbaar en redelijk in kostprijs is. Het zijn dus technieken die niet meer in een experimenteel stadium zijn, maar effectief hun waarde in de bedrijfspraktijk bewezen hebben. De kostprijs wordt redelijk geacht indien deze haalbaar is voor een 'gemiddeld' bedrijf uit de beschouwde sector én niet buiten verhouding is tegenover het behaalde milieuresultaat;
– *"Technieken"* zijn technologieën én organisatorische maatregelen. Ze hebben zowel te maken met procesaanpassingen, het gebruik van minder vervuilende grondstoffen, end-of-pipe maatregelen, als met goede bedrijfspraktijken.

Het is hierbij duidelijk dat wat voor het ene bedrijf een BBT is dat niet voor een ander hoeft te zijn. Toch heeft de ervaring in Vlaanderen en in andere regio's/landen aangetoond dat het mogelijk is algemene BBT-lijnen te trekken voor groepen van bedrijven die dezelfde processen gebruiken en/of gelijkaardige producten maken.

Dergelijke sectorale of bedrijfstak-BBT maken het voor de overheid mogelijk *sectorale vergunningsvoorwaarden* vast te leggen. Hierbij zal de overheid doorgaans niet de BBT zelf opleggen, maar wel de milieuprestaties die met BBT haalbaar zijn als norm beschouwen.

Het concretiseren van BBT voor sectoren vormt tevens een nuttig referentiepunt bij het toekennen van steun bij milieuvriendelijke investeringen door de Vlaamse overheid. De *regeling voor ecologiepremie* bepaalt dat bedrijven die milieu-inspanningen leveren die verdergaan dan de wettelijke vereisten, kunnen genieten van een investeringssubsidie.

1.1.2. Het Vlaams kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken

Om de overheid te helpen bij het verzamelen en verspreiden van informatie over BBT en om haar te adviseren in verband met het BBT-gerelateerde vergunningenbeleid, heeft Vito (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek) op vraag van de Vlaamse overheid een Kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken uitgebouwd. Dit BBT-kenniscentrum

inventariseert informatie rond beschikbare milieuvriendelijke technieken, selecteert daaruit de beste beschikbare technieken en vertaalt deze naar vergunningsvoorwaarden en ecologiepremie. De resultaten worden op een actieve wijze verspreid, zowel naar de overheid als naar het bedrijfsleven, onder meer via sectorrapporten, informatiesessies en het Internet (http://www.emis.vito.be).

Het BBT-kenniscentrum wordt gefinancierd door het Vlaams Gewest en begeleid door een *stuurgroep* met vertegenwoordigers van de Vlaamse overheid (kabinet Leefmilieu, kabinet Energie, AMINAL, VEA, AWI, IWT, OVAM, VMM en VLM).

1.2. De BBT-studie 'mestbe- en verwerking'

1.2.1. Doelstellingen van de studie

In de eerste uitgave van de BBT-studie mestwerking (Derden et al., 1998) is op basis van een BBT-analyse van de toen voorgestelde mestverwerkingsinitiatieven een voorstel van sectorale vergunningsvoorwaarden uitgewerkt.

De tweede uitgave van de BBT studie mestverwerking (2002) had tot doel de evoluties bij mestverwerking weer te geven en na te gaan of mestverwerking economisch te dragen was door de veeteeltsector. In deze tweede versie zijn geen BBT aanbevelingen naar emissienormen gedaan.

Sinds de tweede editie van de BBT studie mestverwerking is de sector meer matuur geworden en zijn er een aantal technieken die als bewezen kunnen worden beschouwd. Op basis van deze ontwikkelingen zijn terug vragen gerezen naar haalbaarheid van mestverwerking, lozingsnormen, coverwerking en mestverbranding. In deze BBT-analyse is de methodiek van versie 2 grotendeels behouden en zijn de techniekbladen aangepast met nieuwe informatie. Verder zijn er nieuwe trajecten gedefinieerd om de ontwikkelingen binnen de sector beter te kunnen beoordelen. Op basis van deze trajecten en de bestaande initiatieven zal getracht worden om:

- na te gaan of mestverwerking economisch te dragen is door de sector.
- BBT aanbevelingen te geven naar lozingsnormen, coverwerking en emissienormen voor verbranding weer te geven.

1.2.2. Problematiek van mestverwerking

Door toename van de intensieve veehouderij in Vlaanderen is er een mestoverschot ontstaan. Veeteeltbedrijven produceren meer mest dan nog nuttig en verdedigbaar is om als meststof te dienen op de Vlaamse cultuurgrond. Eén van de oplossingen voor deze problematiek is mestverwerking. Hierbij wordt de mest zodanig behandeld zodat ze buiten Vlaanderen afgezet kan worden of zodat de aanwezige N onschadelijk gemaakt wordt. Sinds versie 2 van de BBT mestverwerking hebben een aantal installaties bewezen dat ze technisch en economisch haalbaar zijn voor een gedeelte van de sector.

Door de belangrijke kostenfactor is er nog onzekerheid over het succes van mestverwerking. Ook in het buitenland is de ervaring op gebied van mestbehandelingstechnieken beperkt en in deze gevallen waar ze wel wordt toegepast gebeurt dit onder andere randvoorwaarden dan in Vlaanderen (nadruk op energetische valorisatie, geurvermindering en vergemakkelijkt transport binnen een land). Wil mestverwerking in Vlaanderen slagen, dan moet maximaal gebruikt

gemaakt worden van de aanwezige kennis bij mestverwerkers, onderzoekers, overheid en buitenlandse informatiebronnen. Het Vlaams coördinatiecentrum Mestverwerking (VCM) vervult hierin een belangrijke rol. Deze studie wenst bij te dragen tot het verspreiden van zo objectief mogelijke informatie over mestverwerkingstechnieken, hun milieuvoor- en nadelen en hun kostprijs en zowel de Vlaamse bedrijven als de overheid betrouwbare achtergrondinformatie aan te bieden om investeringen en beleidsbeslissingen te onderbouwen.

Te vermelden valt dat in deze studie het woord "mestverwerking" ook gebruikt wordt voor technieken die juridisch gesproken (mestdecreet) betrekking hebben op mestbewerking (zie verder), dit wil zeggen waarbij geen export of vernietiging van nutriënten plaats grijpt. Vermits in Vlaanderen de eigenlijke mestverwerking toch de belangrijkste uitdaging is en het technisch gezien niet zinvol is om tussen beide termen een onderscheid te maken, wordt in het vervolg van de studie meestal uitsluitend de term "mestverwerking" gebruikt.

1.2.3. Begeleiding en werkwijze

Voor de wetenschappelijke begeleiding van de studie werd een begeleidingscomité samengesteld met vertegenwoordigers van industrie en overheid. Dit comité kwam 6 keer bijeen om de studie inhoudelijk te sturen (20/12/2005, 12/05/2006, 29/06/2006, 22/08/2006, 27/09/2006 en 08/11/2006). De namen van de leden van dit comité en van de externe deskundigen die aan deze studie hebben meegewerkt, zijn opgenomen in bijlage 1. Het BBT-kenniscentrum heeft voor zover mogelijk rekening gehouden met de opmerkingen van het begeleidingscomité. Dit rapport is evenwel geen compromistekst maar komt overeen met wat het BBT-kenniscentrum op dit moment als de stand der techniek en de daaraan gekoppelde meest aangewezen aanbevelingen beschouwt.

1.3. Referenties

1. Derden A., Vaesen A., Konings F., ten Have P. en Dijkmans R. (1998) Beste Beschikbare Technieken voor het be- en verwerken van dierlijke mest. Vlaamse BBT-kenniscentrum. Academia Press, Gent.
2. Feyaerts T., Huybrechts D. en Dijkmans R. (2002) Beste Beschikbare Technieken voor mestverwerking: tweede editie. Vlaamse BBT-kenniscentrum. Academia Press, Gent.

Hoofdstuk 2 SOCIO-ECONOMISCHE SITUERING VAN DE VEETEELTSECTOR IN VLAANDEREN IN RELATIE TOT MESTVERWERKING

2.1. Structuur en verantwoording van dit hoofdstuk

Ondanks de afname van het veebestand en het verbeterde gebruik van dierlijke meststoffen is er nog steeds een mestoverschot in Vlaanderen. Eén van de afzetmogelijkheden van dit mestoverschot is de mestverwerking (zie 2.8). Vanuit het principe “de vervuiler betaalt” wordt de veehouder de verantwoordelijkheid gegeven voor dit surplus aan mest.

De veehouder kan besluiten de verwerking van de mest voor eigen rekening te nemen, of kan beroep doen op externe actoren zoals mestvervoerders, loonwerkers en uitbaters van externe mestverwerkinginstallaties. Veehouders kunnen ook samenwerkingsverbanden oprichten om een deel van de externe mestverwerking en mesttransporten voor hun rekening te nemen. Verenigingen bestaande uit energieproducenten, mengvoederfabrikanten, landbouworganisaties, technologieleveranciers en individuele veehouders kunnen initiatieven nemen om centrale verwerkingseenheden op te richten en/of mestexport te organiseren.

Naast de individuele veehouder zullen dus ook deze externe bedrijven en verenigingen geconfronteerd worden met de *technische* en *milieumogelijkheden* van mestverwerkingsinstallaties. De *financiering* van mestverwerking zal evenwel hoofdzakelijk zoniet uitsluitend door de veehouder zelf dienen te gebeuren. Om die reden is in de volgende paragrafen een overzicht gegeven van financieel economische toestand van de intensieve veehouderij en de omvang van het mestprobleem in Vlaanderen. Tevens wordt onderzocht wat de mogelijke effecten zijn van bijkomende kosten op de rendabiliteit van de veehouderij. Hierbij wordt vooral ingegaan op de situatie van de sectoren waar het mest(verwerkings)probleem zich het scherpst stelt, met name de vleesvarkensproductie en in mindere mate de pluimvee- en rundveesector.

Na een beschrijvende paragraaf (2.2) wordt de financiële situatie en de resterende marges van de intensieve veehouderij belicht (2.3) en wordt de mogelijkheid van afwenteling van (milieu)kosten bestudeerd (2.4). Hierop aansluitend (2.5) wordt de benadering besproken die in hoofdstuk 5 gevolgd zal worden om uitspraken te doen over de economische haalbaarheid van mestverwerking. Vervolgens wordt de milieuproblematiek in het algemeen (2.6) en de omvang van de mestproblematiek (2.7) beschreven. Ten slotte wordt een historiek van mestverwerking (2.8) voorgesteld.

2.2. Beschrijving van de veehouderij- en mestverwerkingssector

2.2.1. Oorsprong van de intensieve veehouderij

Veeteelt is in Vlaanderen en de rest van Europa nog hoofdzakelijk een zaak van familiebedrijven. Tot voor enkele decennia waren alle veeteeltbedrijven gemengde bedrijven waarbij zowel gewassen als verschillende diersoorten werden gekweekt. Het voeder voor de dieren werd op het land van de boer gekweekt of lokaal aangekocht en de restproducten van de dierlijke productie vonden hun weg terug naar het land van de boer als bemesting. Deze vorm van landbouw werkte gedurende eeuwen in een soort gesloten kringloop met lage voedselproducties. De

Vlaamse landbouwer heeft sinds de Middeleeuwen deze kringloop proberen te doorbreken door ook nutriënten buiten de landbouw (vb. uit de steden) te gebruiken en was hierdoor vaak qua rendement een koploper tegenover andere landen.

Het beschikbaar komen van relatief goedkoop voeder uit het buitenland en kunstmest heeft de nutriënten kringloop in de landbouw echter op een meer radicale wijze doorbroken. Door de nabijheid van de havens en zijn hoge technische kennis wist vooral de Vlaamse boer hiervan te profiteren. De grootte van de boerderijen nam toe en de intensieve veehouderij vond ingang. De intensieve veehouderij werd ook gestimuleerd door de vermindering van landbouwgronden in Vlaanderen waardoor boeren in de richting van landbouwactiviteiten met een kleine grondbehoefte werden gedreven, het meer open worden van de markt en de ontwikkeling van streng geselecteerde rassen en landbouwapparatuur. De intensieve veehouderij leidde tot een belangrijke import van nutriënten die niet meer terug gevoerd werden naar de landbouwgronden waar de veevoedergewassen gekweekt werden. De mest met de residuele nutriënten kwam in plaats daarvan terecht op het (beperkte) land van de intensieve veehouder of collega landbouwers in Vlaanderen. Doordat de dieren ook grotere hoeveelheden voeders aangeboden kregen dan vroeger (productie optimalisatie) groeide de mestproductie per dier.

Het gevolg van de opkomst van de intensieve veehouderij was een sterk verhoogd aanbod dierlijke (en plantaardige) producten van hoge kwaliteit en lage prijs. Deze evolutie heeft bijgedragen tot de verhoogde welvaart van de Westerse mens, maar ook tot de milieuproblemen, en met name het mestprobleem, dat de intensieve veehouderij nu kenmerkt.

Gezien de mestproblematiek vooral speelt bij de varkensteelt en pluimveeteelt, in het geval van melkvee is er meestal wel nog een koppeling tussen voederproductie en dierlijke productie, wordt in de volgende paragrafen vooral ingegaan op de socio-economische kenmerken van deze twee sectoren.

In de figuren 2.1 (p. 7), 2.2 (p. 8) en 2.3 (p. 9) zijn de bedrijfskolommen van de vleeskuikenbedrijven, de eierproductie en de intensieve varkenshouderij geschetst.

2.2.2. Beschrijving pluimveesector

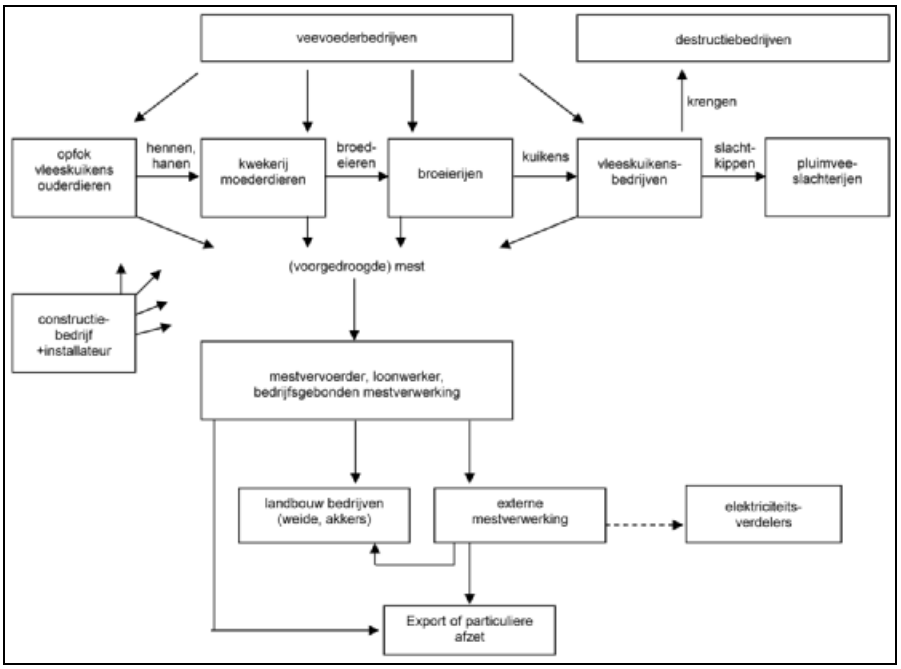
De sector is op te delen in twee activiteiten: het pluimvee dat zorgt voor de vermeerdering en het pluimvee dat eieren voor de consumptie produceert of dat slachtklare braadkippen en -haantjes oplevert. Pluimveerassen zijn geselecteerd voor ofwel eiproductie of voor vleesproductie. De productiecyclus voor legkippen is ca. 400 dagen, deze voor vleeskippen is ca. 40 dagen of 10 x korter.

Vleeskippen worden doorgaans in grote groepen in stallen en niet in kooien gehouden. Het gaat meestal over stallen waarin bv. 20 dieren per m² worden gehouden op ingestrooide vloeren. Omwille van dierenwelzijn is er een tendens om dit aantal terug te brengen tot 18 dieren per m². Na ca. 40 dagen zijn de dieren volgroeid en worden ze gevangen en geslacht. De stal wordt nadien in zijn geheel ontdaan van de mest, gereinigd en ontsmet en klaar gemaakt voor een nieuwe groep.

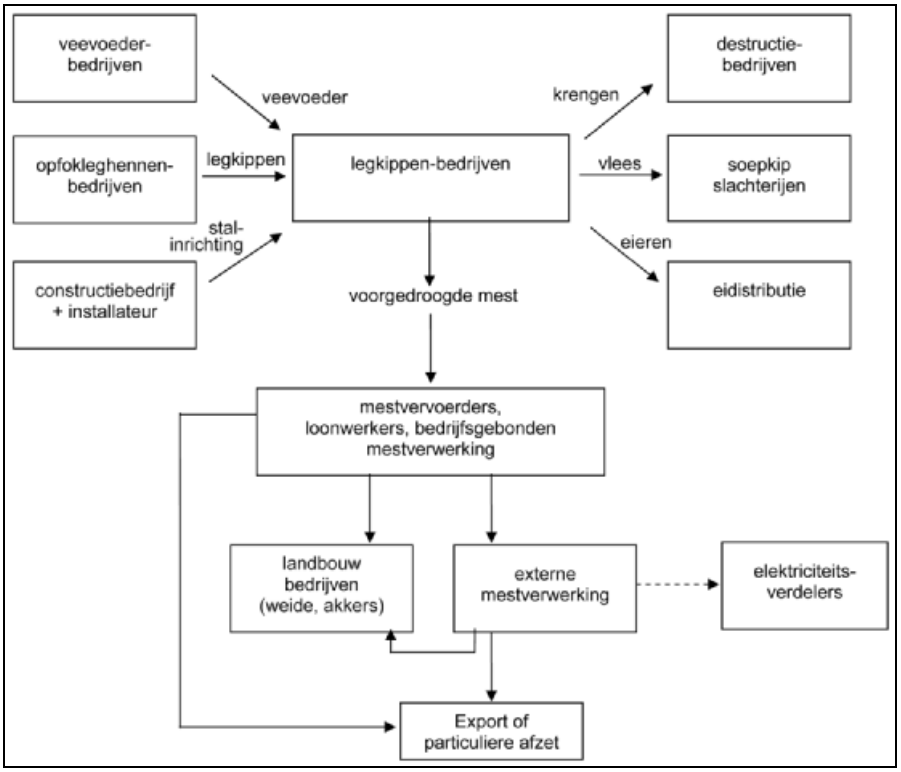
Legkippen worden doorgaans gehouden in batterijen in kleinere groepen (bv. 4-5 dieren in 1 kooi, met een beschikbare oppervlakte van 550 cm² per dier) en zijn ongeveer 400 dagen productief. Vanaf 2012 is in de EU de klassieke batterijhuisvesting verboden voor leghennen. Hierdoor vinden steeds meer verrijkte kooien, volièresystemen of vrije loopsystemen ingang. In

kooien valt de mest door de bodem en wordt opgevangen en eventueel voorgedroogd op mestbanden (zie 4.11).

De sector is gekenmerkt door een verregaande integratie. De veevoedersector, de broeierijen, de kippenslachterijen en de eierpakstations zijn de partners van de fokbedrijven, legkippenbedrijven en vleeskippenbedrijven.



Figuur 2.1: Bedrijfskolom intensieve vleeskuikenproductie



Figuur 2.2: Bedrijfskolom intensieve eiproductie

2.2.3. Varkenssector

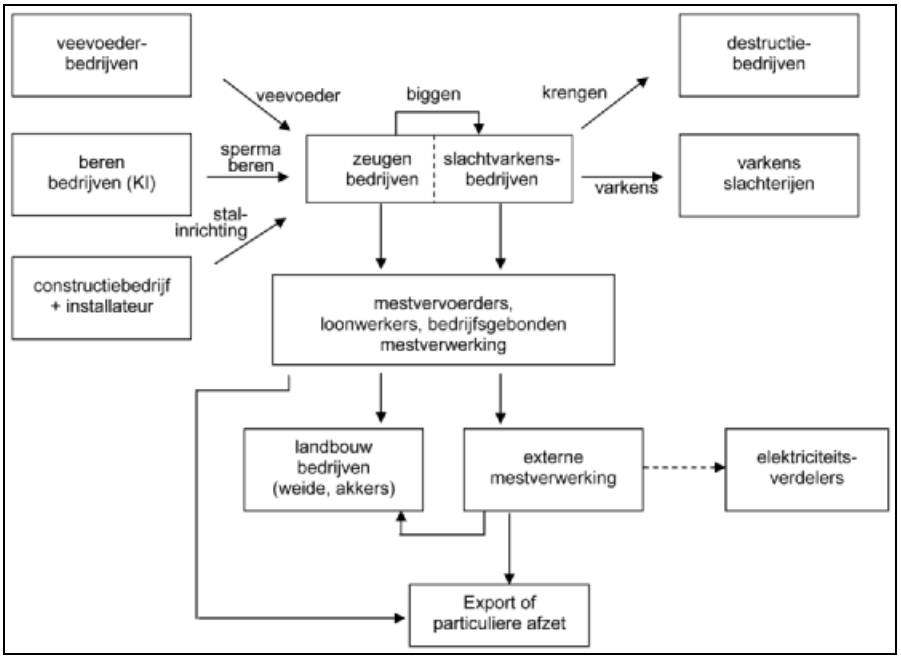
In grote trekken kan de varkenshouderij in vier bedrijfstypes worden opgedeeld:
- de zeugenhouderijen
- de gesloten bedrijven die zeugen houden en geproduceerde biggen afmesten
- de open gemengde bedrijven die ook biggen van elders inkopen
- de vleesvarkensbedrijven die biggen inkopen om ze tot slachtrijpe dieren af te mesten

De laatste decennia is er een tendens in de richting van meer “gesloten” bedrijven.

Men maakt onderscheid tussen stallen voor zeugen, biggen (tot 20-22 kg levend gewicht ofwel 10 weken) en vleesvarkens (20 tot > 100 kg). Vleesvarkenstallen werken vaak volgens het all-in, all-out systeem, uitgenomen op gesloten bedrijven waar de aan- en afvoer van dieren volgens een meer continu schema gebeurt. De varkens worden in groep gehuisvest. Zeugen worden soms individueel in hokken gehouden. De mest komt terecht in mestkelders. Uitzonderlijk worden vleesvarkens op stro gehouden (ca. 100 kg stro/dier/jaar).

De contractteelt is vrij algemeen in de varkenshouderij, vooral bij de productie van vleesvarkens. De integratoren zijn de veevoederbedrijven die verscheidene vormen van integratie toepassen, gaande van levering van biggen en het veevoeder, tot de financiering van het bedrijf en het opkopen van de slachtrijpe dieren.

In de varkenshouderij kan het aantal varkens snel veranderen omdat de levenscyclus van de vleesvarkens amper langer duurt dan 6 maanden en de zeugen zeer productief zijn, 2 tot 2,5 worpen per jaar met gemiddeld 8-9 biggen.



Figuur 2.3: Bedrijfskolom intensieve varkenshouderij

2.2.4. Beschrijving rundveesector

Bedrijven waar melkkoeien worden gehouden vertonen onderling grote verschillen. Van hooggespecialiseerde bedrijven met als enige activiteit melkproductie, over bedrijven met melkkoeien en zoogkoeien, melkkoeien en varkens tot bedrijven die melkkoeien combineren met akkerbouw. Gemiddeld telt een melkveebedrijf in Vlaanderen 35 melkkoeien. Van de melk gaat 90% naar de melkerij. Wat overblijft wordt ofwel op het bedrijf verkocht, op het bedrijf verwerkt tot zuivelproducten ofwel aan jonge dieren gevoederd. Het gemiddeld Vlaamse bedrijf heeft een productierecht (quotum) van 185 000 liter melk.

De vetmesting van kalveren is een sterk geïntegreerde productie. De integratoren zijn producenten van kunstmelk of exploitanten van slachthuizen. Vleesveeproductie is een weinig rendabele landbouwbedrijfstak (Vilt, 2003). Vanuit standpunt van de mestverwerking is deze sector, met uitzondering van het vetmesten van kalveren, minder belangrijk vermits het over een grondgebonden sector gaat.

2.2.5. Beschrijving van de mestverwerkingssector

In Vlaanderen doen anno 2006 112 bedrijven aan mestverwerking. De helft daarvan zijn vaste installaties die bij het bedrijf van de verwerkingsplichtige landbouwers gebouwd werden en al dan niet gevoed worden met extra aanlevering van verwerkingsplichtige derden. Zo'n 15 installaties bevinden zich los van een landbouwbedrijf en bevinden zich meestal op een bedrijventerrein, waarbij de mest van tientallen veehouders verwerkt wordt. Een tiental hiervan zijn als grootschalig (> 60 000 ton) te beschouwen. De overige passen mobiele verwerking toe, waarbij de installatie gedurende een bepaalde periode tijdens het jaar de mest op hun bedrijf verwerkt. Van de 112 operationele mestverwerkingsprojecten zijn er vijf in coöperatief verband opgericht. Bij 40 projecten wordt de mest van derden mee verwerkt, waarvan er 11 enkel mest van een andere inrichting maar van hetzelfde bedrijf ontvangen (VCM, 2006).

2.3. Economische toestand van de intensieve veeteeltsector

2.3.1. Aantal en omvang van de bedrijven

Op de ca. 630 000 ha cultuurgrond in Vlaanderen worden 1,35 miljoen runderen, 5,95 miljoen varkens en 30,39 miljoen stuks pluimvee gehouden (NIS, 2005). De laatste jaren is er een tendens tot verkleining van de veestapel merkbaar (Tabel 2.1 en Figuur 2.4).

Tabel 2.1: Aantal Vlaamse landbouwbedrijven en gehouden dieren (bron NIS, 2005)

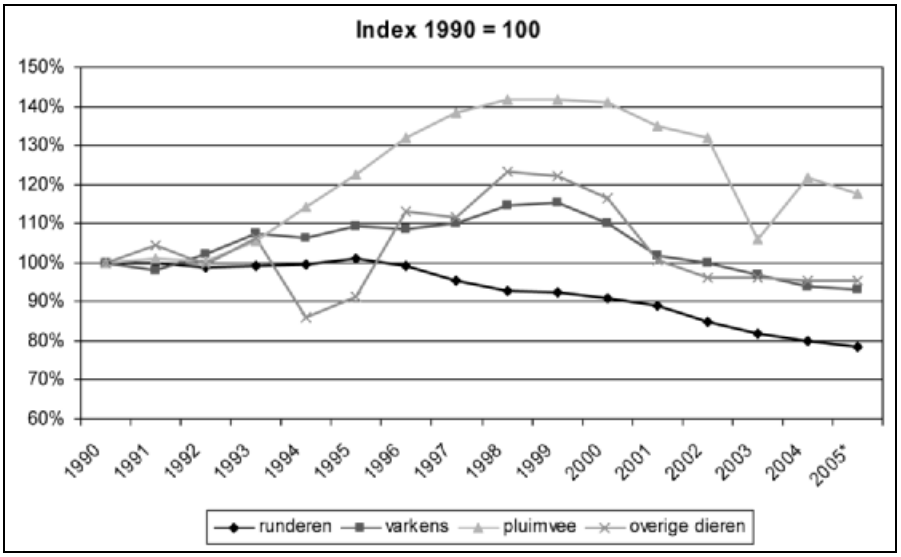
Land en tuinbouwtelling (1990-2005)							
	1990	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
Aantal land- en tuinbouwbedrijven (a)	44 527	40 949	39 276	37 895	36 577	35 486	34 410
Oppervlakte cultuurgrond (in ha)	603 896	636 876	635 155	635 886	634 934	633 769	629 684
Voltijd arbeidskrachten	-	-	36 922	36 783	35 662	35 288	33 872
Deeltijd arbeidskrachten	-	-	35 144	35 644	34 775	34 248	33 078
Dieren (x 1 000)							
Aantal runderen – waaronder melkkoeien	1 716 453	1 558 327	1 527 330	1 457 319	1 406 312	1 374 304	1 350 293
Varkens	6 396	7 051	6 508	6 397	6 188	5 999	5 953
Leghennen en poeljen	10 511	14 199	13 061	12 813	11 626	12 027	11 605
Vleeskippen	14 931	21 633	21 240	20 768	15 132	18 362	17 633

Bron: NIS, Landbouwstatistieken

Ondanks het feit dat er vanaf 1991 steeds meer beperkingen waren op de uitbreiding van de niet-grondgebonden veehouderij, bleven de varkensstapel en pluimveestapel nog spectaculair stijgen tot 1998-1999. Allicht was een gedeelte van deze expansie een gevolg van strategische overwegingen, bijvoorbeeld het aanhouden van een maximale productiecapaciteit anticiperend op mogelijke scenario's van afbouw (Lauwers en Lenders, 2000). Nadien is de veestapel als gevolg van o.a. varkenspestcrisis, dioxinecrisis en vogelgriep terug gedaald. Vanaf 2001 kan de daling van het aantal varkenshouders ondermeer verklaard worden door het uitvoeringsbesluit inzake mest afkomstig van varkens bij het stopzettingsdectreet[3] en toenemende internalisering

[3] Het decreet van 9 maart 2001 tot regeling van vrijwillige, volledige en definitieve stopzetting van de productie van alle dierlijke mest afkomstig van één of meerdere diersoorten

van het mestprobleem. Een gelijkaardige regeling is vanaf 2003 ook van toepassing voor de rundvee- en pluimveehouderij. In de periode 2001-2004 gingen 1.244 varkenshouders, 529 rundveehouders en 53 pluimveehouders akkoord met de voorgestelde stopzetting (Wustenberghs et al., 2005). In 2005 ligt het niveau van de veestapel evenwel nog steeds 11% hoger dan in 1990. Runderen en varkens kennen in 2005 een lager niveau dan in 1990. De pluimveestapel kent eveneens een afnametrend, maar is t.o.v. 1990 met ca. 17% toegenomen.



(2005*: voorlopig cijfer NIS)

Figuur 2.4: Relatieve evolutie (index 1990 = 100) van de veestapel (Vlaanderen, 1990-2005)
(Bron: Wustenberghs et al., 2005, MIRA Achtergronddocument 2005 – Landbouw & Visserij)

Sinds 1997 verdwenen er jaarlijks gemiddeld 1200 bedrijven in Vlaanderen. Het zijn meestal kleinere, niet levensvatbare bedrijven of bedrijven zonder familiale opvolger die verdwijnen. Het aantal grote bedrijven neemt toe. De gemiddelde bedrijfsoppervlakte in 2005 is 18,3 ha, t.o.v. 1997 een toename met 4,1 ha.

Tabel 2.2, p. 12, geeft de omvang van de landbouw in België en Vlaanderen weer, met in de laatste kolom het aandeel van Vlaanderen in het Belgische totaal. Opvallend in deze cijfers is het grote belang van Vlaanderen in het aantal varkens en stuks pluimvee terwijl het aantal houders van varkens en pluimvee een lager relatief belang hebben. Dit wijst erop dat deze bedrijven in Vlaanderen gemiddeld gezien groter zijn. Vooral voor pluimvee is dit uitgesproken.

Tabel 2.2: Omvang van de landbouw in België en Vlaanderen anno 2005 (bron Landbouwtelling NIS, 2005) (Ter vergelijking: in 1990 waren er in Vlaanderen 26 miljoen stuks pluimvee, 6,4 miljoen stuks varkens, 1,7 miljoen stuks runderen en 50 483 bedrijven)

	Eenheden	België	Vlaanderen	
		Aantal	Aantal	%
Aantal bedrijven	bedr.	**51 540**	**34 410**	**67%**
Arbeidskrachten	pers.	**95 009**	**66 950**	**70%**
Bestendige arbeidskrachten				
– mannen	pers.	38 310	26 154	68%
– vrouwen	pers.	11 157	7 718	69%
Niet bestendige arbeidskrachten				
– mannen	pers.	24 216	17 086	71%
– vrouwen	pers.	21 326	15 992	75%
Oppervlakte cultuurgrond	ha	**1 385 582**	**629 684**	**45%**
Runderen	dieren	**2 698 649**	**1 350 304**	**50%**
Varkens	dieren	**6 318 213**	**5 952 518**	**94%**
Biggen (levend gewicht van minder dan 20 kg)	dieren	1 661 344	1 607 322	97%
Varkens (van 20 kg tot minder dan 50 kg)	dieren	1 291 375	1 203 425	93%
Mestvarkens (levend gewicht van 50 kg en meer)	dieren	2 762 858	2 563 978	93%
Fokvarkens (levend gewicht van 50 kg en meer)				
– beren	dieren	10 105	9 482	94%
– gedekte zeugen	dieren	463 206	444 090	96%
– niet gedekte zeugen	dieren	129 325	124 221	96%
Pluimvee (hennen en vleeskippen)	dieren	**35 569 320**	**30 385 744**	**85%**
Vleeskippen (uitgezonderd ééndagskuikens)	dieren	21 073 353	17 633 155	84%
Hennen en poeljen	dieren	13 214 955	11 605 059	88%
Schapen	dieren	**152 384**	**95 976**	**63%**
Geiten	dieren	**26 209**	**15 984**	**61%**
Hoefdieren	dieren	**33 404**	**21 684**	**65%**
Struisvogels	dieren	**2 292**	**2 109**	**92%**
Aantal houders van runderen	pers.	30 836	18 237	59%
Aantal houders van varkens	pers.	7 722	6 683	87%
Aantal houders van pluimvee	pers.	5 430	2 915	54%

Bron: NIS 2005.

Ondanks de daling van het aantal veehouders en de veestapel, blijft de gemiddelde veebezetting per bedrijf toenemen. In volgende tabel wordt een overzicht gegeven van het gemiddeld aantal runderen, varkens en stuks pluimvee per bedrijf in de veeteeltsector in Vlaanderen, op basis van de landbouwtelling van het NIS. In de periode 1990-2005 nam het gemiddeld aantal runderen per bedrijf toe met 51%, het gemiddeld aantal varkens met 127% en het gemiddeld aantal stuks pluimvee met 205%. In de rundvee- en varkenshouderij werd deze toename veroorzaakt door een daling van het aantal bedrijven; in de pluimveesector was dit voornamelijk het gevolg van een stijging van het totaal aantal stuks pluimvee.

De cijfers van het gemiddeld aantal stuks pluimvee per bedrijf geven echter een vertekend beeld van de grootte van de bedrijven in de sector. De verdeling naar het aantal dieren vertoont immers een duidelijke asymmetrie. In de pluimveesector is de concentratie erg groot – slechts 74 bedrijven (3% van de totale sector) bezitten 60% van de leghennen en 70% van de braadkippen zit op 35% van de bedrijven. (VILT, 2003).

Tabel 2.3: Evolutie gemiddeld aantal runderen, varkens en pluimvee per bedrijf in veeteeltsector in Vlaanderen (1990-2005)

	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Runderen	49	69	70	70	70	72	74
Varkens	393	789	773	806	830	861	891
Pluimvee	3 413	9 726	10 006	10 537	8 579	10 102	10 424

Bron: NIS, landbouwstatistieken

Ongeveer 29 000 kleine en grote landbouwbedrijven in alle Vlaamse provincies waren in 2004 goed voor de productie en verkoop van runderen, varkens, kippen, melk en eieren goed voor een jaaromzet van 2,7 miljard euro.

De rundveehouderij is de meest verspreide vorm van veehouderij. De ca. 300 000 melkkoeien die Vlaanderen telt produceren jaarlijks 1,9 miljard liter melk en die is 550 miljoen euro waard. Circa 175 000 zoogkoeien houden de vleesveeproductie op peil. Daarnaast zijn er nog runderen voor de vleesproductie.

De omzet van de pluimveesector beliep in 2004 ca. 348 miljoen euro. De pluimveevleesproductie boekte in Vlaanderen een omzet van 231 miljoen euro, de productie van consumptie-eieren was 114 miljoen euro waard.

De hoge productiviteit van de zeugen en de korte levenscyclus van het vleesvarken leverde de Vlaamse varkenshouderij in 2004 een productiewaarde op van ongeveer 1,29 miljard euro. De varkensstapel telde 575 000 zeugen, 3,8 miljoen vleesvarkens en 1,6 miljoen biggen. Op het gespecialiseerd zeugenbedrijf telt men gemiddeld 140 zeugen en op het vleesvarkenbedrijf 700 dieren. Er zijn in 2000 36 bedrijven met meer dan 2 500 vleesvarkens.

Slechts 5,8% van het aantal varkens bevinden zich op Waalse grond. Binnen Vlaanderen concentreert de varkensteelt zich in West-Vlaanderen (53% van de varkens), in mindere mate in Oost-Vlaanderen (20%) en Antwerpen (16%). Limburg en Vlaams-Brabant vertegenwoordigen samen 11% van de varkens.

2.3.2. Financiële situatie van de veeteeltbedrijven

Voor 2003 bedroeg de bruto toegevoegde waarde (BrTW) voor landbouw, jacht en bosbouw (exclusief visserij) 2 317,4 miljoen euro. Dit is 1,7% van de totale BrTW voor Vlaanderen. De BrTW van de primaire sector is een zeer eng begrip. In de nationale rekeningen wordt slechts de waarde opgenomen van de producten, zoals ze van de boerderijen naar andere sectoren verkocht worden. Zo produceert de landbouwsector bijvoorbeeld geen vlees, maar slachtrijpe dieren. Het grootste deel van de landbouwproducten wordt gebruikt als grondstof voor de verwerkende industrie (slachthuizen, melkerijen, maalderijen, conservenindustrie, enz.). De primaire landbouwsector vormt dus een geheel met bedrijven uit andere sectoren die producten aanleveren of afnemen: het zogenaamde *agro-voedings complex*. De voedingsindustrie realiseerde in 2003 een BrTW van 4 161,9 miljoen euro of 3,0% van de totale Vlaamse economie. Het agro-voedingscomplex komt als geheel dus op 4,7% (Wustenberghs et al., 2005).

De Vlaamse landbouw haalde over het afgelopen decennium van de twintigste eeuw en met uitzondering van het dioxinejaar 1999 jaarlijks een gemiddelde omzet van 4,71 miljard euro. De intensieve veehouderij is goed voor een productiewaarde van 2,85 miljard euro (VILT, 2002).

In een jaar met hoge varkensprijzen kan dit oplopen tot 3,22 miljard euro, in een jaar met lage prijzen (1999) zakt dit tot 2,39 miljard.

Om een gemiddeld Vlaams landbouwbedrijf te doen draaien was er in het jaar 2000 580 000 euro kapitaal nodig. Ongeveer driekwart hiervan is voor gronden en gebouwen, de rest o.a. voor machines en veestapel. De boer financiert dit voor 60 procent uit eigen middelen en 40 procent geleend.

De bedrijfsresultaten van landbouwbedrijven worden uitgedrukt met behulp van de volgende criteria (zie ook bijlage 3):

bruto opbrengst	totale opbrengst van verkoop dieren en producten
	netto resultaat + alle lonen + alle toegerekende en daadwerkelijk betaalde vaste kosten[a] + directe kosten
bruto saldo	bruto opbrengst – directe kosten
	netto resultaat + alle lonen + alle toegerekende en daadwerkelijk betaalde vaste kosten[a]
cash flow	bruto opbrengst – directe kosten – daadwerkelijk betaalde vaste kosten[a] – lonen niet-gezinsleden
	netto resultaat + toegerekende lonen landbouwgezin + toegerekende vaste kosten (afschrijvingen + interesten kapitaal)
(totaal) arbeidsinkomen	bruto opbrengst – directe kosten – alle vaste kosten[a]
	netto resultaat + alle lonen
arbeidsinkomsten van het landbouwgezin	bruto opbrengst – directe kosten – alle vaste kosten[a] – lonen niet-gezinsleden
	netto resultaat + toegerekende lonen van bedrijfshoofd + gezinsleden
netto resultaat (winst of verlies)	bruto opbrengst – directe kosten – alle vaste kosten[a] – alle lonen
	bruto opbrengst – alle daadwerkelijke en toegerekende kosten

a. vaste kosten steeds exclusief arbeidskosten

Omdat in de landbouwsector het aantal uren gezinsarbeid en het loon waartegen deze uren gewaardeerd zijn moeilijk(er) in te schatten is, wordt voor het inschatten van het inkomen meestal niet gewerkt met winst of verlies maar met het totaal arbeidsinkomen. Het bruto saldo is relatief gemakkelijk af te leiden uit de kostprijs van voeder en dieren en is ongevoelig voor sterk bedrijfsspecifieke gegevens zoals leningslast, kapitaalverwerving, ouderdom stallen, ...

2.3.3. Financiële situatie van het vleesvarkenbedrijf

De varkensteelt is economisch gezien de belangrijkste sector van de Vlaamse landbouw. Ze wordt gekenmerkt door periodes met hoge winsten afgewisseld met periodes met verlies.

De gegevens voor de analyse van de financiële situatie van het vleesvarkenbedrijf zijn afkomstig van de Afdeling Monitoring en Studie (AMS). In deze afdeling zijn een gedeelte van de activiteiten van het voormalige Centrum voor Landbouweconomie (CLE) opgenomen. Het instituut voor Landbouw- en visserijonderzoek (ILVO) voerde de berekeningen uit. Dankzij de gedetailleerde registraties voor de varkenshouderij in de boekhouding is het mogelijk de technisch-economische kengetallen van de varkenssector af te leiden. In tabel 2.4, p. 16, is een overzicht gegeven van enkele cijfers op gebied van de bedrijfsresultaten van vleesvarkenbedrijven.

Als gevolg van de institutionele veranderingen zijn de cijfers vanaf 2004 momenteel nog niet beschikbaar. Ter vergelijking zijn ook de in Nederland gehanteerde cijfers gegeven.

Alle kengetallen worden berekend op basis van rechtstreekse waarnemingen uit het boekhoudnet, dat deel uitmaakt van de Informatienet Landbouw Boekhouding (ILB) van de Europese Unie. Extreme waardensets worden verwijderd en tevens worden enkel bedrijven beschouwd met minimaal 50 gemiddeld aanwezige vleesvarkens. De berekende kengetallen zijn rekenkundige gemiddelden per boekjaar berekend op basis van data betreffende 140 à 160 bedrijven. Tot en met het jaar 1999 duurt een boekjaar van 1 mei tot 30 april. Vanaf het jaar 2000 loopt een boekjaar van 1 januari tot 31 december. In de boekhouding worden de vermeerdering en de afmesting steeds als twee afzonderlijke bedrijfstakken bestudeerd.

Het arbeidsinkomen (AI) dat per gemiddeld aanwezig vleesvarken (GAVV) wordt bekomen is gelijk aan het verschil tussen de totale opbrengsten per GAVV en de totale kosten per GAVV, betaalde en toegerekende lonen uitgezonderd.

De totale opbrengsten worden gevormd door:
1. De geldelijke omzet en aanwas, berekend als:
   + de waarde van de dieren aanwezig op het einde van het boekjaar
   + de waarde van de verkochte dieren
   – de waarde van de dieren aanwezig bij het begin van het boekjaar
   – de waarde van de aangekochte dieren

   Deze opbrengsten geven dus niet alleen de verkoopprijzen maar wel de aangroei in waarde van de vleesvarkensstapel tijdens het boekjaar. De splitsing van vermeerdering en afmesterij in de boekhouding houdt in dat de dieren die overgaan van de ene productietak naar de andere dienen gewaardeerd te worden en als opbrengst worden gerekend voor de productietak van waaruit de dieren afkomstig zijn, en als uitgave voor de ontvangende productietak;
2. De overige opbrengsten van de afmesting, welke doorgaans vrij beperkt in omvang zijn. De overige opbrengsten omvatten onder andere: de premies en subsidies voor de aankoop van biggen voor de afmesting (momenteel bestaan zulke premies niet, zij kunnen echter voorkomen in het geval van bijvoorbeeld een epidemie van varkenskoorts), de premies en subsidies op de verkoop van slachtvarkens (momenteel bestaan dergelijke premies niet), de verkoop van mest en dergelijke.

De totale kosten omvatten:
1. De directe kosten: voederkosten (overgrote deel van de directe kosten) en overige directe kosten (veearts, verzekering e.d.);
2. De interest op levend kapitaal: dit is een toegerekende vergoeding voor het in het vee vastgelegde kapitaal;
3. De kosten voor duurzame productiemiddelen, onderverdeeld in onderhoudskosten, afschrijvingen en interestvergoedingen. Het in het bedrijf geïnvesteerde kapitaal dient immers een vergoeding te bekomen die vergelijkbaar is met deze die zou verkregen worden indien het kapitaal zou belegd worden. De afschrijvingen en de toegerekende interesten op het eigen kapitaal zijn kosten, maar zij vormen geen echte uitgaven. De afschrijvingen en toegerekende interesten worden berekend op basis van de actuele vervangingswaarde van de duurzame productiemiddelen. Dit wil zeggen dat deze productiemiddelen een waarde krijgen toegewezen die overeenstemt met het bedrag dat momenteel zou moeten uitgegeven worden om een gelijkaardig investeringsgoed aan te schaffen. De toegerekende interest is een vergoeding voor het geïnvesteerde kapitaal. Het geïnvesteerde kapitaal is het aandeel van de vervangingswaarde dat nog niet is afgeschreven;
4. De overige algemene kosten (telefoon, lidgelden e.d.).

Een gemiddeld aanwezig vleesvarken (GAVV) kan beschouwd worden als het aantal dagen dat een varkensplaats gemiddeld bezet is gedurende een afmestcyclus (de afmestcyclus omvat ook de dode tijd tussen twee afmestingen). Per boekjaar is het voorgestelde gemiddelde arbeidsinkomen (AI) per GAVV het rekenkundig gemiddelde over de bedrijven in de steekproef. Het rekenkundig gemiddelde van het gemiddelde AI per GAVV over de volledige periode bedraagt € 40 per GAVV.

Tabel 2.4: Bedrijfsresultaten van Vlaamse en Nederlandse vleesvarkensbedrijven per gemiddeld aanwezig slachtvarken en zonder mestkosten (in euro)

	NL	**Vlaanderen (d)**			
	Norm (a)	**2001**	**2002**	**2003**	**1994-2003**
(1) Opbrengst	347	217 (e)	189 (e)	183 (e)	198 (e)
(2) Directe kosten (o.a. voeder, aankoop biggen)	280	136	134	132	132
Waarvan krachtvoeder	133	-	-	-	-
Waarvan biggen	126	-	-	-	-
(1)-(2) Bruto saldo	**66**	**81**	**56**	**51**	**66**
Bruto saldo per m³ mest (b)	*55-66*	*68-81*	*47-56*	*43-51*	*55-66*
Bruto saldo per kg P_2O_5 in mest (c)	*10-16*	*12-19*	*9-13*	*8-12*	*10-16*
Vaste kosten	-	7	8	7	7
Cash flow, beschikbaar inkomen	**-**	**74**	**47**	**43**	**60**
Cash flow per m³ mest (b)	-	*62-74*	*39-47*	*36-43*	*50-60*
Cash flow per kg P_2O_5 in mest (c)	-	*11-18*	*7-11*	*7-10*	*9-14*
Indirecte toegerekende kosten	-	19	19	17	20
Totaal arbeidsinkomen	**-**	**54**	**28**	**26**	**40**
Totaal arbeidsinkomen per m³ mest (b)	-	*45-54*	*23-28*	*22-26*	*33-40*
Totaal arbeidsinkomen per kg P_2O_5 in mest (c)	-	*8-13*	*4-7*	*4-6*	*6-10*

(a) Gegevens uit KWIN-Veehouderij (2005-2006). Normprijzen zijn opgesteld voor een periode van enkele jaren. Men gaat uit van een omzetsnelheid van 3,08 dieren per jaar. Eén gemiddeld aanwezig varken komt dus overeen met 3,08 dieren. De dieren worden ingenomen aan 25 kg en bij 115,4 kg afgeleverd. De vleesprijs bedraagt 1,25 euro per kg geslacht gewicht of 112,5 euro per geslacht varken. De voederconversie is 2,65 kg voer per kg groei.

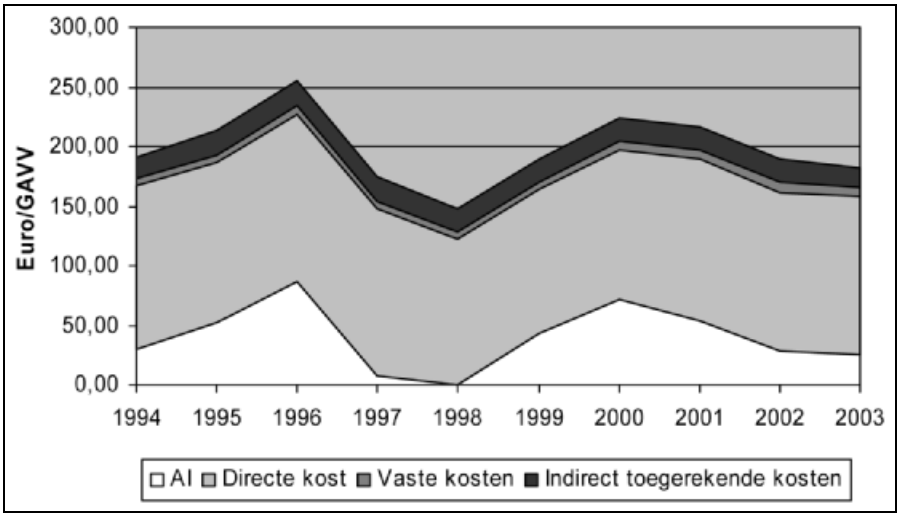
(b) Afhankelijk van de gemiddelde geproduceerde hoeveelheid mest (1,0 m³-1,2 m³) per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar.
1,0 m³/GAVV*jaar: communicatie Boerenbond en VCM
1,2 m³/GAVV*jaar: van Bruggen C. (2006): De mestproductie per dier is gedefinieerd als de hoeveelheid mest die na enkele maanden bewaring aanwezig is in de stalopslag, inclusief schoonmaakwater en vermorst drinkwater.

(c) Afhankelijk van de hoeveelheid P_2O_5 per dier per jaar: 6,5 kg P_2O_5 per dier per jaar (forfaitair) of 4,2 P_2O_5 per dier per jaar (KWIN-Veehouderij 2004-2005).

(d) Bron: ILVO-communicatie april 2006; In de periode 1994-2003 bedroeg de omzetsnelheid gemiddeld 2,5 dieren per jaar: 1 gemiddeld aanwezig varken komt dus overeen met 2,5 dieren. De dieren worden ingenomen bij gemiddeld 22 kg en bij 108 kg afgeleverd. De voederconversie bedraagt gemiddeld 3,1 kg voer per kg groei.

(e) Kostprijs biggen reeds in mindering gebracht

Onderstaande figuur toont de evolutie van het gemiddelde arbeidsinkomen, de directe kosten, de vaste kosten en de indirect toegerekende kosten per GAVV tussen de boekjaren 1994 en 2003. Zoals hierboven vermeld bestaan de directe kosten uit voederkosten en overige directe kosten. De vaste kosten bestaan uit onderhoudskosten overige vaste kosten. Afschrijvingen en toegerekende intresten vormen de indirect toegerekende kosten. De som van deze vier posten geeft de totale opbrengst per GAVV (kostprijs biggen reeds in mindering gebracht).



Figuur 2.5: Evolutie van het arbeidsinkomen per GAVV van vleesvarkenbedrijven in het CLE boekhoudnet. (Bron: ILVO-communicatie april 2006)

Uit deze cijfers blijkt dat gemiddeld gesproken per gemiddeld aanwezig dier over de periode 1994-2003 € 40 arbeidsinkomen kan gegenereerd worden. Voor een bedrijf met 600 vleesvarkens is dat dus ca € 24 000 hetgeen laag kan genoemd worden.

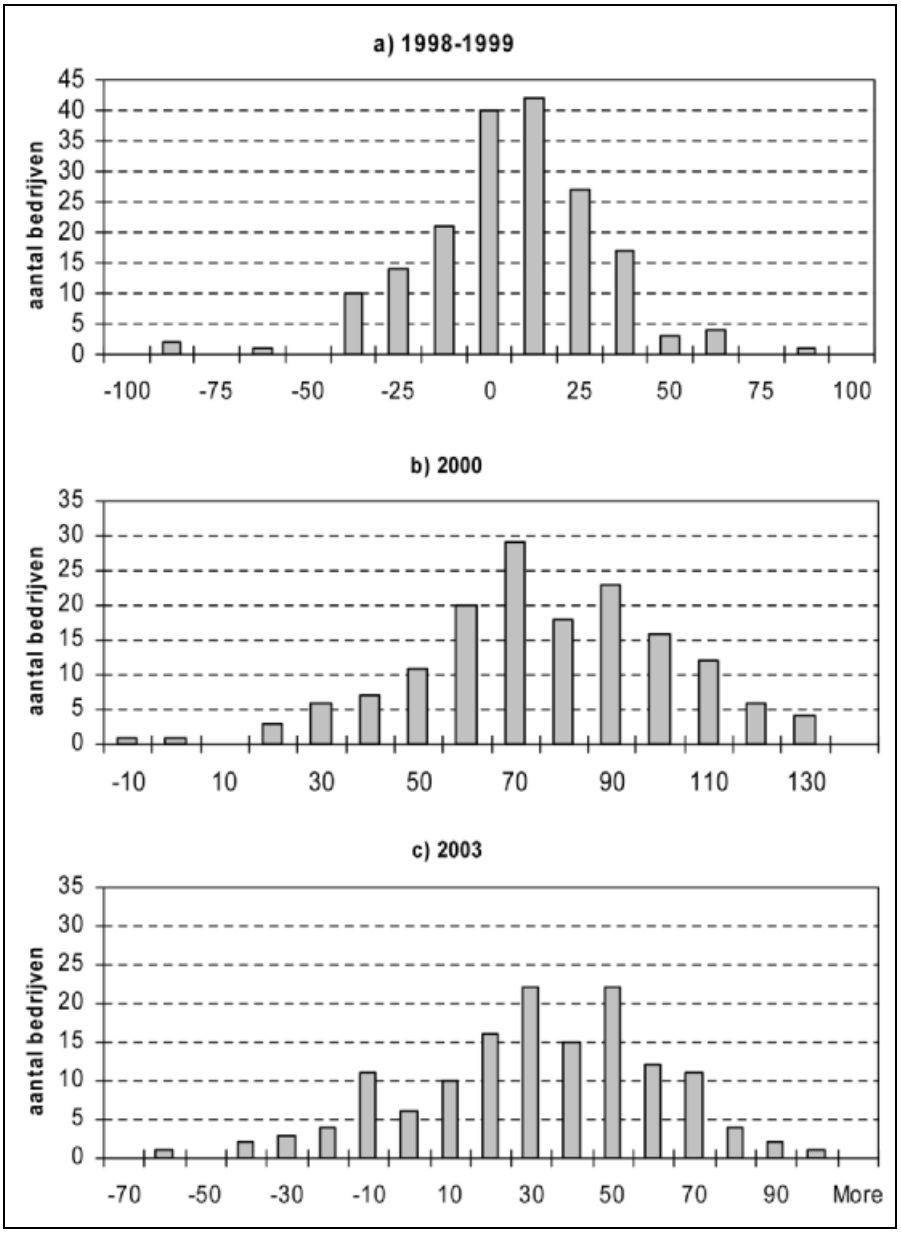
Het gemiddeld arbeidsinkomen over de periode 1994-2003 per GAVV ligt tussen € 0 (1998) en € 86 (1996). De bruto marge ligt in het bereik € 25-€ 114. Deze variatie is praktisch volledig toe te schrijven aan de variatie in de vleesprijs. De kosten in verband met het afzetten of verwerken van mest zijn hier niet in rekening gebracht en moeten bijgevolg nog met het arbeidsinkomen gefinancierd worden.

Ter vergelijking bedroeg het arbeidsinkomen per volwaardige arbeidskracht in de varkenssector over de jaren 1986-1996 (inclusief de boer(in) zelf) gemiddeld ca. € 22 000. In de beste jaren is dit € 74 000, in de slechtste jaren kan dit negatief zijn, bv. in het boekjaar 1998-1999 was het arbeidsinkomen per voltijdsequivalent in de varkenssector € -10 000.

In Figuur 2.6, p. 18, wordt de spreiding van het AI per GAVV weergegeven voor de boekjaren 1998-1999, 2000 en 2003. Deze boekjaren zijn gekozen omdat ze respectievelijk een jaar met een laag AI (€ 0/GAVV), een jaar met een hoog AI (€ 71/GAVV)en een jaar met een middelmatig AI (€ 26/GAVV) vertegenwoordigen (zie Figuur 2.5).

Uit de figuur blijkt dat er zich binnen de sector een grote variatie in AI voordoet. Deze is onder andere te wijten aan de diversiteit van bedrijven: het arbeidsinkomen is het hoogst in gesloten bedrijven en het laagst in bedrijven die enkel afmesten. Ook de grootte van de bedrijven kan uiteraard een rol spelen.

In het boekjaar 1998-1999 behaalde bijna de helft van de varkensafmestingbedrijven een AI dat kleiner of gelijk was aan 0. In een topjaar zoals 2000 behaalde slechts 1% van de bedrijven een negatief AI. In 2003 – dat een gematigd jaar voorstelt – behaalde bijna 20% van de bedrijven een AI per GAVV dat kleiner of gelijk is aan 0.



Figuur 2.6: Spreiding van het arbeidsinkomen per GAVV van een steekproef van varkensafmestingsbedrijven in de boekjaren 1998-1999, 2000 en 2003
a) 1998-1999 (Bron: CLE, 2000a)
b) 2000 (Bron: ILVO-communicatie april 2006)
c) 2003 (Bron: ILVO-communicatie april 2006)

2.3.4. Financiële resultaten van andere intensieve veehouderijen

De prijs van vleeskippen die de boerderij verlaten, vertoont een dalende trend. De voederprijzen dalen weliswaar ook, maar niet genoeg om het inkomen van de boer op peil te houden. De dioxinecrisis heeft in 1999 een zware invloed gehad op het inkomen van de pluimveekweker. Daartegenover staat dat andere voedselcrisissen (MKZ, varkenspest, BSE) verbruikers juist aansporen om over te schakelen op kippenvlees.

De productiekosten van eieren daalt bij een stijgende densiteit van de dieren. Eieren geproduceerd door dieren die vrij kunnen rondlopen (scharrelkippen) zijn ca. 40% duurder dan deze van dieren gehouden in batterijen (ref. European Commission, 2001). Het inkomen van de boer hangt af van het aantal eieren die per kg dier gelegd worden en de prijs die de boer krijgt voor de eieren en de "oude" kippen die de boerderij verlaten. De prijs van deze eindproducten wordt volledig door de markt bepaald en is dus niet gegarandeerd. De laatste jaren vertoont de eiprijs een dalende trend. Dit wordt gedeeltelijk gecompenseerd door een daling van de voederkosten.

Tabel 2.5 toont de financiële gegevens van Nederlandse en Vlaamse pluimveehouderijen en andere veebedrijven. Gegevens over het arbeidsinkomen werden voor de meeste diersoorten niet teruggevonden.

Berekend per ton mest zijn de marges het hoogst in de pluimveesector, gemiddeld in de varkenssector en laagst in de rundvleessector.

Tabel 2.5: Bruto saldi intensieve veehouderij (euro)

Diersoort	Saldi per gemiddeld aanwezig dier per jaar		ton mest per gemiddeld aanwezig dier	saldo per ton mest
	KWIN Veehouderij 2005-2006, normcijfers	Delattre en Hellemans, 2000, bruto standaard saldi 94-98	KWIN Veehouderij 2005-2006, normcijfers	KWIN Veehouderij 2005-2006, normcijfers
Opfokzeug	102		1,3	78
Zeug	356	265	5,0	71
Vleesvarken	66	84	1,1	60
Opfok legkippen	1,81-1,92 (1,84)		0,010(a)	184
Leghennen	1,87-6,00 (3,81)	0,74	0,023(b)	160
Opfok vleeskuiken-ouderdieren	1,7		0,017(c)	100
Vleeskuiken-ouderdieren	5,08		0,023	221
Vleeskuikens	0,97	0,70	0,011	88
Melkvee	1910-1940 (1925)	1240	12(c)	160
Vleesstieren (> 1 jaar)	10		10,2	1
Witvleeskalveren	160	143	3,0	53
Rosévleeskalveren	106		5,0	21

(a) Dit normcijfer is geldig onder de voorwaarde van grondhuisvesting
(b) Bij dit normcijfer wordt de veronderstelling gemaakt van een mestband met geforceerde droging
(c) Praktijkonderzoek veehouderij 2001, normcijfers

2.4. Economische draagkracht

In de onderstaande analyse wordt getracht de aantrekkelijkheid van ondernemen te bepalen in de landbouwsector en meer specifiek de intensieve varkenshouderij en pluimveesector. Dit geeft ook een idee over de mate waarin verhoogde kosten (bv. mestkosten) kunnen doorgerekend worden naar de klanten en/of leveranciers. De gezondheid of 'aantrekkelijkheid' van een bedrijfstak worden vooral bepaald door de felheid van concurrentie en de evolutie van de sector. Hierbij spelen reguleringsfactoren ook een belangrijke rol.

Voor een uitgebreide bespreking van de sterktes en zwaktes van de Vlaamse varkenshouderij wordt verwezen naar Bosmans et al (1999). Een algemene bespreking van de economische draagkracht van de veeteeltsector bevindt zich in de BBT-studie 'veeteelt' van februari 2006.

2.4.1. Felheid van concurrentie

De intensiteit van de concurrentie is bepalend voor de winstgevendheid van een sector. Porter M. E. (1985) maakt een onderscheid tussen vijf bronnen van concurrentie:
1. interne concurrentie tussen bedrijven binnen de sector;
2. externe concurrentie: macht van de leveranciers;
3. externe concurrentie: macht van de afnemers;
4. potentiële concurrentie: dreiging van substituten;
5. potentiële concurrentie: dreiging van nieuwe toetreders.

In de bespreking van deze bronnen van concurrentie komt de evolutie van de sector impliciet aan bod.

a. Interne concurrentie

Nationaal (Derden et al, 2005; Feyaerts et al, 2002; VILT, 2003; www.vilt.be; Mathijs E., 2004)

De land- en tuinbouwsector wordt gekenmerkt door perfecte competitie. Er worden homogene producten voortgebracht door vele producenten, wat maakt dat deze producenten individueel geen invloed hebben op de prijs, met andere woorden prijsnemer zijn. Deze prijzen volgen overigens een cyclisch verloop, wat een instabiel inkomen met zich meebrengt. Dit cyclisch fenomeen wordt de varkenscyclus genoemd, maar is zeker niet beperkt tot deze subsector. De cycliciteit kan als volgt worden verklaard: in productieperiode 1 zijn er weinig producenten en is de prijs hoog. Bijgevolg zullen aan het begin van periode 2 deze producenten hun productie uitbreiden of zullen er nieuwe producenten toetreden. Omdat de levenscyclus van een varken bestemd voor de slachterij amper langer duurt dan 6 maanden en zeugen erg productief zijn met twee worpen per jaar, kan de varkensstapel op korte tijd snel aangroeien. En tijdens een jaar met stevige varkensprijzen zijn er altijd wel veehouders die wat runderen vervangen door een partij biggen. Daardoor stijgt het aanbod aan het einde van periode 2 en zal, bij gelijkblijvende vraag, de prijs dalen. In periode 3 zal men dan ook de productie terug inkrimpen en zal het aantal producenten verminderen. Het aanbod daalt en de prijs stijgt terug aan het einde van periode 3 en de cyclus is rond.

Technologische vooruitgang zorgt ervoor dat de inkomens in de land- en tuinbouwsector in Vlaanderen verder onder druk staan. Zolang genoeg bedrijven sluiten en er productiefactoren vrijkomen voor de overblijvers zullen de inkomens op peil blijven. Echter, door de immobiliteit van de productiefactoren (bv. nieuwe investeringen, leningen) en van de landbouwer ontstaan

er hoge uittredingsdrempels en is stopzetting van het landbouwbedrijf niet altijd mogelijk. Doordat in een aantal gevallen de partner van de veehouder buiten het bedrijf werkt en inkomen genereert, kunnen sommige bedrijven soms jaren met verlies blijven verder werken, wat een verhoging van de interne concurrentie tot gevolg heeft.

De geëvolueerde maatschappelijke context heeft als gevolg dat er steeds nieuwe eisen aan de sector gesteld worden met betrekking tot kwaliteit, (bv. ketenbewaking), milieubeleid (bv. biologische landbouw, mestproblematiek) en dierenwelzijn. Het integreren van voornoemde eisen heeft een kostprijsverhoging tot gevolg waardoor de concurrentiepositie van de land- en tuinbouwsector verzwakt. De grote uitdaging bestaat erin om deze eisen om te zetten in toegevoegde waarde zodat ze vertaald kunnen worden in de marktprijs. Alhoewel er verschillen zijn in de kwaliteit van de afgeleverde vleesvarkens (percentage mager vlees, voorkomen van PSE (Pale, Soft, Exudative) vlees, ...), braadkippen en eieren kan een boer zijn producten echter moeilijk doen onderscheiden van deze van een concurrent.

Mede door de ontkoppeling van productie en inkomenssteun zal de toekomstige landbouwer zich als ondernemer moeten heroriënteren om concurrentieel te blijven (of te worden). Binnen de land- en tuinbouwsector vertoont zich een opmerkelijk groot inkomensverschil tussen gelijkaardige bedrijven. Niet zozeer de omvang van een land- en tuinbouwbedrijf is bepalend voor zijn succes, maar wel de capaciteiten van de bedrijfsleider. Dit impliceert dat er nog een marge bestaat om de inkomens van veel boeren en tuinders op te krikken. De extra investeringen in naschoolse vorming en andere opleidingen moet dit inkomensverschil terugdringen. (Yves Leterme, interview met VILT januari 2006)

De economie van de varkensproductie is grotendeels bepaald door de beschikbaarheid van voeder en de toegang tot afzetmarkten. Dit heeft altijd in het voordeel van de Vlaamse boer gewerkt. De varkensstapel steeg globaal gezien gedurende de jaren 90. De vier inkrimpingen gedurende deze periode waren een gevolg van varkenspestepidemieën. Milieubeperkingen leiden evenwel tot een sterkere link tussen de productie van varkens en de beschikbaarheid van land voor het uitrijden van de mest of de mogelijkheid tot mestverwerking. Na een aantal jaren van productietoename stuurde het Vlaamse beleid daarom in de richting van een afbouw van de veestapel. De tot dan toe ingezette instrumenten leverden niet het verhoopte resultaat op, met een blijvende verstoring van het leefmilieu als gevolg. Sinds 2001 wordt de daling in varkensstapel verder bevorderd door het stopzettingsdecreet. Wat de varkens- en pluimveehouderij betreft, lijkt een verdere inkrimping van het aantal dieren in Vlaanderen onafwendbaar. Middelgrote bedrijven, die goed gestructureerd zijn en georganiseerd (zoals in de varkenssector) zijn als een zelfstandig gesloten bedrijf of werken binnen een gesloten kring, hebben een toekomst mits er nog een aantal bijkomende inspanningen geleverd worden op het vlak van traceerbaarheid en kwaliteit. Schaalvergroting zal wellicht enkel mogelijk zijn in kringverband (d.i. toename aantal productie-eenheden per bedrijf maar geen groei per productie-eenheid).

Deze afbouw zal nog versnellen indien mestverwerking niet slaagt. Andere factoren die de daling van de veestapel in de hand werken zijn: gebrek aan opvolgers, stijgende vraag naar open ruimte voor natuur, recreatie, wonen en industrie, verstrengde eisen op gebied van dierenwelzijn en de gedeeltelijke terugkeer naar biologische landbouw. De investeringsruimte om de productiecapaciteit op peil te houden (laat staan uit te breiden) wordt aangetast doordat ook investeringen dienen te gebeuren om te voldoen aan strengere eisen met betrekking tot leefmilieu (vermesting, geurproblematiek, ammoniakemissie) en dierenwelzijn.

Anderzijds zal een snelle afbouw van de veestapel de indruk wekken bij de landbouwers dat investeren in mestverwerking niet nodig is vermits het probleem van overbemesting door de

afbouw zal opgelost worden. Een duidelijke en stabiele marktsituatie daarentegen stimuleert het investeren in mestverwerking.

Internationaal (Derden et al,2005; Feyaerts et al, 2002; VCM, 2005; VILT, 2003)

Het inkomen van de varkenshouder en pluimveehouder is in belangrijke mate afhankelijk van de vleesprijs die bekomen wordt voor de afgeleverde producten. Door het relatief gemakkelijk transport van geslachte dieren kan de vraag voor varkens en kippen ingevuld worden door bedrijven in een straal van verschillende honderden kilometers. De prijzen worden zodus bepaald door het evenwicht van aanbod en vraag op Europese schaal en steeds meer op mondiale schaal. Gemiddeld over de jaren heen zijn de marges en de reserves voor nieuwe investeringen echter afgenomen.

Meer dan de helft van de inlandse productie van varkensvlees wordt uitgevoerd. In kader van het Europees landbouwbeleid is er een lichte marktordening. Interventie is mogelijk wanneer de marktprijs daalt onder een bepaald percentage van de basisprijs maar ze is veeleer een uitzondering. Vanaf 1 januari 2005 is de hervorming van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid – beter gekend onder de naam 'Mid Term Review' of kortweg 'MTR' gestart in Vlaanderen. Het ontvangen van alle rechtstreekse inkomenssteun is expliciet afhankelijk van het naleven van een aantal reeds bestaande voorwaarden op vlak van milieu, dierenwelzijn, diergezondheid, gezondheid van planten en de volksgezondheid.

De belangrijkste handelspartners van België voor agrarische producten zijn Frankrijk, Nederland en Duitsland. In 1999 was België-Luxemburg het achtste grootste vleesexporterende land ter wereld (top drie: VS, Nederland en Frankrijk). In de Belgische vleesexport voor 2000 vertegenwoordigde varkensvlees het grootste aandeel of 42% en kippenvlees 22%. Het voorbije decennium werd de export van de Vlaamse (en Europese) veeteeltsector gekenmerkt door de verschillende crisissen in de veeteeltsector (varkenskoorts, BSE- en dioxinecrisis, mond- en klauwzeer, vogelpest), de sterke positie van de euro en het teleurstellende herstel van de (wereld)economie. Bovendien nam de concurrentie toe op de internationale markt voor varkensvlees (Verenigde Staten, Canada en Brazilië), eieren (China en Verenigde staten), pluimveevlees (Verenigde Staten, Brazilië en Thailand) en zuivelproducten (Australië en Nieuw-Zeeland). De eierprijs is erg gevoelig aan de exportmogelijkheden, die regelmatig veranderen. In 2001 brokkelde prijs van braad- en soepkippen af door een grotere Europese productie en een toenemende invoer van pluimveevlees uit ondermeer Brazilië en Thailand (VILT, 2003).

Recent leiden milieubeperkingen tot een sterkere link tussen de productie van varkens en de beschikbaarheid van land voor het uitrijden van de mest. Zo heeft Denemarken een duidelijk competitief voordeel ten opzichte van Vlaanderen en Nederland omdat de dichtheid van varkensbedrijven er relatief gezien lager is. In andere Europese landen zoals vb. Spanje waar ook gebieden met hoge varkensconcentraties voorkomen, wordt het aanbod van mest nog als een voordeel beschouwd in de strijd tegen desertificatie en het verbeteren van de bodemvruchtbaarheid. Vele waarnemers gaan er van uit dat het dalend aanbod van varkens in gebieden met een nutriëntenoverschot snel gecompenseerd zal worden door een verhoogd aanbod in andere streken (vb. Frankrijk, Midden- en Zuid Europa, ...) De kans dat de varkensprijzen zullen stijgen door een afbouw van de veestapel in de Lage Landen moet gering geacht worden. Pluimveemest echter kan volgens de Europese Verordening 1774/2002 als ruwe mest geëxporteerd worden – wat de concurrentiepositie van de pluimveehouders kan bevorderen – in tegenstelling tot bijvoorbeeld varkensmest (VCM, 2005)

Een reductie van de landbouwbescherming zal de concurrentie op wereldvlak doen toenemen. Deze toenemende concurrentie en prijsdruk dragen niet bij tot ecologisch duurzame landbouwmethoden. Echter, in Vlaanderen wordt de maatschappelijke wens naar productverscheidenheid, duurzaamheid en multifunctionaliteit scherper. Deze wens brengt regelgeving met zich die de Vlaamse landbouwer (her)oriënteert in de richting van ecologisch goede praktijken, diversificatie en voedselveiligheid. Concurrentie wordt bemoeilijkt omdat deze beperkingen en kosten de economische druk op het individueel bedrijf vergroten.

b. ***Macht van de leveranciers*** (Derden et al, 2005; Feyaerts et al, 2002; Gabriëls en Van Gijseghem 2003)

Voor een overzicht van de directe leveranciers per subsector wordt verwezen naar de bedrijfskolommen in paragraaf 2.2.

De prijs van het veevoeder vormt een belangrijk onderdeel van de kosten in de intensieve veeteelt. Anderzijds wordt de rentabiliteit van de veevoedersector volledig bepaald door de afzet van de producten in de veehouderij. Deze onderlinge afhankelijkheid heeft er voor gezorgd dat in een aantal veeteeltsectoren waaronder de vleesvarkensector en de pluimveesector een integratie tussen de veevoeder- en intensieve veehouderij plaatsgreep. De integratie gaat in de eerste plaats uit van de veevoederproducenten en evolueert van looncontracten naar prijsgarantiecontracten met een groter ondernemersrisico voor de veehouder. Deze integratie vermindert de concurrentiedruk.

Naar schatting zijn tenminste 62% van de varkens eigendom van integratoren. De overgrote meerderheid van de braadkippenbedrijven (bijna 85%) werkt met een prijsgarantiecontract. Hierbij wordt een minimale prijs gegarandeerd waartegen de afname zal gebeuren. In ruil neemt de contractant voeder en eventueel eendagskuikens af van de integrator. Van de legkippenbedrijven hebben ongeveer 32% een prijsgarantiecontract (Gabriëls en Van Gijseghem, 2003). De initiatieven van mengvoederproducenten op gebied van mestverwerking moeten ook in dit kader gezien worden. Boeren die niet onder contracten vallen kunnen in zekere mate kiezen met welke producent ze in zee gaan.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat coördinatie van de aanbodsketen en differentiatie een opportuniteit kunnen zijn voor de ene landbouwer maar ook een bedreiging kunnen zijn voor de andere. Door de verticale coördinatie van de aanbodsketen neemt het belang van contractproductie toe, die de vrijheden van de veehouder ontegensprekelijk beperkt. Daartegenover staat een financiële buffer die de individuele veehouder beschermt tegen de onvoorspelbare schommelingen van marktprijzen. Een aantal producenten kunnen echter uitgesloten worden van deelname in de gecoördineerde aanbodsketen.

c. ***Macht van de afnemers (klanten)*** (Derden et al, 2005; Feyaerts et al, 2002)

Door het grote aanbod hebben de slachterijen een zekere machtspositie. De prijs die de vleesvarkenskweker krijgt voor de afgemest varkens wordt bepaald door vleesprijs minus de marges van de distributie en slachterijen. Achterwaartse verticale integratie (slachthuizen die eigenaar worden van veehouderijen) komt beperkt voor. De pluimveesector wordt gekenmerkt door een verregaande integratie die de concurrentiedruk vermindert. De kippenslachterijen en de eierpakstations zijn de partners van de fokbedrijven, legkippenbedrijven en vleeskippenbedrijven.

Er kan een gebrek ontstaan aan transparantie met betrekking tot contractspecificaties. De distributie of verwerkende industrie kunnen hun marktmacht misbruiken door lage prijzen of andere contractspecificaties te bedingen die nadelig zijn voor de landbouwproducenten. De hoeveel-

heid en de aard van de onderlinge relaties in de aanbodsketen nemen toe. Door een toenemende productdifferentiatie neemt de behoefte aan kwaliteitsmeting en prijsrapportering toe. Ten slotte gaat verticale integratie gepaard met toenemende rationalisatie en concentratie zowel aan input- als outputzijde, met een afname van de marktmacht van de versnipperde landbouwsector tot gevolg.

Recent is er een toenemende tendens waarbij de rechtstreekse relatie tussen de landbouwer en de consument zich weerspiegelt in korte ketens die meestal gebaseerd zijn op hoeveverkoop en boerenmarkten.

d. ***Dreiging van substituten*** (Derden et al, 2005; Feyaerts et al, 2002; Mathijs E., 2004)

De landbouwmarkt wordt gekenmerkt door een geringe elasticiteit van de vraag: een lagere (hogere) prijs veroorzaakt nauwelijks ene hogere (lagere) consumptie omwille van het feit dat voedsel een basisbehoefte is. Echter de vraag naar specifieke voedselitems is veel minder inelastisch omdat er substitutiemogelijkheden zijn. Hoe meer mogelijkheden tot substitutie, hoe hoger de prijselasticiteit. Zo is de elasticiteit van de vraag naar varkensvlees groter dan de elasticiteit van de vraag naar vlees, en is op haar beurt de elasticiteit van de vraag naar varkensvlees met een Certus-label nog groter.

De grote keuzevrijheid van de consument tussen verschillende proteïnebronnen (varkensvlees, rundvlees, pluimvee, eieren, vis en plantaardige bronnen) heeft een grote elasticiteit van de vraag naar deze specifieke itms tot gevolg. Het besef dat het aandeel van vlees in voeding om gezondheidsreden best daalt, vertaalt zich in een dalende vraag. Imagoaspecten zijn in deze een belangrijk element. De verschillende crisissen in de veeteeltsector hebben aangetoond dat de dreiging van substituten toeneemt onder invloed van een crisis. Zo kon bijvoorbeeld de pluimveesector en de zuivelmarkt profiteren van de daling van de consumptie van rundvlees tijdens de BSE-crisis.

e. ***Potentiële toetreders (binnendringers)*** (Derden et al, 2005; Feyaerts et al, 2002)

Het aantal nieuwe starters in de land- en tuinbouwsector in Vlaanderen nam in de periode 2000-2002 met 5% af. Bovendien nemen de opvolgingsperspectieven in de landbouwsector in Vlaanderen af of zijn onzeker. De toetredingsdrempel voor nieuwe varkensbedrijven in Vlaanderen is hoog, in bijzonder door het bestaande milieukader. In andere regio's is de kans op nieuwe toetreders reëel.

Zoals reeds eerder vermeld, nam het voorbije decennium de concurrentie toe op de internationale markt voor varkensvlees (Verenigde Staten, Canada en Brazilië), eieren (China en Verenigde staten), pluimveevlees (Verenigde Staten, Brazilië en Thailand) en zuivelproducten (Australië en Nieuw-Zeeland). De hervorming van het Europees Gemeenschappelijke Landbouwbeleid zal deze concurrentiedruk doen toenemen. Ten slotte kan ook de verdere uitbreiding van de Europese Unie voor nieuwe toetreding zorgen.

2.4.2. Conclusie economische draagkracht

De inkomens van de varkens- en pluimveehouders, die overigens prijsnemer zijn, staan reeds onder druk. Daarbovenop worden steeds meer eisen aan de sector gesteld inzake kwaliteit, volksgezondheid, milieubeleid en dierenwelzijn. Het internaliseren van deze eisen, waaronder ook de mestverwerkingsplicht, heeft een verhoging van de productiekosten tot gevolg. Deze

kostenverhoging kan in een markt met perfecte competitie en grote substitutiemogelijkheden tussen verschillende proteïnebronnen, niet op klanten worden afgewenteld. De toename van de concurrentie op de internationale markten – versterkt door de uitbreiding van de Europese Unie – en de hervorming van het Europees Gemeenschappelijk Landbouwbeleid doen de concurrentiedruk voor de Vlaamse veeteeltbedrijven verder verhogen.

Om zich in de toekomst en op de wereldmarkt te kunnen handhaven, zal de landbouwsector zich moeten heroriënteren. Dit wil zeggen dat landbouwbedrijven zich meer moeten richten op productdifferentiatie, producten met hoge toegevoegde waarde, ontwikkeling van nichemarkten, coördinatie tussen verschillende schakels in de voedingsketen, publieke goederen (b.v. landschap, natuur, water) en functieverbreding (b.v. hoevetoerisme, natuurbeheer, landbouweducatie, zorgboerderijen), wat echter belangrijke beperkingen inhoudt voor de varkens- en pluimveehouderijen ten opzichte van de rundveehouderijen.

Het toenemende belang van de contractteelt betekent een beperking van de vrijheden van de veehouder, maar tegelijk een bescherming tegen onvoorspelbare schommelingen van marktprijzen. Hierbij dient opgemerkt te worden dat bijkomende kosten beter gespreid kunnen worden over diverse schakels van de (geïntegreerde) productieketen. Naar mestverwerking kan een integratieverband een solide basis voor mestverwerking vormen.

2.5. Haalbaarheid van bijkomende kosten voor de landbouwer

2.5.1. Randvoorwaarden bij economische haalbaarheid van mestverwerking[4]

In de klassieke BBT-evaluatie veronderstelt de haalbaarheidsanalyse van de kandidaat BBT een stabiele marktsituatie. Een milieuemissie geeft aanleiding tot een overschrijding van normen waar b.v. een heffing aan verbonden is. Het verminderen van deze emissie brengt een kost met zich mee, die al dan niet haalbaar is voor een sector of bedrijf, maar de emissiedaling op zich beïnvloedt de marktsituatie niet.

In het geval van het mestprobleem is de mestafzet (milieuemissie) een marktgebeuren. De veehouder betaalt hier om het niet-verwerkingsplichtig deel van zijn mestoverschot af te zetten op land van derden (voornamelijk op land gebruikt voor akkerbouw). Deze prijs is een factor die in rekening gebracht moet worden bij het bepalen van de haalbaarheid van mestverwerking. Ze wordt bepaald door de hoeveelheid af te zetten mest ten opzichte van het beschikbare land (landverbondenheid) en in gebieden met hoge concentraties van varkenshouderijen en bijgevolg een hoge mestdruk, kan deze prijs hoog oplopen.

De aanpak van het mestprobleem door afbouw en/of mestverwerking beïnvloedt de mestmarkt en dus ook de kost voor afzet van mest op land van derden. Wanneer het mestprobleem in een bepaald gebied vermindert (door afbouw of verwerking) verlaagt ook de mestdruk en bijgevolg de prijs voor afzet op land van derden Deze prijs is bijgevolg geen stabiel gegeven en is onderdeel van een soort feedbackmechanisme. Bij een hoge mestdruk (nood aan afbouw en verwerking) is de afzetprijs hoog, wat een extra stimulans geeft tot afbouw en verwerking. Wanneer de mestdruk als gevolg hiervan afneemt zal ook de afzetprijs dalen waardoor afbouw en verwerking minder gestimuleerd worden. Indien er door afbouw en verwerking een mesttekort zou ontstaan zullen de veehouders zelfs een prijs ontvangen voor hun mest.

[4] Conclusies uit overleg met Ludwig Lauwers en Jef Van Meensel (ILVO)

Verder dient opgemerkt te worden dat de beslissing van de varkenshouder tot afbouw, mestverwerking of betalen van een heffing gestuurd wordt door de afweging van marginale kosten en opbrengsten. In het huidige kader van mestverwerkingsplicht, waarbij het verwerkingspercentage van het mestoverschot (30, 45, 60 of 75%) afhankelijk is van de totale mestproductie, kan dit tot gevolg hebben dat een varkenshouder zijn aantal varkens vermindert om zo een lager percentage te bekomen.

De dynamiek van de mestmarkt en het beslissingsproces van de varkenshouder kan niet vervat worden in de berekeningen van een haalbare mestverwerkingskost voor de BBT-afweging, maar dient in overweging genomen te worden in het mestbeleid. Hieronder worden nog enkele randvoorwaarden voor mestverwerking aangegeven:

– Bedrijfszekerheid: De mestverwerking eist een stabiel kader waarbinnen de aanvoer van mest voor mestverwerking gegarandeerd moet blijven zodat de opgebouwde capaciteit niet in het gedrang komt. Een mogelijkheid hier is om te vertrekken van het huidige overschot om dit als een robuuste verwerkingscapaciteit voorop te stellen.
– Een scheiding van de mestmarkt is noodzakelijk. Bij lage afzetkosten van niet-verwerkingsplichtige mest (verminderd mestoverschot owv inkrimping of mestverwerking) zal de drang om aan mestverwerking te doen laag zijn. Er moet echter een drijvende kracht blijven bestaan. Het ontkoppelen van deze twee stromen (niet-verwerkingsplichtige mest en verwerkingsplichtige mest) kan door middel van een superheffing.

2.5.2. Uitgangspunt: maximaal haalbare mestverwerkingskost

Bij het bepalen van de economische haalbaarheid gaan we uit van een haalbare verwerkingskost die wordt berekend volgens het beschikbare arbeidsinkomen voor mestkosten. Deze haalbare verwerkingskost vormt dan de bovengrens voor de kost van een techniek waarboven deze niet meer economisch haalbaar is. Dit verschilt van de normale BBT aanpak waar per techniek de haalbaarheid wordt berekend.

De maximaal haalbare verwerkingskost werd door ILVO berekend aan de hand van de gespecialiseerde vleesvarkensbedrijven uit de NIS-databank. Vanuit deze databank werden het aantal voltijdsequivalente arbeidskrachten (VTE), het aantal gemiddeld aanwezige vleesvarkens (GAVV) en het aantal gemiddeld aanwezige zeugen (GAZ) geëxtraheerd. Vanaf het jaar 2002 wordt arbeid op een andere manier opgenomen in de databank, dewelke vooralsnog niet toelaat het aantal VTE te berekenen. Om deze reden worden voor deze studie data van 2001 en vroeger gebruikt.

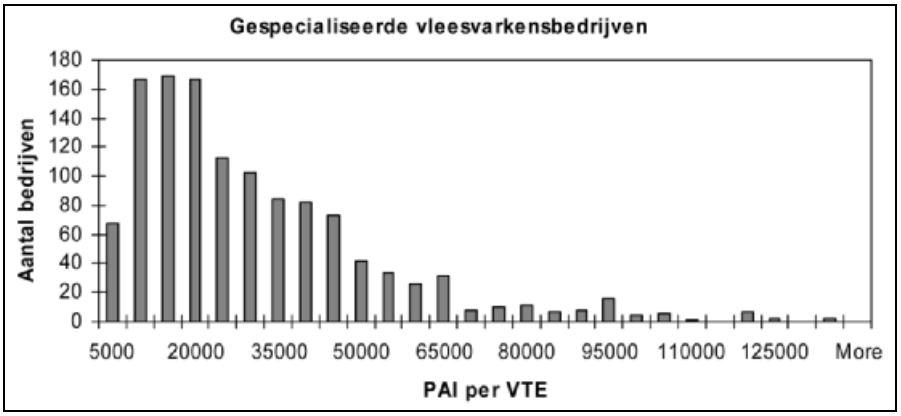
Er werd uitgegaan van een langetermijngemiddelde van het arbeidsinkomen (AI) van 40 €/GAVV en 150 €/GAZ.

Voor elk van de gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven werd een potentieel arbeidsinkomen (PAI) per aanwezige VTE bepaald volgens de volgende definitie.

$$\frac{PAI}{VTE} = \frac{40(€/GAVV) \times GAVV}{VTE} + \frac{150(€/GAZ) \times GAZ}{VTE}$$

Alvorens verder te gaan werden de uitschieters (bedrijven waar het PAI/VTE groter is dan het rekenkundige gemiddelde plus 4 keer de standaardafwijking) verwijderd uit de analyse waardoor een steekproef van 1 239[5] gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven overblijft. De verdeling van het PAI per VTE is weergegeven in Figuur 2.7 en bedraagt gemiddeld 28 507 €/VTE.

[5] Gespreid over meerdere jaren: éénzelfde bedrijf kan dus meerdere keren voorkomen in de steekproef met resultaten uit verschillende jaren.



Figuur 2.7: Spreiding van het potentieel arbeidsinkomen (PAI) per voltijdsequivalente arbeidskracht (VTE)

Om te komen tot een maximaal haalbare mestverwerkingskost dient van het PAI een arbeidsvergoeding afgetrokken te worden, dewelke vastgelegd wordt op 75% van het vergelijkbaar inkomen (VI)[6] voor 2001. Het resultaat hiervan is een gemiddeld beschikbaar inkomen (BI) voor mestkosten van 4 941 €/VTE. Rekening houdend met het gemiddeld aantal GAVV (977,7 GAVV), GAZ (13,5 GAZ) en VTE (1,55 VTE) op het landbouwbedrijf, komt dit neer op een maximaal beschikbaar inkomen voor mestafzet en verwerking van 7,8 €/GAVV. Voor de berekening van het AI werden mestkosten niet in rekening gebracht, bijgevolg dient bij de interpretatie van de maximaal haalbare mestverwerkingskost rekening gehouden worden met zowel mestverwerkingskosten en mestafzetkosten voor afzet op eigen land en op land van derden.

Wanneer dezelfde redenering wordt toegepast op de gespecialiseerde fokvarkensbedrijven (steekproef van 290[7] bedrijven) is het gemiddelde beschikbare inkomen (BI) voor mestkosten reeds negatief, namelijk -6 294 €/VTE. Dit wil zeggen dat in deze sector de arbeidsvergoedingen lager liggen dan 75% van het VI of dat een heel aantal bedrijven verlieslatend zijn.

2.5.3. Variaties in het arbeidsinkomen

Het AI/GAVV is onderhevig aan een grote spreiding binnen de sector (zie Figuur 2.6, p. 18, en Figuur 2.7). In onderstaande paragrafen trachten we een duidelijk beeld te creëren van deze spreiding om zo de interpretatie van de maximaal haalbare mestverwerkingskost beter te situeren.

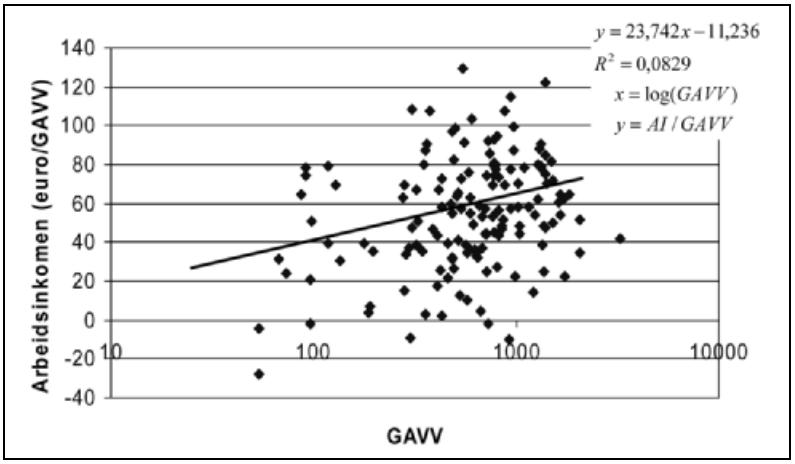
- *Relatie tussen de grootte van het vleesvarkenbedrijf en het AI*

In Figuur 2.8, p. 28, is het arbeidsinkomen, uitgedrukt in €/GAVV, uitgezet ten opzichte van het aantal GAVV, wat de grootte van het vleesvarkenbedrijf moet aangeven. Er is een significant

[6] Het vergelijkbaar inkomen vertegenwoordigt het gemiddeld bruto salaris van het geheel van de loontrekkenden van Vlaanderen. Het wordt bekomen door de verhouding te nemen van de totale loonmassa die in Vlaanderen wordt betaald en het globale aantal loontrekkenden, omgerekend naar voltijdse loontrekkenden.

[7] Gespreid over meerdere jaren: éénzelfde bedrijf kan dus meerdere keren voorkomen in de steekproef met resultaten uit verschillende jaren.

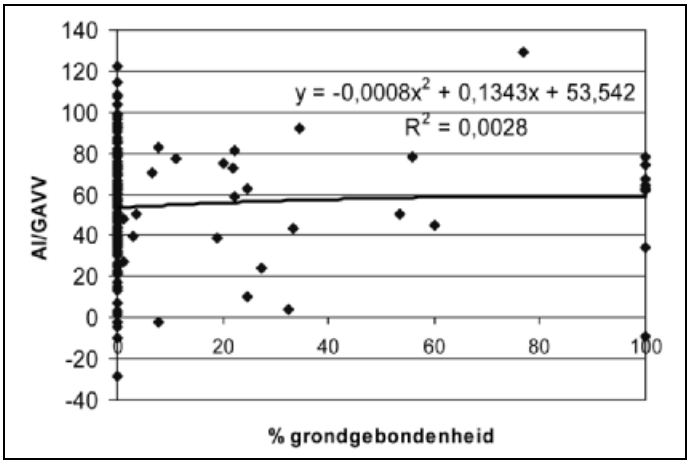
positief verband tussen het AI/GAVV en het aantal GAVV, R^2 van de regressie is echter klein. In de figuur is te zien dat de spreiding van het AI enorm is en dat er praktisch geen onderscheid gemaakt kan worden tussen grote en kleine ondernemingen. Om deze redenen achten wij het niet aangewezen om de landbouwbedrijven op te delen in klassen volgens grootte voor de economische evaluatie van de mestverwerkingstrajecten.



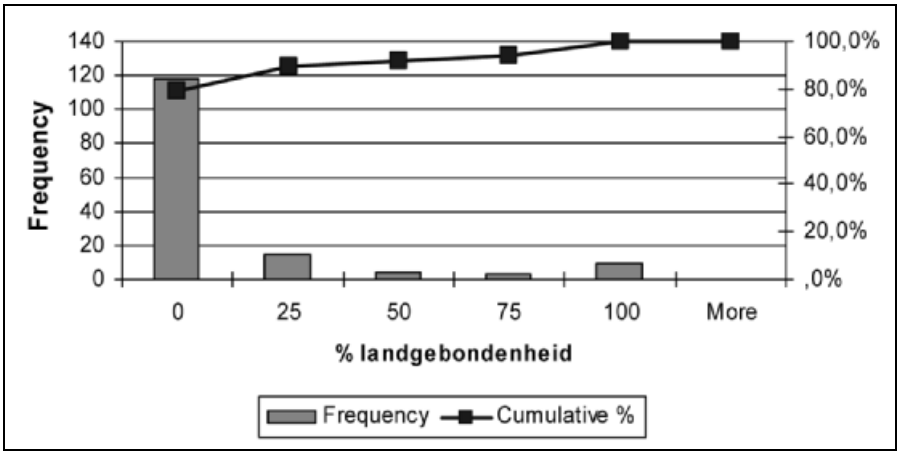
Figuur 2.8: Relatie tussen het AI/GAVV en het aantal GAVV

- *Relatie tussen de landgebondenheid en het AI*

Figuur 2.9 toont de relatie tussen het AI/ GAVV en de grondgebondenheid in de gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven. Deze figuur toont aan dat er slechts een weinig significante relatie bestaat tussen de landgebondenheid en het AI/GAVV. Daarenboven is bijna 80% van de gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven niet landgebonden (zie Figuur 2.10).



Figuur 2.9: Relatie tussen het AI/GAVV en het percentage grondgebondenheid.



Figuur 2.10: Histogram met het aantal gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven naar % grondgebondenheid

2.5.4. Variabelen en aannames voor het evalueren van de mestverwerkingskost

In een klassieke BBT-evaluatie wordt de haalbaarheid van een kandidaat BBT voor de sector gelijkgesteld aan de haalbaarheid van die kandidaat BBT voor het gemiddelde bedrijf uit de sector. In de voorliggende studie wordt de haalbaarheid van mestverwerkingstrajecten eveneens geëvalueerd voor het gemiddelde bedrijf aan de hand van de maximaal haalbare mestverwerkingskost. Vanwege de grote spreiding op het arbeidsinkomen is het gemiddelde bedrijf echter een erg ruwe maat voor de gehele sector. Daarnaast zijn eveneens nog een aantal factoren die de haalbaarheid op bedrijfsniveau erg kunnen beïnvloeden. Globaal gezien zijn de factoren die de economische haalbaarheid beïnvloeden:

1. Rendabiliteit
2. Efficiëntie
3. Ligging
4. Grootte
5. Landgebondenheid

In deze paragraaf definiëren we de belangrijkste variabelen, bepaald door bovenstaande factoren, die een invloed hebben op de haalbaarheid van mestverwerking op bedrijfsniveau. Aan de hand van deze variabelen stellen we vervolgens een aantal scenario's op voor het evalueren van de economische haalbaarheid van de mestverwerkingstrajecten.

- *Het arbeidsinkomen*

Het arbeidsinkomen, uitgedrukt als AI/GAVV, wordt bepaald door de rendabiliteit van het bedrijf. In eerste instantie gaan we uit van een gemiddeld AI van 40 €/GAVV, wat een maximaal haalbare mestverwerkingskost van 7,8 €/GAVV impliceert. 50,6% van de bedrijven heeft dus een inkomen groter of gelijk aan dit gemiddelde inkomen.

Naast de berekening van de haalbaarheid van een gemiddeld bedrijf bekijken we deze ook voor een 'beter' bedrijf. De ervaring leert immers dat goede bedrijven aan mestverwerking doen,

deze kost kunnen dragen en zelfs willen uitbreiden. Op deze manier kan eveneens de gevoeligheid van de analyse naar AI worden aangetoond. We leggen het arbeidsinkomen van dit 'beter' bedrijf vast op 60 €/GAVV. Figuur 2.8, p. 28, toont dat dit AI nog gehaald wordt door een belangrijk aantal ondernemingen uit de sector, 31,5% van de ondernemingen hebben namelijk een AI groter dan 60 €/GAVV. Dit 'hoge' AI geeft zodoende een ondergrens aan voor het AI van de top 30% meest rendabele ondernemingen uit de sector. Voor de berekening van de maximaal haalbare mestverwerkingskost veronderstellen we een arbeidsvergoeding die 15% hoger ligt dan in het gemiddelde bedrijf. De maximaal haalbare mestverwerkingskost bedraagt dan 23 €/GAVV.

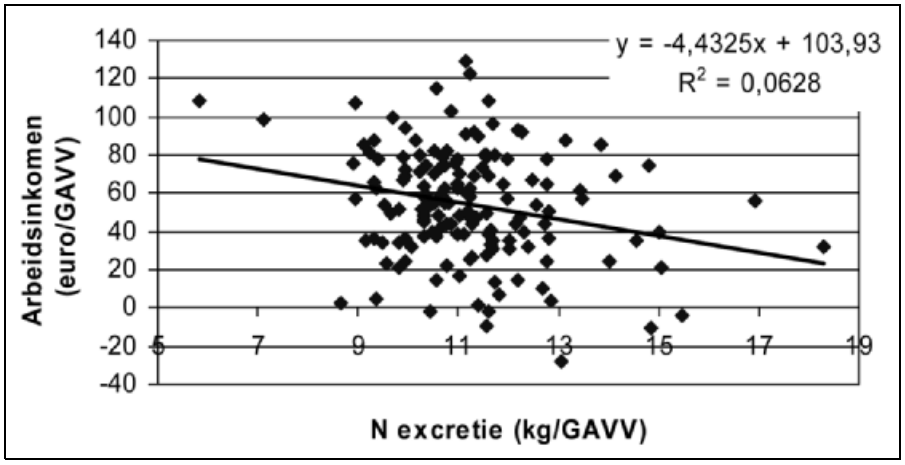
De maximaal haalbare mestverwerkingskost wordt hier geïnterpreteerd als een beschikbaar inkomen voor mestkosten (BI_{mk}) per GAVV. Niet enkel de mestverwerkingskost moet hiermee gedekt worden maar ook de afzet van mest op eigen land of op land van derden.

- *Uitrijkosten op eigen land*

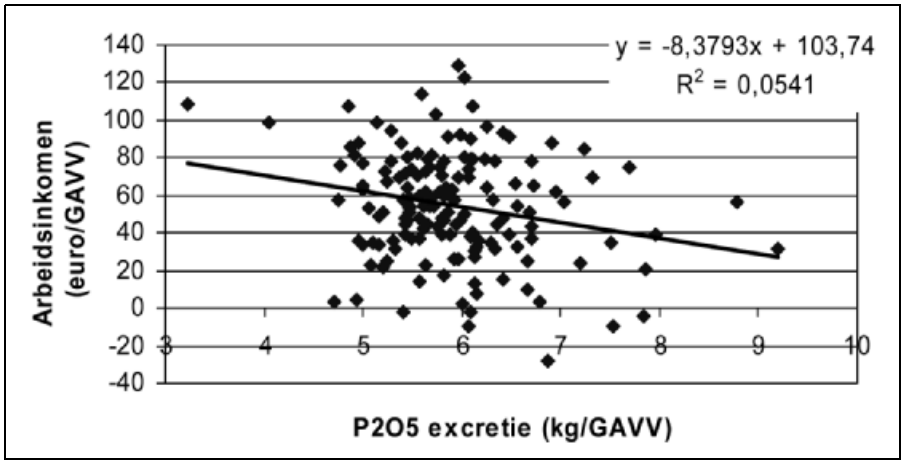
We nemen aan dat de kosten voor het uitrijden van mest op eigen land 3 €/m^3 mest bedraagt (enkel loonwerkkost). Grondkosten zijn hierin niet opgenomen, maar worden als kosten voor de akkerbouw beschouwd, hoewel sommige boeren extra land aankopen specifiek voor afzet van hun mest. Deze kost is onafhankelijk van rendabiliteit, efficiëntie, ligging, grootte en landgebondenheid en wordt bijgevolg als een constante aanzien.

- *Excretiecoëfficiënten*

De excretiecoëfficiënt (jaarlijkse hoeveelheid mest geproduceerd per dier) kan uitgedrukt worden als m^3 mest per GAVV, kg N per GAVV of kg P_2O_5 per GAVV. Deze coëfficiënten kunnen erg variëren naargelang de efficiëntie van het bedrijf (b.v. voedermethode en beschikbaarheid van water voor de varkens). Figuur 2.11 en Figuur 2.12 geven deze variatie aan in termen van kg N excretie en kg P excretie per GAVV. Uit de figuren is af te lezen dat de excretiecoëfficiënten met een factor 2 kunnen verschillen.



Figuur 2.11: Variatie van de N excretie per GAVV en het AI



Figuur 2.12: Variatie van de P_2O_5 excretie per GAVV en het AI

In onze analyse drukken we de excretiecoëfficiënt uit in m^3 per GAVV. Analoog aan Tabel 2.4 (p. 16) hanteren we de excretiecoëfficiënten van 1 m^3/GAVV en 1,2 m^3/GAVV.

- *Uitrijkosten op land van derden*

Afhankelijk van de bemestingsdruk in een gebied, kunnen de kosten voor mestafzet op land van derden erg variëren. Zo zal deze kost in Vlaams-Brabant heel wat lager liggen dan in West Vlaanderen. Daarbovenop volgt deze prijs ook het verloop van de varkenscyclus. Deze variabele kan bijgevolg niet als een constante aanzien worden.

Het verschil in afzetkosten voor gebieden met een lage, matige en hoge mestdruk wordt gesimuleerd door een afzetkost van respectievelijk 3, 13 en 23 €/m^3 in rekening te brengen. Deze prijzen bestaan uit een loonwerkerkost van 3 €/m^3 en een kost voor gebruik van het land van 0, 10 en 20 €/m^3.

- *Landgebondenheid*

De landgebondenheid van een vleesvarkenbedrijf bepaald de hoeveelheid varkensmest die afgezet kan worden op eigen land aan een kost van 3 €/m^3 (zie boven). Indien een bedrijf geen eigen land bezit (of huurt) waar mest op afgezet kan worden, is de landgebondenheid 0%. Wanneer een varkensbedrijf al zijn mest op eigen land kan afzetten bedraagt de landgebondenheid 100%, is er geen mestoverschot op bedrijfsniveau en is mestverwerking bijgevolg niet nodig.

In de scenario's die we in de volgende paragraaf opstellen varieert de landgebondenheid tussen 0 en 95%.

- *Verwerkingspercentage*

Het verwerkingspercentage bedraagt hier het te verwerken percentage van de totale varkensmestproductie op bedrijfsniveau en dus niet het verwerkingspercentage van het mestoverschot. Op deze manier maken we abstractie van de verschillen in mestoverschot tussen bedrijven op basis van hun bedrijfsgrootte.

In het algemeen zal bij een lager verwerkingspercentage (onder overigens dezelfde omstandigheden), meer arbeidsinkomen beschikbaar zijn per m^3 te verwerken mest.

In de scenario's die we in de volgende paragraaf opstellen varieert het verwerkingspercentage van de totale productie tussen 5 en 100%. Hierbij is 100% verwerking enkel relevant wanneer de landgebondenheid 0% bedraagt.

2.5.5. Uitwerken van scenario's inzake haalbaarheid van mestverwerkingstrajecten

Om de invloed van bovenstaande aannames en variabelen op de haalbaarheid van een mestverwerkingstraject in te schatten stellen we een aantal scenario's op waartussen we de variabelen laten wijzigen. De kosten voor mestafzet op eigen land van 3 €/m^3 is een constante.

In eerste instantie laten we het arbeidsinkomen variëren tussen 40 €/GAVV en 60 €/GAVV, waardoor het beschikbaar inkomen voor mestkosten (BI_{mk}) 7,8 €/GAVV of 23 €/GAVV bedraagt.

Ten tweede is er de excretiecoëfficiënt die 1 m^3/GAVV of 1,2 m^3/GAVV bedraagt. Bij een excretiecoëfficiënt van 1 m^3/GAVV is het BI_{mk} uitgedrukt in €/m^3 mest gelijk aan dat uitgedrukt in €/GAVV. In het geval van een excretiecoëfficiënt van 1,2 m^3/GAVV is dit een factor 1,2 kleiner.

Ten slotte zijn er de kosten voor het uitrijden van mest op land van derden, die 3, 13 of 23 €/m^3 bedragen naargelang de mestdruk in een bepaald gebied.

De combinaties van deze 3 variabelen resulteert in 12 scenario's waarvoor de resultaten worden weergegeven in tabellen. In deze tabellen is in de rijen de variatie tussen een aantal percentages van landgebondenheid weergegeven en in de kolommen de variatie in verwerkingspercentage van de totale varkensmestproductie.

Op deze manier is in de cellen af te lezen hoeveel het beschikbaar inkomen voor mestverwerking (BI_{mv}) bedraagt per m^3 te verwerken mest (berekend volgens het verwerkingspercentage van de totale productie). Dit BI_{mv} is berekend volgens onderstaande formule.

$$BI_{mv} = \frac{BI_{mk} - v \cdot U_e - (1 - v - l) \cdot U_d}{v}$$

Met: BI_{mv} = *Beschikbaar inkomen voor mestverwerking (€/m^3)*
BI_{mk} = *Beschikbaar inkomen voor mestkosten (€/m^3)*
U_e = *Kosten voor het uitrijden van mest op eigen land (= 3 €/m^3)*
U_d = *Kosten voor het uitrijden van mest op land van derden (€/m^3)*
v = *verwerkingspercentage van de totale mestproductie*
l = *percentage landgebondenheid*

In onderstaande tabellen zijn de resultaten voor de 12 scenario's weergegeven. In de cellen is het BI_{mv} af te lezen uitgedrukt in € per m^3 te verwerken mest voor een bepaalde combinatie van landgebondenheid en verwerkingspercentage binnen een scenario. De zwarte cellen vertegenwoordigen een onmogelijke combinatie onder de veronderstelling dat afzet op eigen land de voorkeur heeft ten opzichte van mestverwerking.

Deze tabellen worden in hoofdstuk 5 gebruikt om de economische haalbaarheid van de beschouwde mestverwerkingtrajecten te beoordelen. Wanneer BI_{mv} in een cel groter is dan de kost om één m^3 mest te verwerken via een bepaald mestverwerkingstraject, kan het traject als

haalbaar beschouwd worden voor de specifieke landgebondenheid en verwerkingspercentage van de cel bij het gegeven scenario.

- *Gemiddeld arbeidsinkomen en excretiecoëfficiënt van 1 m³/GAVV*

Tabel 2.6: Het beschikbaar inkomen voor mestverwerking (€/m³) bij een beschikbaar inkomen voor mestkosten van 7,8 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1 m³/GAVV en een kost van 3 €/m³ voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	7,8	9,0	12,6	19,0	27,0	51,0	99,0
20%		9,0	12,6	19,0	27,0	51,0	99,0
40%			12,6	19,0	27,0	51,0	99,0
60%				19,0	27,0	51,0	99,0
80%					27,0	51,0	99,0
95%							99,0

Tabel 2.7: Het beschikbaar inkomen voor mestverwerking (€/m³) bij een beschikbaar inkomen voor mestkosten van 7,8 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1 m³/GAVV en een kost van 13 €/m³ voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	7,8	6,5	2,6	-4,3	-13,0	-39,0	-91,0
20%		9,0	6,6	2,3	-3,0	-19,0	-51,0
40%			10,6	9,0	7,0	1,0	-11,0
60%				15,7	17,0	21,0	29,0
80%					27,0	41,0	69,0
95%							99,0

Tabel 2.8: Het beschikbaar inkomen voor mestverwerking (€/m³) bij een beschikbaar inkomen voor mestkosten van 7,8 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1 m³/GAVV en een kost van 23 €/m³ voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	7,8	4,0	-7,4	-27,7	-53,0	-129,0	-281,0
20%		9,0	0,6	-14,3	-33,0	-89,0	-201,0
40%			8,6	-1,0	-13,0	-49,0	-121,0
60%				12,3	7,0	-9,0	-41,0
80%					27,0	31,0	39,0
95%							99,0

- *Gemiddeld arbeidsinkomen en excretiecoëfficiënt van 1,2 m^3/GAVV*

Tabel 2.9: Het beschikbaar inkomen voor mestverwerking (€/m^3) bij een beschikbaar inkomen voor mestkosten van 7,8 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1,2 m^3/GAVV en een kost van 3 €/m^3 voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	6,5	7,4	10,0	14,7	20,5	38,0	73,0
20%		7,4	10,0	14,7	20,5	38,0	73,0
40%			10,0	14,7	20,5	38,0	73,0
60%				14,7	20,5	38,0	73,0
80%					20,5	38,0	73,0
95%							73,0

Tabel 2.10: Het beschikbaar inkomen voor mestverwerking (€/m^3) bij een beschikbaar inkomen voor mestkosten van 7,8 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1,2 m^3/GAVV en een kost van 13 €/m^3 voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	6,5	4,9	0,0	-8,7	-19,5	-52,0	-117,0
20%		7,4	4,0	-2,0	-9,5	-32,0	-77,0
40%			8,0	4,7	0,5	-12,0	-37,0
60%				11,3	10,5	8,0	3,0
80%					20,5	28,0	43,0
95%							73,0

Tabel 2.11: Het beschikbaar inkomen voor mestverwerking (€/m^3) bij een beschikbaar inkomen voor mestkosten van 7,8 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1,2 m^3/GAVV en een kost van 23 €/m^3 voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	6,5	2,4	-10,0	-32,0	-59,5	-142,0	-307,0
20%		7,4	-2,0	-18,7	-39,5	-102,0	-227,0
40%			6,0	-5,3	-19,5	-62,0	-147,0
60%				8,0	0,5	-22,0	-67,0
80%					20,5	18,0	13,0
95%							73,0

- *Hoog arbeidsinkomen en excretiecoëfficiënt van 1 m^3/GAVV.*

Tabel 2.12: Het beschikbaar inkomen voor mestverwerking (€/m^3) bij een beschikbaar inkomen voor mestkosten van 23 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1 m^3/GAVV en een kost van 3 €/m^3 voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	23,0	28,0	43,0	69,7	103,0	203,0	403,0
20%		28,0	43,0	69,7	103,0	203,0	403,0
40%			43,0	69,7	103,0	203,0	403,0
60%				69,7	103,0	203,0	403,0
80%					103,0	203,0	403,0
95%							403,0

Tabel 2.13: Het beschikbaar inkomen voor mestverwerking (€/m^3) bij een beschikbaar inkomen voor mestkosten van 23 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1 m^3/GAVV en een kost van 13 €/m^3 voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	23,0	25,5	33,0	46,3	63,0	113,0	213,0
20%		28,0	37,0	53,0	73,0	133,0	253,0
40%			41,0	59,7	83,0	153,0	293,0
60%				66,3	93,0	173,0	333,0
80%					103,0	193,0	373,0
95%							403,0

Tabel 2.14: Het beschikbaar inkomen voor mestverwerking (€/m^3) bij een beschikbaar inkomen voor mestkosten van 23 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1 m^3/GAVV en een kost van 23 €/m3 voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
20%		28,0	31,0	36,3	43,0	63,0	103,0
40%			39,0	49,7	63,0	103,0	183,0
60%				63,0	83,0	143,0	263,0
80%					103,0	183,0	343,0
95%							403,0

- *Hoog arbeidsinkomen en excretiecoëfficiënt van 1,2 m^3/GAVV*

Tabel 2.15: Het beschikbaar inkomen voor mestverwerking (€/m^3) bij een beschikbaar inkomen voor mestkosten van 23 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1,2 m^3/GAVV en een kost van 3 €/m^3 voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	19,2	23,2	35,3	56,9	83,8	164,7	326,3
20%		23,2	35,3	56,9	83,8	164,7	326,3
40%			35,3	56,9	83,8	164,7	326,3
60%				56,9	83,8	164,7	326,3
80%					83,8	164,7	326,3
95%							326,3

Tabel 2.16: Het beschikbaar inkomen voor mestverwerking (€/m^3) bij een beschikbaar inkomen voor mestkosten van 23 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1,2 m^3/GAVV en een kost van 13 €/m^3 voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	19,2	20,7	25,3	33,6	43,8	74,7	136,3
20%		23,2	29,3	40,2	53,8	94,7	176,3
40%			33,3	46,9	63,8	114,7	216,3
60%				53,6	73,8	134,7	256,3
80%					83,8	154,7	296,3
95%							326,3

Tabel 2.17: Het beschikbaar inkomen voor mestverwerking (€/m^3) bij een beschikbaar inkomen voor mestkosten van 23 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1,2 m^3/GAVV en een kost van 23 €/m^3 voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	19,2	18,2	15,3	10,2	3,8	-15,3	-53,7
20%		23,2	23,3	23,6	23,8	24,7	26,3
40%			31,3	36,9	43,8	64,7	106,3
60%				50,2	63,8	104,7	186,3
80%					83,8	144,7	266,3
95%							326,3

We illustreren de interpretatie van de tabellen met een voorbeeld:

Wanneer een traject een verwerkingskost van 20 €/m^3 met zich meebrengt kunnen we uit Tabel 2.6 aflezen dat bij een BI_{mk} van 7,8 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1 m^3/GAVV en een kost van 3 €/m^3 voor het uitrijden van mest op eigen land een verwerkingspercentage van 20%, haalbaar kan worden geacht ongeacht de landgebondenheid. De landgebondenheid is in dit voorbeeld geen bepalende factor omdat de kost voor het uitrijden van mest op land van derden gelijk is aan de kost voor het uitrijden van mest op eigen land.

Bij een hogere mestdruk (uitrijkost op land van derden van 13 of 23 €/m^3) blijkt de landgebondenheid wel een belangrijke invloed te hebben op het BI_{mv}. Zo zien we in Tabel 2.7 en Tabel 2.8 dat een mestverwerkingskost van 20 €/m^3 pas haalbaar wordt bij een hoge landgebondenheid en laag verwerkingspercentage. De negatieve getallen wijzen erop dat ondernemingen met een gemiddeld arbeidsinkomen in gebieden met een middelmatige tot hoge mestdruk reeds een bestaansprobleem hebben bij lage landgebondenheid.

2.5.6. Voorlopige conclusies uit de scenario's

Binnen de gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven is een grote variatie terug te vinden naar rendabiliteit, efficiëntie, ligging, grootte en landgebondenheid. Ook het percentage mest dat verplicht verwerkt moet worden, verschilt afhankelijk van de grootte en landgebondenheid van de onderneming.

Om de invloed aan te geven van een aantal variabelen – AI, excretiecoëfficiënt en uitrijkosten van mest op land van derden – werden 12 scenario's opgesteld en uitgewerkt in tabelvorm. Landgebondenheid en percentage verwerkingsplichtige mest worden in de tabellen gevarieerd. In de cellen van de tabellen wordt het BI_{mv} weergegeven voor een bepaald scenario bij een bepaalde landgebondenheid en verwerkingspercentage. Het BI_{mv} geeft een indicatie van het beschikbare inkomen voor verwerking van elke m^3 te verwerken mest.

Uit bovenstaande tabellen blijkt dat door de combinatie van de verschillende variabelen een grote variatie aan BI_{mv} ontstaat. Het arbeidsinkomen zal in belangrijke mate bepalend zijn voor de haalbaarheid van mestverwerking. Bij lage landgebondenheid en een laag verwerkingspercentage weegt de kost voor uitrijden op land van derden sterk door. Ondernemingen met een gemiddeld arbeidsinkomen in gebieden met een middelmatige tot hoge mestdruk blijken bij lage landgebondenheid reeds een bestaansprobleem te hebben.

In hoofdstuk 5 wordt de haalbaarheid van de verschillende mestverwerkingstrajecten beoordeeld door hun kost te situeren binnen deze tabellen. Het bepalen van een haalbaar mestverwerkingspercentage voor de ganse sector is op basis van deze analyse echter niet mogelijk vanwege de grote variatie binnen de sector. De representativiteit van een gemiddeld bedrijf is hierdoor immers betwistbaar. De tabellen vormen wel een instrument dat inschatting van de economische haalbaarheid van de beschouwde mestverwerkingstrajecten ondersteunt.

2.6. Milieuaspecten van de veeteeltsector

Een van de belangrijkste uitdagingen in de modernisering van pluimvee en varkensteelt is een balans te vinden tussen de bescherming van het leefmilieu, de toenemende dierenwelzijnseisen en de noodzakelijke rendabiliteit. Veeteeltactiviteiten kunnen bijdragen tot de volgende milieuaspecten:

- verzuring (ammoniak: NH_3);
- eutrofiëring (stikstof: N, fosfor: P);
- broeikaseffect (methaan: CH_4, lachgas: N_20);
- verdroging (gebruik van grondwater);
- hinder (geur, geluid);
- verspreiding van gevaarlijke stoffen (zware metalen, antibiotica).

De belangrijkste milieuaspecten hangen samen met de mest. Dieren gebruiken voeder en schei-

den via de mest het grootste deel van de nutriënten terug uit, die op hun beurt kunnen verdampen (NH_3, N_2O) of in het grondwater of oppervlaktewater terechtkomen (N, P). De precieze hoeveelheden van deze emissies zijn niet altijd goed gekend.

De milieu-aspecten die niet mestgerelateerde zijn worden besproken in de BBT-studie voor de veeteeltsector (Derden et al, 2005).

Voor het aspect mestverwerking zijn vooral de emissies van stikstof en fosfor naar de bodem relevant. Het verspreiden van mest op de akkers en weiland is verreweg de meest toegepaste manier om deze stoffen te valoriseren of er zich van te ontdoen. Mest is immers een goede bodemverbeteraar. Overdreven bemesting leidt echter tot belangrijke verontreiniging van grond- en oppervlaktewater. Hierbij gaat de meeste aandacht uit naar de verontreiniging door stikstof en fosfor, maar andere elementen zoals kalium, zware metalen, pathogene micro-organismen, antibiotica of andere farmaceutische stoffen kunnen van belang zijn. De emissie van koper is sinds 1994 sterk teruggelopen door het terugdringen van deze stof in varkensvoeder.

Stikstof komt op de bodem terecht voornamelijk onder vorm van organische en ammoniakale stikstof.

2.7. De mestproblematiek

2.7.1. De productie van mest

In het jaar 2004 werd in Vlaanderen ca. 35 miljoen ton dierlijke mest geproduceerd. Naar nutriëntenproductie komt dit neer op 61,5 miljoen kg fosfaat (P_2O_5) en 161 miljoen kg stikstof (2005, bron VLM). De helft van de dierlijke mest is afkomstig van runderen die daarvan een behoorlijk deel achterlaten op het weiland. Varkens zorgen voor ca. 39 procent van de mestproductie, pluimvee voor 10 procent en de overige dieren voor het restant. De nutriëntenproductie per diersoort wordt getoond in tabel 2.18.

Tabel 2.18: Nutriëntenproductie door de Vlaamse veeteelt

Diersoort	Fosfaat (P_2O_5) uitscheiding (kg/dier, jaar)		Stikstof (N) uitscheiding (kg/dier, jaar)	
I. RUNDVEE	**Forfaitair[1]**	**Gemeten[2]**	**Forfaitair[1]**	**Gemeten[2]**
I.1° Melkvee melkkoeien en zoogkoeien	30,0		97,0	
vervangingsvee jonger dan 1 jaar	10,0		33,0	
vervangingsvee van 1 jaar tot jonger dan 2 jaar	17,0		56,0	
I.2° Mestvee mestkalveren	3,6		10,5	
runderen jonger dan 1 jaar	8,7		23,0	
runderen van 1 jaar tot jonger dan 2 jaar	22,0		61,0	
Andere runderen	29,5		77,0	
II. VARKENS				
biggen met een gewicht van 7 tot 20 kg	2,02	1,11	2,46	2,44
beren	14,5	8,45	24,0	16,0
zeugen, inclusief biggen met een gewicht kleiner dan 7 kg	14,5	11,5	24,0	20,3
andere varkens met een gewicht: van 20 tot 110 kg van 110kg of meer	6,5 14,5	4,2 11,2	13,0 24,0	11,1 20,1

Tabel 2.18: Nutriëntenproductie door de Vlaamse veeteelt (vervolg)

Diersoort	Fosfaat (P_2O_5) uitscheiding (kg/dier, jaar)		Stikstof (N) uitscheiding (kg/dier, jaar)	
III. PLUIMVEE	**Forfaitair[1]**	**Gemeten[2]**	**Forfaitair[1]**	**Gemeten[2]**
III.1. Legrassen legkippen (inclusief (groot) ouderdieren-legkippen)	0,49	0,37	0,69	0,62
opfokpoeljen en legkippen	0,18	0,17	0,31	0,38
III.2 Vleesrassen Slachtkuikens	0,29	0,17	0,62	0,55
Slachtkuiken-ouderdieren	0,71	0,58	1,2	1,03
opfokpoeljen van slachtkuiken-ouderdieren	0,25	0,21	0,43	0,43
III.3 Struisvogels struisvogels fokdieren	9,80		18,0	
struisvogel slachtdieren	4,5		8,6	
struisvogels (0-3 maand)	1,7		3,5	
III.4 Kalkoenen kalkoenen slachtdieren	0,79		2,2	
kalkoenen ouderdieren	1,47		2,00	
III.5 Ander pluimvee	0,19		0,24	
IV. PAARDEN				
paarden (>600 kg)	30,0		65,0	
paarden en pony's (200-600 kg)	21,0		50,0	
paarden en pony's (<200 kg)	12,0		35,0	
V. ANDERE				
V.1 Konijnen (per voedster)	5,04		8,64	
V.2 Geiten en schapen jonger dan 1 jaar	1,72		4,36	
V.3 Geiten en schapen ouder dan 1 jaar	4,14		10,5	
V.4 Nertsen (per moederdier)	1,87		3,22	

(1) bron: forfaitaire uitscheidingscijfers 2000 (VLM, 2000)
(2) bron: niet-forfaitaire uitscheidingscijfers productiejaar 2004 (toepassing laag P-convenant, regressierechte en volledige nutriëntenbalans).

Ter vergelijking, in Nederland gaat men uit van gevoelig lagere forfaitaire productienormen: voor vleesvarkens 7,5 kg N per dier per jaar, voor zeugen 15,4 kg N en voor legkippen en vleeskuikens resp. 0,449 en 0,351 kg N. Dit verschil is gedeeltelijk te verklaren doordat in Vlaanderen N-vervluchtiging nog niet is meegerekend (15%).

Het gehalte van nutriënten in de mest is afhankelijk van de hoeveelheid nutriënten in het voeder. Fosfaat- en eiwitarme voeders geven minder N en P in de mest. In Vlaanderen werkt men met de volgende berekeningswijze (Vlaamse Gemeenschap, 2000):

Tabel 2.19: Nutriëntenuitscheiding in functie van fosfor- en stikstofgehalte in het voeder. P-opname in kg P/dier/jaar, N-opname in kg ruw eiwit/dier/jaar

Dier	Mineralenproductie in de mest (kg/dier.jaar)	
	P_2O_5	N
Biggen 7-20 kg	2,03 x P-opname – 1,114	0,13 x N-opname – 2,293
Varkens 20-110 kg	1,92 x P-opname – 1,204	0,13 x N-opname – 3,018
Varkens >110 kg	1,86 x P-opname + 0,949	0,13 x N-opname + 0,161
Zeugen + biggen	1,86 x P-opname + 0,949	0,13 x N-opname + 0,161
Legkippen	2,30 x P-opname – 0,115	0,16 x N-opname – 0,434
Vleeskippen	2,25 x P-opname – 0,221	0,15 x N-opname – 0,455

Gemiddeld gesproken zal de samenstelling van vleesvarken- en kippenmest er uitzien als getoond in tabel 2.20 en 2.21.

Tabel 2.20: Gemiddelde samenstelling van varkensmengmest (verschillende bronnen) uitgedrukt in kg/ 1000 kg mest

	Praktijkonderz /BREF	Seghers[1]	BDB[2]	VITO[3]	Hier gebruikt
pH		8,1		7-8	
Droge stof	90	81	83	60-100	90
Organische stof	60	62	54	55-65	60
Minerale stof		25		35-45	30
N-totaal	7,2	7,2	7,8	5-10	8,1
N-mineraal	4,2		4,5		4
N-organisch	3,0	2,1		4-8	4,1
NH4-N		4,7		4-7	
P_2O_5	4,2	5,0	4,5	3,0-4,8	4,0
K_2O	7,2	6,8	5,9	1,0-5,5	7,2
MgO	1,8	1,5	1,9	0,7-2,9	
CaO			3,7	1,5-7,5	
Na_2O	0,9	1	1,3		
Cl		2,2		2	
SO_4		0,6		< 0,01	
Ca		2,5			
Mg		0,6			
Organisch S		0,7			
Fe		0,3		1,0-1,5	
Cu		0,05		0,2-0,5	
Zn		0,07		0,25-1,0	
Mn		0,15		0,25-0,30	
Volumegewicht (kg/m³)	1040			1040	1040
BZV		32		10-60	40
CZV		91		50-100	

(1) medeling Bart Adams, Seghers BetterTechnology, gebaseerd op een combinatie van meetgegevens
(2) bron Verlinden G., 2005
(3) gegevens meerdere mestverwerkingsprojecten VITO

Tabel 2.21: Gemiddelde samenstelling van droge kippenmest (verschillende bronnen) uitgedrukt in kg/ 1000 kg mest

	KWIN-Veehouderij[1]	BDB[2] (% DS > 50)	Hier gebruikt
Droge stof	515	653,7	500
Organische stof	374	482,4	370
N-totaal	24,1	29,5	25
N-mineraal	2,4	4,8	
N-organisch	21,7	24,7	
P_2O_5	18,8	25,7	20
K_2O	12,7	19,7	13
MgO	4,9		
Na_2O	1,5		
Volumegewicht (kg/m³)	605		600

(1) Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2004-2005
(2) bron Stevens et al, 2001

Het volume van mest dat geproduceerd wordt per dier is sterk afhankelijk van de voedermethode en de beschikbaarheid van water. In Vlaanderen (Vlarem II bijlage 5.9) en Nederland (Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2004-2005) worden de volgende cijfers gehanteerd.

Tabel 2.22: Mestvolumes per varkenscategorie

Omschrijving	Mestproductie in m³ per gemiddeld aanwezig dier per jaar (Nederland)	Mestproductie in m³ per dierplaats per jaar (Vlarem)
Zogende zeugen met biggen	5,8	4,6
Zeugen zonder biggen	2,8-2,9	2,0-4,0
Gespeende biggen	0,6	0,4-0,8
Opfokzeugen en -beren	1,3	2,0
Dekbeer	3,2	4,0
Vleesvarkens (afhankelijk van dranksysteem)	1,1-1,5	1,2-1,6

Tabel 2.23: Mestvolumes en drogestofgehalte van pluimveemest bij verschillende huisvestingssystemen

Pluimveecategorie	Droge stofgehalte in mest (%) (Nederland)[1]	Kg mest per gemiddeld aanwezig dier en per jaar (Nederland)[1]
Opfok legkip batterij	14	25,4
Opfok legkip batterij met geforceerde droging	55	9,1
Opfok legkip grond	55	9,6
Leghen batterij	14	63,5
Leghen batterij met geforceerde droging	54	22,7
Leghen grond	45	29,5
Opfok vleesras	55	13,4
Vleeskuiken ouderdier	65	23,0
Vleeskuikens	61	11,0

(1) Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2004-2005
(2) bron Stevens et al, 2001

In de praktijk variëren de hoeveelheid en vochtgehalte van mest van bedrijf tot bedrijf.

Bij pluimvee maakt men onderscheid tussen:
- natte mest (0-20% DS): legkippen op batterijen;
- droge mest (> 45% DS): legkippen op batterijen met mestdroging;
- stromest (50-80% DS): legkippen en vleeskippen op ingestrooide vloeren.

Bij varkens heeft men:
- vleesvarkenmest (ca. 9% DS);
- zeugenmest (ca. 5% DS).

2.7.2. Emissies veroorzaakt door mest

De N-hoeveelheid afkomstig van dierlijke mest bedroeg in 2004 bij benadering 171,7 miljoen kg N en 70,1 miljoen kg P_2O_5 (MIRA 2005). Dit is een daling t.o.v. 1990 met ca. 15% of 30,6 miljoen kg N en 23,7% of 21,8 miljoen kg P_2O_5. De daling is voornamelijk te wijten aan de afbouw van de veestapel en aan een reductie van de nutriënteninhoud in het voeder. Daarnaast is er ook nog kunstmest, het gebruik ervan is sterk gedaald met ca. 39% of 43,3 miljoen kg N t.o.v. 1990 (MIRA 2005).

Volgens VLM werd in 2004 in Vlaanderen 161,5 miljoen kg N en 61,5 miljoen kg P_2O_5 als dierlijke mest geproduceerd. De Mestbank baseert zich op de aangiftegegevens van de landbouwers over het aanslagjaar 2005 (productiejaar 2004). Daarbij wordt niet gekeken naar volumes mest uitgedrukt in ton, maar naar het totaal aan voedingsstoffen stikstof (N) en difosforpentoxide (P_2O_5) van de verschillende mestsoorten. Deze cijfers verschillen van de waarden gerapporteerd in MIRA 2005. De verschillen zouden te wijten zijn aan verschillende excretiefactoren voor runderen (ILVO).

NH_3-emissie:

De ammoniakemissie is onderworpen aan de Europese NEC-richtlijn waarbij een emissieplafond van 45 kton voor Vlaanderen is vastgelegd welk tegen 2010 moet bereikt worden. Dit is een reductie van 43,6% tov 1990. Op basis van deze richtlijn is op 12 december 2003 het emissiereductieprogramma goedgekeurd voor het Vlaamse gewest. Er zijn 5 maatregelen voorgesteld namelijk:
1. afbouw van de veestapel
2. emissiearme aanwending van ruwe mest
3. emissiearme stallen
4. voedertechnische maatregelen
5. mestverwerking

Mestverwerking is één van de pijlers om de ammoniakreductie te verwezenlijken. De reductie wordt gerealiseerd door een lagere emissie van ammoniak tijdens verwerking dan bij uitspreiding. Bij mestverwerking worden stappen waar NH_3 vrijkomt afgezogen en behandeld door een zure wasser waardoor een reductie wordt bekomen. Door de snellere verwerking is er geen opslag van ruwe mest tijdens de winter waardoor de NH_3 emissie tijdens opslag vermindert. De eindproducten van mestverwerking hebben een lager gehalte aan ammoniakale stikstof dan ruwe mest, namelijk 28% in plaats van 60% (VCM, 2005).

De ammoniakemissie uit dierlijke mest wordt berekend (VMM-ammoniak-emissiemodel) op basis van:

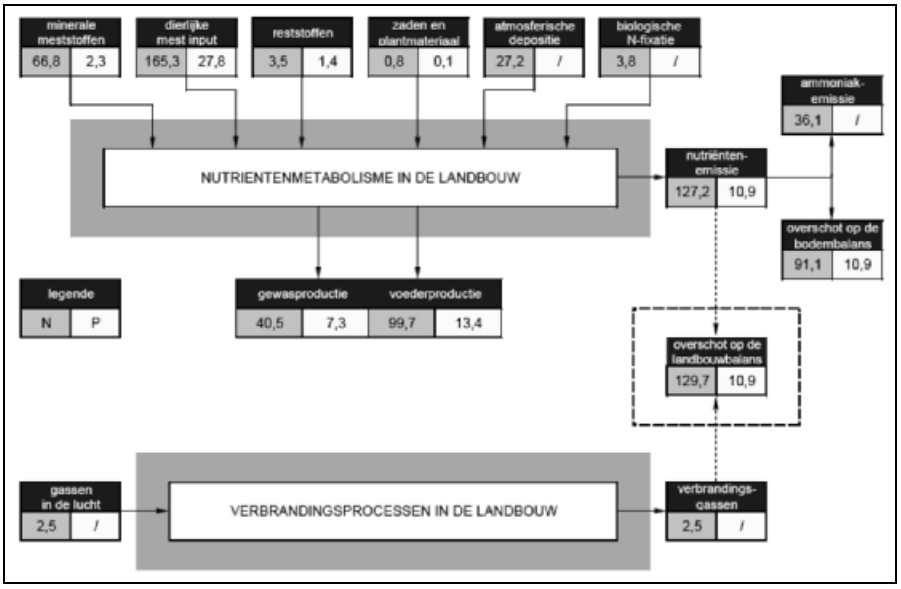
→ de veestapel;
→ N-excretiecoëfficiënten;
→ NH_3-emissie ter hoogte van stallen, mestopslag, weiden en mesttoediening.

Voor 2004 bedroeg de ammoniak uitstoot uit dierlijke mest 36,1 miljoen kg N, wat ca. 28% is van de totale N-emissie. De NH_3-uitstoot te wijten aan bemesting met kunstmest is beduidend lager en bedroeg 2,5 miljoen kg N.

Om een volledig beeld te krijgen van de emissie van verzurende stoffen dient ook rekening gehouden te worden met de emissie van verzurende componenten bij de productie van het kunstmest.

N en P-emissie:

De onderstaande figuur 2.13 geeft een overzicht van de nutriëntenbalans en een globaal inzicht in de grootte van de stromen in de nutriëntenbalans van de Vlaamse landbouwsector. Een gedeelte hiervan beperkt zich tot de nutriëntenbalans van de landbouwbodem, de zogenaamde "bodembalans". Deze bestaat aan de inputzijde uit de hoeveelheden nutriënten die de landbouwbodem binnenkomen (mest, atmosferische depositie, biologische stikstoffixatie, zaaigoed). De outputzijde bestaat uit de hoeveelheden die als gewas de landbouwbodem verlaten, de ammoniakemissie en de overige emissies naar het milieu die via de landbouwbodem passeren. Die overige emissies worden gedefinieerd als overschot op de bodembalans.

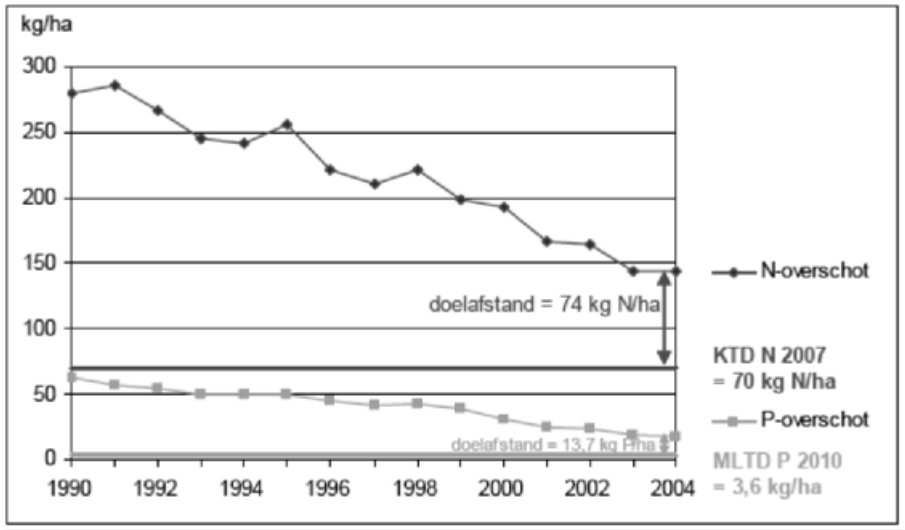


Figuur 2.13: Nutriëntenbalans van de Vlaamse Landbouwsector, in miljoen kg
(Bron: CLE berekeningen op basis van NIS-lanbouwtellingen, CLE-boekhoudingen en Mestbankregistratie (MIRA)).

Het overschot op de bodembalans komt gedeeltelijk als stikstof- en fosforzouten terecht in de bodem, grond- en oppervlaktewater. In 2004 bedroeg het stikstofoverschot exclusief de NH_3-emissie 91,1 miljoen kg N of 144 kg N/ha, voor fosfor bedroeg het overschot 10,9 miljoen kg P

of 17,1 kg P/ha. Dit is t.o.v. 1990 een daling met 45% voor het stikstofoverschot. Figuur 2.9 geeft het stikstof- en fosforoverschot weer op de bodembalans in de Vlaamse landbouwsector.

De doelstelling voor 2007 uit het MINA-plan 3 bedraagt ten hoogste 70 kg N/ha. Dit doel vloeit uit de nitraatrichtlijn (50 mg NO_3^-/l). Bij een jaarlijks neerslagoverschot van 300 mm kan aan deze norm worden voldaan indien er samen met het uitstromende water ten hoogste 35 kg N/ha jaar uit de Vlaamse landbouw via de bodem verdwijnt. Rekening houdende met 50% denitrificatie, bedraagt de richtlijn 70 kg N/ha (VMM). De doelstelling voor P bedraagt 3,6 kg P/ha voor 2010 (MIRA-S 2000). Deze is bepaald als halvering t.o.v. van het overschot op de bodembalans voor fosfor in 2002, uitgaande van de bemestingsnormen van 2003.

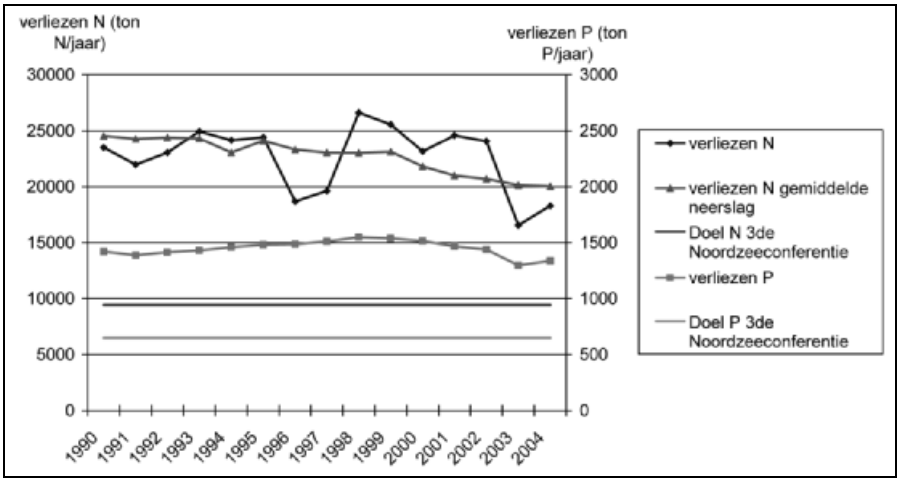


	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
N	280	286	267	245	241	256	221	211	222	199	193	167	164	144	144
P	64	58	55	51	50	50	45	42	42	40	31	25	23	19	17

Figuur 2.14: Stikstof en fosforoverschot op de bodembalans van de landbouwsector
(Bron: CLE-berekeningen op basis van NIS, CLE & VMM).

Uitgaande van het mestgebruik in de landbouw berekent het SENTWA-model de verliezen naar het oppervlaktewater. De berekende verliezen van N zijn tussen 1990 en 2004 afgenomen van ongeveer 23,5 miljoen kg N tot 18,3 miljoen kg N. De uitspoeling van stikstof is sterk afhankelijk van de hoeveelheid neerslag. In figuur 2.10 zijn de verliezen uitgezet voor de reële jaarneerslag en de gemiddelde neerslag (periode 1990-2003). In perioden van hoge neerslag zijn de N-verliezen hoger dan in perioden met een lage neerslaghoeveelheid. De evolutie van de P-verliezen verloopt vlakker aangezien deze minder neerslagafhankelijk zijn. Deze evoluties in de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater door mestgebruik in de landbouw zijn in figuur 2.10 weergegeven.

Vergelijkbare berekeningen voor stikstof- en fosforverliezen naar het grondwater zijn meer complexer en moeilijk uitvoerbaar door o.a. ontbrekende gegevens omtrent stoftransportmechanismen.



Figuur 2.15: Stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater door mestgebruik in de landbouw (Vlaanderen, 1990-2004), Bron: VMM.

Om te kunnen voldoen aan de Europese nitraatrichtlijn heeft Vlaanderen het MAP-meetnet uitgebouwd met voor de landbouw specifieke meetpunten. Dit is in de zomer van 1999 uitgevoerd. Het omvat sinds 2002 ca 800 meetputten.

Uit de metingen volgt dat de nitraatverontreiniging groter is in de winter dan in de zomer. Er worden nog steeds overschrijdingen opgetekend van de norm van 50 mg NO_3^-/l (nitraatrichtlijn) (VMM).

Dat leidt tot de volgende cijfers:

Overzicht percentage MAP-meetplaatsen dat 50 mg nitraat/l overschrijdt		
Winterjaar (juli-juni)	**%**	**aantal meetplaatsen**
2005-2006	42	784
2004-2005	41	792
2003-2004	45	793
2002-2003	32	749
2001-2002	41	269
2000-2001	49	255
1999-2000	59	255

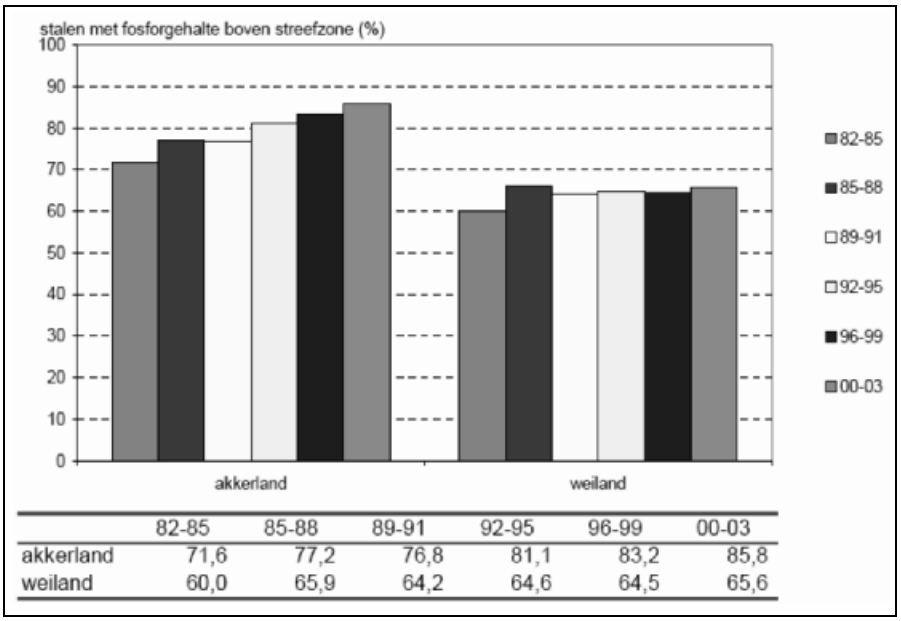
Uit de meetwaarden blijkt dat in 2005-2006 42% van de MAP-meetplaatsen de grenswaarde overschrijden.

Een trend van gevoelige verbetering had zich ingezet: terwijl in de winter '1999-2000 nog 59% van de MAP-meetplaatsen niet voldeden aan de norm van de nitraatrichtlijn, zakte dit percentage tot 49% in de winter 2000-2001, tot 41% in de winter '2001-2002 en ten slotte tot nog 32% in de winter 2002-2003. De gunstige trend werd echter doorbroken en in de winter '03-'04 steeg het percentage weer naar 45%. In de winter 2004-2005 wordt op 41% van de MAP-meetplaatsen een concentratie hoger dan de drempel van 50 milligram nitraat per liter gemeten.
Verhoogde fosforconcentraties in het grondwater zijn niet waargenomen.

In het kader van de beheersovereenkomst water is er een grenswaarde van 90 kg NO_3^--N per ha in de bodem opgelegd die niet mag overschreden worden. Dit gebeurt d.m.v. nitraatresidubepalingen. Het gemiddelde nitraatresidu voor alle teelten bedroeg 91 kg NO_3^-N/ha in 2001, 66 kg NO_3^-N/ha in 2002, 80 kg NO_3^-N/ha in 2003 en 77 kg NO_3^-N/ha in 2004 (VLM). Bepaalde gewassen (bv. aardappelen en maïs) overschrijden telkens de norm van 90 kg NO_3^--N/ha.

Als toestandsindicator voor fosfor in de bodem geldt de indeling van de akkerbouw- en weilandpercelen volgens de fosfaatconcentratie in de bodem uitgedrukt als percentage van de percelen met een fosfaatgehalte hoger dan de streefzone. De streefzone bedraagt 12-18 mg P per 100 g droge grond voor akkerland en 19-25 mg P per 100 g droge grond voor weiland. De streefzone is een optimale voorziening van een bepaald element waarbij een uitgebalanceerde bemesting resulteert in een optimale economische landbouwproductie. Indien het gehalte hoger is dan de streefzone, kan bespaard worden op de bemestingsdosis.

Uit de resultaten van de Bodemkundige Dienst van België (BDB), die in figuur 2.16 zijn samengevat, blijkt dat er voor akkerland een voortdurende stijging merkbaar is voor de landbouwpercelen met een fosforgehalte hoger dan de streefzone over de periode 1982-2003. In 2000-2003 hebben 85% van de akkerbouwpercelen een fosforgehalte dat hoger is dan de streefzone. Weiland daarentegen kent een stabiel verloop maar 66% van de weilandpercelen hebben een hoger fosforgehalte dan de streefzone.



	82-85	85-88	89-91	92-95	96-99	00-03
akkerland	71,6	77,2	76,8	81,1	83,2	85,8
weiland	60,0	65,9	64,2	64,6	64,5	65,6

Figuur 2.16: Percentage percelen met een P-gehalte hoger dan de streefzone voor Vlaanderen (1982-2003), Bron: Bodemkundige dienst van België.

Er bestaat een rechtstreeks verband tussen fosfaatbemesting en de fosfaattoestand van de percelen. De gebieden met intensieve veeteelt vallen overwegend in de provincies met hoge fosfaatgehalten.

Fosfor is weinig mobiel in de bodem, een bemesting bovenop de behoefte van het gewas leidt tot accumulatie van het P-gehalte.

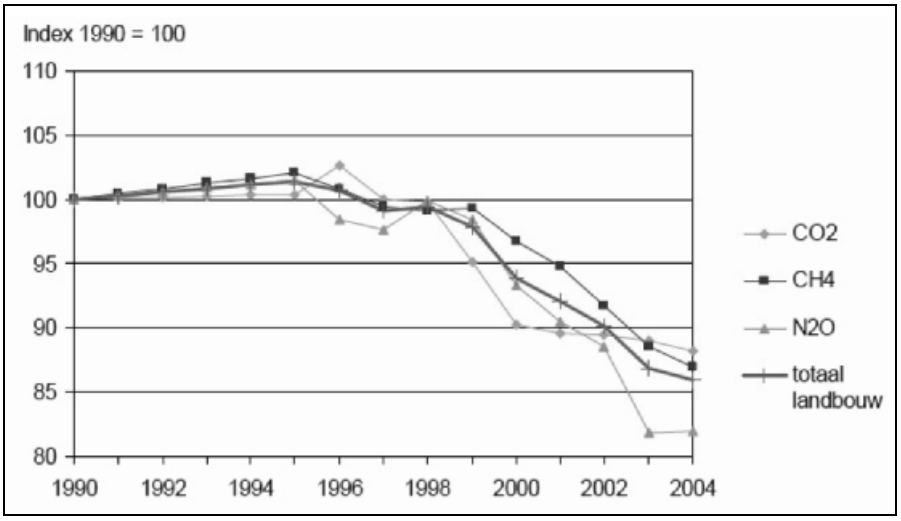
Broeikasgassen:

Andere belangrijke emissies uit de landbouw zijn de broeikasgassen CO_2, CH_4 en N_2O.

De CH_4-emissie uit de landbouw bedroeg 207 kton in 2004. Hiermee is de landbouw verantwoordelijk voor 78,7% van de totale CH_4-emissie in Vlaanderen. De emissie heeft plaats ter hoogte van de spijsvertering van dieren en dierlijke mest. Ongeveer 107 kton is afkomstig van dierlijke mest waarvan 60% uit varkensmest. De totale CH_4-emissie uit de landbouw is tussen 1990 en 2004 gedaald met 13,1%.

De vorming van lachgas (N_2O) is o.a. het gevolg van biologische processen. De N_2O-emissie uit biologische processen wordt ingeschat d.m.v. het IPCC model (Van Moortel et al., 2000) dat is ontwikkeld aan de Universiteit van Gent. Er worden 3 vormen onderscheiden van N_2O-emissie in de landbouw:
→ directe N_2O-emissie uit de bodem;
→ directe N_2O-emissie tijdens dierlijke productie;
→ indirecte N_2O-emissie uit stikstofgebruik in de landbouw.

De belangrijkste emissieplaats is de landbouwbodem met een directe emissie van 5167 ton N_2O of 62% van de totale N_2O-emissie uit de landbouw in 2004. De directe emissie uit de bodem is voor een groot deel afkomstig van gebruik van stikstofmest en is met 15% gedaald sinds 1990. De landbouw staat in voor 37% van de Vlaamse N_2O-emissie.



Figuur 2.17: Relatieve evolutie (%) van de emissies van broeikasgassen uit de landbouw in Vlaanderen (1990-2004)
Bron: VMM; Energiebalans Vlaanderen, VITO.

De cijfers voor de jaren 1991 tot en met 1994 zijn geïnterpoleerd op basis van 1990 en 1995.

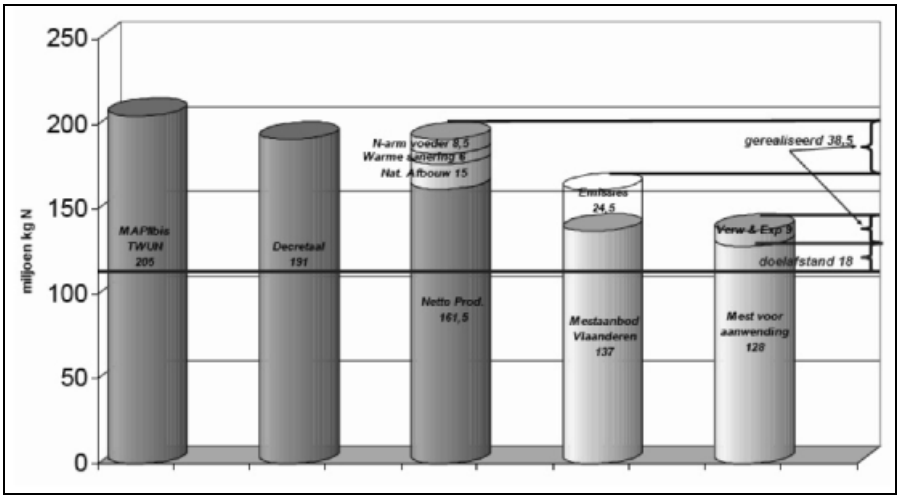
Uit figuur 2.17 valt duidelijk op dat vanaf 1998 er een sterk dalende trend is van de uitstoot van de broeikasgassen in de landbouw. Dit is het resultaat van maatregelen zoals emissiearme toediening van mest en de verdere afbouw van de veestapel.

2.7.3. Huidig mestoverschot en het aandeel hiervan dat verwerkt dient te worden

Zoals in paragraaf 2.5 en 2.6 gemeld is de overmatige bemesting een belangrijke bron van grondwater- en oppervlaktewaterverontreiniging door fosfaten en nitraten. De nitraatrichtlijn en de erop volgende Vlaamse mestactieplannen bepalen het regelgevend kader om deze milieuvervuiling binnen de perken te houden (zie Hoofdstuk 3).

Vanaf 2000 bepaalt *MAP-2bis* op welke manier dit overschot moet weggewerkt worden, door uit te gaan van drie sporen:
- aanpak aan de bron (voedertechnieken + afbouw veestapel): **25%**;
- oordeelkundige bemesting (een meer optimale invulling van de bemestingsnormen met dierlijke mest): **25%**;
- mest- en nutriëntenverwerking: **50%**.

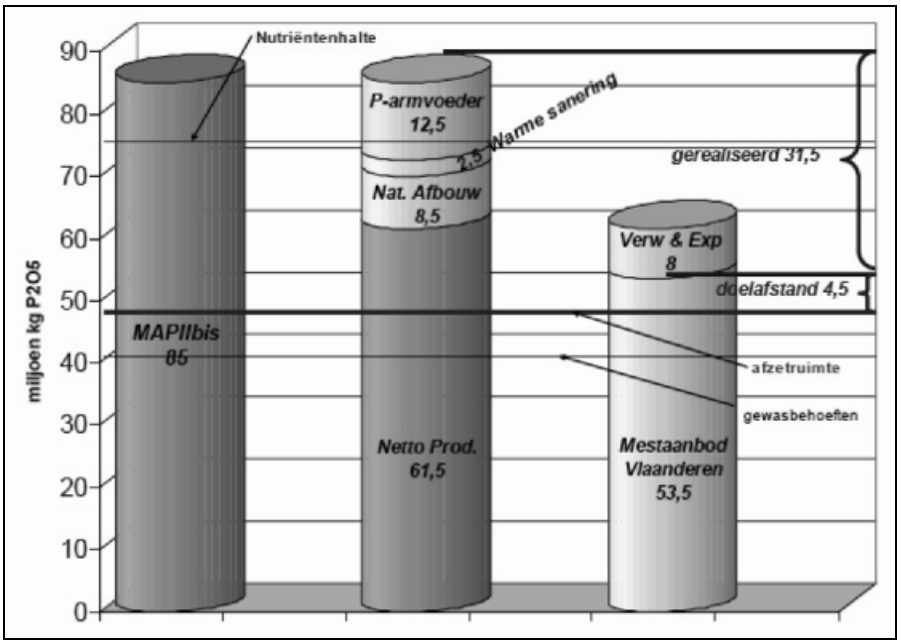
In 2004 werd in Vlaanderen 161,5 miljoen kg N en 61,5 miljoen kg P_2O_5 als dierlijke mest geproduceerd. De Mestbank baseert zich op de aangiftegegevens van de landbouwers over het aanslagjaar 2005 (productiejaar 2004). Daarbij wordt niet gekeken naar volumes mest uitgedrukt in ton, maar naar het totaal aan voedingsstoffen stikstof (N) en difosforpentoxide (P_2O_5) van de verschillende mestsoorten. Deze cijfers verschillen van de waarden gerapporteerd in MIRA 2005. Rekening houdend met de N-verliezen en de export van mest komt dit neer op een mestaanbod voor de Vlaamse grond van respectievelijk 128 miljoen kg N en 53,5 miljoen kg P_2O_5 (VLM, 2005). De maximale afzet van dierlijk mest in Vlaanderen bedraagt 110 miljoen kg N en 49 miljoen kg P_2O_5 (zie doelafstand in fig. 2.18 en 2.19). Dit geeft als resultaat **een mestoverschot van 18 miljoen kg N en 4,5 miljoen kg P_2O_5**. Dit is een daling t.o.v. 2003 met 3 miljoen kg N en 1,5 miljoen kg P_2O_5.



Figuur 2.18: De Vlaamse mestbalans in miljoen kg N in 2004
(Bron: VLM)

Figuren 2.18 en 2.19 geven een schematische weergave van de mestoverschotten met de daarbij horende doelafstanden voor N en P_2O_5. Ten opzichte van 2003 is dit een daling in mestoverschot met 1,5 miljoen kg P_2O_5 en 3 miljoen kg N. Voor P_2O_5 wordt de doelstelling bijna gehaald.

De afname van de overschotten is resultaat van export, nutriëntenarme voeders, mestverwerking en de verdere afbouw van de veestapel.



Figuur 2.19: De Vlaamse mestbalans in miljoen kg P_2O_5 in 2004
(Bron: VLM)

Er is een stijgende trend in de operationele verwerkingscapaciteit die in 2005 dan 13,3 miljoen kg N en 9,0 miljoen kg P_2O_5 bedroeg in Vlaanderen (VCM, 2005). Cijfers van 2006 tonen een operationele capaciteit van 14,2 miljoen kg N en 9,6 miljoen kg P_2O_5 in Vlaanderen (VCM, 2006). Ten opzichte van 2004 (VLM) is dit een verdere daling in mestoverschot met 4,3 miljoen kg P_2O_5 en 1 miljoen kg N. Ongeveer 85% van de mestverwerking is voor rekening van de pluimveemest (VCM, 2005). De huidige operationele capaciteit kan voldoende worden geacht voor het wegwerken van het pluimveemestoverschot. Er is slechts 20% capaciteit voorhanden voor de verwerking van varkensmest.

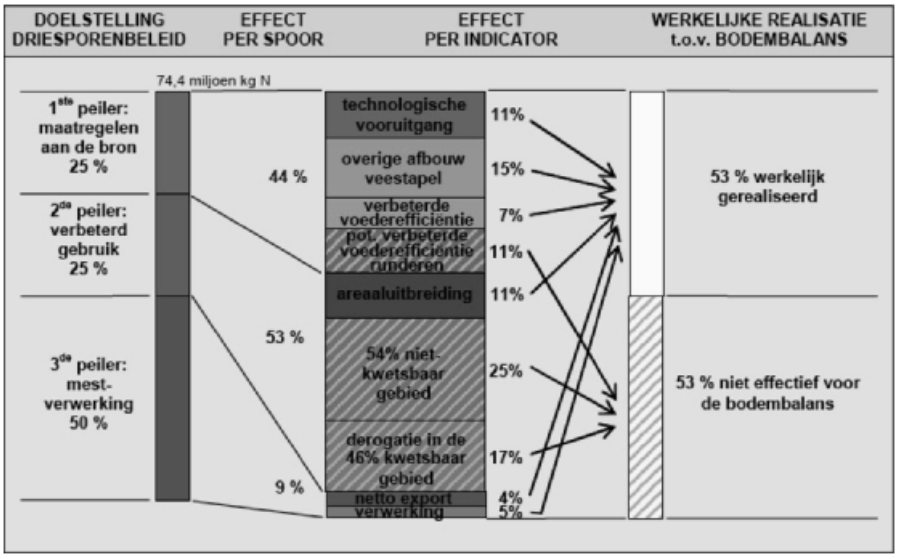
Tabel 2.24: De operationele mestverwerkingscapaciteit in Vlaanderen in ton ruwe mest en de berekening van de verwerkte hoeveelheid stikstof en fosfaat op basis van forfaitaire cijfers

		Ton ruwe mest	N (kg)	P_2O_5 (kg)
Varkensmest	Totale verwerking	90 845	735 845	408 803
	Verwerking dunne fractie	275 312	1 218 580	59 854
	Verwerking dikke fractie	96 575	1 187 873	1 106 750
Pluimveemest	Export verwerkte mest	239 830	6 470 613	4 712 660
	Export ruwe mest	166 583	4 494 409	3 273 356
Rundveemest		3 490	24 779	10 121
Kalvergier		29 000	87 000	37 700
Andere mest[2]		500	4 950	6 650
Andere organische mest		40 000		
Totaal			**14 224 049**	**9 615 893**

Bron: VCM (2006)

1: Uitgedrukt in ton dikke fractie van varkensmest
2: Andere mest: mest van nertsen, paarden, schapen, geiten, konijnen, ...

Uit evaluatie van het "driesporenbeleid" is gebleken (VMM), dat het mogelijk is de doelstellingen, om de N-overschotten weg te werken, te realiseren. Niet met een verhouding van 25/25/50, maar met een verhouding van 44/53/9. Illustratie hiervan is in figuur 2.20 weergegeven. Toch moeten nog 18 miljoen kg N verwerkt worden, onder meer door de mestverwerkingsplicht. Dit is slechts mogelijk door de mestverwerkingscapaciteit op te voeren.



Figuur 2.20: Realisatie 3-sporenbeleid voor N in 2003
(Bron: Vervaet et al, 2004)

Zelfs bij het halen van de doelstellingen is er nog steeds een overschot op de landbouwbodembalans.

Ook in het jaar 2000 is de *nutriëntenhalte* ingevoerd als brongerichte maatregel die er voor moet zorgen dat tot 31 december 2006 de productie van dierlijk mest niet stijgt. De nutriëntenhalte is de maximaal toegelaten hoeveelheid nutriënten die jaarlijks op een inrichting door dieren geproduceerd mag worden. Wanneer de nutriëntenhalte wordt overschreden , wordt er een "superheffing" opgelegd.

Het aandeel dat elke landbouwer dient te verwerken of uit te rijden bij andere boeren in Vlaanderen wordt bepaald door de volgende formule:

mestoverschot = mestproductie + gebruik van kunstmest + gebruik ander meststoffen – maximaal toegelaten mestgebruik op de cultuurgrond van het bedrijf.

Het mestoverschot dient de boer af te zetten bij andere landbouwers in Vlaanderen die nog wel mest nodig hebben of dient hij te (laten) verwerken. Kleinere boeren kunnen kiezen welk van de twee afzetmogelijkheden hun het best uitkomen. Ieder veeteeltbedrijf met ofwel een productie van meer dan 10000 kg fosfaat op jaarbasis ofwel een productie hoger dan 7500 kg fosfaat op jaarbasis en gelegen in een gebeid met een fosfaatdruk van 100 kg P_2O_5 of meer moet een bepaald percentage van zijn mestoverschot verwerken (zie hoofdstuk 3). Dit komt bijvoorbeeld overeen met een bedrijf met meer dan ca. 1000 slachtvarkens of 500 zeugen en geen eigen landbouwgrond. Vanaf 2003 is de boer verplicht al zijn mestoverschotten te verwerken indien dit meer dan 10 000 kg P_2O_5 per bedrijf bedraagt.

In het jaar 2005 waren ca. 1550 bedrijven mestverwerkingsplichtig, waarvan meer dan 1100 effectief moeten verwerken. De te verwerken hoeveelheid mest in 2005 bedroeg 14,5 miljoen kg N en 8 miljoen kg P_2O_5, wat ongeveer hetzelfde was in de jaren 2002 en 2003.

Tabel 2.25: Verwerkingsplicht anno 2003 in Vlaanderen

Provincie	Verwerkingsplicht in 2003		
	Aantal bedrijven	kg N	kg P_2O_5
Antwerpen	388	3 975 472	2 306 128
Vlaams-Brabant	15	284 336	136 862
West-Vlaanderen	755	7 332 479	3 983 703
Oost-Vlaanderen	326	2 413 980	1 337 239
Limburg	109	1 004 221	625 755
Buiten Vlaanderen[1]	7	92 958	49 076
Vlaanderen	**1599**	**15 103 446**	**8 438 763**

(Bron: Mestbank)

1: Buiten Vlaanderen betekent dat de zaakvoerder buiten Vlaanderen woont maar de dieren in Vlaanderen zijn gehouden

Uit tabel 2.25 valt ook op te merken dat nagenoeg de helft van de bedrijven zich situeren in West-Vlaanderen.

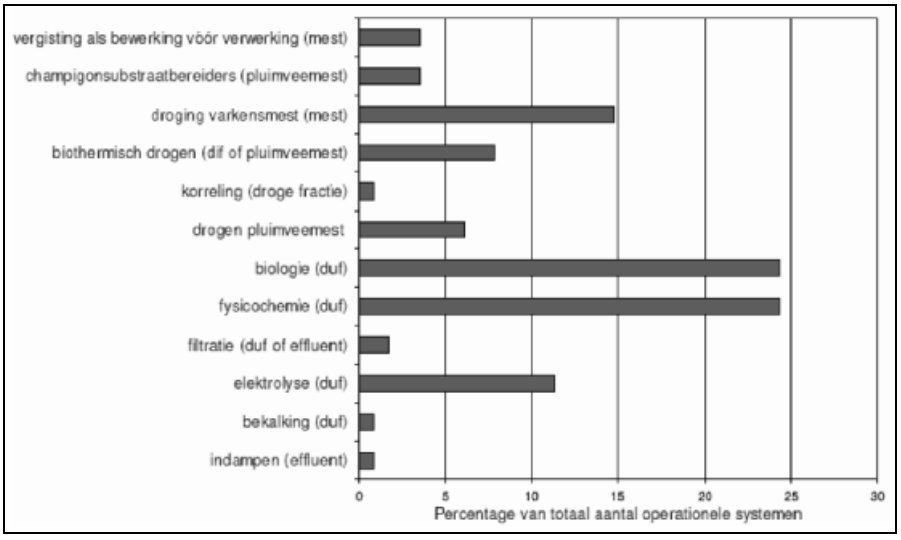
De geografische spreiding van de operationele mestverwerkingsbedrijven wordt weergegeven in onderstaande tabel (zie tabel 2.26, p. 52). Hier blijkt dat de meeste verwerkingsbedrijven zich situeren in West-Vlaanderen.

Tabel 2.26: Geografische spreiding mestverwerkingsinstallaties

	totaal	West-Vl.	Oost-Vl.	Antw.	Limb.	Vl. Brabant
vaste units op landbouwbedrijf	56	34	7	12	2	1
mobiele units op landbouwbedrijf	41	33	6	2	0	0
vaste units niet op landbouwbedrijf	15	7	2	1	5	0
totaal	**112**	**74**	**15**	**15**	**7**	**1**

(Bron: VCM, 2006)

De meest gebruikte technieken voor mestverwerking zijn – exclusief export van ruwe pluimveemest – fysico-chemische behandeling en biologische behandeling. Hierbij maken we de kanttekening dat de fysico-chemische behandeling gebeurt via een mobiele installatie. Volgende figuur geeft een overzicht van de operationele technieken. "duf" en "dif" betekenen respectievelijk dunne en dikke fractie van varkensmest.



Figuur 2.21: Verdeling toegepaste operationele mestverwerkingssystemen
(Bron: VCM, 2006)

De verwerkingscapaciteit van de verschillende technieken verschilt sterk. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de technieken in relatie tot hun operationele verwerkingscapaciteit.

Tabel 2.27: De operationele mestverwerkingscapaciteit in Vlaanderen per techniek

			Ton ruwe mest	N (kg)	P_2O_5 (kg)
Varkensmest	Totale verwerking	verw. dun/dik fractie	82 766	670 405	372 447
		drogen ruwe mest	8 079	65 440	36 356
	Verwerking dunne fractie	biologisch	205 092	1 025 460	0
		fys-chem/elektrolyse	37 753	151 411	53 621
		bekalken	10 000	35 500	0
		filtratie	22 467	6 209	6 234
	Verwerking dikke fractie	biothermisch drogen	96 575	1 187 873	1 106 750
Pluimveemest	biothermisch drogen		179 588	4 845 284	3 528 904
	drogen		7 000	188 860	137 550
	sustraatbereiding		53 242	1 436 469	1 046 205
	export ruwe mest		166 583	4 494 409	3 273 356
Rundveemest		composteren	3 490	24 779	10 121
Kalvergier		biologisch	29 000	87 000	37 700
Andere mest[2]		biologisch	500	4 950	6 650

Bron: VCM (2006)

1: Uitgedrukt in ton dikke fractie van varkensmest
2: Andere mest: mest van nertsen, paarden, schapen, geiten, konijnen, ...

2.7.4. Situatie mestoverschotten in het geval van 100% kwetsbaar gebied

De Europese Unie heeft Vlaanderen als 100% kwetsbaar gebied ingetekend. Dit betekent dat er in gans Vlaanderen strenge regels gelden voor bemesting. Maximaal mag 170 kg N/ha worden opgebracht die afkomstig is uit dierlijke mest. Minder afzetmogelijkheden leiden tot een groter mestoverschot en zodoende nood aan meer mestverwerking.

Het Voortgangsrapport van de Mestbank 2006 vermeld dat de afzetmogelijkheid voor dierlijke mest in geval van 100% kwetsbaarheid 96 miljoen kg N en 48 miljoen kg P_2O_5 bedraagt. Dit komt overeen met een acceptatiegraad van de landbouwgronden voor de dierlijke mest van 86% voor N. Een bewezen verklaring voor deze lagere invulling is er niet. Een mogelijke verklaring is een lagere teeltspecifieke bemesting en de vast N/P verhouding van mest (anoniem, 2006).

Bij deze berekening werd geen rekening gehouden met het feit dat naar de toekomst toe eventuele “derogaties” kunnen toegestaan worden door de Europese Commissie, waardoor de afzetmogelijkheden kunnen stijgen. De VLM-Mestbank heeft in haar voortgangsrapport 2006 ingeschat dat het maximaal over een derogatie-toename van 12 miljoen kg N kan gaan.

Evenmin is rekening gehouden met een mogelijke verhoging van de huidige forfaitaire emissiecijfers (15% emissie van N tussen mestproductie en afzet op het land wordt momenteel arbitrair voor alle mestsoorten aanvaard) en met een wijziging van de huidige uitscheidingscijfers in MAP3.

Ten opzichte van de Vlaamse mestoverschotsituatie van 2004 leidt de bovengenoemde situatie van 100% kwetsbaarheid tot een toename van het N-overschot in Vlaanderen met circa 77%. Voor P is er een veel beperkter effect. Indien de doelstellingen voor N worden gehaald zullen de doelstellingen voor P normaal ook reeds gehaald worden vermits afvoer van N via de dikke fractie eveneens P verwijderd.

2.8. Historiek mestverwerking

Behalve in Vlaanderen speelt het mestprobleem (gedefinieerd als een regionaal of landelijk overschot aan de mineralen N en P in dierlijke mest) ook in sterke mate in de omringende landen Duitsland, Frankrijk, Italië en Nederland. Ook diverse landen buiten Europa kampen met het probleem van plaatselijk of regionaal moeilijk afzetbare mest, met name Taiwan, Hongkong, Maleisië, Japan, USA en Canada (Quebec). De verwerkingssystemen die een bijdrage kunnen leveren aan de vermindering van het mineralenoverschot zijn echter niet of nauwelijks in de landen buiten Europa te vinden, maar in de hiervoor genoemde ons omringende landen. Hiervoor wijkt de situatie in de genoemde landen buiten Europa te zeer af van deze in België. De in deze studie beschreven technieken zijn dan ook alle uit de Europese landen met een mestoverschot afkomstig, en voorts uit Denemarken en Engeland waar mestbehandeling plaats vindt uit hoofde van energiepolitiek in de vorm van biogaswinning, respectievelijk verbranding.

Belangrijk is om op te merken dat mestverwerking (manure processing, pig effluent treatment, ...) in landen zonder regionaal mestoverschot uitgetest wordt voor andere doeleinden, zoals energiewinning, geurreductie, voorbehandeling voor lozing op riool of oppervlaktewater, makkelijker toedienings- en opslagmogelijkheden, ammoniak-emissiereductie, methaanemissiereductie, ...

Hieronder wordt in het kort beschreven wat de ontwikkelingen zijn ten aanzien van mestbehandeling in de hiervoor genoemde Europese landen en wat de plaats is van de gekozen techniekcombinaties.

Vlaanderen

In de jaren 70 is intensief onderzoek gedaan naar de behandeling van mest, met name gericht op de lozing van mestvloeistof en op de winning van biogas. Gezien de hoge kosten en de complexiteit van mestbehandelingssystemen, gericht op de productie van loosbaar effluent, heeft praktische toepassing slechts in beperkte mate plaats gevonden. Daarnaast zijn, onder invloed van de toen verwachte energieschaarste, in de periode 80-85 een tiental biogasinstallaties tot stand gekomen. Mergaert et al. (1990) geven een overzicht van de ontwikkeling van de mestverwerkingstechnologie in Vlaanderen over de periode 1970-1990. De BBT-studies (1997 en 2002) geven een overzicht van de (beste) beschikbare technieken.
Door achtereenvolgend het mestdecreet (1991), MAP1 (1996), MAP2 (1999) en MAP2bis (2000) worden de afzetmogelijkheden voor dierlijke mest de komende jaren duidelijk minder en hebben de bepaalde bedrijven zelfs de verplichting om hun mest te verwerken. Dit heeft geleid tot een nieuwe impuls aan het onderzoek naar mestbehandelingsmethoden en tot het ontwikkelen van verwerkingsinitiatieven, waaronder zowel boerderijgebonden als grootschalige (> 100.000 t/j) initiatieven. Een aantal van deze initiatieven zijn aangehaald bij de bespreking van de technieken in hoofdstuk 4. De actuele operationele mestverwerkingsinitiatieven zijn ook terug te vinden bij het VCM, het Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking.

Denemarken

Als gevolg van de wens om duurzame energie op te wekken is op een groot aantal plaatsen overgegaan op de centrale productie van biogas. Deze installaties worden gevoed met mest en energierijk industrieel afval. Het mengsel van vergiste mest en afval wordt bij de installatie opgeslagen en op afroep aan de mestleverende boeren teruggeleverd. Het belang van de mestproducent is de gratis opslag bij de biogasinstallatie. Verwerking van de vergiste mest vindt niet

plaats en export is niet nodig. De ervaring, die is opgedaan met biogaswinning, is van waarde voor geplande Vlaamse behandelingsinstallaties met biogasproductie.

Duitsland

Mestverwerking op regionaal niveau heeft halfweg de jaren 90 in Duitsland een belangrijke impuls gekregen, met name door financiële ondersteuning van een aantal projecten door een aantal Landsregeringen en het Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Programma "Umweltverträgliche Gülleaufbereitung und -verwertung"). Een aantal projecten, met een schaal van ongeveer 10.000 ton mest per jaar, was gericht op het demonstreren van centrale verwerking tot een aantal (half)producten. Een deel van deze projecten omvatte ook het behandelen van mestvloeistof tot een loosbaar effluent, maar bij een ander deel was het gebruik van de resterende mestvloeistof op landbouwgrond (eigen of naburig) voorgenomen. Biogaswinning (soms samen met energierijk afval), scheiden en ammoniakstrippen waren veel voorkomende technieken. Nadien is de aandacht in Duitsland grotendeels verdwenen. Uitzonderingen hierop zijn o.a. (gesubsidieerde) biogasinstallaties (Fachverband Biogas).

Engeland

Net als in Denemarken wordt in Engeland de productie van duurzame energie uit mest gestimuleerd. Als gevolg daarvan is de prijs, die men voor de aan het net geleverde elektriciteit ontvangt, hoog. De firma Fibrowatt beschikt er over grootschalige energiecentrales voor stapelbare pluimveemest. Ze verwerken kippenmest voor de productie van hernieuwbare energie, de as wordt als een basismeststof in de landbouw afgezet. Enkele van deze centrales zijn omgeschakeld naar verbranding van beendermeel.
Naar voorbeeld van Engeland zijn in diverse landen initiatieven in ontwikkeling om dergelijke energiecentrales op te richten.

Echte mestoverschotproblemen kent men in Engeland niet. Er is vaak sprake van geuroverlast en waterverontreiniging door onzorgvuldig gebruik van mest.

Frankrijk

Regionaal kent Frankrijk overschotproblemen. Dit speelt vooral in Bretagne ten aanzien van varkens- en pluimveemest. Op grond van de nitraatrichtlijn van de EU, gericht op de beheersing van het nitraatgehalte in grondwater als gevolg van overmatig gebruik van dierlijke mest, is de aandacht vooral gericht op de vermindering van de N-belasting van de bodem. In dit kader ontplooien onderzoeksinstituten en bedrijfsleven zich op het gebied van activiteiten met betrekking tot N- denitrificatie tot stikstofgas. Door hieraan scheidingstechnieken te koppelen kunnen N- en P- verwijderende technieken praktisch toepasbaar worden.
Een belangrijke techniek is de biologische omzetting van N-verbindingen in dunne mest door middel van nitrificatie. Een arm effluent wordt verkregen dat op de bodem kan worden uitgebracht.

Dit boerderijverwerkingssysteem is typisch voor de diverse biologische zuiveringsmethoden die in diverse landen al in de praktijk ingang vinden en dat door onafhankelijke metingen goed in kaart is gebracht.

In Bretagne wordt voorts op ruime schaal mest verwerkt door composteren, biothermisch drogen en stalluchtdroging. De mestverwerking wordt vooral op het mestproducerende bedrijf zelf toegepast. In 2003 waren er in Bretagne 202 mestverwerkingsinstallaties en 61 drooginstallaties

voor pluimveemest gerealiseerd met financiële steun van “l’ agence de l’ eau Loire-Bretagne”. In 2002 waren er dat nog maar respectievelijk 148 en 54.

Italië

De Po-delta heeft een hoge varkensdichtheid en kent dientengevolge afzetproblemen voor de mest van deze dieren. Er zijn diverse biologische zuiveringsinstallaties gerealiseerd, zowel op boerderijniveau als centraal. De centrale installaties dateren uit de jaren 1988-1990 en hebben capaciteiten van 40.000-65.000 m^3/j. Behalve aerobe biologische processen spelen de technieken “scheiden” en “biogaswinning” hierbij een belangrijke rol.

Nederland

Sedert het einde van de jaren 60 wordt onderzoek naar mestverwerkingssystemen verricht. Medio jaren 80 is de aandacht van het onderzoek sterk gericht op grootschalige behandeling, met het doel mineralen te exporteren. Er worden centrale verwerkingsbedrijven gebouwd voor de droging van pluimveemest en varkensmest, en centrale zuiveringsinstallaties voor kalvergier. Voorts wordt een aantal systemen bedacht, in proefinstallaties getest en verder ontwikkeld. Rond 1995 wordt echter duidelijk dat een groot aantal van deze systemen (nog) geen bestaansrecht heeft. Diverse bedrijven worden gesloten en de ontwikkeling van systemen stagneerde. De belangrijkste oorzaken waren afwezigheid van een daadwerkelijk mestoverschot vanwege bij de planning achterblijvende aanscherping van de bemestingsnormen gekoppeld aan relatief lage kosten voor onbehandelde afzet, hoge verwerkingskosten en een moeizame afzet van mestproducten. Na het mislukken van de grootschalige verwerking was in de tweede helft van de jaren ’90 de belangstelling bij de vleesproducenten voor mestverwerking gering en zeker voor gezamenlijke, grootschalige fabrieken. Voor zover er belangstelling bestond ging deze uit naar behandeling op het mestproducerende bedrijf of vrij kleinschalige regionale installaties voor enkele tienduizenden tonnen mest per jaar waarbij de financiële risico’s zijn te overzien. Wat betreft pluimvee werd gewerkt aan het drogen van mest met hoklucht of door middel van composteren en eventueel aansluitende valorisatie door pelletiseren.
Einde jaren ’90 is de aandacht voor mestverwerking weer wat opgeflakkerd, met name door verhoogde aandacht voor de EU nitraatrichtlijn. Echter door het opleggen van bijkomende normen (o.a. energiewinning door provincie Brabant; Infomil leidraad), de aandacht voor het ammoniakreductiebeleid, de uitbraak van dierenziektes, de opkoopregeling van de Nederlandse regering en de hier uit volgende inkrimping van de veestapel samen met het afgezwakte investeringsvermogen van de Nederlandse varkensboer is deze vernieuwde aandacht intussen weer helemaal geluwd. Hierbij speelt dat intussen door de uitvoer van pluimveemest de druk van de mestmarkt is. De geplande bouw van 1 of 2 grootschalige kippenmestverbrandingsinstallaties zal deze druk nog verder doen afnemen. Installaties voor de verwerking van kalvergier werken al enkele jaren naar tevredenheid. Voor varkensmestverwerking zijn er enkel geïsoleerde initiatieven (centrifuges, strofilters, verhitting stapelbare varkensmest door thermische vijzels, mestindampers, biologische N-verwijdering, ...). Informatie van deze systemen is verwerkt in de techniekbladen van hoofdstuk 4. De toekomst van varkensmestverwerking als betekenisvolle bijdrage tot de vermindering van het mestoverschot wordt in Nederland dan ook als vrij marginaal ingeschat (P. Ten Have, persoonlijke mededeling 26/09/2002). Deze evolutie is natuurlijk niet zonder belang gezien de gelijkaardige mesttoestand in Vlaanderen en Nederland.

Tot in 2005 hanteert Nederland het Mineraal Aangifte Systeem (Minas). Dit systeem komt er op neer dat een landbouwer de in- en uitvoerstromen van nutriënten inventariseert op zijn bedrijf,

rekening houdende met de aanvaardbare verliezen. Dit systeem voldoet echter niet aan de eisen van het Europees Hof van Justitie.

Vanaf 1 januari 2006 geldt in Nederland een nieuw mestbeleid waarbij zogenaamde "gebruiksnormen" worden gehanteerd. Deze stellen een maximum aan de hoeveelheid meststoffen die een landbouwer mag gebruiken.

2.9. Referenties

1. An., *Jaarverslag 2004 – Ruimte voor keuzevrijheid*, Boerenbond, 2005
2. An., *Landbouwbeleidsrapport 2003*, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Vlaamse Onderzoekseenheid Land- en tuinbouw, 2004
3. Anoniem 2006, afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van installaties voor mestbehandeling en vergisting, omzendbrief RO/2006/01
4. Bosmans W., Deuninck J., Smis K., en Viaene J. (2001) Structurele aanpassingen voor de Vlaamse varkenshouderij (5 delen). Studie in opdracht van de ALT
5. CLE, 2000, De rendabiliteit van het landbouwbedrijf in 1999 (boekjaar 1999-2000), Centrum voor Landbouweconomie, Brussel
6. CLE, 2000a, Technische en economische resultaten van de varkenshouderij op bedrijven uit het CLE-boekhoudnet. Boekjaar 1998-1999, Centrum voor landbouweconomie, Brussel
7. CLE, 2003, De rendabiliteit van het landbouwbedrijf (Boekjaar 2001), Centrum voor landbouweconomie, Brussel
8. De Bondt C.J.A.M. en Van der Knijff A., 2005, Actuele ontwikkeling van de bedrijfsresultaten en inkomens in 2005, LEI, december 2005, Den Haag
9. De Bondt C.J.A.M. en Bolhuis J., 2006, Zicht op agrarische prijzen, LEI, Februari 2006, Den Haag
10. Derden A., Meynaerts E., Vercaemst P. en Vrancken K., 2005, Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor de veeteeltsector, Studie uitgevoerd door het Vlaams Kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken (VITO) in opdracht van het Vlaams Gewest, Mol
11. European Commission, 2001, Integrated pollution and control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs, Draft
12. Feyaerts T., Huybrechts D. en Dijkmans R. (2002), Beste Beschikbare Technieken voor mestverwerking Tweede uitgave, Vlaams BBT-Kenniscentrum, Mol
13. Gabriëls P. en Van Gijseghem D. (2003), Productiecontracten in de land- en tuinbouwsector, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Land- en Tuinbouw (ALT), Brussel
14. Helming J.F.M., Van Bruchem C., Geertjes K., Van Leeuwen M.G.A., Veenendaal P.J.J., Van Gijseghem D., Overloop S., 2001, Milieugevolgen van de landbouw in Vlaanderen, 1991-2010, Wetenschappelijk verslag MIRA-S 2000 sector landbouw, rapport 3.01.02, Landbouw-economisch instituut, Den Haag
15. Lauwers L., Campens V., Lenders S., Wustenberghs H., Van Gijseghem D., Aernouts K., Jespers K., Van Overloop S. (2001), Mira Achtergronddocument 2001 1.4, Landbouw, VMM, Aalst
16. Lauwers L. en Lenders S., 2000, Effecten van de toekomstige mestafzetkosten op de cashflow en financiële situatie van gespecialiseerde varkensbedrijven, Centrum voor Landbouweconomie, Brussel
17. Mathijs E., *De nieuwe landbouw,* Acco Leuven, 2004

18. Mergaert, K., Huysman F. & Verstraete W. (1990) Mestverwerking, technologische evolutie in Vlaanderen. In: "Mestverwerking: Hoe en hoeveel kost het?" Verslag studiedag Technologisch Instituut K VIV, 25-10-90, Antwerpen
19. Praktijkonderzoek Veehouderij, 2001, Kwantitatieve informatie veehouderij 2001 -2002, Wageningen, Nederland
20. Stevens E., Bries J., en Van Ongeval L. (2001) Mestanalyses blijven een noodzaak met het oog op een goede landbouwpraktijk, Mededeling nr 103 Landbouw nr 3. Provinciale Dienst voor Land- en Tuinbouw (www.agris.be/nl/pluimvee/med_103.htm, 22/11/2001)
21. Ten Have P.J.W., Schellekens J.J.M., Doornbos j., Rijpma J. & J. (1996), Vergroting afzet varkensmest door be- en verwerking; een ketenstudie. Rapport CIOM Wageningen Nederland, ISBN 90-74926-06-1
22. Wustenberghs et al., MIRA Achtergronddocument 2005 – Landbouw & Visserij, Milieurapport Vlaanderen, VMM, 2005
23. Van Bruggen C., 2006, Dierlijke mest en mineralen 2004, Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen, 2006
24. VCM en STIM-mestverwerking, 2004, Mestverwerking op het landbouwbedrijf: mogelijkheden en kostprijs, februari 2004, Brugge
25. VCM, 2005, Enquête operationele stand van zaken mestverwerking in Vlaanderen 1 juli 2004-30 juni 2005, november 2005, Brugge
26. VCM, 2005, Subsidieerbaarheid van mestverwerking, analyse van de mogelijkheden in het buitenland en aanverwante sectoren, oktober 2005
27. VCM,2006, Enquête operationele stand van zaken mestverwerking in Vlaanderen: 1 juli 2005-30 juni 2006, oktober 2006
28. Verlinden G., 2005, Valorisatie van resteffluenten afkomstig van de mestverwerking: Deel 2 chemische samenstelling van de resteffluenten, april 2005, BDB in opdracht van VLM
29. VILT, 2002, Feiten en cijfers editie 2002, Vlaams Informatiecentrum over land- en tuinbouw (www.vilt.be)
30. VILT, 2003, Feiten en cijfers editie 2003, Vlaams Informatiecentrum over land- en tuinbouw (www.vilt.be)
31. Vlaamse Gemeenschap, 2000, Besluit van de Vlaamse Regering van 17 juli 2000 omtrent de mestuitscheidingsbalans,, Belgisch Staatsblad van 29/07/2000
32. VLM, 2000, Mestgids. Wegwijs in het Vlaamse mestbeleid, Vlaamse Landmaatschappij, Brussel
33. VLM, 2002, Jaarverslag 2001, Vlaamse Landmaatschappij, Brussel
34. VLM, 2000, De Mestbank Wegwijzer, Vlaamse Landmaatschappij, Brussel
35. VILT

Hoofdstuk 3 MILIEU-JURIDISCHE SITUERING VAN MESTVERWERKING IN VLAANDEREN

De wetgeving met betrekking tot de mestverwerking steunt grotendeels op de volgende pijlers:

1. het mestdecreet en haar uitvoeringsbesluiten (MAP).
   Het mestdecreet heeft de bescherming van het leefmilieu tegen verontreiniging door meststoffen tot doel. Het regelt de inventarisatie, beheer en afzet van dierlijke mest overeenkomstig algemeen geldende bepalingen. De maximale hoeveelheden mest die op het land mogen worden uitgereden en de minimaal te verwerken hoeveelheden worden hierin vastgelegd.
2. het decreet betreffende de milieuvergunningen en haar uitvoeringsbesluiten (Vlarem I en Vlarem II).
   Het milieuvergunningendecreet heeft als eerste doelstelling het voorkomen en beperken van hinder en verontreiniging. Dit wordt gerealiseerd via een systeem van individuele vergunningen, waarin de exploitatievoorwaarden worden opgelegd. De meeste vergunningsvoorwaarden zijn gebaseerd op criteria uit Vlarem II.
3. naast milieuaspecten spelen ook stedenbouwkundige aspecten een rol bij de vergunningstoekenning van een mestverwerkingsproject. Deze criteria worden uiteengezet in een omzendbrief (RO/2006/01) van de Vlaamse minister van Ruimtelijke Ordening en de Vlaamse minister van Openbare Werken, Energie, Leefmilieu en Natuur, ondertekend door de minister-president Leterme.
4. de regelgeving omtrent de export van de eindproducten van de mestverwerking, zoals die wordt vastgelegd in enkele Europese en Belgische regelgevingen.
5. de wetgeving omtrent groene energie – die de productie van elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen, zoals o.a. dierlijke mest (biogas, verbranding) stimuleert – en warmtekrachtkoppeling (WKK).
6. de wetgeving met betrekking tot de bodembescherming.
7. het Vlaams Reglement voor Afvalvoorkoming en -beheer (Vlarea), welk de uitvoeringsbesluiten bij het Afvalstoffendecreet bundelt. Dit is van toepassing bij bv. coverwerking van organische stromen die als afval worden gecatalogeerd.

Op basis van o.a. teksten gepubliceerd door het Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking en de Vlaamse Landmaatschappij worden deze aspecten in de volgende paragrafen meer in detail besproken.

3.1. Het mestdecreet en mestverwerking

In 1991 kwam de Europese nitraatrichtlijn (Richtlijn 91/676/EEG) tot stand. Deze beoogt de bescherming van het water tegen verontreiniging door nitraten afkomstig van landbouwactiviteiten. In gebieden waar die verontreiniging bestaat of kan ontstaan, moet bijgevolg worden ingegrepen, hetzij door de nitraatverontreiniging te verminderen of door ze te voorkomen. In de richtlijn wordt een nitraatnorm van 50 milligram nitraat per liter grondwater of oppervlaktewater vastgelegd, boven deze norm is er sprake van verontreiniging. Vertrekkend van die grenswaarde of norm zijn bemestingsnormen vastgesteld die ertoe moeten leiden dat die Europese richtlijn wordt nageleefd.

De eerste concrete stappen naar een mestbeleid in Vlaanderen werden gezet via de uitvoering van het mestdecreet, goedgekeurd op 23 januari 1991. Dit decreet legde zeer algemene bemestingsregels op. Het beoogde een spreidingsbeleid dat erin bestond de mestoverschotten van de overschotgebieden te vervoeren naar gebieden met mesttekorten. Het decreet voerde de aangifteplicht in voor alle producenten, gebruikers en invoerders van mest en paste heffingen toe op mestoverschotten.

Na een evaluatie in 1995 bleek deze aanpak ontoereikend. Vandaar dat een nieuw Mestactieplan (MAP I (1996-1999)) ingang vond in 1996. Dit MAP I ging uit van drie belangrijke principes.

- Een gebiedsgerichte aanpak
  De mestproblematiek in Vlaanderen is niet overal even dringend. Bovendien wordt de bodem in elk gebied gekenmerkt door een verschillende samenstelling. Bepaalde gebieden, zoals waterwingebieden en natuurgebieden, vragen speciale bescherming. Elke regio vraagt met andere woorden om een verschillende aanpak.
- Een stand-still
  De mestproductie moest, binnen de grenzen van wat sociaal en economisch haalbaar was, worden beperkt. Concreet betekende dit dat de mestproductie voortaan een bepaald "plafond" had, met name de fosfaat- en stikstofproductie in 1992. Deze plafondgrens werd de stand-still genoemd. Werd deze grens overschreden dan moest er worden bijgestuurd via het vergunningenbeleid en kon zelfs een sociaal-economisch verantwoorde inkrimping van de veestapel worden toegepast.
- Een positieve discriminatie van het gezinsveeteeltbedrijf
  Het was een sociaal geïnspireerde maatregel om de strengere mestwetgeving enigszins te versoepelen ten gunste van de familiale veeteeltbedrijven.

Uit een evaluatie van het mestbeleid, uitgevoerd in 1998, bleek dat er geen noemenswaardige kwaliteitsverbetering van het grond- en oppervlaktewater viel waar te nemen. Tevens bleek dat de doelstelling om de dierlijke productie in Vlaanderen terug te brengen tot het niveau van 1992 (het stand-still-principe) niet werd gehaald. Veel veeteeltbedrijven hielden immers meer dieren dan vergund, bijgevolg bleef de veestapel aangroeien. Verder vergrootte het aanbod van kunstmest en van andere meststoffen (reststoffen van de voedingsnijverheid, slib, compost) het overschot aan nutriënten. Vanuit de Europese Commissie kwam de waarschuwing dat de uitvoering van de nitraatrichtlijn, daterend van 1991, onbevredigend was. Een tweede aanpassing van het mestdecreet was dus noodzakelijk. MAP 2 werd op het getouw gezet.

In MAP 2 (goedgekeurd op 11 mei 1999) wordt er een geïntegreerde mix van maatregelen die de mestoverschotten voldoende moeten wegwerken, voorgesteld. In 2000 werden bij decreet enkele bijkomende wijzigingen aangebracht waarna MAP 2-bis in werking trad met terugwerkende kracht op 1 januari 2000. Concreet stoelt het nieuwe mestbeleid op drie pijlers (driesporenbeleid).

- Aanpak aan de bron
  Via nieuwe voedertechnieken en nutriëntenarme voeders, het beredeneerd voederen aan de hand van nauwkeurig bijgehouden balansen en een herstructurering van de veehouderij moet het mestoverschot met 25% teruggedrongen worden.
- Oordeelkundige bemesting
  Door het bijhouden van een bodembalans en het controleren van het nitraatresidu ook na de teelt, en via het bewerken van dierlijke mest zodat een betere nitraat-fosfaatverhouding in de mest kan worden bekomen, die beter is afgestemd op bodem en teelt moet 25% van het overschot benut worden op de bodem.

- Mestverwerking
  50% van het mestoverschot moet op zodanige wijze verwerkt worden dat het probleem niet verplaatst wordt naar de lucht of het water. Hierbij kan ook een deel van het overschot worden geëxporteerd buiten Vlaanderen.

Op 3 december 2003 werden bijkomende wijzigingen aan het mestdecreet goedgekeurd in het Vlaamse Parlement. De wijzigingen hebben voornamelijk betrekking op het afschaffen van de lange afstandstransporten (LAT), de mestverwerkingsplicht, de mogelijkheid tot substitutie, het uitstel van superheffing, de splitsing van een mestverwerkingsplichtig bedrijf en de mogelijkheid tot certificering van mestverwerkingsinstallaties.

– De wijziging schaft de regeling inzake lange afstandstransporten af. Dit heeft als gevolg dat bedrijven met een mestoverschot gelegen in de zogenaamde 'zwarte gebieden', dit overschot niet noodzakelijk meer moeten afzetten in de zogenaamde 'witte gebieden'.

– De volledige mestverwerkingsplicht (100%) voor bedrijven met een productie van 10 000 kg P_2O_5 of meer, is geschrapt. Met terugwerkende kracht naar 1 januari 2003 geldt nu dat deze bedrijven voor het jaar 2003 en het jaar 2004, 50%, 75% en 90% van hun bedrijfsmatig overschot moeten verwerken bij een respectievelijke productie tussen 10 en 12,5 ton, tussen 12,5 en 15 ton en meer dan 15 ton fosfaat. De verwerkingsplicht bij een productie van 7,5 tot 10 ton fosfaat blijft op 30% van het bedrijfsmatig mestoverschot.
  Vanaf 2005 zouden deze verwerkingspercentages geleidelijk aan toenemen als geen milieubeleidsovereenkomst (MBO) werd afgesloten. Een MBO is een overeenkomst die de sector met de overheid moet afsluiten en waarin moet worden aangetoond dat aan een aantal doelstellingen zal worden voldaan. Een eerste doelstelling is de jaarlijkse verwijdering van 1,8 miljoen kg stikstof en 1 miljoen kg fosfaat bovenop de geldende mestverwerkingsplicht en dit door mestverwerking of een verder te onderhandelen alternatief. Een tweede doelstelling is het behalen van de norm van minder dan 50 mg nitraat per liter grond- en oppervlaktewater, zoals vereist in de Europese nitraatrichtlijn.
  Indien de sector geen MBO met de overheid had afgesloten vóór 1 januari 2005 dan gingen de verwerkingspercentages verhogen van 50 naar 55%, van 75 naar 80% en van 90 naar 95%. Indien geen MBO werd afgesloten vóór 1 januari 2006 dan gingen deze percentages nogmaals verhogen naar 75, 90 en 95%. Als er uiteindelijk geen MBO wordt afgesloten vóór 1 januari 2007 dan ging opnieuw de 100% verwerkingsplicht bij een productie van meer dan 10 ton fosfaat ingevoerd. Ook als de doelstellingen van de MBO niet gehaald worden, ging de mestverwerkingsplicht gradueel verhogen.
  Eind 2005 keurde de Vlaamse Regering, in afwachting van het nieuwe MAP 3, op initiatief van minister Peeters, enkele wijzigingen goed in verband met de mestverwerkingsplicht in het huidige MAP 2-bis. Hierbij werden de verwerkingspercentages teruggebracht tot het niveau van 2004. Voor een productie P_2O_5 van 7,5-10; 10-12,5; 12,5-15 en > 15 ton bedraagt de mest-verwerkingsplicht respectievelijk 30, 50 ,75 en 90%.

– De mestverwerkingsplicht kan nog steeds ingevuld worden met niet-verwerkingsplichtige mest, maar dan in een beperktere mate dan vroeger. Ten hoogste 55% van elk van de te verwerken nutriënten (N en P_2O_5) mag nu nog worden ingevuld door substitutie. Daarenboven mag slechts 90% van deze substitutiemogelijkheid door pluimveemest gebeuren. Dit geldt in gemeenten met een oorspronkelijke productiedruk van meer dan 100 kg fosfaat, de zogenaamde grijze en zwarte gebieden. Voor bedrijven in witte gemeenten, met een oorspronkelijke productiedruk lager dan 100 kg fosfaat, blijft de 100% substitutie mogelijk.

Vanaf het jaar 2006 blijft deze mogelijkheid van substitutie door pluimvee behouden, zoals goedgekeurd bij wijziging van het mestdecreet eind 2005.

– Bij de wijziging van het mestdecreet in 2003 werd tevens de mogelijkheid tot uitstel en eventueel afstel van de betaling van de superheffing opgenomen. Het uitstel is gekoppeld aan de verwerking in de toekomst. Bij het bekomen van een milieu- en bouwvergunning voor mestverwerking of bij het afsluiten van een aanleverings-contract met een vergunde mestverwerkingsinstallatie kan vanaf 2001 uitstel van superheffing worden verkregen en dit voor een overgangsperiode tot en met 31 december 2006. Voor vergunningen afgeleverd na 31 december 2002 kan het uitstel maximaal twee jaar duren. Voor vergunningen afgeleverd vóór 31 december 2006 geldt het uitstel maximaal tot eind 2008. Wanneer ten laatste twee jaar na het verlenen van de vergunningen de mestverwerkingsinstallatie operationeel is en er wordt meer mest verwerkt dan vereist bij wet, dan wordt de uitgestelde superheffing opgeheven.

– Bij de opsplitsing van een verwerkingsplichtig bedrijf geldt dat de verschillende inrichtingen of delen van inrichtingen die deel uitmaakten van het verwerkingsplichtig bedrijf vóór de opsplitsing, na de splitsing onderworpen blijven aan dezelfde verwerkingsplicht als deze die van toepassing was op de verschillende inrichtingen of delen van inrichtingen van het verwerkingsplichtig bedrijf voor de opsplitsing.

– Tenslotte zal de Vlaamse regering tegen ten laatste oktober 2004 een procedure ter beschikking stellen voor het certificeren van mestverwerkingsinstallaties. Dit moet de bouw van degelijke verwerkingsinstallaties stimuleren en meer zekerheid bieden aan de exploitant van dergelijke installaties. Tot op heden is de studie voor het opmaken van de procedure uitgevoerd.

– Ter aanvulling van het goedgekeurde mestdecreet in het Vlaamse Parlement maakt de Vlaamse Regering uitvoeringsbesluiten op waarmee een aantal punten in het decreet nader zullen worden behandeld.

Op 8 november werd een voorstel van nieuw mestdecreet (MAP 3) voorgesteld. De kernpunten van het decreet zijn:
– Correct omzetten van Europese richtlijnen
– Administratieve vereenvoudiging
– Vlaanderen volledig kwetsbaar
– Bedrijven en hun landbouwgronden
– Inventarisatie en monitoring
– Gebiedsgericht beleid
– De dynamiek van de onderneming
– Het nitraatresidu
– De mestverwerkingsplicht
– De handhaving
– Een klantvriendelijke Mestbank
– Wetenschappelijk onderzoek
– Natuur

Vanaf 1 januari 2007 treedt het nieuwe MAP 3 in voege. Het MAP 2 bis is om deze reden niet meer in detail opgenomen in deze BBT-studie. Voor meer informatie rond het MAP 3 kan contact genomen worden met VLM, VCM of STIM.

3.2. Milieuvergunningsdecreet en Vlarem

Mestbe- en mestverwerkingsinstallaties worden, met uitzondering van de installaties voor de bewerking en/of verwerking van dierlijke mest zoals bedoeld in de rubrieken 9.3 tot en met 9.8, volgens Vlarem I ingedeeld volgens de jaarlijkse capaciteit dierlijke mest die bewerkt of verwerkt wordt.

Tabel 3.1: Indeling mestbe- en mestverwerkingsinstallaties volgens Vlarem I

Rubriek	Omschrijving	Klasse	Bemerkingen	Coördinator	Audit	Jaarverslag
a)	2 ton tot en met 1000 ton mest	2	L			
b)	1000 ton tot en met 25000 ton mest	1	L			
c)	meer dan 25 000 ton mest	1	L	B	P	J

Legende:
L = Inrichting waarvoor de Vlaamse Landmaatschappij advies verstrekt
B = Inrichting waarvoor overeenkomstig titel II van het VLAREM een milieucoördinator van het tweede niveau dient aangesteld
P = Inrichting waarvoor overeenkomstig titel II van het VLAREM door de vergunningverlenende overheid een periodieke milieuaudit kan worden opgelegd
J = Inrichting waarvoor overeenkomstig titel II van het VLAREM een milieujaarverslag moet worden ingediend

Interpretatie vergunningsplicht

Mestbe- en mestverwerkingsinstallaties ongeacht de aard, grootte of locatie vallen steeds onder rubriek 28.3 van Vlarem I. Kleinschalige installaties, mobiel of op bedrijf kunnen worden ingedeeld onder rubriek 9 van Vlarem I. Voorwaarden zijn:
– de installatie(s) voor de bewerking of verwerking van dierlijke mest afkomstig van de op die plaats geproduceerde dierlijke mest, zonder bijmenging van afval;
– de installatie(s) voor de compostering van dierlijke mest afkomstig van de op die plaats geproduceerde dierlijke mest met groenafval afkomstig van de eigen inrichting en de bij de inrichting horende gronden.

Er kan geen misverstand zijn dat in voorkomend geval het lozen van afvalwater (ingedeeld in rubriek 3) evenals verbranding (ingedeeld in rubriek 2.3.4 en/of rubriek 43) onverminderd als een afzonderlijke onderdeel blijft bestaan. Rubriek 28.3 blijft van toepassing voor die mestbe- en verwerkingsinstallaties waarbij afval mede in het be- of verwerkingsprocédé wordt toegevoegd of dierlijke mest afkomstig van een andere veeteeltinrichting wordt mee verwerkt.
De belangrijkste administratieve vereenvoudiging die voormelde herindeling tot gevolg heeft, betreft het feit dat de milieuvergunning voor dergelijke kleinschalige installaties mogelijk zal kunnen worden bekomen volgens de vereenvoudigde Vlarem-procedure (hoofdstuk IIIbis van titel I van Vlarem) “mededeling van een kleine verandering” (o.m. geen openbaar onderzoek, kortere vergunningsprocedure,geen dossiertaks). Dit indien aan een aantal bijkomende voorwaarden is voldaan.

Een exploitatie die aan mestbewerking of mestverwerking doet, omvat ook steeds diverse *andere vergunningsplichtige inrichtingen.* In een aantal gevallen gelden ook hiervoor sectorale voorwaarden, o.a.:
a) opslagplaatsen voor dierlijke mest zijn vergunningsplichtig:
   i. overeenkomstig rubriek 28.2. voor opslagplaatsen niet behorend bij een vergunde stal (rubriek 9 van Vlarem I);
   ii. overeenkomstig rubriek 9 voor opslagplaatsen die eveneens behoren bij een vergunde stal;

b) het lozen van bedrijfsafvalwater dat een of meer van de in bijlage 2C van Vlarem I bedoelde gevaarlijke stoffen bevat in concentraties hoger dan de geldende milieukwaliteitsnormen voor het uiteindelijk ontvangende oppervlaktewater (rubriek 3.4.);
c) luchtcompressoren gebruikt als onderdeel van de installatie vallen onder rubriek 16.3.2.
d) anaerobe vergisting (afvalstoffen, afvalwater en koelwater, dieren, elektriciteit, gassen, motoren, ...) Voor meer informatie hierover verwijzen we naar de webpagina www.biogas-e.be.

In Vlarem II zijn de sectorale vergunningsvoorwaarden voor mestverwerkingsinstallaties opgenomen. Ter illustratie zijn de thans van toepassing zijnde voorwaarden opgenomen in bijlage 5. De belangrijkste vergunningsvoorwaarden zijn hier samengevat.

Uitbating

– Maatregelen ter voorkoming van geurhinder (Art. 5.28.3.4.1.)
– Voorschriften per verwerkingstechniek (Art. 5.28.3.4.2.)

3. biologische behandeling dunne mest:
   a. de temperatuur in het beluchtingsbassin moet voldoende hoog worden gehouden (> 10°C), ook tijdens de winter, in relatie tot de slibbelasting;

4. composteren:
   d. bij gesloten compostering moet de ammoniakemissie worden geminimaliseerd met zure wassing van de uitgaande lucht; een biofilter wordt vervolgens voorzien om de geur en ammoniak verder te verwijderen;

5. drogen:
   c. om de gasvormige emissikestofgehalte bereiken van meer dan [80%];

11. Productvormgeving:
    Ingeval van pelletiseren moet erover gewaakt worden dat:
    - het product een drogestofgehalte heeft van meer dan [80%];

Emissiegrenswaarden mestverwerking

– De emissiegrenswaarden voor lucht worden opgesplitst in drie categorieën: de algemene, de sectorale en de bijzondere emissiegrenswaarden. Projecten vergund onder rubriek 5.9. van Vlarem II dienen aan dezelfde emissiegrenswaarden te voldoen als projecten vergund onder rubriek 5.28. van Vlarem II.
– De algemene emissiegrenswaarden voor lucht zijn opgenomen in bijlage 3.4.2. van Vlarem II.
– De sectorale emissiegrenswaarden zijn opgenomen in subafdeling 5.28.3.5 van Vlarem II. Daarin worden specifieke luchtemissievoorwaarden opgenomen voor mestverbrandingsinstallaties, mestdrogings- of gelijkaardige techniek. De luchtemissievoorwaarden voor verbrandingsinrichtingen zijn zeer uitgebreid en vergelijkbaar met deze van afvalverbranding.

Art. 5.28.3.5.1.

§ 1. Elke verbrandingsinstallatie (verbranding, pyrolyse, thermolyse of een gelijkaardige techniek) voor dierlijke mest moet voldoen aan de volgende voorwaarden:

a. Installaties vergund voor 28 december 2002, moeten tot en met 27 december 2005 voldoen aan de emissiegrenswaarden en meetverplichtingen voor verbrandingsinrichtingen voor huishoudelijke afvalstoffen zoals vastgesteld in afdeling 5.2.3. Vanaf 28 december 2005 zijn alle bepalingen van subafdeling 5.2.3bis.1 van toepassing.

b. Installaties vergund op en na 28 december 2002, moeten voldoen aan alle bepalingen van subafdeling 5.2.3bis.1.

§ 2. Daarnaast moeten verbrandingsinstallaties voor dierlijke mest te voldoen aan volgende emissiegrenswaarden:

Emissiegrenswaarden in mg/Nm^3 halfuurgemiddelden	
NH_3	50
H_2S	5
NOx	200 met als richtwaarde 100

Deze emissiegrenswaarden hebben steeds betrekking op de volgende omstandigheden: temperatuur 273K, druk 101,3 kPa, 11% zuurstof, droog gas.

§ 3. Voor verbrandingsinstallaties voor dierlijke mest worden op initiatief en kosten van de exploitant minstens om de zes maanden metingen verricht van de concentraties van NH_3 en H_2S in de rookgassen.

Art. 5.28.3.5.2.

In een inrichting met een mestdrogings- of een gelijkaardige techniek, moet de afgezogen ventilatielucht voldoen aan de algemene emissiegrenswaarden voor lucht, vastgesteld in bijlage 3.4.2 bij dit besluit, aangevuld met de volgende sectorale emissiegrenswaarde bij een massastroom van 5 kg/uur of meer: ammoniak NH_3: 10 mg/Nm^3.

Art. 5.28.3.5.3.

In een inrichting met een biologische en/of fysico-chemische behandeling van de dierlijke mest of een gelijkaardige techniek, moeten de geloosde afvalwaters voldoen aan de sectorale lozingsvoorwaarden voor bedrijfsafvalwater, vastgesteld in punt 24bis, b) van bijlage 4.3.2 bij dit besluit.

– De bijzondere emissiegrenswaarden voor lucht worden opgenomen in de milieuvergunning en zijn afhankelijk van het advies dat de overheidsorganen verstrekken met betrekking tot een individuele milieuvergunningsaanvraag.

Lozingsnormen afvalwater

– Algemene lozingsvoorwaarden voor lozen op oppervlaktewater zijn opgenomen in bijlage 2.3.1. van Vlarem II.
– De sectorale lozingsvoorwaarden zijn opgenomen in bijlage 5.3.2. van Vlarem II onder punt 24bis.

a) inrichtingen met een verbrandings-, pyrolise-, thermolise- of een gelijkaardige techniek

CZV	125	mg/l
BZV	25	mg/l
totaal stikstof	15	mg/l
totaal fosfor	2	mg/l
chloriden		
• bij lozing in zoet oppervlaktewater	1000	mg/l
• bij lozing in brak oppervlaktewater	geen grenswaarde;	

b) inrichtingen met een biologische en/of fysicochemische behandeling of een gelijkaardige techniek

CZV		
• bij lozing in brak water en bij grote verdunning in de ontvangende waterloop in zoverre aan deze laatste geen bestemming als drinkwaterproductie, zwemwater, viswater of schelpdierwater is toegewezen	2000	mg/l
• in de overige gevallen	125	mg/l
BZV	25	mg/l
totale hoeveelheid gesuspendeerde stoffen	35	mg/l
totaal stikstof	15	mg/l
totaal fosfor	2	mg/l

3.3. Inplanting van mestverwerkingsprojecten

(bron: Nota Minister Van Mechelen en Minister Peeters)

De inplanting van een mestverwerkingsinstallatie dient conform te zijn aan een aantal stedenbouwkundige normen. Bij de inplanting van installaties voor mestbe- en mestverwerking in agrarisch gebied of op lokale en regionale bedrijventerreinen en de beoordeling van aanvraag tot stedenbouwkundige vergunning is niet alleen het wettelijk kader belangrijk. Ook pro-actieve communicatie van de initiatiefnemer met de omwonenden is een onontbeerlijke factor voor het slagen van uw project.

Dankzij de omzendbrief (RO/2006/01 – terug te vinden op de webpagina van het VCM) zijn er binnen de bestaande agrarische gebieden meer mogelijkheden om kleine en middelschalige mestverwerkinginstallaties in te planten en heeft men nu de mogelijkheid om in Vlaanderen vergistingsinstallaties op te richten in landbouwgebied.

Hoewel de vorige omzendbrief (RO/2000/02) wordt opgeheven, wordt wel vertrokken vanuit de beleidsoptie welke hierin werd opgenomen om een onderscheid te maken tussen:
– mestbehandelings- en vergistingsinstallaties van (zeer) beperkte schaal en gebonden aan één enkel bedrijf;
– mestbehandelings- en vergistingsinstallaties van een beperkte schaal, niet gebonden aan één enkel bedrijf;
– grootschalige mestbehandelings- en vergistingsinstallaties, van een dermate schaal dat het eigenlijk om industriële bedrijven gaat.

3.4. De regelgeving omtrent de export van de eindproducten van de mestverwerking

(bron: VCM)

Op de eindproducten van mestbe- en mestverwerkingsinstallaties zijn zowel op Europees, federaal en regionaal vlak verschillende regelgevingen van toepassing. Op Europees vlak gelden de Verordening (EG) nr. 1774/2002 en de Transportverordening 259/93/EEG. Op federaal niveau is het Koninklijk Besluit van 07/01/1998 betreffende de handel in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten van kracht, terwijl op regionaal vlak het Meststoffendecreet en het VLAREA van toepassing zijn. Bij de afzet van eindproducten van de mestverwerking zijn een aantal wetgevingen van toepassing en dit zowel op Europees, federaal als regionaal vlak.

3.4.1. Meststoffendecreet

Het opvolgen en begeleiden betreffende de export van eindproducten gebeurt door de VLM-Mestbank. De verdere melding van het transport van de verwerkte producten aan de Mestbank dient te gebeuren in functie van het eindproduct en zijn toepassing in het land van bestemming. Indien het eindproduct door het land van bestemming niet wordt beschouwd als een afvalstof moet het transport gemeld worden aan de Mestbank door middel van een mestafzetdocument. Het transport moet uitgevoerd worden door een mestvoerder erkend in klasse C (erkend voor het uitvoeren van grensoverschrijdende mesttransporten). Deze mesttransporteurs zijn, volgens het Besluit van de Vlaamse Regering van 30 juni 2006, verplicht om tegen 1 november 2006 te beschikken over AGR-GPS-apparatuur. Vanuit de sector van de mestverwerking heerst de bezorgdheid om voldoende transporteurs te kunnen vinden voor export.

Indien het eindproduct door het land van bestemming wordt beschouwd als een afvalstof dient de verdere opvolging van het transport te gebeuren conform de Europese transportverordening (verordening 259/93/EEG).

3.4.2. VLAREA

De eindproducten van een mestbe- of -verwerkingsproces, waarbij enkel dierlijke mest wordt ingebracht, worden in het Vlaamse Gewest niet beschouwd als een afvalstof waarop het afvalstoffendecreet en zijn uitvoeringsbesluiten (VLAREA – Vlaams Reglement inzake Afvalvoorkoming en -beheer) van toepassing zijn. Een inrichting voor het co-verwerken van mest en afvalstoffen is naast een mestbe- of mestverwerking ook een inrichting voor de verwerking van afvalstoffen. De eindstromen die deze installaties opleveren zijn bijgevolg afvalstoffen die, binnen Vlaanderen, enkel in aanmerking kunnen komen voor het gebruik als secundaire grondstof indien zij opgenomen zijn in de lijst van bijlage 3.1. van het VLAREA en voldoen aan de voorwaarden inzake samenstelling en gebruik (bijlage 3.2.1. van het VLAREA).

Vanuit OVAM wordt duidelijk gesteld dat er slechts een gebruikscertificaat als secundaire grondstof kan worden afgeleverd voor een eindstroom waarbij enerzijds afvalstoffen worden gebruikt in de verwerking en anderzijds de toepassing/afzet ervan binnen Vlaanderen gebeurt. Buiten Vlaanderen is het begrip secundaire grondstof immers onbekend. Dit betekent dat eindstromen, waarbij afvalstoffen worden gebruikt in de verwerking, het Vlaams Gewest als afvalstoffen verlaten volgens de Europese transportverordening (zie verder). Concreet zal dit veelal met kennisgeving moeten gebeuren (dus akkoord vereist, zowel van land van verzending als land van bestemming). Bij export zal de OVAM de samenstelling niet toetsen aan de VLAREA-voorwaarden, maar wel aan de Europese normen (slibrichtlijn, biodegradeerbaar afval, ...). Indien de VLAREA-normen worden overschreden zal wel aan de het land van bestemming worden meegedeeld dat de eindstroom in Vlaanderen niet kan worden aangewend als meststof. (OVAM standpunt dd.05/02/2002).

3.4.3. Koninklijk Besluit van 07/01/1998 (B.S. 11/06/1998)

De handel in de eindproducten van de mestverwerking is gereglementeerd op federaal niveau. Het Koninklijk Besluit van 7 januari 1998, laatst gewijzigd door het Koninklijk Besluit van 16 januari 2006, regelt het wettelijk kader van de handel in meststoffen, bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten.

Het is verboden producten die niet in de tabel (bijlage I van het KB) voorkomen te verhandelen. Voor producten bevattende of op basis van mest die niet opgenomen zijn in de bijlage I van het KB of om een of andere reden niet voldoen aan de beschrijving of de vereisten, kunnen worden toegelaten in toepassing van art. 5 (ontheffing). De Minister laat dan, onder de voorwaarden die hij bepaalt, de verhandeling toe van die producten. Voor verdere informatie hieromtrent wordt verwezen naar de website van het Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking (VCM).

Dit KB is niet van toepassing op zuivere dierlijke mest (varkensmest, rundveemest, kippenmest, paardenmest ...) en tussenproducten. Wanneer bijvoorbeeld de dikke fractie van varkensmest na scheiding geëxporteerd wordt naar een erkende installatie buiten Vlaanderen moet met dit KB geen rekening worden gehouden.

3.4.4. Verordening 259/93/EEG (transportverordening)

De verordening 259/93/EEG (transportverordening) van de Raad van 1 februari 1993 betreffende toezicht en controle op de overbrenging van afvalstoffen (EVOA) binnen, naar en uit de Europese Gemeenschap is sinds 6 april 1994 van kracht in alle landen van de Europese Unie. De verordening maakt onderscheid tussen afvalstoffen bestemd voor verwijdering en afvalstoffen bestemd voor nuttige toepassing. De afvalstoffen bestemd voor nuttige toepassing worden onderverdeeld in een groene, een oranje en een rode lijst. Er wordt in de verordening ook een onderscheid gemaakt tussen uitvoer naar een lidstaat van de Europese Unie en de uitvoer buiten de Europese Unie.

Voor export van verwerkte dierlijke mest moet men in principe voldoen aan de transportverordening. Uit overleg tussen de Mestbank en andere lidstaten binnen de EU kan men echter vaststellen dat wanneer een eindproduct voldoet aan de Verordening 1774 het niet meer wordt aanzien als een afvalstof. Bijgevolg moet de EVOA-procedure niet worden gevolgd. Indien de lidstaat van bestemming het eindproduct toch aanziet als een afvalstof moet dezelfde procedure worden gevolgd als voor de export van niet-verwerkte mest.

Voor transport van verwerkte dierlijke mest *buiten de EU* is het al dan niet toepassen van de verordening in functie van de benoeming van het eindproduct door het land van bestemming. Indien het land van bestemming het eindproduct aanziet als een afvalstof moet dezelfde procedure worden gevolgd als voor de export van niet verwerkte mest die wordt geëxporteerd. Indien het land van bestemming het eindproduct niet meer beschouwt als een afvalstof, is deze verordening niet van toepassing.

Voor export van mest na co-verwerking met organische afvalstoffen is de bevoegde autoriteit volgens de transportverordening de OVAM. Van zodra er afvalstoffen worden meeverwerkt geldt deze transportverordening. Indien het land van bestemming hierover een andere visie heeft en zegt dat het voor hen niet hoeft, blijft de OVAM dit vragen. Bij de dossierbehandeling zal de milieuhygiënische kwaliteit van de afvalstof worden nagegaan (zie VLAREA). Dit is belangrijk om milieuhygiënische garanties te kunnen geven aan de landen van bestemming.

3.4.5. Verordening 1774/2002

De Verordening (EG) nr. 1774/2002 van het Europees Parlement en de Raad stelt de gezondheidsvoorschriften vast inzake niet voor menselijke consumptie bestemde dierlijke bijproducten. De verordening is van kracht sinds 1 mei 2003 en vervangt de zogenaamde “Bezemrichtlijn” (richtlijn 92/118/EEG).

De Verordening stelt veterinairrechtelijke en volksgezondheidsvoorschriften vast voor het verzamelen, vervoeren, opslaan, hanteren, verwerken en gebruiken of verwijderen van dierlijke bijproducten, teneinde te voorkomen dat deze producten een risico voor de gezondheid van mens of dier vormen. Bedrijven die bovenstaande activiteiten uitvoeren dienen over een door de overheid uitgereikte erkenning te beschikken, welke pas kan worden verleend indien aan alle gestelde eisen is voldaan. Deze verordening bevat eveneens voorschriften voor het in de handel brengen en, in bepaalde specifieke gevallen, het uitvoeren en het doorvoeren van dierlijke bijproducten en afgeleide producten.

De dierlijke bijproducten waarop de verordening van toepassing is, worden onderverdeeld in 3 categorieën en dit op basis van mogelijke sanitaire risico's. Mest is conform deze verordening ingedeeld als 'categorie 2 -materiaal'.

Deze Verordening 1774/2002 omvat zowel vereisten voor de mestverwerkingsinstallatie als voor de eindproducten.
- De installaties moeten onder andere erkend zijn in het kader van deze verordening door de Mestbank.
- De eindproducten zijn onderworpen aan vereisten zoals een verplichte hygiënisatie op 70°C gedurende 60 minuten.

3.5. Subsidies

(bron: VCM)

In Vlaanderen bestaat er tot op vandaag geen of beperkte mogelijkheden tot ondersteuning voor mestverwerking. Volgens een studie 'Subsidieerbaarheid van mestverwerking', uitgevoerd door het VCM werden o.a. in Frankrijk (Bretagne) al meer dan 290 mestverwerkingsinstallaties onder strikte voorwaarden gesubsidieerd met goedkeuring van de Europese Commissie. Deze subsidiëring wordt er toegekend aan industriële en agrarische activiteiten die de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater verbeteren of tegen vervuiling beschermen.

Recent heeft de Europese Commissie bovendien bevestigd geen principiële bezwaren te hebben tegen de subsidiëring van mestverwerking in Vlaanderen. Mede doordat Vlaanderen heeft toegezegd om 100% van Vlaanderen als kwetsbaar gebied af te bakenen. Binnen de Vlaamse Regering moeten nog gesprekken gevoerd worden voor het verder uitwerken van het subsidieprogramma.

Bij het gebruik van warmtekrachtkoppeling en groene stroom is er wel bepaalde steun mogelijk.

Voor mestbewerking en meer specifiek op het vlak van vergisting bestaan diverse subsidiemogelijkheden. Uit economische en technische overwegingen gebeurt vergisting veelal in combinatie met andere biomassa (energieteelten en/of organisch biologische afvalstoffen), de zogenaamde co-vergisting. Bij de (co-)vergisting van mest zijn meerdere steunmaatregelen mogelijk.

3.5.1. Verhoogde investeringsaftrek

De belastbare winst van een onderneming kan onder bepaalde voorwaarden verminderd worden met een éénmalige aftrek van 14,5% (aanslagjaar 2007) van het bedrag van energiebesparende investeringen in vaste activa die in België voor het uitoefenen van de beroepsactiviteit van de belastingplichtige worden gebruikt.

Om in aanmerking te komen moeten de investeringen kunnen gerangschikt worden onder één van de categorieën opgenomen in de lijst bij het aanvraagformulier (o.a. investeringen in WKK en energetische valorisatie van biomassa).

Ook land- en tuinbouwbedrijven (natuurlijke en rechtspersonen) kunnen van dit voordeel genieten. De belastingplichtigen die worden belast op forfaitaire grondslagen van aanslag, waarbij de afschrijvingen forfaitair zijn ingecalculeerd, komen niet in aanmerking.

De aanvraag van het fiscaal attest moet bij het Vlaams Energie Agentschap (VEA), ten laatste 3 maanden na het verstrijken van het belastbaar tijdperk waarin de investeringen zijn gerealiseerd.

3.5.2. Ecologiepremie

Deze premie kan in het Vlaamse gewest onder bepaalde voorwaarden via een *elektronische aanvraag* toegekend worden aan de best beschikbare technieken die opgenomen zijn in een limitatieve technologieënlijst (LTL). “Installaties met doorgedreven automatisering voor het biothermisch drogen (composteren) van mest” werden opgenomen op limitatieve technologielijst.

Voor nieuwe of heel specifieke technologieën die niet op deze lijst staan kan een aanvraag worden ingediend om deze alsnog toe te voegen. Bij het bepalen van de steun wordt – automatisch via de elektronische aanvraag – rekening gehouden met meerkosten, de gerealiseerde besparingen/opbrengsten en de milieuperforatie.

Om in aanmerking te komen voor ecologiepremie dient aan een aantal criteria voldaan te worden:
- de investeringen worden gerealiseerd in het Vlaams gewest;
- de onderneming oefent een aanvaardbare hoofdactiviteit uit (uitgesloten sectoren o.a. land- en tuinbouw);
- de onderneming is geen vzw;
- één aanvraag per 12 maanden en één aanvraag per exploitatiezetel;
- enkel facturen, die dateren van na de indieningsdatum van de subsidieaanvraag en binnen de 3 jaar na toekenning van de ecologiepremie, komen in aanmerking;
- ... .

Op 1 september 2006 besliste de Vlaamse overheid de ecologiepremie te hervormen. Het principieel goedgekeurde besluit kent vanaf de tweede helft van 2007 de ecologiepremie toe via een callsysteem met wedstrijdformule. Per jaar worden drie calls gelanceerd, waarvan de eerste in de tweede helft van 2007 zal plaatsvinden. Doelstelling is om via deze wijze sneller steun te kunnen toekennen aan de ondernemers.

Meer informatie vindt u terug op www.vlaanderen.be/ecologiepremie.

3.5.3. VLIF-steun

In de huidige VLIF (Vlaams Landbouwinvesteringsfonds)-regelgeving, met name het Besluit van de Vlaamse regering van 24 november 2000 betreffende steun aan de investeringen en aan de installatie in de landbouw is een *positieve lijst* opgenomen van subsidieerbare investeringen. In Groep 2 van die lijst is onder meer het volgende opgenomen:”Installatie en materieel die op

bedrijfsniveau specifiek noodzakelijk zijn voor de productie en eventueel het gebruik van hernieuwbare brandstoffen (biomassa)".

Dit betekent dat landbouwers die investeringen doen die passen binnen deze bepaling (waaronder mest of co-vergisting) onder bepaalde voorwaarden kunnen rekenen op een steunbedrag ten belopen van 30% van de investeringskost. Steun vanuit het VLIF voor vergisting is weliswaar principieel mogelijk, echter de voorwaarden (bv. uit de landbouwactiviteit moet meer dan 35% van zijn totale netto belastbare inkomen) eigen aan het VLIF maken het momenteel praktisch onmogelijk.

Meer informatie vindt u terug op www2.vlaanderen.be/ned/sites/landbouw/investeringen.

3.5.4. Waarborgregeling

Ondernemingen (KMO's) die geen financieringsovereenkomst kunnen afsluiten ingevolge een gebrek aan voldoende waarborgen, kunnen bij de *financiële instellingen* die werden erkend als waarborghouders, tot 75% van de verbintenissen (max. € 500 000) van de onderneming laten waarborgen door de Vlaamse overheid. In ruil voor deze borg wordt een premie betaald voor aanvang van de waarborg die wordt berekend in functie van het bedrag en de duurtijd van de waarborg: (0,50% van de te waarborgen verbintenissen in hoofdsom) × (de te waarborgen periode in jaren).

De activiteit van de onderneming is van doorslaggevend belang om te bepalen of een beroep kan gedaan worden op de Waarborgregeling. Land- en tuinbouw behoren in principe tot de uitgesloten sectoren. Echter een vennootschap opgericht door landbouwers, maar met als doel biomassa om te zetten naar elektriciteit zal wel van de waarborgregeling gebruik kunnen maken.

De waarborgregeling is met terugwerkende kracht vanaf 1 augustus 2006 cumuleerbaar met de ecologiepremie.

Meer informatie vindt u terug op www.waarborgregeling.be.

3.5.5. Groenestroomcertificaten

Op 1 januari 2002 is in het Vlaams Gewest een systeem van groenestroomcertificaten in werking getreden. Een groenestroomcertificaat toont aan dat 1000 kWh elektriciteit werd opgewekt uit een hernieuwbare energiebron (waaronder biomassa). Ze worden toegekend voor de netto hoeveelheid elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen die wordt geproduceerd vanaf de eerste dag van de maand waarin de aanvraag door de VREG wordt goedgekeurd. Zowel de hoeveelheid netto geproduceerde elektriciteit die op de site wordt verbruikt als de hoeveelheid netto geproduceerde elektriciteit die aan het transmissienet, het distributienet of aan directe lijnen geleverd wordt, komen zodoende in aanmerking.

De aanvraag tot toekenning van groenestroomcertificaten moet bij de VREG gebeuren. De eerste toekenning gebeurt op basis van de elektriciteit die is opgewekt vanaf de eerste dag van de maand waarin de aanvraag werd goedgekeurd. Om te voorkomen dat bij de opstart van de installatie groenestroomcertificaten mislopen worden, is het nuttig om een aanvraagdossier (eventueel in onvolledige vorm) reeds voor de opstart van de elektriciteitsproductie bij de VREG in te dienen. Op die manier kan de VREG vooraf haar eventuele bemerkingen aan de betrokkene overmaken en kan het uiteindelijke aanvraagdossier sneller afgehandeld worden.

Iedere elektriciteitsleverancier is verplicht om bij te dragen aan de opwekking van een bepaalde hoeveelheid elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen. Deze hoeveelheid komt overeen met een bepaald minimumaandeel van de elektriciteit die hij in het totaal levert aan zijn klanten. Voor het jaar 2005 bedraagt dit minimumaandeel 2,5% van de totale levering van elektriciteit door een leverancier. Dit zal verder toenemen tot 6% voor zijn leveringen in 2010. Om aan deze verplichting te voldoen kunnen elektriciteitsleveranciers zelf elektriciteit opwekken op basis van hernieuwbare energiebronnen of groenestroomcertificaten aankopen van derden tegen een minimale marktwaarde van 80 EUR per certificaat. Heden bedraagt de gemiddelde marktwaarde van één certificaat 110 EUR (www.vreg.be). Indien de elektriciteitsleverancier niet voldoende groene-stroomcertificaten heeft ingeleverd, zal hij een administratieve boete dienen te betalen voor ieder ontbrekend certificaat. Deze administratieve boete per ontbrekend certificaat bedraagt – vanaf 31 maart 2005 – 125 EUR.

De nadere uitvoeringsregels worden vastgelegd in het Besluit van de Vlaamse regering van 5 maart 2004 inzake de bevordering van elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen.

Tot waarborging van de minimumvergoeding werd op 3 februari 2006 een energiebeleidsovereenkomst afgesloten tussen het Vlaams Gewest en de elektriciteits-distributienetbeheerders. Deze zullen zich contractueel engageren om de certificaten op te kopen bij de producent van groene stroom aan de decretaal bepaalde minimumwaarde (voor vergisting 80 EUR per certificaat) voor een periode van 10 jaar.

Vanaf januari 2006 zijn de groenestroomcertificaten die door de VREG worden uitgereikt ook bruikbaar als garantie van oorsprong (GvO) indien de geproduceerde elektriciteit in het transmissie- of distributienet wordt geïnjecteerd. De GvO is een noodzakelijk bewijsstuk voor de leveranciers om aan te tonen dat een aan de eindafnemers geleverde hoeveelheid elektriciteit afkomstig is uit hernieuwbare energiebronnen.

Meer informatie vindt u terug op www.vreg.be.

3.5.6. Warmtekrachtcertificaten

Op 1 januari 2005 is in het Vlaams Gewest een systeem van warmtekrachtcertificaten in werking getreden. WKK-producenten in het Vlaamse gewest hebben de mogelijkheid om bij de Vlaamse Reguleringsinstantie voor Elektriciteits- en Gasmarkt (VREG) gratis warmtekrachtcertificaten te verkrijgen per schijf van 1.000 kWh primaire energie gespaard in een kwalitatieve warmtekrachtinstallatie (warmtekrachtinstallatie met een relatieve primaire energiebesparing groter dan of gelijk aan 5%) ten opzichte van de situatie waarin dezelfde hoeveelheid elektriciteit en/of mechanische energie en warmte gescheiden worden opgewekt.

De aanvraag tot toekenning van warmtekrachtcertificaten moet bij de VREG gebeuren. De eerste toekenning gebeurt op basis van de warmtekrachtbesparing die is gerealiseerd vanaf de eerste dag van de maand waarin de aanvraag werd goedgekeurd.

Iedere elektriciteitsleverancier is vanaf 2005 verplicht om bij te dragen aan de besparing van een bepaalde hoeveelheid primaire energie door middel van kwalitatieve warmtekrachtkoppeling in Vlaanderen. De hoeveelheid te besparen primaire energie komt overeen met een bepaald minimum aandeel van de elektriciteit die hij in totaal levert aan zijn eindafnemers. Dit minimum aandeel bedraagt 1,19% voor het jaar 2005; 2,16% voor 2006; 2,96% voor 2007 en zal verder toenemen tot 5,23% vanaf 2012. Om aan deze verplichting te voldoen kunnen elektriciteits-

leveranciers zelf primaire energie besparen door gebruik te maken van kwalitatieve warmtekrachtinstallaties en daarvoor warmtekrachtcertificaten aan te vragen bij de VREG of door de warmtekrachtcertificaten aan te kopen op de markt. Warmtecertificaten, toegekend meer dan vier jaar na de datum van indienstneming (ten vroegste 1 januari 2002) worden om aan de certificaatverplichting te voldoen slechts aanvaard voor een fractie van het aantal voorgelegde dergelijke warmtecertificaten. Indien de elektriciteitsleverancier niet voldoende warmtekrachtcertificaten heeft ingeleverd, zal hij een administratieve boete dienen te betalen voor ieder ontbrekend certificaat. Deze administratieve boete zal 40 euro per ontbrekend certificaat bedragen op 31 maart 2006. Vanaf 31 maart 2007 wordt de boete bepaald op 45 euro per ontbrekend certificaat.

In het principieel goedgekeurde ontwerpbesluit van de Vlaamse Regering van 18 november 2005 werd de definitie van kwalitatieve warmtekrachtkoppeling aangepast aan de Europese richtlijn en werden de elektrische referentierendementen bepaald voor bio-WKK's. Het ontwerp van besluit vervangt het besluit van 7 september 2001 m.b.t. de voorwaarden voor kwalitatieve WKK-installaties en het besluit van 5 maart m.b.t. het WKK-certificatensysteem, en regelt de omzetting van de Europese richtlijn 2004/8.

Meer informatie vindt u terug op de website van de VREG.

3.6. Bodemsanering

(bron: VCM)

Bij mestbe- of mestverwerking kan het bodemsaneringsdecreet van toepassing zijn, afhankelijk van de rubriek(en) waaronder de mestbe- of mestverwerkingsinstallatie vergund is volgens Vlarem. VLAREBO bevat in bijlage 1 een lijst van inrichtingen en activiteiten die bodemverontreiniging kunnen veroorzaken.

Inrichtingen waar dierlijke mest bewerkt of verwerkt worden met een bewerkings- of verwerkingscapaciteit op jaarbasis van meer dan 1000 ton mest (rubriek 5.28.3) worden vermeld in de Vlaamse lijst van inrichtingen en activiteiten die bodemverontreiniging kunnen veroorzaken en krijgen hierin de aanduiding "B" (Besluit van de Vlaamse regering van 14 juni 2002 tot wijziging van het Besluit van de Vlaamse regering van 5 maart 1996 houdende vaststelling van het Vlaams Reglement betreffende de bodemsanering). Initiatieven die vallen onder rubriek 9 zijn niet onderhevig aan het bodemsaneringsdecreet.

Concreet betekent dit dat de exploitanten onder rubriek 5.28.3 op eigen kosten een oriënterend bodemonderzoek moeten doen en dit binnen een periode van 8-10 jaar na het verlenen van de milieuvergunning. Een oriënterend bodemonderzoek heeft tot doel uit te maken of er ernstige aanwijzingen zijn voor de aanwezigheid van bodemverontreiniging op bepaalde gronden. Het houdt een beperkt historisch onderzoek en een beperkte monsterneming in onder leiding van een bodemsaneringsdeskundige. Dit onderzoek dient periodiek te worden herhaald. Voor bedrijven met aanduiding "B" bedraagt dit om de 10 jaar.

3.7. Informatiepunt

VCM
Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking
Abdijbekestraat 9
8200 Sint-Andries, Brugge
Tel.: +32 (0)50 40 72 01
Fax: +32 (0)50 40 74 89
Website: www.vcm-mestverwerking.be

Biogas-E
Graaf Karel de Goedelaan 5
8500 Kortrijk
Tel.: +32 (0)56 24 12 36
Fax: +32 (0)56 24 12 24
Website: www.biogas-e.be

OVAM
Stationsstraat 110
2800 Mechelen
Tel.: +32 (0)15 28 44 61
Fax: +32 (0)15 20 15 54
Website: www.ovam.be

VLM – De Mestbank
Gulden-Vlieslaan 72
1060 Brussel
Tel.: +32 (0)2 543 73 43
Fax: +32 (0)2 543 73 98
Website www.vlm.be

VREG
Vlaamse Reguleringsinstantie voor de Elektriciteits- en Gasmarkt
North Plaza B, 2e verdieping
Koning Albert II-laan 7
1210 Brussel
Tel.: +32 (0)2 553 13 53
Fax:. +32 (0)2 553 13 50
Website: www.vreg.be

VLACO
Kan. De Deckerstraat 37
2800 Mechelen
Tel.:+32 (0)15 451 370
Fax: +32 (0)15 218 335
Website: www.vlaco.be

VITO – EMIS
Boeretang 200
2400 Mol
Tel.: +32 (0)14 33 55 11
Fax: +32 (0)14 32 11 85
Website: www.emis.vito.be

STIM
Stimulering Innovatieve Mestverwerking
Wilgenstraat 32
8800 Roeselare
Tel.: +32 (0)51 23 23 31
Fax.: +32 (0)51 22 82 58
Website: www.stim-mestverwerking.be

3.8. Referenties

1. Mestgids, wegwijs in het Vlaams mestbeleid (december 2000). Uitgegeven door de Vlaamse Landbouwmaatschappij (VLM), terug te vinden op de website van de VLM.
2. Vanuytsel G., Kretzschmar J.G. (2001), Studiedag 25/10/2001 over groene stroom, Vito, Mol.
3. VCM, website: www.vcm-mestverwerking.be
4. VREG, website: www.vreg.be

Hoofdstuk 4 TECHNIEKEN GEBRUIKT BIJ MESTVERWERKING

4.1. Samenhang van mestverwerkingstechnieken

4.1.1. Overzicht van technieken

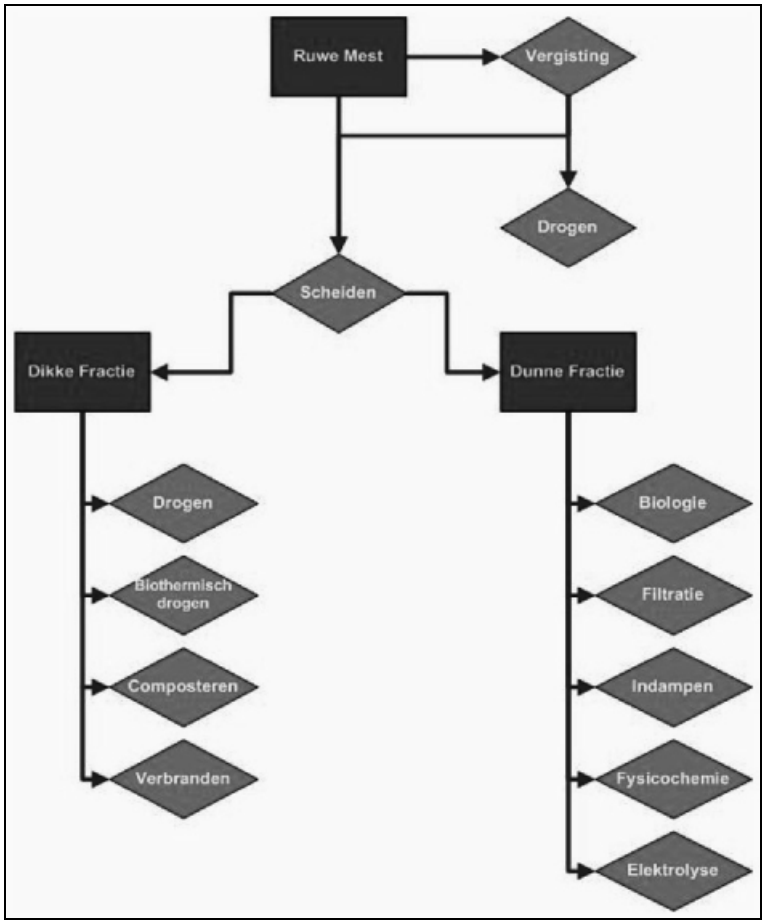
Mestverwerking bestaat meestal uit een combinatie van technieken. De gebruikte technieken zijn vaak reeds vroeger toegepast voor de verwerking van organische afvalstromen zoals rioolwaterzuiveringsslib en groenafval. Kenmerkend aan de technieken die bij mestverwerking toegepast worden is de diversiteit in combinaties die door de verschillende initiatiefnemers worden voorgesteld. Afhankelijk van het type mest worden verschillende verwerkingstechnieken toegepast. Doorheen de jaren gebeurde per mestsoort een “praktijkselectie” van geschikte verwerkingstechnieken. Deze technieken kunnen na elkaar of in plaats van elkaar worden uitgevoerd. In volgende hoofdstukken worden deze technieken besproken. Er wordt een opdeling gemaakt tussen “bewezen technieken” en “overige technieken”.

a. Bewezen technieken

Deze technieken worden in diverse combinaties beproefd en al of niet in alleenstaande of boerderijgebonden installaties toegepast. Om een overzicht te krijgen van de meest frequent toegepaste combinaties of trajecten is in Figuur 4.1, p. 78, de samenhang tussen deze technieken voorgesteld.

In de praktijk zullen in de mestverwerkingstrajecten slechts een deel van de aangeduide technieken worden toegepast waardoor deze processen veel eenvoudiger zijn. Vaak kan de mestverwerking worden opgesplitst in verschillende installaties, bv. de behandeling van de vloeibare fracties op boerderijniveau en de behandeling van de vaste fracties in centrale installaties.

Bij de technieken kunnen nevenstromen gevormd worden (gas, vaste fracties, vloeibare fracties). Deze nevenstromen kunnen terug als input gebruikt worden in een eventueel volgende behandelingstechniek. Biogasstromen kunnen gebruikt worden voor energieproductie. Afhankelijk van de techniek komen er reststromen vrij die op hun beurt verwerkt worden.



Figuur 4.1: Samenhang tussen mestverwerkingstechnieken(VCM, 2006)

b. Overige technieken

Hieronder worden de technieken gecatalogeerd welke minder courant gebruikt worden en/of in ontwikkeling zijn. Een overzicht wordt gegeven in onderstaande tabel.

Verwerkingstechniek	Paragraaf	Voor de behandeling van
Algenkweek	4.16.1	Vloeibare mest
Actieve kool zuivering	4.16.2	Vloeibare mest
Ionenwisselaar	4.16.3	Vloeibare mest
Andere adsorbentia	4.16.4	Vloeibare mest
Natte oxidatie	4.16.5	Vloeibare mest
kalkbehandeling	4.16.6	Vaste mest
Constructed wetlands	4.16.7	Vloeibare mest

4.1.2. Algemene lijnen

Ondanks een uitgebreide reeks mogelijke combinaties van mestverwerkingstechnieken die in de praktijk toegepast kunnen worden, zijn er een aantal algemene lijnen in de combinaties van technieken te onderscheiden.

Technieken die bv. energie uit organische materie vrijmaken zoals vergisten, composteren en natte oxidatie, worden niet gecombineerd omdat de verdeling van de beschikbare energie de economie van de individuele technieken vermindert. Wanneer anderzijds vergaande denitrificatie (ná nitrificatie) wordt nagestreefd, is een zekere hoeveelheid afbreekbare organische materie nodig. Dit betekent dat vergisting vooraf niet wenselijk is.

a. Behandeling ruwe mest

Ontvangst en opslag

Bij vloeibare mest zijn de eerste stappen: ontvangst, verwijdering van grof materiaal met behulp van roosterinstallaties en opslag. Dit laatste vindt plaats in afgesloten tanks om de emissie van geur en ammoniak te beperken.

Vergisting

Hierna vindt vaak anaerobe vergisting (biogasproductie) plaats, soms samen met energierijk organisch afval om de economie van deze stap te verbeteren. Deze economie is des te beter naarmate het drogestofgehalte van de mest groter is. Naast omzetting van organische stof in biogas zijn er vaak secundaire doelen zoals: het doden van kiemen en zaden, de afbraak van vluchtige organische verbindingen die bij een later indamp- en droogproces zouden kunnen ontwijken, en tenslotte een verbetering van de scheidingseigenschappen van mest. Dit geproduceerde biogas kan worden ingezet als brandstof en kan beschouwd worden als een bron van hernieuwbare energie.

Scheiding

Een volgende veelvoorkomende stap is mechanische scheiding, waarbij een deel van de niet-opgeloste droge stof in een dikke fractie wordt opgehoopt. Daarnaast komt een deeltjes-arme dunne fractie vrij. Deze behandeling is vaak nodig om de kosten van de verdere behandeling van de vloeibare fractie zo laag mogelijk te houden of om verstopping en vervuiling te voorkomen. Mechanische (voor)scheiding vindt niet plaats bij chemische oxidatie omdat het doel daarbij is alle organische stof aan de oxidatieprocessen bloot te stellen.

b. Verwerking van de dunne fractie

Strippen

Mest bevat vaak een aanzienlijke hoeveelheid ammonium (NH_4^+) of ammoniak (NH_3). Ammoniak kan voorafgaand verwijderd worden met behulp van stripping: doorblazen met lucht of stoom. De lucht wordt opgevangen en de ammoniak wordt eruit verwijderd door bv. wassing met een zuur (zwavel-, salpeter- of koolzuur). Het product is een ammoniumzout dat als een aparte stroom kan worden gecommercialiseerd.

Biologische zuivering

Hiervoor wordt meestal het aerobe actiefslib proces gebruikt waarbij het ontwerp nitrificatie en denitrificatie mogelijk maakt. Er wordt dan vergaand gezuiverd ten aanzien van de parameters CZV, BZV en N. Bij dit proces wordt echter het gehalte aan zouten nauwelijks gereduceerd. De zuiverste effluenten worden uiteraard verkregen bij dunne mestsoorten zoals kalvergier en zeugenmest. Door de hoge N en P gehaltes in het influent in vergelijking met die van stedelijk afvalwater zijn ook de N en P gehaltes in het mesteffluent beduidend hoger dan bij het communale equivalent. De kleur is donkergeel (vleeskalveren) tot koffiekleurig (varkens).

Andere natte omzettingstechnieken

Een alternatief voor of aanvulling op het aerobe actiefslib proces is de algenvijver. Deze levert mogelijk een betere effluentkwaliteit dan de actiefslib installatie en reduceert ook enigszins het zoutgehalte. Andere technieken zijn vb. chemische oxidatie en elektrolyse.

Fysico-chemie

Door tijdens of na het biologisch zuiveringsproces precipitatie met kalk of ijzerzouten toe te passen worden nog fosfaten en CZV uit de mestvloeistof verwijderd. Een ander proces is precipitatie met magnesiumoxide en fosforzuur onder vorming van een neerslag van magnesium-ammoniumfosfaat (struviet).

Omgekeerde osmose

Als alternatief of als aanvulling van de vorige technieken kan de dunne fractie ook worden opgeconcentreerd met behulp van membraanfiltratie (omgekeerde osmose) of indampen. Bij omgekeerde osmose wordt, na een voorbehandeling door ultrafiltratie en/of strippen, de mestvloeistof door een zeer fijn membraan gestuurd waarbij de zouten en grotere moleculen door het membraan worden weerhouden. Dit geeft aanleiding tot een (omvangrijke) concentraatstroom die eventueel verder kan worden ingedikt tot vaste mest. Het effluent of permeaat genoemd is vergaand zout- en fosfaatvrij. Ook CZV, BZV en N worden goed tegengehouden. Uiteraard geldt ook hier dat de waterrijkste mestsoorten de schoonste effluenten opleveren.

Indampen en condenseren

Als alternatief voor omgekeerde osmose wordt door indampen enerzijds een concentraat en anderzijds een dampstroom bekomen. Deze dampstroom bevat vluchtige organische en stikstofverbindingen maar is zout- en fosfaatvrij. Om de resterende onzuiverheden uit de dampstroom te verwijderen en om energetische redenen wordt de damp meestal gecondenseerd.

Verdergaande zuivering van condensaten en permeaten (polishing)

Condensaten en permeaten bevatten nog kleine hoeveelheden onzuiverheden. Deze kunnen verder verwijderd worden door de voorgaande zuiveringsstappen nog eens te herhalen, bijvoorbeeld door 2 omgekeerde osmose installaties in serie te plaatsen. Soms opteert men voor zuiveringsstappen zoals actief kool filtratie (verwijdering CZV), biologische zuivering (verwijdering organische koolstof en stikstof) en ionenwisselaars (verwijdering zouten). Uiteindelijk bekomt men enerzijds nagenoeg zuiver water, maar anderzijds wordt er in sommige gevallen (actief kool filtratie, ionenwisselaars) een bijkomende reststroom gecreëerd die mogelijk niet of mits hoge kosten verder verwerkbaar is in het bemestingscircuit.

c. Verwerking van de dikke fractie

De dikke fractie die bij de mechanische scheiding vrijkomt – al dan niet aangevuld met concentraten of ontwaterde slibs – dient verder behandeld te worden ten einde een exporteerbaar product te krijgen. Volgende technieken kunnen worden aangewend.

Drogen

Met thermische drogers wordt het vocht vrijwel geheel verdampt. De damp kan, na ontdaan te zijn van vluchtige stikstof en koolstofverbindingen, in de lucht geblazen worden. Een andere mogelijkheid is het condenseren van de damp en het behandelen van de hierbij vrijgekomen waterstroom.

Composteren/biothermisch drogen

Bij composteren van de dikke fractie wordt een deel van de organische stof microbieel afgebroken en wordt met de vrijkomende warmte vocht verdampt en ziektekiemen afgedood. Om een goede compostering mogelijk te maken worden vaak stoffen zoals stro of bermgras als extra koolstofbron toegevoegd en om de porositeit te verhogen. Verdamping kan ook plaats vinden door de toevoeging van ongebluste kalk.

Verbranding

Bij verbranding gebeurt niet alleen een reductie van het volume en het watergehalte maar worden ook de N-verbindingen omgezet naar de gasvormige componenten N_2 (stikstofgas) en NO_x (stikstofoxides). De vorming van stikstofoxides kan door procesmaatregelen teruggedrongen worden. Ook moet aandacht besteed worden aan de aanwezigheid van stof, HCl, dioxines, ... Om deze te verwijderen zijn rookgasreinigingstechnieken nodig. De verbranding van mest en het gebruik van de vrijgekomen warmte kan als opwekking van hernieuwbare energie beschouwd worden. Het restproduct kan als kunstmeststof worden aangewend.

Schaalgrootte

Onder schaalgrootte kan een onderscheid worden gemaakt tussen installaties die in agrarisch gebied kunnen liggen (boerderijniveau en regionaal niveau) en initiatieven die op bedrijventerreinen moeten liggen (grootschalige initiatieven). Dit is beschreven in omzendbrief RO/2006/01. Deze omzendbrief maakt een opdeling naar grootte waarbij er een opdeling is naar de hoeveelheid ingaande grondstoffen (mest en coproducten) per jaar:
- Agrarisch (boerderijschaal en regionaal): < 60 000 ton
- Grootschalig: > 60 000 ton

Er kan op gewezen worden dat er op boerderijniveau, in tegenstelling tot op centraal (regionaal / grootschalig) niveau, mogelijkheden bestaan om:
- mestvocht te verdampen met de ventilatielucht afkomstig van de stallen. Dit wordt al op ruime schaal toegepast bij leghennen en vleeskuikens, maar er zijn ook goede mogelijkheden voor varkens;
- urine en faeces van varkens direct na uitscheiding te scheiden;
- mestbehandeling en de behandeling van emissie van geur en ammoniak uit de stallen te combineren.

De ontwikkeling van geïntegreerde stal- en mestverwerkingssystemen is reeds goed ontwikkeld.

Daarnaast zijn er verdere eisen naar type en hoeveelheden coproducten die gebruikt worden alsook aan de mobiliteit en bedrijfsgebondenheid om een installatie in agrarisch gebied te plaatsen. Deze voorwaarden staan in de omzendbrief beschreven.

In de BBT studie mestverwerking houden we de grens voor de opdeling tussen grootschalige en minder grote installaties. Om verwarring te vermijden tussen met de opdeling in deze omzendbrief wordt in deze studie een opdeling gemaakt enkel op basis van de capaciteit en spreken we niet van installaties op regionale schaal of boerderijschaal. Er worden 3 groottes van installaties onderscheiden:
– Kleinschalig: < 10 000 ton
– Middelgroot: 10 000-60 000 ton
– Grootschalig: > 60 000 ton

4.1.3. Behandeling van de luchtstromen

Voor de ventilatiegassen wordt vooral aan het reduceren van geur en ammoniak veel aandacht geschonken. Vluchtige vetzuren zoals boter- en propionzuur zijn componenten van de mest met een onaangename geur en een lage geurdrempel en deze dragen in belangrijke mate bij aan de geuremissie.

Het lossen en opslaan van mest en eventuele secundaire grondstoffen vindt meestal plaats in gesloten gebouwen of tanks. Be- en verwerkingsapparatuur worden zoveel mogelijk gesloten uitgevoerd of in gesloten gebouwen ondergebracht. Het is gebruikelijk dat de lucht uit tanks, opslagruimtes en gebouwen wordt afgezogen. Puntafzuiging beperkt bij open toestellen met omvangrijke emissies de hoeveelheid af te zuigen lucht.

Een gebruikelijke behandelingsmethode is zure wassing ter verwijdering van ammoniak (en een deel van de geur), gevolgd door biofiltratie. Biofiltratie is vooral effectief voor de verwijdering van geur.

Geconcentreerde gasstromen zoals niet-gecondenseerde gassen van indampers worden met behulp van naverbranding van geur en ammoniak ontdaan. Biogas uit de vergistingstanks zal ontdaan dienen te worden van H_2S en stof voordat het verbrand kan worden.

Voor de behandeling van verbrandingsgassen zal gebruik gemaakt worden van de technieken die bij de verbranding van afval worden gehanteerd (stoffilters, zure- en basische wassers, eventueel de-NOx en actieve kool).

Voor meer gegevens omtrent de toepasbaarheid van de luchtzuiveringstechnieken wordt verwezen naar de BBT-studie “Gids Luchtzuiveringstechnieken”.

4.1.4. Uitschakeling van nutriënten

In de Vlaamse context wordt mestverwerking uitgevoerd met het oogmerk de overbemesting tegen te gaan en de in de mest aanwezige nutriënten niet langer op de Vlaamse landbouwbodem te laten terechtkomen. Er zijn hiertoe slechts 2 mogelijke oplossingen:
- De mest zodanig concentreren en conditioneren om ze makkelijker buiten de Vlaamse landbouw te kunnen afzetten. Dit is de enige oplossing voor fosfor.
- De componenten in de mest chemisch omzetten zodat ze niet langer een nutriëntenwerking kunnen uitvoeren. Deze oplossing is mogelijk voor stikstof (omzetten naar stikstofgas) maar niet voor fosfor.

Stikstof komt in verschillende chemische vormen voor die vaak gekenmerkt worden door een verschillende oxidatietoestand. Enkel de toestand waarbij stikstof als moleculair stikstofgas (N_2) voorkomt wordt als milieuneutraal beschouwd. Door oxidatiereacties en/of reductiereacties wordt gepoogd de stikstof in deze milieuneutrale vorm te krijgen. Enkele veel voorkomende oxidatietoestanden van stikstof en omzettingen die in kader van mestverwerking kunnen plaatsvinden zijn opgenomen in Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Overzicht van enkele veel voorkomende oxidatietoestanden van stikstof en omzettingen die in kader van mestverwerking plaatsvinden (start: oxidatietoestand bij start van behandeling, >> of << meest voorkomende oxidatietoestand na afloop van behandeling, > of < minder voorkomende oxidatietoestand na afloop van behandeling)

Oxidatietoestand	**- 3**	**0**	**+ 1**	**+ 2**	**+ 3**	**+4**	**+5**
Typische molecule	**NH_3, NH_4^+, ureum, proteïnen**	**N_2**	**N_2O**	**NO**	**NO_2^-**	**NO_2**	**NO_3^-**
Voorkomen	**opgelost of gas**	**gas**	**gas**	**gas**	**opgelost**	**gas**	**opgelost**
Chemische oxidatie	start	>>	>	>	>	>	>
Elektrolyse (kathode)		<<	<	<	start	<	start
Elektrolyse (anode)	start	>>	>	>	>	>	>
Biologische nitrificatie	start		>		>>		>>
Biologische denitrificatie		<<	<		start		start
Verbranden	start	>>	>	>		>	
De-NO_x		<<		start		start	

In het vervolg van dit hoofdstuk worden de afzonderlijke mestverwerkingstechnieken meer gedetailleerd besproken.

4.2. Opslag

4.2.1. Doel

– het tijdelijk opslaan van mest tot deze verwerkt kan worden.
– opslag van eind- en tussenproducten

4.2.2. Procesbeschrijving

De mest wordt zowel op de boerderij als eventueel bij de centrale mestverwerkings-installatie opgeslagen tot dat deze verwerkt kan worden. Mest kan zowel in vloeibare als vaste vorm opgeslagen worden. Er bestaan zowel tijdelijke als permanente constructies om mest te stockeren. In Vlarem II Art 5.9.2., bijlage 5.9 en art 5.28 e.a. zijn voorwaarden opgenomen waaraan opslag van mest in Vlaanderen dient te voldoen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen opslag in mestkelders, cirkelvormige bovengrondse tanks (mestsilo's), foliebassins (lagunes voorzien van plastic folies uit vb. polytheen of butylrubber) en mestzakken (geheel of gedeeltelijk bovengronds, opgebouwd uit kunststoffolies waarvan bodemafdichting en afdichting één geheel vormen). Bij mestopslagplaatsen op de boerderij kan onderscheid gemaakt worden tussen opslag in en buiten de stal. Opslag buiten de stal biedt voordelen met betrekking tot het stalklimaat en tot betere mengmogelijkheden van de te verwerken mest.

Voor een volledige beschrijving wordt verwezen naar de BBT Veeteelt waarin de opslag van mest en de milieu en economisch implicaties in beschreven staan.

Specifiek voor mestopslag bij mestverwerking is dat – omwille van hygiënische redenen – verwerkte en onverwerkte mest niet met elkaar in contact mogen komen.

Toelevering van mest van de boerderij naar een centrale mestverwerkingsinstallatie gebeurt meestal met tankwagens. Het gebruik van pijpleidingen is ook mogelijk.

4.2.3. Stand van de techniek

Reeds vele jaren toegepast.

4.2.4. Grondstoffen en eindproducten

De grondstof kan heel divers zijn, maar is meestal onverwerkte mest. Gedurende de opslag vinden er allerhande chemische, fysische en biologische omzettingen plaats (zie emissies), zodat het eindproduct een andere samenstelling heeft dan het origineel product.

4.2.5. Emissies

Mest is geen inerte materie en gedurende de opslag doen er zich allerhande chemische, fysische en biologische omzettingen voor waardoor emissies van ammoniak, methaan, lachgas en geurhinder kunnen optreden. Ook bestaat de kans op insijpeling in bodem en grondwater.

De fysische eigenschappen van varkensmest zijn de oorzaak dat er relatief weinig ammoniakemissie optreedt. In het begin wordt er ammoniak geëmitteerd vanuit de bovenste lagen, maar later zal de ammoniakverarmde laag de emissie vanuit de diepere lagen beperken. In de BREF

veeteelt wordt gerekend met een emissie van ca 10% van de aanwezige N zowel in bovengrondse tanks als in lagunes (An., 2001). Er vormt zich geen korst op varkensmest omdat de meeste vaste stof naar de bodem van de opslagtanks zinkt. Bij de opslag van vaste varkensmest in hopen zou een N-verlies optreden van 20-25% .

De methaanemissie is onder andere afhankelijk van de temperatuur (hoog: meer emissie) en de opslagduur (lang: meer emissie). Inclusief de methaanemissie gedurende de vertering, rekent men bv. met een methaanemissie van 6 kg per ton varkensmest en 4-6 kg per ton pluimveemest (Parloo et al., 2000).

Bij levering van mest aan een centrale mestverwerkingsinstallatie is er mogelijks kans op geurhinder en ammoniakemissie bij het lossen van de lading. De emissies kunnen door aangepaste maatregelen onder controle gehouden worden.

4.2.6. Energiegebruik

Energiegebruik is beperkt, eventueel elektriciteit voor roerders en verpompen van de mest.

4.2.7. Kosten

Tabel 4.2: Vervangingswaarde aparte mestopslag buiten de stal per m³. Voor mestsilo's is de prijs exclusief overkapping (bron: KWIN Veehouderij, 2001)

Omschrijving (telkens 500 m³)	Vervangingswaarde per m³ (EUR)	Afschrijving (%)	Onderhoud en verzekering (%)
Mestkelder inclusief kelderdek	95-110	5	1,5
Mestsilo uit beton, staal of hout	40-45	5	2,5
Mestsilo (folie in stalen frame)	30 -35	10	2,5
Foliebassin	27 -32	10	3,5
Mestzak	50-55	10	2,5

Een mestopslag buiten de stal (inclusief overkapping) is gemiddeld 3% duurder per vleesvarkenplaats dan een mestopslag onder de stal (Van Brakel, 1998). Kosten voor afdek zijn besproken in 4.2.9.

Voor kosten kan eveneens de BBT veeteelt geraadpleegd worden.

4.2.8. Technische problemen

Bij bepaalde mestsoorten kunnen zich korsten op en zinklagen onder de mest vormen zodat deze moeilijker manipuleerbaar wordt. Corrosie van metalen onderdelen kan optreden.

4.2.9. Milieumaatregelen

Maatregelen moeten genomen worden om emissie van geur en ammoniak binnen de perken te houden en infiltratie van de bodem te vermijden (zie Vlarem II Hoofdstuk 5.9). Deze maatregelen zijn verschillend voor de opslag van vaste en vloeibare mest.

Vaste mest

Vaste mest dient opgeslagen te worden op een ondoordringbare vloer. Drains laten toe om mestvloeistof die vb. ontstaat na regenval op te vangen. Geurhinder kan beperkt worden door bij het plaatsen rekening te houden met de heersende windrichting en de nabijheid van gevoelige zones. Bomenrijen, bermen of muren kunnen rond de opgeslagen mest voorzien worden als windscherm.
Het wordt echter aanbevolen om een overkapping boven de opgeslagen mest te voorzien, vermits er dan geen opslag voor afvloeiend water dient voorzien te worden (aalputten). Hiervoor kunnen bv. plastic zeilen gebruikt worden. Het is evenwel mogelijk dat deze vorm van bedekking (anaerobe) reacties in de mest stimuleert met als gevolg een verhoogde emissie gedurende de verdere behandeling van de mest. In Finland wordt als afdekmateriaal een laag van vb. 10 cm turf gebruikt: ammoniak die uit de mest ontwijkt wordt gebonden door de turfmassa. Hoe zuurder de turf, hoe meer ammoniak wordt gebonden (Mikkola et al., 2001). Gezien de prijs en beperkte beschikbaarheid van dit materiaal is dit in Vlaanderen waarschijnlijk geen optie. Het overdekken van de mest gebeurt best zo snel mogelijk vermits de ammoniakemissie vooral gedurende de eerste dagen plaatsvindt. Bedekken met stro is niet aangewezen vermits hierdoor de korstvorming wordt belemmerd en stro geen ammoniak bindt.
Een andere mogelijkheid is de opslag in een loods met een dichte vloer en een dak. Er zijn ventilatieopeningen en uiteraard een poort waarlangs de mest wordt binnengebracht. Ventilatie is nodig om condensatie te vermijden en helpt het optreden van anaerobe reacties te verminderen. De ammoniakemissie wordt o.a. beperkt doordat de mest beschut tegen zonlicht blijft.

Vloeibare mest

Vloeibare mest dient zodanig opgeslagen te worden dat er geen kans op lekken is. Betonnen constructies dienen goed aansluitende oppervlakken te hebben. Drainagebuizen kunnen voorzien worden voor controle van eventuele lekkage. Het gebruik van dubbele kleppen in de aanvoerleidingen verminderen het risico van verlies van drijfmest.
Luchtemissie wordt beperkt door het vloeistofoppervlakte zo klein mogelijk te houden en tegen de wind te beschutten. Het vullen van kelders gebeurt best zo laag mogelijk bij de bodem. Het mengen van de drijfmest gebeurt best zo weinig mogelijk (vb. enkel vlak voor het ledigen van de tanks) en op dagen dat de wind niet in de richting van gevoelige zones waait (geurhinder).
Er is melding gemaakt dat toevoegstoffen de opslag verbeteren maar over de effectiviteit van emissiereductie bestaat twijfel. Door toevoeging van een bacteriemengsel zou de stikstof meer gebonden is aan organische materie en hierdoor bij de er op volgende filtratiestap (zie 4.4) beter afgescheiden wordt. Kost van het bacteriemengsel is ca. 1,5 EUR/m³ mest.
Het afdekken van mestopslag voor vloeibare mest is verplicht in Vlaanderen. Er bestaan verschillende systemen. We beperken ons hier tot de afdeksystemen van bovengrondse opslag:

– stijve afdekpanelen uit beton of glasvezel. Er is geen eensgezindheid of dergelijke systemen ammoniakemissie beperken, maar de reductie zou tot 98% kunnen bedragen. Een nadeel is dat er zich schadelijke gassen kunnen ophopen die vanuit arbeidsveiligheid een probleem kunnen vormen. Kosten zijn ca 150-225 EUR/m² voor betonnen afdekplaten en 145-185 EUR/m² voor glasvezelversterkte kunststoffen afdekkingen (An, 2001). Berekend per meter doorsnede wordt 815-1045 EUR/m voorgesteld (KWIN- Veehouderij, 2001).
– flexibele afdekkingen of tentsystemen. Er is geen eensgezindheid of dergelijke systemen ammoniakemissie beperken maar de reductie zou tot 90% kunnen bedragen. Er kunnen schadelijke gassen ophopen die een arbeidsveiligheidprobleem kunnen geven. H_2S kan aanleiding geven tot corrosie van metalen onderdelen. Kosten zijn ca 54-180 EUR/m² (An,

2001). Berekend per meter doorsnede wordt 660-775 EUR/m voorgesteld (KWIN-Veehouderij, 2001).

– drijvende afdekking. Voorbeelden van afdekmateriaal zijn turf, raapzaadolie, plastic pellets en zeilen. Alhoewel geurreductie de belangrijkste reden was om voor deze afdeksystemen te kiezen bestaat over de effectiviteit ervan nog onenigheid. Door anaerobe condities bij gebruik van raapzaadolie kan een ranzige geur ontstaan. Ammoniakemissie zou met 90% of meer gereduceerd worden. Kiezel of kleiaggregaten worden ook vermeld maar zijn minder effectief. Methaanemissies kunnen stijgen met 60% bij gebruik van raapzaadolie. Bij gebruik van kleiaggregaten kunnen hogere NO emissies optreden. Kosten zijn bij benadering 15-36 EUR/m² (An, 2001). Berekend per meter doorsnede wordt 450-570 EUR/m voorgesteld (KWIN- Veehouderij, 2001).

Het lossen van externe vaste mest gebeurt het best inpandig. Het lossen van vloeibare mest kan ook inpandig gebeuren of er kan gebruik gemaakt worden van emissiearme koppelingen. Hierbij wordt bijvoorbeeld uitgaande van de tankwagen een mestdarm aangesloten aan de voorraadtank en zijn er afsluitkleppen aanwezig zijn aan de tankwagen en de voorraadtank. De mest wordt in voorraadtank geblazen waarbij de verdreven lucht over een biofilter wordt geleid. Na het lossen van de mest wordt de mestdarm leeggeblazen alvorens de kleppen worden afgesloten en de darm wordt ontkoppeld. Een lekbak vangt accidenteel gemorste mest op.

4.2.10. Capaciteit

De totale capaciteit in een veeteeltbedrijf dient voldoende te zijn om tenminste de hoeveelheid mest te stockeren die gedurende een periode van 6 maanden wordt geproduceerd door de dieren die op basis van het aantal dierplaatsen in de stal(len) kunnen worden gehouden. Voor centrale mestverwerkingsinstallaties kunnen andere regels gelden.

De capaciteit van individuele mestopslaginstallaties kan sterk variëren. Het kan bv. gaan over bovengrondse opslagcilinders met een diameter van 3,7 tot 38 m en een hoogte van 1,3 tot 5,1 m of foliebassins van 5000 m³.

4.2.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Algemeen toegepast in Vlaanderen.

4.2.12. Vergelijkbare technieken

Geen

4.2.13. Informatiepunt

BBT studie Veeteelt 2006

4.2.14. Referenties

1. Anoniem (2001) IPPC Reference document on Best Available Techniques for intensive rearing of poultry and pigs, European IPPC bureau, Sevilla, Spanje.

2. KWIN Veehouderij (2001) Kwantitatieve informatie veehouderij 2001-2002, Prakijkonderzoek Veehouderij, Leliestad.
3. Mikkola H., Puumala M., Grönroos J., Nikander A., Holma M. (2001) BAT report. Methods and techniques for reducing environmental load due to intensive rearing of pigs and poultry, Finnish Environment Institute: 79.
4. Van Brakel C. (1998) Investeringskosten van stallen met diepe en ondiepe mestkelders of mestkanalen., Praktijkonderzoek varkenshouderij 12 (3): 4-5.
5. Parloo E., Colson G., El Asri R., De Ruyck J. (2000) Technisch economisch onderzoek van de haalbaarheid en de implementatie van emissie reductie strategieën voor CH_4 en N_2O. VUB rapport PBO 97/52/78.

4.3. Vergisten (biogasproductie)

4.3.1. Doel

Primair doel:
– Biogaswinning

Secundaire doelen:
– Verlaging gehalte aan ziektekiemen en onkruidzaden, vooral bij thermofiele vergisting,
– Afbraak vluchtige organische stoffen. Dit is van belang wanneer bij de verdere behandeling indamp- en/of droogprocessen worden toegepast waarbij vluchtige stoffen in gas en/of effluent terecht komen,
– Vermindering mestgeur door afbraak geurstoffen,
– Omzetting organische N in NH_3. Dit is van belang bij afscheiding van N via ammoniakstripping en bij gebruik van mest als snelwerkende stikstof gewenst is,
– Verbetering van de scheidings- en ontwateringseigenschappen,
– Verbetering stromingseigenschappen,
– Vermindering emissie broeikasgassen,
– Hergebruik organisch afval (bij co-fermentatie).

4.3.2. Procesbeschrijving

Het conventionele gistingsproces wordt toegepast voor de vergisting van organisch materiaal, zoals waterzuiveringsslib, GFT en organisch afval, huishoudelijk afval, mest,.... Het proces vindt plaats in gesloten reactoren, waarin het organisch materiaal in anaeroob (in afwezigheid van zuurstof) wordt behandeld.

Het vergistingsproces zelf is een complex biologisch proces waarin verschillende groepen van bacteriën samenwerken om organisch materiaal om te zetten in CH_4, CO_2, H_2O, H_2S en NH_3. Dit vergistingsproces kan in 4 fasen opgedeeld worden:
1. Hydrolyse: In deze fase worden macromoleculaire bestanddelen zoals cellulose, proteïnen en vetten door hydrolyse (= reactie met water) afgebroken tot kleinere componenten zoals suikers, aminozuren, hogere vetzuren en alcoholen. Deze hydrolysereacties worden gekatalyseerd door extracellulaire enzymen (cellulasen, proteasen en lipasen) die door anaerobe bacteriën worden uitgescheiden. De hydrolytische fase is relatief traag en wordt beschouwd als de snelheidsbeperkende stap van het vergistingsproces.
2. Acidogenese of zuurvorming: de opgeloste stoffen worden in de bacteriën omgezet naar vluchtige vetzuren, alcoholen, CO_2, H_2, NH_3, H_2S en nieuw celmateriaal
3. Acetogenese: De fermentatieproducten worden omgezet in acetaat, CO_2, H_2, en nieuw celmateriaal
4. Methanogenese: acetaat, H_2 en CO_2 worden omgezet in methaan, CO_2 en nieuw celmateriaal. Circa 30% van de methaan komt van de omzetting van CO_2 en H_2 in methaan en 70% van de omzetting van acetaat naar methaan.

In dit geheel is de hydrolyse de beperkende stap voor de omzetting naar methaan. De snelheid van de hydrolyse is afhankelijk van oa temperatuur, deeltjesgrootte, pH, NH_4-concentratie, concentratie aan vetzuren, samenstelling van het te hydrolyseren substraat. Eens het materiaal in een opneembare vorm is gaat de omzetting snel. De makkelijk omzetbare stoffen worden in de eerste uren na voeding aan de reactor reeds omgezet naar methaan en CO_2.

Bij de keuze van het type vergisting heeft men de keuze tussen:
– natte (tot 15% DS) of droge vergisting (20-40% DS);
– eentraps of meertraps vergisting;
– mesofiele (30-40 °C) of thermofiele (50-60 °C) werking.

De keuze tussen deze opties wordt voornamelijk op basis van de eigenschappen van het te vergisten materiaal gemaakt. Bij (co)-vergisting van mest wordt meestal gekozen voor eentraps natte mesofiele vergisting. Dit komt door volgende keuzes:
– Natte versus droge vergisting: varkensmest heeft een DS gehalte van 6-10%. Dit heeft als gevolg dat droge vergisting niet in aanmerking komt bij gebruik van natte drijfmest. Kippenmest heeft een hoger drogestofgehalte maar heeft weinig structuur zodat ook hier droge vergisting moeilijk is. Voor (co-)vergisting van mest is dus natte vergisting van toepassing. Dit wordt ook in de praktijk waargenomen.
– De keuze tussen een eentraps en meertraps installatie is voornamelijk een financiële keuze. Bij een meertraps installatie gebeuren de hydrolyse, fermentatie en acetogenese apart van de methanogenese. Dit heeft voornamelijk stabiliteitsvoordelen bij makkelijk afbreekbare substraten en bij hoge NH_4-concentraties (zoals bij mest). Een goed bedreven eentraps vergister is even efficiënt als een tweetrapsvergister. In de praktijk is de investeringskost zeer belangrijk en worden eentraps installaties gebouwd.
– Bij de keuze tussen een mesofiel en thermofiel proces zijn er een aantal aandachtspunten:
  • bij een mesofiele temperatuur is inhibitie (o.a. door ammoniak) een minder groot probleem dan bij thermofiele omstandigheden;
  • bij thermofiele vergisting zal de afbraaksnelheid hoger zijn dan bij mesofiele vergisting omdat de bacteriële activiteit lager is. Dit impliceert de bouw van een grotere reactor bij mesofiele ten opzichte van thermofiele omstandigheden;
  • indien thermofiele natte vergisting wordt toegepast is veel warmte nodig om de voeding op te warmen en om de reactor op temperatuur te houden dan bij mesofiele natte vergisting. Bij droge vergisting is het op temperatuur houden van de reactor een minder groot probleem.
  • de methaanopbrengst is hoger per eenheid afgebroken organische stof bij mesofiele vergisting dan bij thermofiele vergisting. Bij thermofiele vergisting wordt echter meer afgebroken zodat ongeveer evenveel methaan wordt gevormd. Door de lagere afbraak bij mesofiele vergisting is de methaanopbrengst bij mesofiele en thermofiele vergisting ongeveer dezelfde.

Om deze redenen zien we voornamelijk natte mesofiele en droge thermofiele vergistingsreactoren. Bij tweetraps installatie kan de temperatuur van de twee trappen verschillen. De eerste trap (hydrolyse) wordt dan thermofiel uitgevoerd om een snellere afbraak te hebben en de tweede trap mesofiel om een stabielere werking en hoger omzettingsrendement te hebben.

Belangrijke aandachtspunten bij vergisting:

– Belading van de reactor:
  De belading van een reactor wordt uitgedrukt als kg Organische droge stof (ODS) per m^3 reactorinhoud per dag. Deze geeft een maat van de hoeveelheid voeding die de bacteriën te verwerken krijgen. Deze belading ligt in de praktijk tussen 1 en 5 kg ODS/m^3.d. Bij een te hoge belading zal er een opstapeling van vetzuren in de reactor optreden die het proces gaan inhiberen. Bij zeer hoge concentraties begint de pH te dalen. Indien dit gebeurt moet dadelijk ingegrepen worden door minder te voeden of de pH zakt verder weg en de methaanvorming zal stoppen. In erge gevallen wanneer te traag wordt ingegrepen zal de reactor

terug opgestart moeten worden. Bij een voldoende lage belading is vergisting zeer stabiel en zullen deze problemen niet optreden.

– Voedingsregime
Het voedingsregime kan continu, semi-continu of discontinu (batch) zijn. De maximale belading van een reactor is lager bij semi- of discontinu voeden dan bij continu voeden. Dit komt omdat er geen pieken optreden in vetzuurconcentraties bij continu voeden. Zo continu mogelijk voeden is ideaal voor de vergisting. Er kan dan echter geen minimale verblijftijd worden gegarandeerd in de reactor bij perfect gemengde systemen. Dit is een belangrijk aspect voor de hygiënisatie. Voedingsintervallen van 1 maal per dag zijn te lang. Voeden om de 1-2 uur of minder is ideaal. Bij batchprocessen of propstroomprocessen is het noodzakelijk om voldoende uitgegist entmateriaal te recirculeren om een stabiel proces te verkrijgen. Batchprocessen zijn niet geschikt om een WKK achter te plaatsen door de wisselende biogashoeveelheid en samenstelling.

– Zuurtegraad (pH)
Deze moet tussen 6,5 en 8,5 liggen. Bij een stabiele vergisting ligt deze tussen 7,2 en 8,2.

– Ammoniakconcentratie:
De vergisting wordt geïnhibeerd door vrije ammoniak. De concentratie aan vrije ammoniak is afhankelijk van de pH en de temperatuur. Bij hogere pH en hogere temperatuur is meer vrij ammoniak aanwezig en is de kans op inhibitie groter. Bij zuivere varkensmest ligt de drempel op 1,1 gN-NH_3/l uitgedrukt als vrije ammonium. De concentratie aan vrije ammoniak kan met volgende formule worden berekend (Hansen 1998):

$$\frac{[NH_3]}{[TNH_3]} = \left(1 + \frac{10^{-pH}}{10^{-\left(0.09018 + \frac{2729.92}{T(K)}\right)}}\right)^{-1}$$

Met:
[NH_3]: concentratie vrije ammoniak
[TNH_3]: totale ammoniumconcentratie
pH: zuurtegraad sorensen
T(K): temperatuur in Kelvin

– C/N verhouding: de koolstof over stikstofverhouding van de voeding is een belangrijke parameter. De inputstromen moeten zo gekozen worden dat de C/N verhouding tussen de ideale verhouding van 20 à 30 ligt. Verhoudingen tussen 10 en 50 worden echter in de praktijk toegepast.

– Menging van de reactor: de menging moet voldoende hoog zijn om de bacteriën en voedingsstoffen goed met elkaar in contact te brengen. Te intensieve menging zorgt echter voor het verbreken van de consortia van bacteriegroepen. Hierdoor verloopt de vergisting dan minder efficiënt. Trage menging is het meest geschikt. De menging moet het vormen van drijf- en bezinklagen verhinderen en voor een gelijkmatige temperatuur zorgen. Bij droge vergisting worden propstroomreactoren zonder menging in de reactor toegepast.

Indien de voeding van de reactor goed wordt geselecteerd en continu aan een voldoende lage belasting wordt gevoed zijn weinig problemen te verwachten naar methaanvorming. Onoordeelkundige aanpassingen aan voedingssamenstelling en/of debiet kunnen de vergisting verstoren. Indien niet wordt ingegrepen bij het onstabiel worden van de reactor kan het nodig zijn om de reactor opnieuw op te starten. Hiervoor zijn 3-6 maanden tijd nodig.

De onderdelen van een mestvergistingsinstallatie die hierna worden beschreven zijn:
- opslag van voeding (mest, energiegewassen, reststromen,...)
- vergister
- gasopslag
- gasbehandeling
- opslag voor het digestaat
- gasbenutting.

a. Opslag

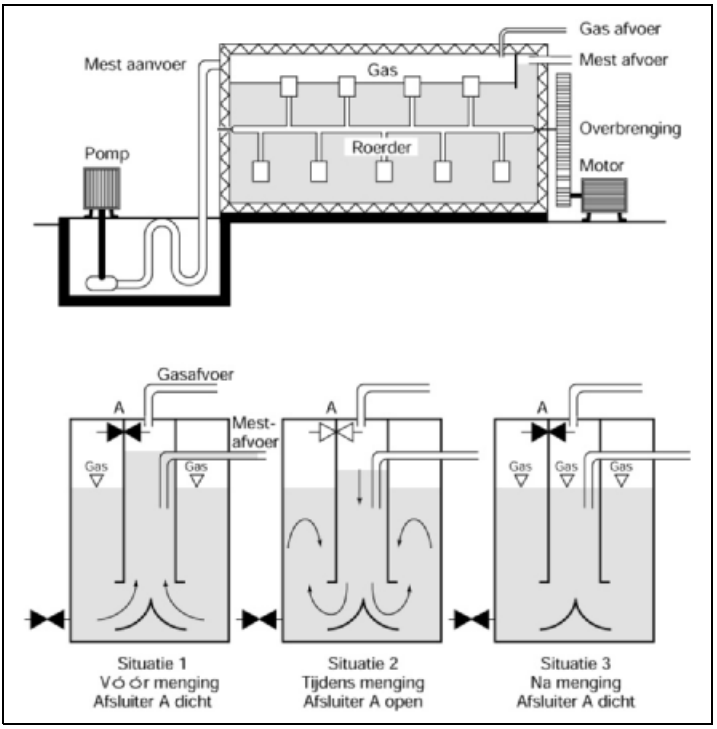
De opslag van het te vergisten mest kan in een kelder of silo plaatsvinden (zie 4.2). Een te lange vooropslag in mestkelders is, met name voor varkensmest, nadelig voor de latere vergisting omdat tijdens de opslag al vergisting optreedt. Hierdoor gaat een deel van de potentiële gasproductie verloren.
De opslag van energiegewassen kan via inkuiling. Er zijn specifieke sileerhulpmiddelen op de markt die zorgen voor vorming van azijnzuur in de kuil in plaats van melkzuur. Bij silage voor diervoeding is azijnzuur ongewenst maar hier is dit gewenst omdat het een directe voedingsbron is voor de methanogenen. Bovendien is het efficiënter in het inhiberen van verdere afbraakreacties dan melkzuur. Het afdekken van de kuil met plastic is sterk aanbevolen om de verliezen aan droge stof te verminderen (Verhofstede 2006).
Bij de opslag van reststromen moet voor geurhinder opgepast worden. bij drogere producten kan inkuilen een oplossing zijn. Voor nattere producten en producten met een hoog risico op geurhinder worden gesloten silo's aangeraden.

b. Vergister

De vergister kan rechthoekig of cilindrisch worden uitgevoerd. Om vorming van een drijflaag in de vergister te bestrijden is het belangrijk het mestoppervlak in de vergister te beperken. Cilindrische vergisters worden vaak toegepast omdat de bouwkosten geringer zijn dan bij rechthoekige vergisters en de menging makkelijker is. Met een warmtewisselaar, die zich binnen of buiten de reactor bevindt, wordt de reactorinhoud op temperatuur gehouden. Het gehele verwarmingssysteem bestaat uit een warmtebron, warmwaterleidingen, waterpomp en een warmtewisselaar. De menging van de tankinhoud kan continu of intermitterend op drie verschillende manieren worden uitgevoerd:
- rondpompen
- mechanisch mengen (roerwerken)
- biogasinjectie.

Bij een rondpompsysteem zuigt een pomp mest uit de vergister aan en pompt deze via jets terug in de vergister. Deze jets bevinden zich onder het digestaatniveau zodat er een wervelbeweging ontstaat die de inhoud mengt.
Bij een mechanisch mengsysteem wordt menging verkregen door roterende bewegingen van roerwerken. Hiervoor worden bladwerkroerders (paddles) of propellerroerders gebruikt. Door de hoge viscositeit van digestaat is het beter een traagdraaiend roerwerk met grotere bladen te hebben dan sneldraaiende met kleine bladen.
Bij een gasinjectiesysteem vindt biogasinjectie plaats op de bodem van de vergister met behulp van injectors. Het opstijgende biogas zorgt dan voor een pompeffect waardoor de inhoud mengt.
Het mengsysteem van de zogenaamde Bima-vergister is gebaseerd op drukverschillen die bij de gasproductie kunnen worden opgebouwd (Figuur 4.2, p. 93). Hierdoor ontstaat verschil in het mestniveau. Door het drukverschil ineens op te heffen vindt menging plaats van de mest in de

vergister. Dit mengsysteem vereist nauwelijks energie maar stelt wel hoge eisen aan materiaal en uitvoering van de vergister.
Bijna altijd is er sprake van een compleet gemengd proces. Vooral bij kleinere installaties kunnen ook propstroomprocessen voorkomen in horizontale cilinders. Deze laatste reactoren hebben theoretisch een iets hogere benutting van de voedingsstoffen en dus een iets hogere biogasopbrengst. Ook droge vergisters zijn meestal als semi-propstroom uitgevoerd waarbij een mengsel van uitgegist materiaal en vers materiaal in de reactor wordt gebracht welke dan in propstroom naar de uitgang schuift.



Figuur 4.2: Vergistersystemen met mechanische en drukverschilmenging (bron: Handboek Milieuvergunningen,1998)

c. Gasopslag

Het gevormde biogas wordt vrijwel altijd in een gasbuffer opgeslagen alvorens het in een verwarmings- of stoomketel of een gasmotor wordt gevaloriseerd. Een (tijdelijke) overmaat kan met behulp van een gasfakkel worden weggewerkt.
Voor (goedkope) opslag van biogas kan als gashouder een kunststof zak gebruikt worden met inhoud van enkele honderden kubieke meters. De kunststof bestaat uit met PVC gecoate polyestervezels. De druk in dergelijk gashouder blijft constant. Een dergelijke gaszak moet, bijvoorbeeld met zandzakken of met een netwerk, goed worden beschermd tegen wegwaaien.
Gasopslag wordt soms in de vergister zelf gerealiseerd. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van gewapende kunststoffolie. De folie wordt onder het mestniveau aan de binnenzijde van de wand

van de vergister vastgezet. Afhankelijk van de diameter van de vergister is de opslagcapaciteit van gasopslag onder folie in de vergister 100-250 m^3. De hierboven beschreven opslagen zijn geschikt voor een installatie op boerderijschaal.
Lagedrukopslag in een tank wordt uitgevoerd tot capaciteiten van enkele duizenden kubieke meters. Bij uitvoering als natte gashouder drijft het beweegbare dak in water.

d. Gaszuivering

De gaswasser voor biogasontzwaveling wordt ingezet om ongewenste SO_2-emissie te voorkomen bij affakkelen en/of om de gasturbine, ketel of warmtekrachtcentrale die op biogas wordt gestookt te beschermen tegen ongewenste corrosie. De maximale concentraties voor verontreinigingen zijn weergegeven in Tabel 4.3. Voor motoren kan een bovengrens van 500-1000 ppm gesteld worden. Deze hoge concentraties verhogen echter de onderhoudskosten van de motoren.

Tabel 4.3: Limietwaarden voor verontreinigingen in biogas (Mckinsey Zicari, 2003)

Technologie	aanbevolen waarden
Verwarming (Boilers)	H_2S < 1000 ppm, 0.8-2.5 kPa druk, condensaat verwijderen (kookvuren: H_2S < 10 ppm)
Interne verbrandingsmotoren	H_2S < 100 ppm, 0.8-2.5 kPa druk, condensaat verwijderen, siloxanen verwijderen
Microturbines	H_2S tolerantie tot 70,000 ppm, 520 kPadruk, condensaat en siloxanen verwijderen
Brandstofcellen	PEM: CO < 10 ppm, H_2S verwijderen PAFC: H_2S < 20 ppm, CO < 10 ppm, Halogenen < 4 ppm MCFC: H_2S < 10 ppm in gas (H_2S < 0,5 ppm in emissies), Halogens < 1 ppm SOFC: H_2S < 1 ppm, Halogenen < 1 ppm
Stirling motoren	zelfde als ketels voor H_2S , 1-14 kPa pressure
Upgrade tot aardgas	H_2S < 4 ppm, CH_4 > 95%, CO_2 < 2% volume, H_20 < (1.10^{-4}) kg/MMscf, siloxanen en deeltjes verwijderen, > 3000 kPa druk

Belangrijk bij deze installaties is de noodzaak om een grote specificiteit van H_2S-verwijdering ten aanzien van CO_2-verwijdering te bereiken. Verder moet de installatie ontworpen met het oog op (explosie)veiligheid van de installatie vermits biogas gezuiverd wordt. Explosievrije kleppen, pompen, ... kunnen toegepast worden.

Verschillende toegepaste technieken om H_2S uit biogas te verwijderen zijn (niet limitatief):

1. Verwijdering van condenswater

Het geproduceerde gas bevat een hoog gehalte aan waterdamp. Door afkoeling van het relatief warme gas uit de reactoren treedt in de leidingen (vooral bij transport over lange afstanden) condensatie van waterdamp op. Het gevormde water moet dan worden verwijderd. Dit kan door middel van een condenswaterslot. De condensatie van water kan bevorderd worden door kunstmatige koeling. Bij toepassing van een vriesdroger wordt het biogas afgekoeld tot circa +2 °C, de waterfase condenseert en daarna wordt het biogas verwarmd tot circa +20 °C.
Er moet altijd worden voorkomen dat bij watersloten de waterafvoer niet onder afschot ligt (bijv. verzakking van (ondergrondse) leidingen). Buiten gelegen watersloten moet tegen bevriezing zijn beschermd en in een voldoende diepe en afgedekte put zijn geplaatst. Verwijdering van water uit het biogas is ook mogelijk met behulp van een condensor met droging in een met silicagel gevulde droogunit. De silicagel wordt, na door een elektrische droger te zijn geleid, gerecirculeerd.
Samen met het water zal eveneens een deel H_2S verwijderd worden.

2. Gaszuiveringskist

Dit is een van oudsher toegepaste methode voor het verwijderen van H_2S uit biogas. De gaszuiveringskist is gevuld met pakketten ijzeraarde (= ijzeroer).
Het H_2S wordt als volgt uit het biogas verwijderd:

$$2Fe(OH)_3 + 3H_2S \rightarrow Fe_2S_3 + 6H_2O$$

Soms wordt ook Fe_2O_3 als reactieve verbinding beschouwd:

$$Fe_2O_3 + 3H_2S \rightarrow Fe_2S_3 + 3H_2O$$

Het omgezette Fe_2O_3 kan door oxidatie met lucht worden geregenereerd volgens de reactievergelijking:

$$2Fe_2S_3 + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 6S$$

Bij regeneratie komt veel warmte vrij. Hierbij moet voorzichtig worden gehandeld. Deze regeneratie moet plaatsvinden na adsorptie van circa 7 g H_2S/kg ijzeraarde in verband met beperking van de warmteontwikkeling. Om continu in bedrijf te blijven zijn twee parallel geschakelde kisten noodzakelijk, waarvan er in één de H_2S wordt geadsorbeerd terwijl de ander wordt geregenereerd.

3. Absorptie in een wasvloeistof

Door het biogas in een kolom in tegenstroom met een absorptieoplossing te wassen, kan het H_2S voor een groot deel uit dit gas worden verwijderd. Veelal wordt een één- of meertraps scrubber toegepast.
Als wasvloeistof kunnen verschillende media gebruikt worden waaronder:

– Water
  CO_2 en H_2S worden fysiek in het water opgelost. De regeneratie van het water kan door stripping waarbij echter slecht ruikende emissies optreden. Wassen met zuiver water is niet competitief met andere zwavelverwijderingsmethodes.

– Water met Fe
  Een ijzeroplossing absorbeert H2S beter dan water. Hiervoor kan ijzer(III)chloride gebruikt worden.
  Onderstaande reactie zal optreden:

  $$2Fe_3^+ + 3H_2S \rightarrow 2FeS + S + 6H^+$$

  Het is ook mogelijk om met ijzerhoudend grondwater te wassen. Grondwater bevat veelal ook Fe-ionen. Aangezien ijzer meestal in gereduceerde vorm (Fe^{2+}) in grondwater voorkomt, zal de onderstaande reactie optreden:

  $$Fe^{2+} + H_2S \rightarrow FeS + 2H^+$$

  De wasvloeistof kan geregenereerd worden via beluchting waarbij elementair zwavel wordt gevormd en het ijzer terug vrijkomt om opnieuw H_2S te verwijderen. Irreversibele reactie van ijzer met thiosulfaten en thiocyanides zorgen voor het opgebruiken van de aanwezige ijzer.

– Water met loog (NaOH)
  In vergelijking met water zal bij gebruik van een alkalische oplossing zoals NaOH of natronloog meer H_2S geabsorbeerd worden. Bij een pH van 8 is dit zes maal zo veel. Hoger pH zorgt echter ook voor extra CO_2 absorptie en daarmee een hoger loogverbruik.
  Het waswater met Na_2S geeft problemen naar afzet. Bij lozing op de riool zal het grote hoeveelheden H_2S vrijzetten. Behandeling van het waswater in de bestaande biologie is een vaak gebruikte optie waarbij sulfides in sulfaten worden omgezet. Omzetting van sulfides in sulfaten met waterstofperoxide komt weinig voor.

– Alkanolamine proces: voor adsorptie van H_2S en CO_2 met gebruik van MEA (mono-ethanolamine), DEA (diethanolamine), TEA (triethanolamine)
  Dit proces komt in aanmerking bij opwerking van biogas naar aardgaskwaliteit waarbij zowel H_2S als CO_2 moeten worden verwijderd. Enkel H_2S verwijdering is eveneens mogelijk bij de juiste werkingsomstandigheden. Mogelijke problemen zijn schuimvorming en slecht ruikende regeneratielucht (H_2S emissie)

– Selexol proces (dimethylether van polyethylene glycol)
  Dit is een fysisch absorbent zoals water maar met een hogere absorptiecapaciteit. Regeneratie gebeurt via drukverlaging, stripping en/of temperatuurverhoging. Hierbij zal een slechtruikende regeneratielucht ontstaan.

Het contact tussen de waterige oplossing en het gas wordt bevorderd door het aanbrengen van verdeelplaten of een pakking.

4. Biologische verwijdering

Het H_2S kan worden afgebroken door het gas door een biologisch filter te leiden. Specifieke zwavelminnende bacterieculturen zijn in staat het H_2S te oxideren. Deze zijn van nature aanwezig in de vergistingsreactor.
Er zijn verschillende mogelijke configuraties:
– Toevoegen van 2-6% lucht aan het biogas in de vergistingsreactor. Dit zorgt voor een omzetting van de H_2S in elementair zwavel op de wanden en dak van de reactor. Door de afzettingen moet opgelet worden met corrosie. Ook moet opgelet worden met de vorming van explosieve mengsels indien de dosering te groot wordt. Deze vorm van zwavelverwijdering wordt veelvuldig toegepast op kleinere vergistingsinstallaties
– Plaatsen van een biofilter op het biogas. Voor de filter moet 2-6% lucht toegevoegd worden. De reacties zijn dezelfde als bij het toevoegen van lucht in de reactor. De bacteriën bevinden zich echter op een drager buiten de reactor waarop dan ook de afzetting van zwavel bevindt. Dit wordt vooral bij grotere installaties toegepast.
– Plaatsen van een biowasser. Het biogas wordt in een kolom in tegenstroom met actief slib uit een aerobe waterzuiveringsinstallatie gewassen. Het aerobe actiefslibproces fungeert als 'voorraad' wasvloeistof. Bovendien ontstaat er in de waskolom een biofilm waar absorptie/oxidatie plaatsvindt.

5. Fe dosering aan de reactor

Om te vermijden dat H_2S in het biogas terechtkomt kan samen met de voeding $FeCl_3$ of ijzerhoudend drinkwaterslib gedoseerd worden. in de reactor wordt dan FeS gevormd waardoor de sulfiden gebonden zijn en niet meer vervluchtigen in het biogas.

e. Opslag voor de vergiste mest

Via een overloop of uitlaat onder het vloeistofniveau van de vergister komt de vergiste mest in de opslag. De mestopslag vindt in een silo plaats. Tijdens langere opslag van vergiste mest vindt ontmenging (bezinking) plaats. Ook kan hier nog een beperkt methaan en geuremissie plaatsvinden Voor het mengen van de vergiste mest worden mechanische mengers gebruikt. Deze opslag kan verbonden worden met het biogasnetwerk zodat methaan die nog vrijkomt uit het digestaat nuttig wordt gebruikt in de motor.

f. Gasgebruik

Biogas wordt gebruikt voor verwarmingsdoeleinden (cv-ketel) of voor de productie van elektriciteit. Via warmtekrachtkoppeling (WKK) kan de productie van elektriciteit en warmte gecombineerd worden. Het gas wordt dan verbrand in een verbrandingsmotor, microturbine, stirlingmotor of brandstofcel waarbij elektriciteit wordt geproduceerd en de warmte als restwarmte kan worden gerecupereerd.

4.3.3. Stand van de techniek

Biogasproductie uit mest wordt al vele jaren wereldwijd toegepast. Onderzoek gericht op de optimalisatie van het proces en de toepassing zelf hebben een belangrijke impuls gekregen tijdens de energiecrisis in de jaren zeventig. Door sterk stijgende energieprijzen nam begin jaren tachtig de belangstelling voor mestvergisting toe. Enkele tientallen installaties werden (op boerderijschaal) gebouwd.

In een aantal landen is vergisting van mest sindsdien door de lage energieprijzen wat uit de belangstelling geraakt. Andere landen, met name Denemarken en Duitsland, hebben gekozen voor financiële prikkels en langdurige contracten voor stroomafname om de het gebruik van deze vorm van duurzame energie te bevorderen. In deze landen wordt mestvergisting, bijna steeds onder de vorm van co-fermentatie met andere organische stoffen, beschouwd als een bijkomende inkomstenbron voor de landbouwer. De vergiste mest wordt niet verder verwerkt, maar uitgereden over de beschikbare gronden (geen nutriëntenoverschot).

In Denemarken zijn voornamelijk centrale biogasinstallaties gebouwd voor de gezamenlijke vergisting van mest en organisch afval, zonder verdere verwerking van de vergiste mest. De vergiste mest gaat weer terug naar de mestproducenten. In 1998 waren 20 installaties aanwezig met een capaciteit voor 50-500 ton/dag. De aanvoer bestaat voor ongeveer 75% uit mest (afkomstig van 600 bedrijven) en 25% uit organisch afval, vooral slib van slachterijen en visverwerkende bedrijven. In totaal werd in 1998 1.325.000 ton biomassa vergist, wat een biogas productie van 50,1 miljoen m^3 opleverde. Dit komt overeen met een gemiddelde gasopbrengst van ongeveer 37 m^3 biogas per m^3 behandelde biomassa (Gregersen, 1999). Deze opbrengst kan echter variëren tussen 20 m^3 bij vergisting van zuivere mest en 98 m^3 bij de vergisting van mengsels met een hoog gehalte aan afbreekbaar organisch materiaal (Lindboe et al., 1995).

In Duitsland waren er in 2001 1750 gedecentraliseerde boerderij-installaties in bedrijf. Naar schatting zouden dit in 2003 reeds 2150 installaties zijn. Deze produceren in 2003 samen ongeveer 2,5% van de totale hoeveelheid aan groene energie, of 1100 GWh per jaar. Deze zeer goede resultaten zijn te danken aan de zeer duidelijke en groene wetgeving in Duitsland alsook de mogelijkheid om het digestaat af te zetten op landbouwgrond zonder grote concurrentie met dierlijke mest.

4.3.4. Grondstoffen en eindproducten

Grondstoffen

Grondstoffen voor vergisting zijn:
- mest
- energiegewassen
- resten van land- en tuinbouwproducten
- resten van de voedingsindustrie
- secundaire grondstoffen
- dierlijk afval categorie II
- dierlijk afval categorie III
- hulpstoffen zoals ijzerchloride of ijzerhoudend drinkwaterslib om het zwavelwaterstofgehalte van het biogas omlaag te brengen.

De regelgeving voor gebruik van deze stoffen in een vergister in agrarisch gebied staat beschreven in de omzendbrief RO/2006/01: afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van installaties voor mestbehandeling en vergisting.
Naast dit wettelijke kader moet de mix van grondstoffen oordeelkundig geselecteerd worden om een stabiele vergisting te verkrijgen. De C/N verhouding, droge stofgehalte, biologische afbreekbaarheid, gasopbrengst zijn onder andere belangrijke criteria voor de aanvaarding van een bepaalde inputstroom.
Indien afvalstoffen covergist worden moet naast de mestwetgeving eveneens aan de Vlarea wetgeving voldaan worden. Bij het verwerken van dierlijk afval categorie III dient een pasteurisatie uitgevoerd te worden voor de vergisting en bij categorie II materiaal dient een sterilisatie uitgevoerd te worden.

De eindproducten bestaan uit biogas en digestaat. Het biogas wordt na eventuele opzuivering gevaloriseerd. Het digestaat kan rechtstreeks op het land of kan verder worden behandeld (scheiding, biologie, membraanfiltratie, ...).

Biogas

Mest is moeilijk afbreekbaar zoals in Tabel 4.4 (de gehalten aan droge stof, organische stof, CVZ en VVZ) aangegeven. Onder andere lignine componenten worden niet afgebroken. Een deel van de organische N is omgezet in NH_3. Dit wordt verklaard door het feit dat de dieren de goed opneembare en afbreekbare stoffen hebben opgenomen. Door de lage afbraakpercentages wordt ook weinig biogas gevormd.

Tabel 4.4: Samenstelling in- en uitgaande varkensmest bij onderzoek in Nistelrode (Goossens, 1988)

Component	IN	UIT
Droge stof	9,1	7,4
Org. stof	6,2	4,8
CZV	9,7	7,1
VVZ [1)]	1,1	0,20
Nkj	0,94	0,94
NH_4 – N	0,55	0,57
P_2O_5	0,39	0,36
K_2O	0,85	0,84
CaO	0,32	0,34

1) VVZ = vluchtige vetzuren

Een aanzienlijk deel van het gevormde methaan (35-50%) is afkomstig van vetzuren die al in de mest aanwezig zijn. Het overige methaan wordt, na hydrolyse, gevormd uit gesuspendeerd en opgelost organisch materiaal. De methaanproductie per m^3 mest bedraagt voor koemest 10-13 m^3 , voor varkensmest 15-20 m^3 en voor kippenmest 24-28 m^3 . B. Teuwen (2001) meldt een productie van 29 m³ biogas /ton varkensdrijfmest. Hogere hoeveelheden worden bekomen indien andere rijke organische reststromen worden bijgemengd (zie Tabel 4.7).

De samenstelling van het biogas over de hele periode van onderzoek is in Tabel 4.5 vermeld. Wanneer geen zwavelwaterstofbindende stoffen worden toegevoegd kan het gehalte aan zwavelwaterstof oplopen tot boven 10.000 ppm (Anoniem, 1995). Om corrosie te voorkomen moet het biogas dus gezuiverd worden. Het opwerken van biogas tot de kwaliteit aanvaardbaar voor de verkoop aan het aardgasnet is financieel echter niet haalbaar (Nijssen, 1997). Gas van deze kwaliteit wordt doorgaans gebruikt voor het generen van elektriciteit en warmte. De gegenereerde warmte kan op de vergistinginstallatie ingezet worden voor het verwarmen van de vergistingreactoren of in andere processen waar warmte voor nodig is zoals indampen en drogen. De elektriciteit kan gebruikt worden op de installatie of verkocht worden als surplus aan het net. Op boerderijniveau dient ook gedacht te worden aan het gebruik van biogas voor koken, verwarmen van de wooncompartimenten en verlichting, of gebruik van de energie op de boerderij zelf.

Tabel 4.5: Gemiddelde samenstelling biogas bij onderzoek in Nistelrode (Goossens, 1988)

Component	Eenheid	Gehalte
CH_4	%	66
CO_2	%	32
N_2	%	2
NH_3	ppm	30
H_2S	ppm	600

De verbrandingswaarde is ongeveer 22 MJ/m^3 biogas.

Er is enige verschil in de afbreekbaarheid van de organische stof in mest van diverse diersoorten. Tabel 4.6 geeft een globale indruk van deze verschillen.

Tabel 4.6: Specifieke gasproductie van enkele mestsoorten in m^3 biogas/kg organische stof

Mest van	Gasproductie	Bron
Melkkoeien	0,2	Zeeman, 1991
Varkens	0,3-0,5	Van Velsen, 1981
Leghennen	0,7	Hoeksma, 1986

Tabel 4.7 geeft de globale gasproducties aan die bij gebruik van afvalstoffen kunnen worden bereikt (Anoniem, 1995). Het verschil in gasproductie bij kippenmest is te wijten aan de betere afbreekbaarheid van de organische stof. De vertering bij deze dieren is immers minder efficiënt dan bij varkens en runderen.

Tabel 4.7: Biogasproductie uit een aantal organische afvalstoffen en mest in m3/m3

Additief	Biogasproductie
GFT	100-120 (R. Maes, 2001)
Flotatieslib	150
Bleekaarde	550
Visolie	800
Varkensmest	10 -35 (leveranciergegevens)

Digestaat

Het digestaat is een product met een gestabiliseerde organische massa en stikstof aanwezig als NH_4. Als product is het hierdoor superieur aan ruwe mest vermits de organische stof reeds stabiel is en in de bodem minder afbraak optreedt en de ammoniakale stikstof direct beschikbaar is voor de planten.
Enkel vergisting is geen verwerking er worden geen nutriënten verwijderd. Bij het toepassen van covergisting zullen er in het digestaat zelfs meer nutriënten aanwezig zijn dan in de ruwe mest. Dit zijn de nutriënten die in de costromen aanwezig waren. Om het digestaat te kunnen afzetten op het land is een grotere afzetruimte nodig dan voor de ruwe mest.

Het digestaat is moeilijker te behandelen dan ruwe mest vanuit het oogpunt van mestverwerking. Hierdoor is het niet direct te beschouwen als voor te schakelen trap voor mestverwerking. Het digestaat kan gescheiden worden in een dikke en dunne fractie of als een geheel behandeld worden. Bij scheiding kan de dikke fractie worden gecomposteerd of gedroogd. De dunne fractie moet eveneens verder worden behandeld. Dit is zoals bij zuivere mest de moeilijke stroom.

– Voor een aerobe biologische behandeling met stikstofverwijdering zijn in de vergisting veel goed afbreekbare componenten verwijderd die nodig zijn bij de denitrificatie. Hierdoor moet goed afbreekbare koolstofbron worden toegevoegd. Op energetisch vlak zorgt dit voor een nuleffect omdat het naar biogas omgezette materiaal terig moet worden toegevoegd. Het nuttig energetisch effect van vergisting kan dan in vraag worden gesteld. Indien indamping nageschakeld wordt is een vergaande nitrificatie mogelijk voldoende. Er dient wel opgelet te worden voor inhibitie van de nitrificatie door hoge concentraties aan nitriet en nitraat.
– De combinatie van vergisting met behandeling van de dunne fractie met membranen is eveneens zeer moeilijk. De praktijk leert dat het verkrijgen van een stabiele werking van de membranen zeer moeilijk is. Er treedt zeer snel verstopping op van de membranen. Er is nog verder onderzoek nodig om geschikte membraaneenheden te ontwikkelen die digestaten kunnen behandelen. Veel van de nieuwe vergunningsaanvragen hebben een nieuw membraansysteem als behandelingsstap. Dit nieuw membraansysteem moet zichzelf nog bewijzen.

– Indamping direct na de vergisting is eveneens moeilijk door de aanwezigheid van ammoniak en vetzuren die meekomen naar het condensaat dat hierdoor zwaar belast wordt. Dit condensaat moet verder worden behandeld in een waterzuivering.

Indien het ganse digestaat wordt behandeld is dit via een systeem met droogvloer. Dit is hetzelfde systeem als bij stalluchtdroging met dit verschil dat er via de WKK extra energietoevoer is voor droging. Ten opzichte van stalluchtdroging moet hierbij mogelijk extra opgelet worden met emissie van geur.

Tijdens de vergisting vindt er ook een kiemdoding plaats. Bij mesofiele (35°C) vergisting is een reductie met een factor 10 (T90-waarde) een zaak van enkele dagen, bij thermofiele vergisting (55°C) gebeurt dit in enkele uren. Bij onderzoek in Deense vergistinginstallaties is gebleken dat de reductie van het kiemgetal bij thermofiele vergisting ongeveer 4 $\log_{10}$-eenheden bedraagt, tegenover 1-2 $\log_{10}$-eenheden onder mesofiele omstandigheden (Bendixen, 1996)

4.3.5. Emissies

Geur:

Bij vergisting is in het eigenlijke vergistingsproces geen luchttoevoer en -afvoer noodzakelijk. Het proces vindt plaats in gesloten reactoren, en de gevormde geurcomponenten komen in het biogas terecht. Bij verbranding van het biogas worden zij geoxideerd, zodat in de verbrandingslucht nagenoeg geen geurcomponenten meer aanwezig zijn. Om deze reden is de emissieproblematiek van het eigenlijke vergistingsproces beperkter en beter beheersbaar dan dat van een composteerproces, althans indien de installatie voorzien is van een fakkel en geen onverbrand biogas geloosd wordt.
Mogelijke geuremissies komen vooral van voorbehandeling en nabehandelingsstappen. Bij de bouw moet voldoende aandacht zijn om de geur van deze stappen gericht af te zuigen en indien nodig te behandelen.

NH_3:

In het biogas zijn slechts sporen van NH_3 aanwezig. De belangrijkste NH_3 emissies treden op bij de ontvangst en opslag van de te verwerken stoffen, de mechanische bewerkingen, digestaatopslag, ontwateringsapparatuur en afvalwaterzuivering. Het NH_3-gehalte in het digestaat is hoger dan in de ruwe producten zodat emissiearme aanbreng op het land belangrijk is om NH_3 emissie te beperken. Over de impact van dit proces op de N_2O-emissies uit mest is zeer weinig bekend.

Broeikasgassen:

Bij vergisting is CH_4 het hoofdbestanddeel (50 tot 70%) van het gevormde biogas. Bij de verbranding van het biogas wordt CH_4 grotendeels omgezet in CO_2. Dit CO_2 wordt samen met het CO_2 dat reeds voor verbranding in het biogas aanwezig was, in de omgeving geëmitteerd. Onder optimale omstandigheden is het verlies aan CH_4 in een vergistingsinstallatie dus miniem. Door onvolledige verbranding van het biogas en/of door lekken in de biogasinstallatie, kan een gedeelte van het CH_4 onverbrand in de atmosfeer terecht komen. De grootte van de CH_4-emissies bij vergisting is vermoedelijk sterk afhankelijk van de aard van de procesvoering en al dan niet aanwezig zijn van een fakkel. In de literatuur worden dan ook sterk uiteenlopende cijfers gegeven:

– ca. 0,2 kg CH_4 of 4,2 kg CO_2 equivalenten per ton GFT-afval (Reeh U. et al, 2001 op basis van gegevens uit Dalemo M., 1999);
– ca. 2 kg CH_4 of 42 kg CO_2 equivalenten per ton GFT-afval (Reeh U. et al, 2001 op basis van gegevens uit Deens EPA, 1997).

Bijkomend moet nog rekening gehouden worden met:
– methaanemissies bij de opslag van de verwerkte materialen;
– mogelijke methaanemissies bij opslag, transport, en gebruik van onvoldoende gestabiliseerde (onvoldoende uitgegiste) digestaten.

Indien mest niet vergist wordt maar bewaard wordt in de mestopslag zal hier de methaan vrijkomen die anders in de vergister vrijkomt. Globaal gezien zal vergisting met verbranding van het biogas steeds een positief effect hebben op de broeikasgasemissies uit mest.

Afvalwater

In vergistingsinstallaties waarin een ontwatering van het digestaat plaatsvindt, komen vrij grote hoeveelheden afvalwater vrij. In vergistingsinstallaties zonder ontwatering van het digestaat is de hoeveelheid afvalwater klein en bestaat voornamelijk uit regenwater van verharde oppervlakken.

Biogaszuivering

Uit de biogaszuivering zullen overwegend zoutoplossingen komen met enkele massa-procenten aan natriumsulfide, natriumwaterstofsulfide en natriumcarbonaat (soda). Indien het water direct op het riool geloosd wordt, dan kunnen aanzienlijke emissies van H_2S vrijkomen. Doorgaans wordt het water in een reeds aanwezige aerobe waterzuivering geloosd waar H_2S wordt omgezet tot sulfaat. Een andere, zelden toegepaste optie is de oxidatie tot sulfaat met waterstofperoxide in een nabehandelingstank.
Bij biologische processen en bij ijzerfilters komt elementair zwavel vrij.
Emissies treden verder ook op bij de verbranding van het biogas in branders of motoren.
Geproduceerd biogas kan agressieve stoffen bevatten. Dit betreft met name H_2S, waarvan de concentratie in extreme gevallen kan oplopen tot 15.000 mg/m^3 gevormd biogas. De combinatie water, lucht en agressieve stoffen kan ernstige corrosie veroorzaken. Mits een geschikte voorzuivering van het biogas zijn de emissies beperkt.

4.3.6. Energiegebruik

Het proces levert energie. Er is echter een eigen behoefte in de vorm van warmte om mesofiele of thermofiele omstandigheden te realiseren en in de vorm van elektrische energie ten behoeve van mengers en toevoerpompen. Deze procesenergie kan in de winter oplopen tot ca. 40% van de totale biogasopbrengst. Door warmtekrachtkoppeling toe te passen kan met 12 tot 15% van de totale gasopbrengst als procesenergie worden volstaan.

Het geproduceerde biogas kan in voor volgende doeleinden worden gebruikt:
– eigen energievoorziening van de installatie (verwarming van de vergistingsreactor, verwarming van de bedrijfsruimten, indamping afvalwaterstromen);
– opwekking van (groene) elektriciteit, meestal in combinatie met productie van bruikbare warmte (WKK);
– opwerking tot aardgaskwaliteit, dat in het aardgasnet kan worden gebracht.

Omwille van de groenestroomcertificaten wordt in de praktijk bijna steeds gekozen voor biogasbenutting door WKK. In specifieke gevallen kan ook voor een zuivere warmterecuperatie geopteerd worden (Devriendt N. et al, 2004). Opwerking tot aardgaskwaliteit is financieel niet haalbaar.

De behoefte aan warmte kan bij centrale installaties vaak uit verlieswarmte van andere installatieonderdelen worden gedekt. Bij vergisting van GFT wordt gerekend met een opbrengst van 100-150 kWh/ton GFT (VDI, 2003) en de verbrandingswaarde van het gas is 18-22 MJ/Nm³. De netto energieproductie voor het vergistingproces voor de verschillende mestsoorten (biogasproductie – energiebehoefte) wordt ruwweg geschat op (zie bijlage 2):

- runderen: 1 MJ/kg DS
- varkens: 4 MJ/kg DS
- kippen: 9 MJ/kg DS

4.3.7. Kosten

De kosten worden ingeschat op basis van de studie Onrendabele Toppen (Moorkens, 2006). In samenwerking met Biogas-e en de sector zijn voor deze studie inschattingen gemaakt voor investerings- en werkingskosten van vergisting van organische stromen (organische reststromen, energiegewassen,...) en mest. Op basis van deze berekeningen is bepaald hoeveel EUR per geproduceerde kWh elektriciteit gesubsidieerd moet worden om een installatie rendabel te maken (dit is de onrendabele top). Deze berekening bepaald hoe hoog de prijs van de groene stroomcertificaten moet zijn om een installatie rendabel te krijgen.

Bij de bespreking van de kosten zijn door Biogas-e kosten overgenomen van Duitse projecten. Voor de opbrengsten zijn dan Vlaamse gegevens ingevuld.
Vergisting van pure mest is economisch niet haalbaar. Covergisting kan wel winstgevend zijn. Er zijn drie redenen om aan covergisting te doen:

– Betere C/N verhouding
– Hogere biogasopbrengst
– Inkomsten uit aanvaarding van co-stromen

Tabel 4.8: Technisch-economische data (co-)vergisting van mest voor een aantal installaties en gegevens uit de literatuur (Moorkens 2006)

		Biogas-E maïs (1)	Biogas-E afval (2)	IVEB (3)	Biofer (4)	Nederland
Netto-vermogen	[kWe]	100	138	469	4.000	40
Investeringskosten	[€/kWe]	2.441	3.600	3.445	2.500	7.450
Bedrijfstijd/vollasturen	[uren/jaar]	7.500	7.500	8.500	8.000	6.000
Onderhoudskosten vast + variabel	[€/kWe]	226	314	258	110	447
E-inhoud	[MJ/m3]	21,5	21,5	21,5	21,5	23
Elektrisch rendement	[%]	36%	36%	36%	36%	22,5%
Thermisch rendement	[%]	27%	27%	49%	45%	30%
Economische levensduur	[jaar]	10	10	10	10	10
Opbrengst afvalstromen	[€/ton]	-	50	25	10	-
Hoeveelheid afval	[ton/jaar]	-	1.440	25.000	30.000	-
Warmte volledig aangewend?	[ja/nee]	nee	nee	ja	ja	nee
Kosten maïsteelt	[€/jaar]	22.000	-	-	-	-
RPE WKK (5)	[%]	-5%	-5%	17%	13%	-
Prijs WKK-certificaat	[€/MWhe]	-	-	27	27	-
Prijs verwerking slib	[€/ton]	-	-	29	-	-
Onrendabele Top	[c€/kWh]	5,9	-1,0	-12,2	-1,6	17,3

(1) Co-vergisting van mest en maïs
(2) Co-vergisting van mest en etensafval
(3) Co-vergisting van mest en niet-gevaarlijke organische afvalstoffen
(4) Co-vergisting van mest en niet-gevaarlijke organische afvalstoffen
(5) RPE WKK: relatieve primaire energiebesparing door WKK

De verwachting is dat boerderijschaalinstallaties rond de 200 tot 250 kWe zullen hebben. Hieronder zijn de belangrijkste economische parameters vastgelegd voor de berekeningen.

De investeringskosten voor de referentieprojecten liggen tussen 2500 en 3600 €/kWe. Voor een installatie van 1000 kWe worden de investeringskosten op ongeveer 3300 €/kWe geschat. Dit zijn al grootschaligere installaties. Na overleg met de sector werd een investeringskost van 3450 €/kWe als realistisch aangenomen voor een installatie van 250 kWe wat representatief is voor een installatie op boerderijschaal.

Het aantal vollasturen wordt op 7500 geschat aan de hand van ervaringen in Duitsland. Voor grotere installaties en zeer goed opgevolgde kleine installaties zal dit meer zijn maar 7500h is representatief voor een gemiddelde installatie.

De onderhouds- en bedrijfskosten van de eerste 4 projecten schommelen tussen de 110 en 258 €/kWe. Hier geldt ook hoe groter de installatie is, hoe kleiner de specifieke onderhoudskosten worden. Oorspronkelijk was voor de installatie van 1000 kW een onderhoudskost van 235 €/kW genomen. Voor de kleinere referentie-installatie (250 kWe) blijkt een onderhouds- en bedrijfskost van 350 €/kWe realistischer.

De twee bestaande Vlaamse projecten geven hoge elektrische en thermische rendementen. Deze rendementen zijn theoretische rendementen. Men kan zich pas een beeld vormen over de werkelijke rendementen (vooral het thermische rendement) als een installatie reeds langere tijd gedraaid heeft.
Na overleg werd het elektrisch rendement aangepast tot 32%. De elektrische stroom die de installatie zelf verbruikt werd hier in rekening gebracht zodat dit lager is dan het motorrende-

ment. Het thermisch rendement werd zodanig gekozen dat de RPE op 0% uitkomt. Dit is het geval indien het thermisch rendement 21% bedraagt. Dit heeft als gevolg dat er geen WKK-certificaten in rekening gebracht worden. De bespaarde brandstofkost wordt wel verrekend.

Bij vergisting zijn de kosten/opbrengsten van de ingaande stromen en de kosten van afzet van het digestaat zeer belangrijk maar kunnen niet eenduidig vastgelegd worden omdat deze door lokale omstandigheden bepaald worden. Door het mestoverschot zal de kost bij afzet van vloeibaar digestaat vergelijkbaar zijn aan die van ruwe mest. Indien verwerking van nutriënten in de mest nodig is dienen nog extra behandelingsstappen ingezet te worden. De verwerkingsprijs die de landbouwers dienen te betalen is samengesteld uit vele factoren waaronder: kostprijs verwerkingsinstallatie, operationele kosten, hoeveelheid af te zetten droge fractie, concentraatstromen die moeten worden afgezet, transport,....
Er is gerekend met een input van 5000 ton mest en 5000 ton energiegewassen bij covergisting met energiegewassen en met 7200 ton mest en 4200 ton organische reststromen bij covergisting met organische afvalstoffen. Als digestaat wordt respectievelijk 9000 en 10500 ton geproduceerd.
Na overleg met de sector is er een opbrengst van 5 €/ton voor organische afvalstoffen. Bij een kleinschalige vergister is de kans groter dat er opportuniteiten zijn om afvalstromen uit de nabije omgeving aan te trekken waarvoor er nog een zekere opbrengst mogelijk is. Voor energiegewassen wordt gerekend met een kost van 25 €/ton.
Voor de kosten van de verwerking van het digestaat gingen we oorspronkelijk uit van een hoeveelheid slib van 5000 ton (dubbel zo veel als de installatie van IVEB) aan een kostprijs van 29 €/ton. Na overleg is de kostprijs voor de afzet van het digestaat op 6 €/ton genomen voor energiegewassen en op 4 €/ton voor organische afvalstoffen.

De totale economische evaluatie is samengevat in Tabel 4.9, p. 106, met berekening van de onrendabele top. Deze onrendabele top komt overeen met de minimum benodigde grootte van de groenestroomcertificatie om de installatie rendabel te krijgen.

Tabel 4.9: Overzicht parameters co-vergisting van mest

		november 2005	na overleg	
			Co-vergisting mest-energieteelt	Co-vergisting mest-organische afvalstoffen
Installatiegrootte	kWe	1000	250	170
Investeringskosten	€/kWe	3300-3600	3450	3450
Bedrijfstijd/vollasturen	uren/jaar	7500	7500	7000
Vaste O&M kosten	€/kWe	235-314	350	350
Energie-inhoud	GJ/ton	21,5	19,8	19,8
Elektrisch rendement	%	35%	32%	32%
Thermisch rendement	%	35%	21%	21%
Stroomprijs	ct/kWhe	2,7	3,0	3,0
Vermeden brandstofkosten (gas)	€/m3	0,12	0,12	0,12
Hoeveelheid digestaat per jaar	ton	5000	9000	10500
Kostprijs afzet digestaat	€/ton	29	6	4
Kosten (+)/opbrengsten (-) ingaande stoffen	€/ton	-	25	-5
Hoeveelheid ingaande stoffen	ton/jaar	-	5000	4800
Totale kosten ingaande stoffen	€/jaar	-	125000	-24000
Economische levensduur	jaar	10	10	10
Debt/equity ratio	-	80/20	55/45	55/45
Rente lening	%	5%	5%	5%
Termijn lening	jaar	10	10	10
Return on equity	%	15%	15%	15%
Vennootschapsbelasting	%	34%	0%	0%
IA	%	13,5%	-	-
% van investering in aanm. IA	%	100%	-	-
EP	%	25%	35%	35%
Meerkost in aanmerking EP	%	50%	40%	40%
Onrendabele Top	**ct/kWh**	**3,1-5,9**	**16,5**	**9,2**

We zien dat met deze aannames covergisting met organische afvalstoffen rendabel is vanaf groenestroomcertificaten van 92 EUR per MWhe. De belangrijkste aannames in deze berekening zijn de opbrengsten van de ingaande stromen en variatie in hun biogasproductie alsook de kosten voor afzet van het digestaat. Indien het digestaat aan lage kost kan uitgereden worden kan co-vergisting rendabel zijn maar er wordt dan NIET VERWERKT. Alle nutriënten komen op cultuurbodem terecht.

Enkel indien het digestaat verder wordt verwerkt via andere technieken wordt er verwerkt. Dit zal de rendabiliteit sterk doen verminderen.

Voor de berekening van de economische kosten die in hoofdstuk 5 worden gebruikt zijn de kosten/opbrengsten berekend op basis van volgende aannamen:

– enkel de covergisting met organische afvalstoffen wordt bekeken zonder kosten voor de digestaatafzet (zal worden verwerkt in vervolgstappen) alsook zonder “inkomsten” uit besparingen op brandstof zoals deze in de berekening van de onrendabele toppen is meegenomen. De geleverde warmte voor droging is namelijk in de vervolgstappen eveneens niet aangerekend. Deze kosten zijn afkomstig van de berekening van de onrendabele toppen. Deze kosten blijven dezelfde in de verschillende berekeningen.

– een prijs voor groene stroom van 100 EUR/MWh (marktprijs januari-juli 2006 is gemiddeld 110 EUR/MWh (VREG 2006))
– een prijs voor de WKK certificaten van 40 EUR/certificaat
– er zijn 3 scenario's uitgerekend waaruit blijkt dat het verschijnen van het besluit van de Vlaamse regering van 7 juli rond kwalitatieve WKK en het ministerieel besluit van 6 oktober rond de referentierendementen in het staatsblad een grote impact kunnen hebben op de rendabiliteit. De 3 screnario's zijn:
    • Behoud van de rendementen van de studie onrendabele toppen wat overeenkomt met de aftrek van het verbruik van elektriciteit en warmte van de vergister. De WKK certificaten worden via de oude referentierendementen berekend.
    • Behoud van de rendementen van de studie onrendabele toppen wat overeenkomt met de aftrek van het verbruik van elektriciteit en warmte van de vergister. De WKK certificaten worden via de nieuwe referentierendementen berekend.
    • Inkomsten met hogere WKK rendementen voor warmte en elektriciteit. Deze situatie komt overeenkomt met het toekennen van het verbruik van elektriciteit en warmte van de vergister en droger als nuttige elektriciteit en warmte. Het verkrijgen van deze uitzondering bij de VREG hangt af van de specifieke situatie van de vergister en een goed aanvraagdossier. Dit kan als uitzondering aangevraagd worden en is niet de standaard situatie. De WKK certificaten worden via de nieuwe referentierendementen berekend.

De uitkomst van deze berekening is in Tabel 4.10 weergegeven. De opbrengst is teruggerekend naar inkomsten per m³ mestinput om de berekeningen in hoofdstuk 5 te kunnen uitvoeren.

Tabel 4.10: Berekening opbrengst vergisting voor hoofdstuk 5

		OT oude referentie rendementen	**OT nieuwe referentie rendementen**	**nieuwe installatie en referentie rendementen**
installatiegrootte	mest (ton)	7200	7200	7200
	OBA (ton)	4200	4200	4200
installatierendement elektriciteit	%	32%	32%	38%
installatierendement warmte	%	21%	21%	38%
installatiegrootte	kWe	170	170	202
aantal draaiuren per jaar		7000	7000	7000
Jaarlijkse opbrengst vergisting excl. digestaatafzet groene stroom en WKK en brandstofbesparing	**EUR**	**-78023**	**-78023**	**-78023**
opbrengst groenestroom (100 EUR/certificaat)	EUR	119000	119000	141313
met groene stroom	**EUR**	**40977**	**40977**	**63290**
referentierendement elektriciteit	%	55%	42%	42%
referentierendement warmte	%	90%	70%	70%
de WKB	kWh	-1083097	230208	1664583
primaire energiebesparing	%	-29%	6%	45%
aantal warmtekrachtcertificaten		0	230	1665
opbrengst certificaten (40 EUR/certificaat)	EUR	0	9208	66583
incl groen stroom en WKK	**EUR**	**40977**	**50186**	**129873**
verwerkingsopbrengst per m³ mest (7200 m³)	**EUR/m³ mest**	**5,7**	**7,0**	**18,0**

Voor de berekeningen in hoofdstuk 5 is 5,7 EUR/m³ genomen als waarde waarbij informatief eveneens de potentiële impact van de nieuwe wetgeving alsook een goed aanvraagdossier is weergegeven (7,0 en 18,0 EUR/m³). Deze cijfers zijn exclusief afzetkosten voor digestaat.

Hieronder zijn nog enkele oudere cijferwaarden opgelijst. Bovenstaande berekeningen op basis van de studie onrendabele toppen geeft echter een recenter en beter beeld als uitgangssituatie.
Op basis van Deense informatie heeft het Nederlandse studiebureau Haskoning enkele jaren geleden een raming gemaakt voor een centrale installatie waar dagelijks 300 m^3 biomassa (80% varkensmest en 20% energierijk afval) mesofiel wordt vergist (Anoniem, 1995). Vooraf wordt gepasteuriseerd. Er wordt 35 m^3 biogas (67% CH_4) per m^3 biomassa geproduceerd. Na aftrek van 10% voor dekking van de eigen behoefte wordt het overschot verkocht. De investering voor een dergelijke installatie bedraagt 4 miljoen EUR. De bruto kosten worden geraamd op 5,45 EUR/m^3 biomassa (exclusief aan- en afvoer) en 0,16 EUR/m^3 biogas. Er zijn inkomsten uit verkoop van biogas of daarmee geproduceerde stroom en warmte en uit afname van afvalstoffen.
In 1999 werd deze berekening nog eens overgedaan door het Deense instituut voor landbouw- en visserij-economie, maar nu voor een centrale installatie met een capaciteit van 300 m^3 biomassa per dag en een gemiddelde biogasproductie van 30 m^3 per m^3 biomassa (20% organisch. afval) (zie Tabel 4.11). Uit een economische evaluatie van 17 werkende centrale vergistinginstallaties in Denemarken blijkt dat hiervan 7 met verlies werken, 5 rond break-even draaien en 5 winst kunnen maken (Gregersen, 1999).

Tabel 4.11: Overzicht kosten mestverwerking in Denemarken (Gregersen, 1999)

	EUR per m^3 behandelde biomassa
Biomassa transport	
– werkingskost	2,00
– investeringskost	0,50
Vergistingproces	
– werkingskost	2,23
– investeringskost	3,42
Totale verwerkingskost	8,18
Energie verkoop°	6,72
Netto verwerkingskost per m^3	
– biomassa	1,46
– mest	1,83
– organisch afval	7,30

De prijs per m^3 biogas bedraagt 0,22 EUR in Denemarken

Door Vito werd er ook een kostenraming uitgevoerd voor het opstarten van een biogasinstallatie voor mestvergisting waarin op jaarbasis 20.000 m^3 mest wordt vergist, er ontstaat hierbij ca. 380.000 m^3 biogas (19 m^3/t). De totale geraamde investeringskost voor een dergelijke installatie bedraagt 1.000.000 EUR, terwijl de geraamde werkingskost 8,30 EUR/m^3 mest bedraagt (zie Tabel 4.12).

Tabel 4.12: Raming werkingskosten biogasinstallatie (J. Ceulemans, 2002)

		EUR/m³
Kapitaal	15 jaar en 5%	4,54
Onderhoud	2% van investering	0,94
Verzekering	1% van investering.	0,47
Personeel	1 pers. aan 1,5 miljoen/j	1,86
Ontzwaveling		0,5
Totale werkingskost		**8,3**

De opbrengsten bij vergisting komen voort uit de verminderde elektriciteitsaankoop en het verhandelen van groene stroomcertificaten. De elektriciteitsproductie zorgt dat er *minder* elektriciteit moet worden *aangekocht* van het net en dit aan ca. 0,07 EUR/kWh of 5200 EUR/jaar. De verhandelbaarheid van de *groene stoomcertificaten* en de boetes die de elektriciteitsleveranciers opgelegd krijgen als ze te weinig certificaten voorleggen, zorgen ervoor dat de verkoopprijs van de certificaten 0,07 à 0,1 EUR/kWh bedraagt. Dit betekent een potentiële jaarlijkse opbrengst van ca. 66.930 EUR of ca 3,3 EUR/m³ mest (Johan Ceulemans, Vito, persoonlijke mededeling). Uit de vergelijking van de kost van 8,3 EUR/m³ en de potentiële opbrengst van 3,3 EUR/m³ blijkt dat mestvergisting zonder co-fermentatie met energierijke stromen geen rendabele investering is.

Volgens Ørtenblad van de Deense gemeente Herning die een tweetal biogasinstallaties exploiteert bedragen de investeringskosten voor een installatie die jaarlijks 100.000 m^3 mest plus afval vergist en daarbij ongeveer 3 miljoen m^3 biogas produceert gemiddeld ongeveer 620 EUR per m^3 reactorruimte.

De firma Schwarting-Uhde, die de demo-installaties in Göritz en Finsterwalde heeft gebouwd, raamde in 1992 de investering voor een biogasinstallatie voor de bewerking van een mengsel van mest en organisch afval bij een capaciteit van 100 m^3/d op 2,5 miljoen EUR en van 250 m^3/d op 5 miljoen EUR (Vom Baur, 1992). Dit is dus wat hoger dan de hiervoor genoemde ramingen. In Tabel 4.13 zijn de verwerkingskosten berekend, gebaseerd op informatie van Vom Baur (1992).

Tabel 4.13: Raming exploitatiekosten biogasinstallatie voor 91.250 m³/j in EUR/t biomassa

Post	Grondslag	Kosten
Kapitaal	10 jaar, 7%[1)]	7,44
Onderhoud		1,14
Personeel	3 pers. aan 37.200 EUR/j	1,38
Hulpstoffen		0,55
Ontzwavelen		0,74
Totaal		11,20

[1)] Eigen keuze

Bij een relatief hoge gasproductie van 35 m^3/t bedragen de kosten 0,32 EUR/m^3 biogas; bij de relatief lage productie van 15 m^3/t zijn de kosten 0,74 EUR/m^3 biogas, exclusief aan- en afvoer van biomassa en eventuele inkomsten uit afname van afval. Deze kosten liggen nogal wat hoger dan die volgens de hierboven genoemde raming² van Haskoning.

4.3.8. Technische problemen

Bij een in constructief opzicht degelijke uitvoering zijn er geen problemen te duchten. Wel dient men rekening te houden met de noodzaak van een periodieke verwijdering van bezonken materiaal, ondanks een goede menging. Afzetting van snel bezinkbaar materiaal speelt vooral bij kippenmest (grit) een rol. Bij warmteterugwinning kan afzetting van struviet in warmtewisselaars optreden. Bij koppeling aan mestverwerking kan de traagheid van een dergelijk systeem als gevolg van de grote verblijftijd een probleem vormen, met name bij het opstarten.

Het geproduceerde biogas bevat een hoog gehalte aan waterdamp. Door afkoeling van het relatief warme gas uit de reactoren treedt in de leidingen (vooral bij transport over lange afstanden) condensatie van waterdamp op. Het gevormde water moet dan worden verwijderd. Dit kan door middel van een condenswaterslot. De condensatie van water kan bevorderd worden door kunstmatige koeling. Bij toepassing van een vriesdroger wordt het biogas afgekoeld tot circa +2°C, de waterfase condenseert en daarna wordt het biogas verwarmd tot circa +20°C.
Er moet altijd worden voorkomen dat bij watersloten de waterafvoer niet onder afschot ligt (bijv. verzakking van (ondergrondse) leidingen). Buiten gelegen watersloten moeten tegen bevriezing zijn beschermd en in een voldoende diepe en afgedekte put zijn geplaatst. Verwijdering van water uit het biogas is ook mogelijk met behulp van een condensor met droging in een met silica gel gevulde droogunit. De silica gel wordt, na door een elektrische droger te zijn geleid, gerecirculeerd.
Biogas opbrengst is vaak lager dan verwacht. Inhibitie door ammoniak kan een probleem zijn bij mest.
Bij het ontwerp van een vergistingsinstallatie moet voldoende rekening gehouden worden met de veiligheid. Bij het gebruik van afdekzeilen op de vergistingstanks zal bij een ontbranding/ ontploffing in de reactor de druk via het zeil weggaan. Buiten een gescheurd zeil en digestaat dat uit de reactor wordt geworpen zijn de veiligheidsrisico's beperkt. Bij een volledig gesloten betonnen opstelling moet gezorgd worden dat in het geval van een biogasexplosie in de vergister de druk weg kan via bijvoorbeeld voldoende groot gedimensioneerde breekplaten.

4.3.9. Milieumaatregelen

Mogelijke geurvrijzetting zal voornamelijk optreden bij de opslag van de grondstoffen. Makkelijk afbreekbare stoffen dienen afgesloten opgeslagen te worden. Bepaalde producten kunnen ingekuild worden waarbij de producten met weinig geurvrijzetting langere tijd bewaard kunnen worden. Het vergistingsproces is volledig gesloten waarbij enkel biogas vrijkomt. Normaal wordt dit biogas in een motor verbrand zodat geen geurcomponenten vrijkomen.
Indien dit biogas niet wordt behandeld in een fakkel of kan behandeld worden door ontdubbeling van de motoren zal dit onbehandeld vrijkomen bij onderhoud aan de motoren. Hierbij kan dan eventueel geurhinder optreden. Bij kleine installaties zal dit echter beperkt zijn. Bij gepland onderhoud kan ook de voeding tijdig gestopt worden zodat de biogasproductie lager is op het moment dat het onderhoud moet worden gedaan.
In Nederland wordt een aanbeveling gedaan om een fakkel te plaatsen bij een vermogen van meer dan 100 kW. In Duitsland geldt een gelijkaardige regeling. Dit moet echter niet noodzakelijk een fakkel zijn. Het plaatsen van twee kleinere motoren in plaats van 1 grote is ook een mogelijkheid. (Mattheeuw B., 2006)

Er dient een veilige opslag van het biogas voorzien te worden.

Om ongewenste SO_2-emissie te voorkomen bij affakkeling of om de gasturbine, ketel of warmtekrachtcentrale die op biogas wordt gestookt te beschermen tegen ongewenste corrosie door SO_2 is verdere behandeling van het biogas voor zwavelverwijdering.
Ook de rookgassen die ontstaan tijdens de verbranding van het biogas kunnen indien nodig verder gezuiverd worden.

4.3.10. Capaciteit

Het proces is in principe op iedere schaal toe te passen. Voor installaties in agrarisch gebied ligt de grens op 60 000 ton per jaar waarvan minimum 60% bedrijfseigen stromen, mest en energiegewassen zijn. Voor centraal gebouwde installaties op industriegebied zijn er geen limieten op de grootte van de installatie en op de samenstelling van de input.
De gistingstanks hebben een inhoud van enkele honderden tot een maximum grootte van vergistingstanks van om en bij 4000-5000 m³ reactorinhoud. Dit zijn echter reeds zeer grote reactoren. Bij grote capaciteiten kunnen meerdere gistingstanks naast elkaar worden gebouwd.

4.3.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Diverse processen van Vlaamse initiatieven voorzien vergisting van mest samen met andere grondstoffen (Biofer, IVEB, Agri Power). Er dient te worden gewaakt voor eventuele ontoelaatbare verontreiniging bij gebruik van afvalstoffen bij de co-fermentatie. Vastleggen van acceptatiecriteria en periodieke controle van de kwaliteit van de producten kunnen dit oplossen.
Op milieutechnisch gebied is vergisting als processtap zeker aan te bevelen omdat hiermee een landbouwkundig en hygiënisch beter product wordt verkregen. Voorwaarde is wel dat de ammoniakemissie bij het uitrijden van de uitgegiste mest onder controle wordt gehouden via emissiearme aanbreng op het land.
Als voorbehandeling voor mestverwerking heeft vergisting een negatief effect voor het plaatsen van een biologie (voor denitrificatie) en voor membraanprocessen (er zijn op dit punt echter nieuwe ontwikkelingen die zich nog niet bewezen hebben). Bij naschakelen van een thermische droging zullen vetzuren en ammoniak overkomen waardoor het condensaat sterk verontreinigd is en moet worden behandeld in een waterzuiveringsinstallatie. Het naschakelen van een scheiding in dik en dun met compostering van de dikke fractie en uitrijden van de dunne fractie en/of stalluchtdroging (droging met droogtafels) zijn mogelijkheden om het digestaat verder te verwerken.
Economisch gezien is covergisting met organisch afval of energiegewassen nodig om de biogasproductie te verhogen en om extra inkomsten voor verwerking te krijgen. De productie van biogas enkel gebaseerd op de verwerking van mest is onder de huidige condities niet rendabel zijn.
Daartegenover staat dat door bijmenging van organische afvalstoffen het uitgegist product voor gebruik als meststof / bodemverbeterend middel moet voldoen aan de strenge Vlarea eisen (bij gebruik in Vlaanderen) of aan de EU-normen (voor export). Mest bevat hogere koper- en zinkgehalten. Indien de covergisting enkel met energiegewassen en bedrijfseigen organische reststromen wordt uitgevoerd is het geen probleem voor afzet van het digestaat omdat niet aan de VLAREA eisen moet worden voldaan. Indien de covergisting met afvalstoffen gebeurt moet het digestaat aan de VLAREA eisen voldoen. Hierbij kunnen mogelijk overschrijdingen optreden van de norm. Uit metingen bij VLACO blijkt dat er voor de mestverwerkingsinstallaties die aan coverwerking doen geen problemen zijn voor koper en zink wat erop wijst dat de koper en zinkgehalte in de mest lager liggen dan enkel jaren geleden. Bij coverwerking met afvalstoffen

moeten normaal alle inputstromen voldoen aan de VLAREA eisen. Dit geldt voor alle costromen behalve voor mest. Voor mest wordt op deze regel een uitzondering gemaakt. Voor de eindproducten van coverwerking zijn geen overschrijdingen opgetekend. Dit komt onder meer omwille van het verdunningseffect van eventuele Cu en Zn overschrijdingen in de mest door het toevoegen van costromen met lagere Cu en Zn gehalten (Vandenbroek, 2006).

4.3.12. Vergelijkbare technieken

Composteren: stabilisatie van organische massa en verdampen van vocht. Dit is enkel mogelijk voor de drogere fracties zoals de dikke fractie van de mest alsook voor kippenmest.
Verbranden (inbegrepen natte oxidatie en pyrolyse) zijn alternatieve methoden om gelijktijdig de in organische stof opgeslagen energie vrij te maken, ontgeuring en kiemdoding te realiseren.

4.3.13. Informatiepunt

BIOGAS-E
Graaf Karel de Goedelaan 5,
B8500 Kortrijk
Tel 056 241236
Fax 056 241224
info@biogas-e.be
www.biogas-e.be

PRODEM
Vito
Boeretang 200
2400 Mol, België
Tel: 014 / 33 69 07
Fax: 014 / 32 65 86

4.3.14. Referenties

1. Anoniem (1995) Centrale mestvergisting. Selectie van locaties en raming van kosten bij toepassing van grootschalige mestopslagen. Rapport Haskoning, Nijmegen, Nederland.
2. Anoniem (2005) Basisdaten biogas Deutschland: stand Januar 2005. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, www.fnr.de, www.bio-energie.de
3. Baserga U., Egger K. und Wellinger A. (1994) Biogas aus Festmist. In: FAT-Berichte Tänikon nr. 451 Zwitserland.
4. Baur M. vom (1992) Biogasanlagen nach dem Uhde/Schwarting-Verfahren. Verfahrenstechnik und Ökonomie. Voordracht tijdens KTBL/UBA-Fachgespräch 25-26 november 1992, Nordhausen, Duitsland.
5. Becker H., Blik over de grens: ervaringen in Duitsland, Symposium 'Mestvergisting als bron van duurzame energie', 14 december 2001, Cuijk, Nederland.
6. Bendixen H.J. (1996) Hygiene and sanitation requirements in Danish biogas plants. Voordracht gehouden op de 9th European Bioenergy Conference, 24-27 juni, Kopenhagen, Denemarken.
7. Ceulemans J. (2002) Vito, persoonlijke mededeling.

8. Da Costa Gomez C. (2001) Biogas – A reliable income for german farmers, German Biogas Association, www.biogas.org.
9. Devriendt N. Briffaerts K., Lemmens B. Theunis J. en Vekemans G., Hernieuwbare warmte uit biomassa in Vlaanderen, studie uitgevoerd in opdracht van ANRE, VITO, 2004
10. Goossens W. (1988) Anaerobe vergisting varkensdrijfmest onderzoek Bima-vergister te Nistelrode. Rapport Stuurgroep Mestproblematiek Noord-Brabant/ IMAG-nota nr. 398 (HAB), Nederland.
11. Gregersen K.H. (1999) Centralised Biogas Plants – Integrated Energy Production, Waste Treatment and Nutrient Redistribution Facilities, Danish Institute of Agricultural and Fisherie Economics, October 1999.
12. Hansen K.H. et al. (1998) Anaerobic Digestion of Swine Manure: Inhibition by Ammonia, Water Research vol. 32, no 1, pp. 5-12, 1998
13. Handboek milieuvergunningen (1998) Processen, toestellen en opslagen. biogasproducerende en -onttrekkende inrichtingen, Samson, Alphen aan den Rijn, Nederland.
14. Hoeksma P. (1986) Anaerobic digestion of a pig and poultry manure mixture. Results of a semi-technical experiment. Voordracht gehouden op the Intern. Conf. AG ENG, Noordwijkerhout, Nederland.
15. InfoMil (2001) Factsheets luchtemissiebeperkende technieken, www.infomil.nl
16. Koster I., Helmink A.T.F. en Vens T.J.M. (1988) Vergisting van dikke mest en mestmengsels. Rapport Vakgroep Waterzuivering Landbouwuniversiteit Wageningen, Nederland.
17. Lindboe H.H., Gregersen K.H., Tafdrup S., Jacobsen O.G. and Christensen J.G. (1995) Progress report on the economy of centralized biogas plants. Rapport Danish Energy Agency, Kopenhagen, Denemarken.
18. Maes R. (2001) Groene stroom uit huishoudelijk afval: praktijkervaring en toekomstplannen, Studiedag Groene stroom uit organisch afval, Antwerpen, 21/05/2001.
19. Mattheeuw B. (2006) Biogas-e, persoonlijke mededeling
20. McKinsey Zicari S. (2003) Removal of Hydrogen Sulfide from Biogas using Cow-manure Compost, thesis presented to the Cornell University for the degree of master of science.
21. Moorkens I., Claes K., Polders C., Vercaemst P. (2006) Onrendabele toppen van duurzame elektriciteitsopties in Vlaanderen. Studie uitgevoerd in opdracht van ANRE, VITO, 2006
22. Nijssen J.M.A., Antuma S.J.F., van Scheppingen A.T.J. (april 1997) Perspectieven mestvergisting op Nederlandse melkveebedrijven. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Publicatie 122.
23. Ørtenblad H. (1997) Persoonlijke mededeling 21-03-1997.
24. Parloo E., Colson G., El Asri R., De Ruyck J. (nov. 2000) Technisch economisch onderzoek van de haalbaarheid en de implantatie van emissie reductie strategieën voor CH_4 en N_2O, studie uitgevoerd door de Vrije Universiteit Brussel in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Wetenschap en Innovatie.
25. Tafdrup S. (1996) Expanding centralized biogas plants in Denmark for purposes of energy production, reducing greenhouse gas emissions, waste recycling, and other environmental and agricultural benefits. Poster gepresenteerd op de 9th European Bioenergy Conference, 24-27 juni 1996, Falconer Center, Kopenhagen, Denemarken.
26. Teuwen B (2001) Groene stroom uit dierlijk mest: dubbel doel, Studiedag Groene stroom uit organisch afval, Antwerpen, 21/05/2001.
27. Tipping P.J. (1995) Centralised anaerobic digestion. Review of environmental effects. Report by WS Atkins for Ministry of Agriculture, Ficheries and Food U.K..
28. Vandebroek Kristel, Vlaco, 2006 persoonlijke mededeling.
29. VDI, VDI Richtlinie 3475 Blatt 1, Emissionsminderung Biologische Abfallbehandlungsanlagen – Kompostierung und Vergärung Anlagenkapazität mehr als ca. 6.000 Mg/a, VDI/

DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 3, VDI-Handbuch Umwelttechnik, Januari 2003
30. VDI, VDI Richtlinie 3475 Blatt 2 (Entwurf), Emissionsminderung Biologische Abfallbehandlungsanlagen – Kompostierung und (Co)-Vergärung Anlagenkapazität bis ca. 6.000 Mg/a, VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 3, VDI-Handbuch Umwelttechnik, November +2003
31. Velsen A.F.M. van (1981) Anaërobic digestion of piggery waste. Dissertatie Landbouwhogeschool Wageningen, Nederland.
32. Verhofstede M. (2006) Silasil: specifiek sileerhulpmiddel voor biogasproductie, studiedag vergisting op boerderijschaal II, Gent, 4/5/2006
33. VREG (2006), http://www.vreg.be/vreg/marktgeving/Statistieken%20GSC/19695%20-%20aantal%20verhandelde%20certificaten%20en%20prijs.pdf
34. Weiland P. (1995) Erfahrungen mit der Verwertung biogener Abfälle zur Biogaserzeugung in Deutschland. Internationale Erfahrungen mit der Verwertung biogener Abfälle zur Biogasproduktion. Umweltbundesamt Wien, Oostenrijk, 1995, im Druck.
35. Zeeman G. (1991) Mesophilic and psychrophylic digestion of liquid manure. Dissertatie Landbouwhogeschool Wageningen, Nederland.

4.4. Mechanische scheiding

4.4.1. Doel

Het splitsen van ruwe mest in twee fracties, dun en dik, ten behoeve van de verdere verwerking en/of afzet. Denk bv. aan het uitrijden van de dunne fractie op het land en het composteren van de dikke fractie. Kenmerkend is dat de organische stof en de fosfaat zich ophopen in dikke fractie.

Mechanische scheiding wordt ook toegepast als nabehandeling, bv. om na biologische of fysico-chemische behandeling de slibfracties af te scheiden.

4.4.2. Procesbeschrijving

Mest bestaat voor een groot deel uit onoplosbare deeltjes. Deze kunnen gescheiden worden van de oplosbare deeltjes door mechanische scheiding. Afhankelijk van het scheidingsprincipe (bv. filtratie of centrifugatie), de uitvoering (o.a. filter met grote poriën, snelheid van de centrifuge), toevoegingen (o.a. vlokmiddelen, antischuimmiddelen) en ouderdom van de mest zullen enkel de grotere mestdeeltjes of ook de kleine deeltjes afgescheiden worden. In Tabel 4.14 zijn de beschikbare technieken en de mestsoort waarop ze bij voorkeur worden toegepast samengevat.

Tabel 4.14: Scheidingstechniek in relatie tot de mestsoort

Scheidingstechniek	Mestsoort
Bezinking	dunne zeugenmest < 6% ds, dunne fractie na vijzelpers, als nabehandeling na biologie of fysico-chemie, soms ook vleesvarkensmest
Filtratie	
– strofilter (1)	varkensmest
– schudzeef (2)	varkensmest
– zeefbocht (3)	
– vijzelpers (4)	dikkere varkensmest, runderenmest
– zeefbandpers (5)	varkensmest
Centrifugatie (6)	varkensmest, runderenmest
Directe scheiding in de stal	
– schuiven	varkensmest, runderenmest
– banden	varkensmest

Enkele voorbeelden van systemen:
1. Aveve (zie ook bijlage 2), De Swart (Melse et al., 2002a)
2. Agri Protech, Mestec (Verdoes en Starmans, 2002)
3. OrgAgro (Verdoes et al., 2002)
4. FAN Separator, Bio-Armor, Bauer, MAS, Vincent
5. Maris
6. Pieralisi, Westfalia, Alfa Laval, Klinger Sogefilters

Bij bezinking vindt afscheiding van niet-opgeloste delen plaats onder invloed van de zwaartekracht. Deze scheiding treedt onder andere op bij opslag van dunne zeugenmest in een silo of

mestkelder. De werking kan worden verbeterd door het gebruik van vlokmiddelen (zie Fysicochemie 4.9).

Mestscheiders maken meestal gebruik van filtratie. Met behulp van een geperforeerde plaat, trommel of een geweven doek worden niet-opgeloste bestanddelen uit de mest verwijderd. Dit meestal in combinatie met het uitpersen van de afgescheiden delen (bv. vijzelpers of zeefbandpers). Eventueel kan ook stro als scheidingsmateriaal gebruikt worden.

Schuiven of banden

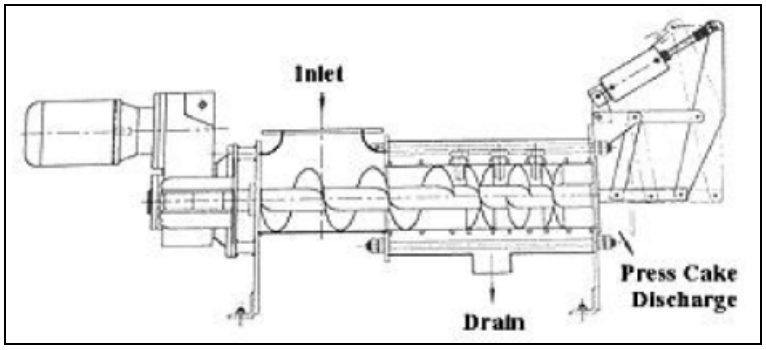
Door toepassing van schuiven of banden kan varkensmest in de stal (onder de roosters) worden gescheiden in vaste mest en urine. Deze scheiding kan onderdeel uitmaken van een compleet boerderijverwerkingssysteem met verdamping van vocht en compostering van de vaste mest (Ten Have et al., 1994; Feenstra et al., 1992).

Zeven

Zeven zijn de goedkoopste en eenvoudigste methode om mest te scheiden. Aflopende en vibrerende zeven verwijderen meer vaste stoffen dan roterende zeven. Het droge stofgehalte van de dikke fractie varieert van 6-10% (aflopende zeven) tot 12-21% (vibrerende zeven) (FSA, 2000).

Vijzelpers

Een vijzelpers (schroefpers, screw press, press auger, press screw) is een machine waarin een schroef ronddraait binnen een cilindrische geperforeerde trog met gaatjes van 0,15-1,0 mm. De dunne fractie wordt via deze perforaties van de rest van de mest gescheiden. Hierbij zorgt de schroef voor een gradueel toenemende druk. De schroef met as perst de dikke fractie in een uitvoerleiding (zie figuur 4.3). Een vijzelpers is duurder dan een zeef maar geeft betere afscheiding en hogere droge stofgehaltes in de dikke fractie. Een voordeel is ook de gesloten uitvoering.

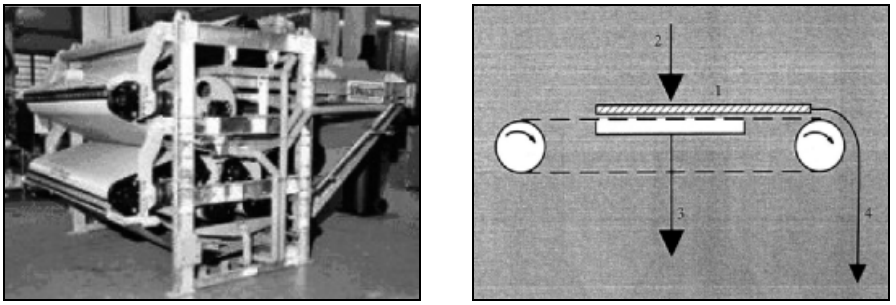


Figuur 4.3: Schematische weergave van de werking van een vijzelpers
(bron: http://www.vincentcorp.com)

Zeefbandpers

Bij zeefbandpersen wordt de meststroom tussen twee parallel uitgevoerde transportbanden geperst. Tenminste één van de banden moet als zeefband uitgevoerd zijn, zodat het water, dat door de perskrachten wordt uitgeduwd, kan afgeleid worden. Bij de meeste types zeefband-

persen dient de onderste band als draag- en zeefband. Deze bestaat uit een filterdoek en wordt ondersteund door rollen. De bovenste band is meestal geen filterdoek, maar een gesloten persband welke met drukrollen tegen de zeefband wordt geperst. De drukrollen zijn in hoogte verstelbaar zodat de persdruk kan worden aangepast in functie van de te behandelen mestsoort.
De zeefband wordt continu gewassen. Het debiet van het waswater is van dezelfde grootteorde als het inkomend slibdebiet. Bij de scheiding met een zeefbandpers is een vlokmiddel vereist. De zeefbandpers heeft enkele nadelen ten opzichte van de centrifuge en vijzelpers te weten het gebruik van spoelwater en vlokmiddel, emissie door open uitvoering en meer toezicht.

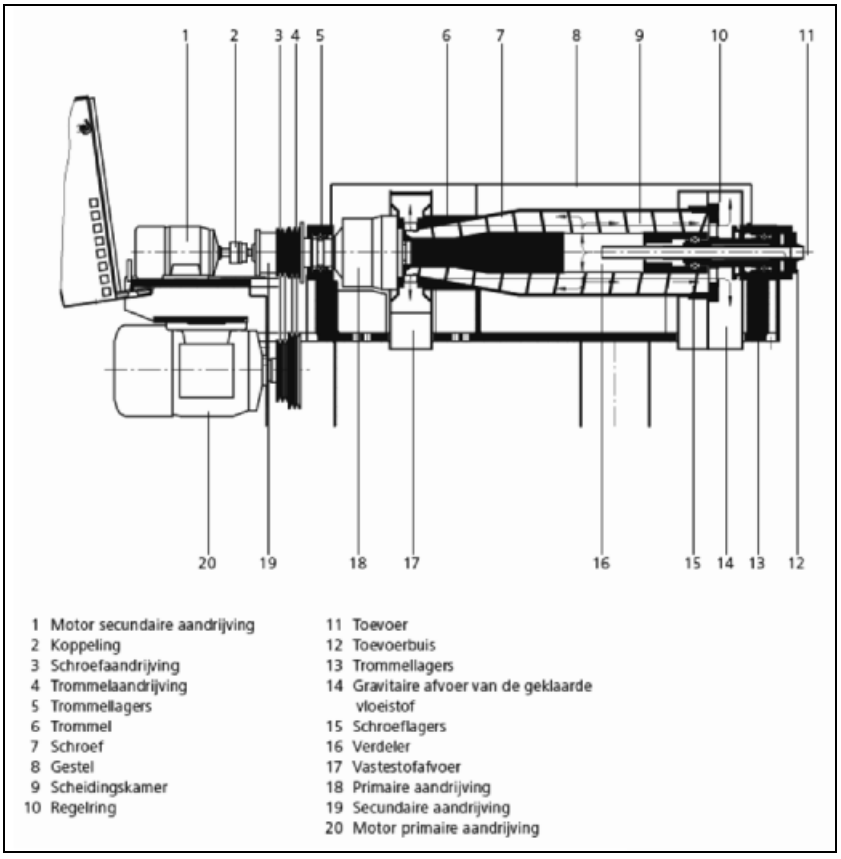


Figuur 4.4: Zeefbandpers (1 filterkoek op steunmedium, 2 toevoer mest, 3 dunne mest, 4 verwijderen dikke fractie; bron Schaltin, 1992)

Centrifuge

Bij centrifugatie vindt afscheiding van niet-opgeloste delen plaats onder invloed van de centrifugaal kracht. De kern van een decanteercentrifuge (zie Figuur 4.5, p. 118) bestaat uit een dichte trommel, met daarin een schroef. Door de trommel een zeer hoge rotatiesnelheid te geven ontstaat er een G-kracht. De eigenlijke werking van de centrifuge berust op het feit dat de axiaal binnengebrachte meststroom een centrifugale kracht zal ondervinden omwille van de draaisnelheid van de trommel. Deze kracht zorgt ervoor dat de mestdeeltjes met een dichtheid hoger dan deze van de mestvloeistof naar de wand van de trommel gedreven worden. Deze geforceerde sedimentatie grijpt voornamelijk plaats in het eerste, cilindrische deel van de trommel. De relatieve snelheid van de schroef zorgt er vervolgens voor dat het gesedimenteerde materiaal getransporteerd wordt naar de achterste conische sectie van de trommel. Hier wordt het sediment als het ware uit de vloeistoflaag getild en verder ingedikt onder invloed van de blijvende centrifugale kracht. Op het einde van de conische sectie wordt het sediment tenslotte afgevoerd. Het centrifugaat, ook wel centraat genoemd, wordt bij het begin van het cilindrisch gedeelte afgevoerd via openingen die regelbaar zijn, waardoor de hoogte van de vloeistoflaag in de trommel kan geregeld worden.

De afscheiding kan worden verbeterd door het gebruik van een vlokmiddel (poly-elektroliet). De hogere afscheidingsgraad gaat evenwel gepaard met een nattere koek. Ook kan bruinkool worden gebruikt om de scheiding te verbeteren (Felgener et al., 1993). Bij de centrifugatie worden toerentallen tot 5000-6000 tpm bereikt voor centrifuges met kleinere diameters. Hoge afscheidingsrendementen laten toe relatief kleine mestdeeltjes en een groot deel van de fosfaat af te scheiden, maar vereist een hoge kwaliteit bij de constructie van de centrifuge.



Figuur 4.5: Decanteercentrifuge (bron: Gea-Westfalia, 2006)

4.4.3. Stand van de techniek

De genoemde mestscheidingsystemen worden allen in de praktijk toegepast. Directe scheiding van mest in de stal en strofiltratie wordt maar op beperkte schaal toegepast. In Nederland zijn er een 10-tal centrifuges, enkele vijzelpersen en een 10-tal strofilters in gebruik. In Vlaanderen vindt men in hoofdzaak centrifuges en vijzelpersen terug.

4.4.4. Grondstoffen en eindproducten

De grondstof mest wordt gescheiden in een dunne en een dikke fractie. Door scheiding van vloeistof en vaste (= niet-opgeloste) stof gebeurt er tevens een scheiding van mestcomponenten (o.a. N, P, en K). Behalve de ruwe mest worden er soms vlokmiddelen, elektrolieten en anti-schuimmiddelen gebruikt. De vlokmiddelen zijn nodig voor de zeefbandpers maar worden bij mestverwerking niet gebruikt voor centrifuges en vijzelpersen uit kostenoogpunt. Centrifuges en vijzelpersen presteren beter indien vlokmiddelen worden gebruikt. Onderzoek van verschil-

lende types mestscheiders levert de in Tabel 4.15, Tabel 4.16 en Tabel 4.17 samengevatte analyseresultaten op.

Tabel 4.15: Gehaltes in de dunne fractie na scheiding per type scheider (kg/1000 kg)

Parameter	Centrifuge	Vijzelpers	Zeefbandpers
Droge stof	34,00	58,59	20,29
Organische stof	19,32	32,10	8,50
N totaal	6,16	7,39	3,60
N mineraal	3,93	4,75	2,54
P_2O_5	0,85	3,47	0,36
K_2O	5,45	6,21	5,63
Na_2O	1,33	1,51	1,71
CaO	0,85	2,62	0,14
MgO	0,20	1,70	0,05
aantal stalen	72	6	2

Bron: BDB

Tabel 4.16: Gehaltes in de dikke fractie na scheiding per type scheider (kg/1000 kg)

Parameter	Centrifuge	Vijzelpers	Zeefbandpers
Droge stof	288,00	266,40	239,70
Organische stof	210,90	223,10	179,80
N totaal	13,86	10,74	14,21
N mineraal	7,73	5,71	6,33
P_2O_5	16,99	5,93	11,82
K_2O	6,00	5,68	5,18
Na_2O	1,23	1,19	1,41
CaO	12,93	7,35	10,12
MgO	9,05	3,12	6,21
aantal stalen	92	12	2

Bron: BDB

Tabel 4.17: Scheidingsefficiëntie per type scheider, percentages van de parameters nog aanwezig in de dunne fractie t.o.v. de ruwe mest

Parameter	Centrifuge	Vijzelpers	Zeefbandpers
Droge stof	47	73	24
Organische stof	40	60	15
N totaal	80	92	48
N mineraal	87	98	56
P_2O_5	24	86	9
K_2O	96	99	88
Na_2O	96	95	89
CaO	31	80	4
MgO	12	86	3
aantal stalen	72	5	2

Bron: BDB

Uit vergelijking van de tabellen komen volgende resultaten naar voren:
1. Wat betreft stikstof liggen voor de verschillende systemen de opgemeten gehalten in de dikke fractie ongeveer op hetzelfde niveau.
2. Mestscheidingsinstallaties op basis van een zeefbandpers behouden het meeste fosfor in de dikke fractie (ca. 90%). De centrifuge geeft een scheidingsresultaat van 76%. Bij een vijzelpers is dit maar 14%. Het toevoegen van vlokmiddel kan hier een belangrijk effect op hebben.
3. De mestscheidingsinstallaties vertonen nauwelijks verschillen wat betreft de afscheiding van kalium. De kaligehalten in de dunne en dikke fracties zijn geheel gelijklopend voor de verschillende installaties.

Voor hoofdstuk 5 gaan we er van uit dat door mechanische scheiding de volgende percentages van de ruwe mest in de dikke fractie terechtkomen: 15% van de massa, 50% van de droge stof, 20% van N, 75% van P en 10% van K.

Bij scheiding van mest is er geen sprake van een exportwaardig eindproduct. De dikke fractie moet nog verder worden gecomposteerd, gedroogd, verbrand, ... voordat deze geëxporteerd kan worden. De dunne fractie kan op het land worden gebracht of nog verder gezuiverd worden.

Emissies

Aangezien de scheiding meestal in een gesloten apparaat of in de stal plaatsvindt, zal de eventuele extra emissie naar verwachting gering zijn en zou de hoeveelheid nutriënten die in het systeem komen hetzelfde moeten zijn als de hoeveelheid die het systeem verlaten. Dit geldt in bijzonder voor fosfor dat niet kan vervluchtigen. In de praktijk worden echter P-verliezen van 3-15% opgetekend. Een groot deel van deze verliezen kunnen te wijten zijn aan meetfouten die inherent zijn aan een nutriëntenbalans-berekening.
De meeste emissies bij gebruik van scheidingstechnieken zijn afkomstig van de opslag van de verschillende stromen (zowel input als output).

Open scheidingssystemen kunnen wel aanleiding geven tot significante, bijkomende NH_3-emissie en geurhinder. Vooral indien de temperatuur van de mestvloeistof oploopt zal de emissie van ammoniak en geur sterk toenemen.

De stroomgroepen en machines maken relatief veel lawaai. De nodige voorzorgen moeten genomen worden om geluidshinder te beperken.

4.4.5. Energiegebruik

Het energiegebruik van de diverse (mechanische) scheidingssystemen is in Tabel 4.18 samengevat.

Tabel 4.18: Energieverbruik van enkele scheidingstechnieken

Scheidingstechniek	Elektrisch verbruik (kWh/m^3)
Bezinking	0,5
Centrifuge	2,0-2,5
Vijzelpers	1,5-2,0
Zeefbandpers	0,25-0,40

Bron: VCM, Spirofil

Centrifugatie is het meest gebruikte scheidingssysteem. Uit ervaring blijkt dat eenzelfde centrifuge van dag op dag verschillende elektriciteitsverbruiken kan hebben in functie van kleine verschillen in mestaanbod. Voor de scheiding van mest met een drogestofgehalte van circa 8% DS varieert het verbruik van 4,0 EUR/m³ voor de zeer kleine machines tot 1,7-2,0 EUR/m³ voor een gemiddelde centrifuge en 1,25 EUR/m³ voor de grote centrifuges. De kleine machines kunnen circa 2 m³/h aan, de gemiddelde machines tussen 6 en 16 m³/h en de grote machines meer dan 20 m³/h. Dit zijn richtinggevende waarden die van machine tot machine en mestsoort tot mestsoort kunnen afwijken van de opgegeven waarden (Gea-Westfalia, 2006).

4.4.6. Kosten

Bij mechanische scheiding van ruwe mest wordt vaak beroep gedaan op een mobiele scheider die enkele malen per jaar op het bedrijf de mest gaat scheiden. De huurprijs komt neer op 3,0-4,0 €/m³ mest die gescheiden wordt. Indien de boer zelf een scheider aanschaft, bedraagt de kostprijs van scheiding nog slechts 1/4de tot 1/3de van deze huurprijs. Bij een mobiele scheider wordt de huurprijs in belangrijke mate bepaald door de transportkost, het opstellen van het apparaat, het aan- en afkoppelen van de nodige leidingen en de hoge herstellingskosten.

Door VCM-STIM werd er een enquête uitgevoerd naar de kostprijs van het scheiden van ruwe mest. Deze enquête werd uitgevoerd bij verschillende gebruikers van bedrijfsgebonden mestscheiders. Deze scheiders waren in hoofdzaak gekoppeld aan verdere verwerkingsstappen. De prijsberekening omvat *zowel* de investering in de scheider als de investering in onroerende goederen zoals loodsen, leidingen, e.a.. Aangezien de meest courante scheidingstechniek de vijzelpers en centrifuge zijn, is de enquête beperkt tot deze twee. Tabel 4.19, p. 122, geeft een kostprijsbeeld voor verschillende capaciteiten.

Tabel 4.19: Globale kostprijsberekening (EUR) van vijzelpers en centrifuge

	Mestscheidingstechniek			
	Vijzelpers		**Centrifuge**	
Capaciteit (m^3/h)	3-5	5-8	2	5
Loods: opslag vaste fractie	20 000	20 000	20 000	10 000-45 000 (20 000)[2]
Scheider + toebehoren	17 000	30 000	60 000	82 000
Totale investeringskost – 6 400 m^3/j – 10 000 m^3/j – 11 750 m^3/j	**37 000** 5,8/m^3 3,7/m^3 3,1/m^3	**50 000** 7,8/m^3 5,0/m^3 4,3/m^3	**80 000** 12,5/m^3 8,0/m^3 6,8/m^3	**102 000** 15,9/m^3 10,2/m^3 8,7/m^3
Afschrijving – Loods – Scheider – Intrest	 1 333 2 429 1 018	 1 333 4 286 1 375	 1 333 8 571 2 200	 1 333 11 714 2 805
Elektriciteit [1]	0,187/m^3 1 197 1 870 2 197	0,187/m^3 1 197 1 870 2 197	0,275/m^3 1 760 2 750 3 231	0,275/m^3 1 760 2 750 3 231
Onderhoud (3%)	510	900	1 800	2 460
Verzekering (2 ‰)	74	100	160	204
Totale kost op jaarbasis – 6 400 m^3/j – 10 000 m^3/j – 11 750 m^3/j	 6 560 7 233 7 561	 9 191 9 864 10 191	 15 825 16 815 17 296	 20 277 21 267 21 748
Verwerkingskost – 6 400 m^3/j – 10 000 m^3/j – 11 750 m^3/j	 1,03/m^3 0,72/m^3 0,64/m^3	 1,44/m^3 0,99/m^3 0,87/m^3	 2,47/m^3 1,68/m^3 1,47/m^3	 3,17/m^3 2,13/m^3 1,85/m^3

1: rekening gehouden met een gemiddelde elektriciteitsprijs van € 0,11/kWh
2: gebruikt voor de berekeningen

Uit de bovenstaande gegevens blijkt dat de kostprijs per gescheiden kubieke meter ruwe mest van twee factoren afhangt:
→ de capaciteit van de mestscheider;
→ de hoeveelheid effectief gescheiden mest.

De verwerkingskost per kubieke meter gescheiden mest is lager voor de vijzelpers in vergelijking met een centrifuge. De cijfers moeten sterk genuanceerd worden, omdat ze niets zeggen over het scheidingsrendement van de scheiders. *Om de echte verwerkingskost te kennen van een scheider, dient geweten te zijn hoeveel nutriënt een scheider per kubieke meter mest kan afscheiden in de vaste fractie.*

In Tabel 4.20 is een overzicht gegeven van investerings- en verwerkingskosten van enkele andere mestscheidingstechnieken.

Tabel 4.20: Investerings- en verwerkingskosten van enkele andere mestscheiders

Techniek	Investering (EUR)	Verwerkingskosten (EUR/m³)	Opmerking	Referentie
Zeefbandpers	76 850	3,25	a)	1)
Zeefbocht	34 000	5,21	b)	2)
Strofilter	40 000	7,26	c)	3)

Opmerking
op basis van volledige bedrijfsinvestering
a) capaciteit 2 500 m³/jaar, inclusief voorbehandeling met bacterieculturen
b) inclusief chemische wasser

Referentie
1) Hügle, 1994
2) Verdoes et al., 2002
3) Melse et al, 2002a

4.4.7. Technische problemen

- Bij mestscheidingssystemen op basis van filtratie kan verstopping, vervuiling en/of beschadiging van het filtermedium optreden.
- Het centrifugeren van mest kan gepaard gaan met luchtinslag waardoor de mest overmatig kan gaan schuimen. Toevoeging van anti-schuimmiddel is dan vereist.
- De aanwezigheid van zand leidt tot een grotere slijtage.
- De bewerking van verse mest geeft doorgaans betere prestaties dan bij oudere mest.

4.4.8. Milieumaatregelen

Open systemen met significante geur- en ammoniakemissies (bv. strofilters of zeefband) worden best ingekapseld. De afgezogen ventilatiegassen kunnen zodoende behandeld worden. De verwijdering van ammoniak kan gebeuren door zure wassing of biowassing, voor de verwijdering van geurcomponenten kunnen biofilter of actieve kool filtratie gebruikt worden.
Voor meer gegevens omtrent de toepasbaarheid van de luchtzuiveringstechnieken wordt verwezen naar de BBT-studie “Gids Luchtzuiveringstechnieken”.

Ook lawaaierige toestellen moeten zonodig ingekapseld worden.

4.4.9. Capaciteit

De scheidingsapparaten zijn in diverse capaciteiten verkrijgbaar. Meestal is de minimumcapaciteit in de orde van 1 m³/h. Typische capaciteiten van vijzelpersen zijn 2-10 m³/h en van centrifuges 8-30 m³/h. Bij hele grote capaciteiten verdient het aanbeveling om meerdere apparaten parallel te schakelen.
Met uitzondering van centrifugeren (in verband met kosten) zijn de scheidingsapparaten geschikt voor kleinschalige toepassing op de boerderij. Filters en centrifuges zijn bovendien in mobiele vorm beschikbaar en kunnen derhalve op meerdere plaatsen worden ingezet.

4.4.10. Toepasbaarheid in Vlaanderen

De hiergenoemde scheidingstechnieken worden in Vlaanderen reeds toegepast.

4.4.11. Vergelijkbare technieken

Scheiding door middel van filtratie is enigszins vergelijkbaar met membraanscheiding, zij het dat de scheiding dan veel scherper gebeurt en er naast onopgeloste deeltjes ook opgeloste stoffen kunnen worden verwijderd (denk aan omgekeerde osmose). Bij de hier beschreven technieken gaat het derhalve primair om een grove (voor-)scheiding.

4.4.12. Informatiepunt

VCM
Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking
Abdijbekestraat 9
8200 Sint-Andries, Brugge
Tel.: +32 (0)50 40 72 01
Fax: +32 (0)50 40 74 89
Website: www.vcm-mestverwerking.be

STIM
Stimulering Innovatieve Mestverwerking
Wilgenstraat 32
8800 Roeselare
Tel.: +32 (0)51 23 23 31
Fax.: +32 (0)51 22 82 58
Website: www.stim-mestverwerking.be

4.4.13. Referenties

1. Anoniem (2001), Beperkte test mestscheiders toont grote verschillen, Milieu (september, 2001) p. 24-26
2. Anoniem (2001a), Praktijkresultaten van mestscheiders, Toptechniek (Vol 9, 29/09/2001) p. 12-16
3. Comité voor onderzoek van mestverwerkingstechnieken (I.W.O.N.L.) Gent, januari 1995. Overeenkomst D 1/4-10998/5530 A van 17 december 1992
4. Dobbelaere A. (1988) Mestscheiding onder de roosters van een slachtvarkensstal. Landbouwtijdschrift 4, nr. 1
5. Feenstra L. en van Voorneburg F. (1992) Mestscheiding bij centrale mestverwerking, basisdocument.Rapport ICM Wageningen, Nederland, ISBN 90-800913-4-0
6. Felgener G., Faber W. und Kemmerling W. (1993) Güllereinigung mit Braunkohle schließt Stoffkreisläufe. In: “Umweltverträgliche Gülleaufbereitung”, uitgave Dr. Eberhard Kuhn Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt, Duitsland
7. FSA Environmental (2000) Alternative systems for piggery effluent treatment. Report prepared for Environmental Protetion Agency of South Australia and the rural city of Murray Bridge

8. ten Have P.J.W. en Schellekens J.J.M. (1994) Een verkenning van de mogelijke gevolgen van de introductie van nieuwe stalsystemen en van mestbewerking op bedrijfsniveau voor de fabrieksmatige verwerking van varkensmest. Rapport ICM, Wageningen, Nederland, ISBN: 90-74926-05-3
9. Gea-Westfalia, persoonlijke mededeling, 2006
10. Hügle T. (1994) Gülle separieren und kompostieren. Rapport Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL) Oktober 1994, Am Kamp 13, 24783 Rendsburg/Osterrönfeld, Duitsland
11. Huybrechts D. en Dijkmans R. (2001) Beste Beschikbare Technieken voor de verwerking van RWZI- en gelijkaardig industrieel afvalwaterzuiveringsslib. Academia Press, Gent
12. Lemmens B., Elslander H., Ceulemans J., Peys K., Van Rompaey H. en Huybrechts D. (2004) Gids Luchtzuiveringstechnieken. Academia Press, Gent
13. Janssens J. (2002) Dikke fractie exportwaardig door verhitting. Boerderij 87: p. 14-15
14. Melse R.W., Starmans D.A.J. en Verdoes N. (2002) Mestverwerking varkenshouderij. Manura 2000, Houbensteyn te Ysselsteyn en Hollvoet te Reusel, IMAG, Wageningen, Nederland
15. Melse R.W., Starmans D.A.J. en Verdoes N. (2002a) Mestverwerking varkenshouderij. Strofilter in foliekas – De Swart te Alphen, IMAG, Wageningen, Nederland
16. Neukermans G., Colanbeen M. en van de Velde L. (1995) Verslag van de onderzoekingen ondernomen tijdens de periode 1 januari 1993 tot en met 31 december 1994
17. Novem (1998) Energie-efficiënt drogen en verwerken van slib en mest. Mint studie
18. Schaltin W., 1992, Vloeistof/vast filtratie. Procestechnieken en engineering, Kluwer, ed. Baeyens J., Buekens A. en de Graauw J., p. 22220
19. Verdoes N., den Brok G.M. en van Cuyck J.H.M. (1992) Mechanische mestscheiders als mogelijke schakel in de mestbewerking op bedrijfsniveau. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen, Nederland, Proefverslag nummer P 1.77, maart 1992
20. Verdoes N., Timmerman M., en Starmans D.A.J. (2002) Mestverwerking varkenshouderij. OrgAgro, Bouwmans te Brakel, IMAG, Wageningen, Nederland
21. Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking (VCM) (2001) Rapport mobiele mestscheiders. Website: www.vcm-mestverwerking.be
22. Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking (VCM) en STIM (2004) Mestverwerking op het landbouwbedrijf: mogelijkheden en kostprijs

4.5. Strippen en absorberen van ammoniak

4.5.1. Doel

Het verwijderen van ammoniak uit de dunne fractie na mestscheiding en het vastleggen van de verwijderde ammoniak in een afzetbaar product.

4.5.2. Procesbeschrijving

De voorbehandelde vloeistof wordt vervolgens boven in een kolom – voorzien van pakking of schotels – gebracht. Aan de onderzijde van de kolom wordt lucht (luchtstrippen) of stoom (stoomstrippen) ingeblazen. Mestvloeistof en stripgas stromen derhalve in tegenstroom door de kolom. Tijdens de passage door de kolom vindt overdracht van ammoniak plaats van de mestvloeistof naar het stripgas. Het stripgas uit de kolom is zodoende rijk aan ammoniak. Afhankelijk van het stripgas – lucht of stoom – wordt de ammoniak hieruit verwijderd door absorptie in zure wasvloeistof of door condensatie. In het eerste geval ontstaat een ammoniumzoutoplossing als eindproduct; in het tweede geval is het product ammoniakwater. De lucht waaruit de ammoniak door absorptie is verwijderd kan opnieuw in de stripkolom worden gebruikt. Dit voorkomt extra CO_2-inbreng en heeft als gevolg minder scaling (kalkafzetting in de vorm van calciumcarbonaat). Het stripgas kan nadien ook door katalytische oxidatie behandeld worden (4.9).

De pH-waarde van de bij voorkeur deeltjesvrije mestvloeistof wordt soms, voorafgaand aan het strippen, verhoogd tot circa 10 door toevoeging van loog of kalk. Eventueel wordt de mest bijkomend opgewarmd tot bv. 70°C. Beide behandelingen verschuiven het NH_4/NH_3-evenwicht meer in de richting van het vrije ammoniak. De concentratie aan vrije ammoniak kan met volgende formule worden berekend (Hansen 1998):

$$\frac{[NH_3]}{[TNH_3]} = \left(1 + \frac{10^{-pH}}{10^{-\left(0.09018 + \frac{2729.92}{T(K)}\right)}}\right)^{-1}$$

Met:
$[NH_3]$: concentratie vrije ammoniak
$[TNH_3]$: totale ammoniumconcentratie
pH: zuurtegraad sorensen
T(K): temperatuur in Kelvin

4.5.3. Stand van de techniek

In een aantal mestverwerkingssystemen wordt ammoniakstrippen als processtap toegepast. Zo zijn er mobiele installaties welke op boerderijniveau mestscheiding en stripping van de dunne fractie met lucht realiseren. Dit met een capaciteit van ca.15 m^3/h.

Bij het Biorek-proces wordt ammoniakstripping (met stoom) toegepast. Dit proces wordt toegepast in o.a. Bio-Noord en Coöperatieve Mestverwerking Hoogstraten.

Het strippen van mest met lucht en stoom mag dus als praktijkrijpe techniek worden beschouwd. Algemeen is ammoniakstripping een relatief eenvoudig proces dat niet erg gevoelig is aan wisselingen in de samenstelling van de mest of omgevingstemperatuur. Organische stikstof en nitrieten/nitraten worden niet verwijderd.

Als variant op het klassieke strippen en absorberen wordt in Vlaanderen tevens het SMELOX-proces in de praktijk toegepast. Bij dit proces wordt de mest eerst mechanisch gescheiden via een centrifuge. De dunne fractie wordt dan verder fysico-chemisch behandeld in de eigenlijke SMELOX-installatie. In de eerste stap in het proces wordt in de inkomende, te behandelen dunne fractie een katalysator (natriumaluminiumsilicaat) toegevoegd. Deze katalysator zorgt voor de complexvorming van de zwavelhoudende geurcomponenten zodanig dat deze niet meer vluchtig zijn (katalytische preoxidatie). Nadien wordt de dunne fractie doorheen meerdere ammoniakstrippers gestuurd. Meestal zijn er twee strippers aanwezig waarbij in de eerste stripper een eerste NH_3-reductie van 70% gerealiseerd wordt en in de volgende stripper nog een verdere reductie tot ca. 90% wegens de hogere temperatuur van de gerecirculeerde inkomende luchtstroom in deze trap. In theorie kan met één stripper gewerkt worden maar dan wel bij een hogere temperatuur om de stofuitwisseling te bevorderen. Dit is energetisch echter minder interessant.
De ammoniakale stikstof, in gasvormige toestand wordt door katalytische oxidatie omgezet tot hoofdzakelijk stikstofgas (N_2). De katalysator is platina die bij 300-350 °C de ammoniakale stikstof omzet in gemiddeld ongeveer 90 ± 2% N_2, 10 ± 2% N_2O (lachgas) en een verwaarloosbare hoeveelheid NO_x.

4.5.4. Grondstoffen en eindproducten

De grondstof voor het stripproces is een ammoniakhoudende mestvloeistof. In verband met verstopping van de stripkolom mag de vloeistof weinig deeltjes bevatten (bv. < 5 ppm), terwijl voor een goed verwijderingsrendement een hoge pH-waarde of temperatuur essentieel is. Voor het verhogen van de pH kan loog of kalk gebruikt worden. Het wassen van de stripgassen gebeurt eventueel met zuur.

De gevormde eindproducten zijn: ammoniakwater, ammoniumbicarbonaat verkregen na kristallisatie en ammoniumsulfaatoplossing. In het laatste geval is het stripgas gewassen met zwavelzuur. Bij gebruik van salpeterzuur ontstaat een oplossing van ammoniumnitraat. Het ammoniakwater kan in principe tot elk gewenst niveau (tot 99%) worden geconcentreerd.

Als de kolom goed gedimensioneerd is en de mestvloeistof een goede voorbehandeling heeft ondergaan, is een (ammonium) stikstofverwijderingsrendement > 90% mogelijk. Het project waarbij strippers op boerderijniveau worden aangewend gaat uit van een reductie van 50% in N-totaal gehalte en de productie van 9 kg ammoniumsulfaat per ton onbewerkte mest.

Zoals reeds vermeld wordt bij het SMELOX proces de ammoniakale stikstof omgezet in gemiddeld ongeveer 90 ± 2% N_2, 10 ± 2% N_2O (lachgas) en een verwaarloosbare hoeveelheid NO_x. Het eindproduct is een dunne fractie waarvan 80-90% van de ammoniakale fractie is verwijderd. De niet-verwijderde organische stikstof blijft in het effluent en bevat 1,5-2,5 kg totaal stikstof/ton effluent De opslag van het effluent kan in open lucht gebeuren aangezien er geen geuroverlast meer veroorzaakt wordt. Tabel 4.21, p. 128, geeft de gemiddelde samenstelling weer van het effluent na het SMELOX proces en de percentages nog aanwezig t.o.v. van de oorspronkelijke dunne fractie. De dikke fractie bevat 75% van de fosfor en wegens de voldoende droge stof kan deze gemakkelijk verder in composteringsinstallaties verwerkt worden.

Tabel 4.21: Gehaltes in het effluent na toepassing van het SMELOX-proces en percentages van de parameters nog aanwezig in het effluent, ten opzichte van de dunne fractie voor het SMELOX-proces

Parameter	Concentratie in effluent (kg/1000 l)	Percentage nog aanwezig in het effluent
Aantal stalen	10	4
Droge stof	40,06	48
Organische stof	25,62	44
N totaal	3,39	47
N mineraal	1,53	35
P_2O_5	0,39	23
K_2O	5,32	95
Na_2O	1,53	94
CaO	0,52	23
MgO	0,14	11

n = aantal stalen

Bron: BDB

4.5.5. Emissies

Aangezien het strippen en absorberen van ammoniak in een gesloten systeem plaatsvindt, zijn de emissies eerder gering. Samen met de ammoniak kunnen ook andere vluchtige stoffen uit de mest verdreven worden die eventueel niet bij de gaszuivering verwijderd worden.

Het SMELOX-systeem heeft het voordeel van een bijna volledig gesloten systeem te zijn. De emissies naar de omgeving toe zijn hierdoor ook beperkt. Buiten stikstofgas (N_2) wordt er ± 10% lachgas (N_2O) geëmitteerd. Het aandeel geëmitteerde P_2O_5 is kleiner dan 1% t.o.v. de aangevoerde hoeveelheid P_2O_5.

Motoren, elektriciteitsgeneratoren en ventilatoren kunnen aanleiding geven tot geluidshinder. Mits het nemen van juiste geluidswerende maatregelen voldoen de systemen aan de strenge geluidsnormen die gelden in agrarisch gebied.

4.5.6. Energiegebruik

Het energieverbruik bij luchtstrippen is onder andere afhankelijk van de procestemperatuur. Bij een hogere procestemperatuur hoeft immers minder lucht door de kolom te worden gestuurd. Het verbruik aan elektrische energie bedraagt circa 2,3 kWh/m^3 vloeistof bij 20°C en 0,85 kWh/m^3 bij 50°C. Als de mest met externe energiebronnen opgewarmd moeten worden is hier uiteraard ook elektriciteit of fossiele energie nodig.

Bij stoomstrippen bedraagt het elektriciteitsverbruik 0,45 kWh/m^3 vloeistof, terwijl het verbruik aan thermische energie neerkomt op circa 100 kg stoom per m^3. Energieterugwinning met behulp van warmtewisselaars is in geval van stoomstrippen mogelijk (Anoniem, 1995). Het toepassen van warmtekrachtkoppeling kan het energiegebruik beperken.

Het SMELOX systeem vraagt 21 kWh elektriciteit /m³ ruwe mest bij een NH_4^+ omzetting van 70%. Bij 90% is dit 29 kWh/m³.

4.5.7. Kosten

Volgens een studie van het Nederlandse Stowa (Anoniem, 1995) bedraagt de investering van een stripperinstallatie voor ammoniakrijk afvalwater met lucht als stripgas (bedrijfstemperatuur 20ºC) circa 1,74 miljoen EUR voor 2,1 m^3/h en circa 2,38 miljoen EUR voor 8,3 m^3/h. Een stoomstripinstallatie van dezelfde capaciteit bedraagt 1,29 miljoen EUR, respectievelijk 1,41 miljoen EUR.
Bij een NH_4-ingangsconcentratie van respectievelijk 450, 900 en 1.800 mg/l bedragen de exploitatiekosten voor het luchtstripproces (temperatuur 20ºC; 2,1 m^3/h) 13, 10 en 9 EUR per kg verwijderde N(Kj). De exploitatiekosten van het stoomstripproces zijn bij dezelfde concentratieniveaus en hydraulische capaciteit 13, 10, en 8 EUR per kg verwijderde N.
Deze kosten zijn uiteraard afhankelijk van de schaalgrootte. Bij een viermaal grotere capaciteit zullen de exploitatiekosten per kg verwijderde N(Kj) een factor 1,9 tot 2,3 (voor het luchtstrippen) en 1,5 tot 2,5 (voor het stoomstrippen) lager worden.

In 1991 heeft het Nederlandse ingenieursbureau Tebodin een globale schatting gemaakt van de kosten van een luchtstripproces voor mest (Dilweg, 1991). Voor een situatie waarin 50 t/h dunne fractie van varkensmest met 7 000 mg NH_4-N/l werd behandeld werd de investering op 1,34 miljoen EUR geraamd en de kosten per kg verwijderde NH_3 (90% rendement) op 0,77 EUR. Deze raming is ten aanzien van zowel de investerings- als de exploitatiekosten beduidend lager dan die van Stowa. Een goede verklaring hiervoor ontbreekt.

In het Manura systeem wordt een stripper als nabehandeling gebruikt voor de zuivering van mestcondensaat. Voor een capaciteit van 14 000 ton mest (1,7 m^3/h) komt dit op een investeringskost van 75 000 EUR (Melse et al., 2002).

Voor het mobiele SMELOX systeem betaalt de veehouder een kostprijs per m^3 mest die verwerkt wordt. De kostprijs is als volgt samengesteld (bron: Voeders Ostyn):
→ verplaatsingsonkosten van de mobiele mestscheider en de SMELOX-installatie: 2 × 125 EUR;
→ verwerkingskost mestscheider: 3,10 EUR/m^3;
→ verwerkingskost SMELOX-installatie: 4,46-4,95 EUR/m^3.

Door het feit dat er een kost wordt aangerekend voor de verplaatsing van de installatie, ligt het voor de hand dat de globale kostprijs zal bepaald worden door de hoeveelheid mest die op een bepaalde plaats zal kunnen verwerkt worden.

4.5.8. Technische problemen

Strippen wordt veelvuldig toegepast in de procesindustrie. De toepassing op mestvloeistoffen is betrekkelijk nieuw. Technische problemen hierbij kunnen zijn: overmatige schuimvorming en vervuiling van het pakkingsmateriaal door vaste deeltjes uit de mest en/of kalkafzetting in de vorm van calciumcarbonaat (scaling). Door spoelen met zuur kan de installatie worden gereinigd.

4.5.9. Milieumaatregelen

Het strippen en absorberen van ammoniak vindt plaats in een gesloten systeem, zodat er weinig emissie naar de omgeving is. De ammoniak kan via condensatie of door middel van een zure wasser of door oxidatie uit de striplucht verwijderd worden en wordt gerecirculeerd.

Men zal steeds een kleine hoeveelheid lucht emitteren die extra aangezogen wordt in de installatie. Deze lucht moet behandeld worden tot de emissienormen. De pH-waarde in de absorptievloeistof dient wel voldoende laag ingesteld te worden om de verwijdering van ammoniak te maximaliseren. De uitgaande lucht moet immers voldoen aan de algemene emissiegrenswaarden voor lucht (Vlarem 2, bijlage 3.4.2), aangevuld met een sectorale emissiegrenswaarde van 10 mg/Nm^3 NH_3 (bij een massastroom van 5 kg/uur of meer). Er mag ook niet meer dan 15% van de aanwezige N verdwijnen (Mestdecreet januari 2004).

Voor meer gegevens omtrent de toepasbaarheid van de luchtzuiveringstechnieken wordt verwezen naar de BBT-studie “Gids Luchtzuiveringstechnieken”.

4.5.10. Capaciteit

Strippers kunnen in elke gewenste capaciteit worden gebouwd, maar zullen in de praktijk minimaal een doorzet van enkele m^3/h hebben. Strippers hebben een relatief klein oppervlak nodig, 5 × 5 m is voldoende voor een capaciteit van 100 m³/uur. Het ruimtebeslag van de luchtbehandelingseenheid is hier niet inbegrepen.

Vooral bij grootschalige mestverwerkingsprojecten worden strippers toegepast. Op boerderijniveau kan een mobiele stripper worden ingezet. SMELOX heeft een mobiel systeem met een capaciteit van 100 m^3/dag.

4.5.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Een belangrijke voorwaarde is dat er afzet voor het ammoniakhoudende eindproduct aanwezig moet zijn. Dit is mogelijk als meststof of als grondstof in de kunstmestindustrie. In het laatste geval dient worden nagegaan welke ammoniumverbinding de grootste afzetpotentie heeft.

Enkel het SMELOX wordt in Vlaanderen reeds ingezet als mobiel systeem.

4.5.12. Vergelijkbare technieken

Een enigszins vergelijkbare techniek voor de verwijdering van ammoniak uit mestvloeistof is transmembraanchemosorptie (TMCS). Hierbij diffundeert ammoniak door een membraam en wordt vervolgens geabsorbeerd in zuur (Klaassen & Van Voorneburg, 1995).

Bij het indampen van mest kan ammoniak direct uit de dampstroom in de indamper worden gewassen door middel van een absorptie-installatie. Deze techniek is separaat ontwikkeld door de Nederlandse firma Stork (Van Voorneburg et al., 1995) en door de Duitse firma Schott.

4.5.13. Informatiepunt

VCM
Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking
Abdijbekestraat 9
8200 Sint-Andries, Brugge
Tel.: +32 (0)50 40 72 01
Fax: +32 (0)50 40 74 89
Website: www.vcm-mestverwerking.be

STIM
Stimulering Innovatieve Mestverwerking
Wilgenstraat 32
8800 Roeselare
Tel.: +32 (0)51 23 23 31
Fax.: +32 (0)51 22 82 58
Website: www.stim-mestverwerking.be

APV Compost (SMELOX)
ZA de Mespaol
BP 24-29290 Saint Renan (Frankrijk)
Contactpersoon: de heer Laurent Fortin
Tel. +33 2 98 32 41 63
Fax +33 2 98 32 41 64
E-mail: apvcompost@apvcompost.fr

4.5.14. Referenties

1. Dilweg J. (1991) Kostenevaluatie transmembraanchemosorptie ter verwijdering van NH_3 uit water. Vergelijking met een conventioneel stripper/absorber systeem. Rapport Tebodin, Den Haag, Nederland, rapportnr. 310086
2. Anoniem (1995) Behandeling van stikstofrijke retourstromen op rioolwaterzuiveringsinrichtingen. Praktijkonderzoek aan lucht- en stoomstripinstallaties bij de RWZI Utrecht, Rapport Stowa 95-12, Nederland, ISBN nr. 90.74476.30.9
3. Coillard (2001) Evaluation techno-économique sur très longue durée d'une filière de traitement de lisier de porc basée sur le procédé SMELOX-ifp. Syntheserapport
4. Hansen K.H. et al. (1998) Anaerobic Digestion of Swine Manure: Inhibition by Ammonia, Water Research vol. 32, no 1, pp. 5-12, 1998
5. Hüttner A., Karle G. und Weiland P. (1996) Verfahren zur umweltverträglichen Gülleaufbereitung mit Nährstoffrückgewinnung. 3. GVC-congres Würzburg 14-16 oktober 1996
6. Klaassen R. en van Voorneburg F. (1995) Ammoniakverwijdering uit mestvloeistoffen en afvalwater door middel van Trans-Membraan-Chemo-Sorptie. Rapport TNO, Apeldoorn, Nederland, ref.nr. R95-118
7. Melse R.W., Starmans D.A.J. en Verdoes N. (2002) Mestverwerking varkenshouderij. Manura 2000, Houbensteyn te Ysselsteyn en Hollvoet te Reusel, IMAG, Wageningen, Nederland
8. van Voorneburg F., ten Have P.J.W., Snijders J.H. en Schneiders L.H.J.M. (1995) De zure wassing van ammoniak uit damp in een indamp-/dampwascombinatie voor varkensmest. Rapport TNO-MEP, Apeldoorn, Nederland, ref. nr. R95-218
9. Lemmens B., Elslander H., Ceulemans J., Peys K., Van Rompaey H. en Huybrechts D. (2004) Gids Luchtzuiveringstechnieken. Academia Press, Gent
10. Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking (VCM) (2004) Mestverwerking op het landbouwbedrijf: mogelijkheden en kostprijs

4.6. Biologische behandeling

4.6.1. Doel

Bij biologische behandeling van de *mestvloeistof* wordt een reductie van het N-gehalte, het CZV en in beperkte mate het P-gehalte van ruwe mest nagestreefd.
De behandeling van *mestcondensaat* afkomstig van indamping of droging heeft als doelstelling een op oppervlaktewater loosbaar product te bekomen. Met name de vluchtige componenten (ammoniak en lagere vetzuren) moeten verwijderd worden. In de praktijk zijn er geen installaties waar condensaten apart gezuiverd worden. Coverwerking van condensaten met de dunne fractie van mest wordt wel uitgevoerd.

4.6.2. Procesbeschrijving

Zuivering vindt meestal plaats in de vorm van het aerobe biologische actief-slibproces met nitrificatie en denitrificatie. Verblijftijden van tot 30 dagen en meer worden gemeld. Om bij biologische zuivering de kosten laag te houden wordt vrijwel altijd een voorbehandeling toegepast waarbij het merendeel van de niet-opgeloste droge stof wordt afgescheiden door middel van filtratie, centrifugatie of een andere afscheidingstechniek (zie mechanische scheiding). De scheiding van de ruwe mest resulteert in de afscheiding van de fosfor naar de dikke fractie.

Bij aerobe behandeling kan een vrijwel volledige verwijdering van ammoniakale stikstof plaatsvinden (< 1 mg/l). Bacteriën zetten in aanwezigheid van zuurstof ammoniumstikstof om naar nitrieten en nitraten (nitrificatie). Daarnaast vindt een vergaande verwijdering plaats van BZV en CZV. Dit gebeurt in hoofdzaak in het denitrificatiebekken. Organische koolstofverbindingen worden omgezet naar CO_2.

Nitrificatie:

NH_3	→	NO_2^-	→	NO_3^-

In afwezigheid van zuurstof worden nitraten op hun beurt omgezet naar stikstofgas (N_2) dat uit de vloeistof ontwijkt. Om deze denitrificatie te doen hebben de bacteriën nood aan organische koolstof. Een zorgvuldige sturing van de biologische processen is dus nodig. Complete denitrificatie verloopt via een pad van vier reductiestappen.

Nitraatreductase		**Nitrietreductase**		**Stikstofoxide-reductase**		**Distikstofoxide-reductase**		
NO_3^-	→	NO_2^-	→	NO	→	N_2O	→	N_2

Bij zuivering van dunne fracties afkomstig van scheidingsprocessen resteert een (bruine/gele) humeuze organische fractie die slechts langzaam afbreekt. Meestal leidt dit tot BZV-waarden tussen 25 en 100 mg/l, bij CZV-gehalten van meerdere duizenden mg/l (voornamelijk afhankelijk van mestsoort). Voorts is de verhouding COD/N ongunstig om alle stikstof biologisch te verwijderen. Mogelijk dient een koolstofbron toegediend te worden.

Het effluent bevat tientallen tot honderden mg P/l. Het gehalte hieraan kan wel worden verlaagd door vlokmiddelen zoals kalk, magnesiumoxide of ijzerchloride tijdens, voor of na het biologisch proces toe te voegen. Dit heeft bovendien een verlaging van de concentraties van CZV, BZV en organische N tot gevolg (zie ook 4.9). Nadelen van het toevoegen van vlokmiddelen zijn de chemicaliënkost en afzetkosten van het gevormde slib.

Figuur 4.6: Nitrificatie, denitrificatie- en bezinkingsbekken van een biologische zuivering

Figuur 4.7: Biologische zuivering voor mest

Bron: VCM

Kenmerkend voor biologische zuivering is dat er geen zouten worden verwijderd. De gehalten aan K en Cl zijn derhalve gelijk aan die van de onbehandelde mestvloeistof.

Ter vergelijking is in Tabel 4.22 de effluentsamenstelling van een aantal systemen vermeld voor de behandeling van mestvloeistof. De verschillen binnen een groep zijn voornamelijk het gevolg van verschillen in drogestofgehalten van de behandelde mest. Het gehalte NO_3 en P_2O_5 zijn "stuurbaar". Dit gebeurt o.b.v. de situatie bij de landbouwer (beschikbaarheid van grond).

Tabel 4.22: Effluentsamenstelling systemen "Biologische behandeling mestvloeistof"

Component (mg/l)	Bio Armor[1] varkensmest	Trevi[2] varkensmest	EDW[3] kalvergier	Lozingsnormen[4]
CZV	4000-6000	1000-5000	76-115	125
BZV	-	10-100	< 25	25
Nkj	100-250	100-200	0-18	
NH_4N	-	0-20	-	
NO_2N	0-20	0-20	0-5,8	
NO_3N		250-300	6,7-33	
N-totaal	150-300	typisch 500	< 15	15
P_2O_5	300-400	300-500	0,34-3,09	2
K	2500-3000	input	-	
Cl	-	input	1990-2450	
SO_4	-	input	-	
Zouten	-	input	-	
Droge stof	8500	nvt	-	
Zwevende stof	500	nvt	< 10	35
Bezinkb. stof	-	nvt	-	

1 Bio Armor;
2 Trevi N.V.;
3 Engineering De Wit (kalvergier, inclusief precipitatie met Fe-zouten) (Bron: VMM 2005);
4 Lozingsnormen effluent, Vlarem II punt 24bis, b) van bijlage 4.3.2.

De concentratie in het effluent is in grote mate afhankelijk van het scheidingsrendement van de voorgeschakelde mechanische scheiding. Een lagere stikstofconcentratie in het effluent kan bekomen worden indien een grotere hoeveelheid koolstofbron wordt bijgedoseerd.

In het verleden werden projecten uitgevoerd met biologische zuivering van het condensaat als processtap. Omdat niet aan de lozingsnormen kon worden voldaan wordt deze techniek heden niet meer toegepast.

4.6.3. Stand van de techniek

Aerobe en anaerobe biologische zuivering van afvalwater wordt veelvuldig en sinds tientallen jaren toegepast bij de zuivering van zowel huishoudelijk als industrieel afvalwater. Doorgaans ligt hier de focus evenwel op de BZV-verwijdering. Ook voor mest(vloeistof) is met aerobe biologische zuivering ruime ervaring opgedaan.

Kenmerkend voor het Trevi-mestverwerkingsysteem is de biologische zuivering uitgevoerd met een apart nitrificatie- en denitrificatiebekken. Bij de aerobe zuivering ontwikkeld door Trevi N.V. wordt de dunne fractie van varkensmest gedoseerd in het denitrificatiebekken ingebracht en vindt er een doorstroom plaats naar het nitrificatiebekken. Met behulp van een retourpomp wordt de dunne fractie samen met het biologische slib enkele malen teruggestuurd naar het denitrificatiebekken, waardoor een optimale stikstofverwijdering wordt bekomen. Het beluchtingssysteem in het nitrificatiebekken is opgebouwd uit fijnbellige beluchting. Het betreft mattenbeluchting met een zuurstofoverdracht van 3 à 6 kg O_2/kWh in zuiver water. De mattenbeluchting wordt gevoed door een surpressor, welke frequentiegeregeld wordt in functie van het zuurstofgehalte in het nitrificatiebekken. Hierdoor wordt het elektriciteitsverbruik beperkt, en kan zelfs bij hoge slibconcentraties van 20 g/l DS nog voldoende menging en zuurstoftoevoer worden verkregen. Momenteel (voorjaar 2006) heeft Trevi 22 biologische mestverwerkingsinstallaties gebouwd in Vlaanderen voor een totale capaciteit van ongeveer 400 000 m³ varkensmest/jaar. De verwerkingscapaciteit van de installaties varieert van 2 500 tot 200 000 m³ varkensmest/jaar. Hoewel hoofdzakelijk varkensmest wordt verwerkt, worden in enkele installaties ook aanzienlijke hoeveelheden runderdrijfmest verwerkt.

Bio Armor heeft voornamelijk installaties in Frankrijk en momenteel reeds 6 installaties in Vlaanderen. Vanuit de opslagbuffer van de ontvangen mest wordt de mest verpompt naar een scheider. Er wordt geopteerd voor een scheiding met een centrifuge of een vijzelpers. De dunne fractie wordt dan onderworpen aan een biologische zuivering. Dit wordt uitgevoerd in een sequential batch reactor (SBR) met bezinking in de SBR of via klassieke nabezinking. De grootte van de installaties varieert in hoofdzaak tussen 5 000 en 35 000 m³ varkensmest per jaar.

Het vroegere EDW heeft een installatie gebouwd voor de verwerking van 100 m³ dunne fractie van kalvergier per dag. Na een buffertank, een mechanische afscheiding van de dikke fractie, en een tweede buffertank wordt de mest behandeld in een SBR (2 500 m³). Dit wil zeggen dat de verschillende stappen (anoxische fase – denitrificatie, aerobe fase – nitrificatie, toediening van ijzerzouten – P-verwijdering en bezinking) in hetzelfde bekken gebeuren, maar op een verschillend tijdstip. Indien nodig werd een extra koolstofbron toegevoegd. Tot slot wordt de gezuiverde mestvloeistof gebufferd waarna een verdere zuivering (actief kool) plaatsvindt. Dit met als doel het behalen van de CZV lozingsnormen. Deze installatie is echter verouderd en zal kortelings worden vernieuwd/geoptimaliseerd.

In Tabel 4.23 wordt er een overzicht gegeven van scheidingsrendementen voor bepaalde parameters bij biologische zuivering van varkensmest.

Tabel 4.23: Scheidingsefficiëntie bij biologische zuivering van varkensmest. Percentages zijn uitgedrukt ten opzichte van ruwe mest (VCM, 2004)

Parameter	Percentage nog aanwezig in het effluent (%)	gehaltes in het effluent na biologie (kg/m³)
Droge stof	19	14,5
Organische stof	7	6,0
Totaal stikstof	5	0,78
Minerale stikstof	7	0,69
P_2O_5	16	0,67
K_2O	86	3,49
Na_2O	92	1,05
CaO	4	0,45
MgO	13	0,25
aantal stalen	3	9

Een aantal installaties werkte tijdens de staalname niet optimaal (opstartfase). Hiertoe wordt een vertekend beeld gegegeven voor de parameters N en P. Het percentage in het effluent kan zodoende nog lager bedragen dan hier gerapporteerd. We merken op dat N en P stuurparameters zijn en zodoende deze concentraties kunnen variëren afhankelijk van de locale situatie.

Het bekomen effluent kan op het land gebracht worden, maar moet steeds aan de bestaande bemestingsnormen voldoen. Aandacht dient hierbij o.a. uit te gaan naar de concentraties aan K en Cl. Deze concentraties in het effluent zijn ongeveer gelijk aan de concentraties die aanwezig zijn in ruwe mest. Er dient bij het uitrijden van het effluent rekening gehouden te worden met de mineralenvoorraad in de bodem en met de gewasbehoefte om specifieke problemen (kopziekte, verzilting) te vemijden. Bij het gebruik van deze effluenten moet eveneens op het organische stofgehalte van de bodem gelet worden vermits er kans op afname bestaat. Extra informatie rond oordeelkundig gebruik van effluenten van biologie kan bij VCM, de Bodemkundige Dienst van België of STIM verkregen worden.

Om een loosbaar effluent te verkrijgen dienen bijkomende zuiveringsstappen uitgevoerd te worden. Hierbij wordt verwezen naar de koppeling biologische zuivering met nageschakelde indamping van het effluent.

4.6.4. Grondstoffen en eindproducten

Grondstof bij behandeling van de mestvloeistof is de dunne mestfractie of condensaten van indamping en droging.

Daarnaast kunnen een aantal hulpstoffen nodig zijn:
- Indien de stikstofverwijdering onvoldoende is dient supplementaire organische stof (bv. azijnzuur, methanol,...) toegevoegd worden om de denitrificatiestap te kunnen uitvoeren.
- Kalk of ijzerzouten en vlokmiddelen kunnen nodig zijn om de bezinking van slib te verbeteren en om bijkomend P te verwijderen.
- Anti-schuimmiddelen zijn ook vaak nodig.
- Bij behandeling van condensaat van mestverdampers of drogers moeten eventueel nutriën-

ten toegevoegd worden of moet dunne fractie toegevoegd worden aan het condensaat om nutriënten aan te leveren.
– Bij aerobe zuivering dient steeds zuurstof of lucht toegevoegd te worden.

Eindproducten zijn een gezuiverde mestvloeistof en slib.
– De gezuiverde mestvloeistof heeft een gereduceerd ammoniumstikstof gehalte waardoor de noodzaak van emissiearme opslag en aanwending kan komen te vervallen. Bovendien kan kon onder MAP II bis het effluent in niet kwetsbare gebieden ook in de winter op het land uitgereden worden. In geval van condensaatbehandeling kan een effluent verkregen worden dat voldoet aan de huidige Vlarem normen voor lozing op oppervlaktewater.
– In tabel 4.24 is de effluentsamenstelling van enkele biologische mestverwerkingssystemen opgenomen. Het effluent bevat tevens zware metalen, welke via de voeders in de mest terecht komen. Volgende tabel geeft een indicatie van de concentraties in het effluent.

Tabel 4.24: Concentratie zware metalen in het effluent van een biologische behandeling (VLM, 2005)

Parameter	Min (µg/l)	Gemiddelde (µg/l)	Max (µg/l)
As	< 72, 9	< 72, 9	< 72, 9
Cd	7,3	9,1	15,0
Cr	72,9	131,8	217,2
Cu	1144,5	2286,1	4172,8
Ni	263,9	491,9	708,6
Pb	< 72,9	< 72,9	< 72,9
Zn	1229,1	3093,3	4600,0
Hg	< 1,5	< 1,5	< 1,5

– Het slib is hoofdzakelijk van microbiële oorsprong en bevat daarnaast ook een deel van de P die in de mest aanwezig was. Dit slib wordt samen met de dikke fractie van de mest verwerkt.

4.6.5. Emissies

Organische stoffen worden omgezet in CO_2. Stikstofcomponenten worden omgezet in het onschadelijke stikstofgas. In hoeverre daarnaast nog andere stikstofverbindingen gevormd worden zoals N_2O en NH_3, is niet goed gekend. Metingen van het studiebureau Trevi bij een door hen ontworpen pilootinstallatie voor de biologisch behandeling van varkensmest gaven een N verlies van 1% onder de vorm van N_2O aan en van < 0,01% als NH_3. Bij de metingen op de full-scale installatie bedroeg het verlies op de biologische zuivering als som van lachgas en ammoniak 0,47% van de aangevoerde stikstof. Tabel 4.25 geeft de resultaten van de metingen (NH_3, N_2O en geur) boven nitrificatie en denitrificatiebekken.

Tabel 4.25: Emissie van N-componenten en geur

	nitrificatiebekken	denitrificatiebekken
geur ($ou_E/m^2.h$)	3705	13140
NH_3 ($g/m^2.h$)	nd	0,051
N_2O ($g/m^2.h$)	0,046	0,056

nd = niet detecteerbaar

Bron: Deckx en Deboosere (2005)

De lage NH_3 emissies zijn o.a. te verklaren door een natuurlijke verzuring van het actief slib systeem en door de lage NH_3 concentraties in de biologie (de concentraties in de biologie zijn gelijk aan de concentraties in het effluent). De N_2O wordt vooral gevormd in micro-aerofiele condities (1 à 2% O_2 verzadiging). Frequente en langdurige overgangen tussen zuurstofrijke en zuurstofarme milieus zijn dus zo veel mogelijk te vermijden.

Naar aanleiding van een meetcampagne op een Bio-Armor installatie te Langemark-Poelkapelle werd door VLM een stikstofverlies van 0,8% aanvaard (via NH_3 en N_2O) boven het nitrificatie- en denitrificatiebekken.

Uit metingen is gebleken dat mits een goede beheersing van de procesomstandigheden de emissies van N_2O en NH_3 binnen de aanvaardbare normen blijven. Vanuit dit oogpunt is een contract met de installateur aangewezen dat een goed functioneren van de installatie waarborgt.

Wanneer het effluent op het land wordt uitgereden, is er eigenlijk geen milieutechnische noodzaak tot onderwerken van deze meststof, dit omdat de reststikstof in het gezuiverde effluent voornamelijk uit nitraat bestaat en er maar weinig NH_4-N meer aanwezig is.

4.6.6. Energiegebruik

Er is elektrische energie nodig voor beluchting, pompen en aandrijvingen. De beluchting vraagt verreweg het grootste deel. Het gebruik kan gereduceerd worden door bv. het gebruik van fijnbellige beluchting (3-6 kg O_2/kWh). Het elektriciteitsverbruik bedraagt voor twee Vlaamse systemen varieert tussen 12 en 18 kWh/m^3. In Nederland wordt een indicatief energieverbruik gerapporteerd van 15-30 kWh per ton ingaande mest (quick scan 2004).

Voor de economische berekening is uitgegaan van een verbruik van ca. 15 kWh/m^3 aan € 0,11/kW. Dit komt overeen met ca. € 1,65 per kubieke meter mest. Hierin is de elektriciteitsverbruik voor de mestscheiding niet inbegrepen (VCM, 2004). Het energieverbruik is afkomstig van een VCM-STIM enquête, zodat de effectieve energievraag voor de installatie wordt bekomen.

4.6.7. Kosten

Door VCM-STIM zijn de werkelijke kostencijfers opgevraagd bij uitbaters van biologische mestverwerkingssytemen (Mestverwerking op het landbouwbedrijf: mogelijkheden en kostprijs, 2004). Er wordt zowel een globale kostprijs weergegeven, als een omgerekende kostprijs per kubieke meter ruwe mest. Er is rekening gehouden met zoveel mogelijke uitgaven voor het opstellen van de prijsbepaling. De kostprijs omvat de bouwwerken, de vergunningsaanvragen, de technologie (sturing van het biologisch proces), de onderhoudscontracten, verzekering, de staalnames om zich in regel te stellen met de mestwetgeving en nazicht van de installatie.

De kostprijs per kubieke meter ruwe mest is afhankelijk van de totale jaarcapaciteit van de installatie. De kostprijs varieert tussen € 11,54 en € 8,94 per kubieke meter ruwe mest voor installaties met jaarcapaciteiten van respectievelijk 6 400 en 11 750 kubieke meter. Voor een installatie van 10000 m³/j wordt een totale kostprijs inclusief afschrijving gerapporteerd van 9,7 EUR/m³.

Deze elementen laten zich verklaren door het feit dat de kosten voor de sturing, onderhoud en controle van de installatie even groot zijn voor kleine en grote installaties, zodat de kosten per m³ mest lager zullen uitvallen voor grotere capaciteiten. Merk op dat de specifieke kostprijs voor de bouw van het bekken hoger is voor kleinere installaties.

In Tabel 4.26 wordt een overzicht gegeven van richtprijzen voor biologische zuivering voor 5 000, 15 000 en 30 000 m³/j (persoonlijke mededeling Trevi & Bio Armor).

Tabel 4.26: Overzicht van richtprijzen voor biologische zuivering voor 5000, 15 000 en 30 000 m³/j

	Biologische mestverwerking		
Capaciteit (m³/j)	5 000	15 000	30 000
Aanvraag MV	5 000	5 000	5 000
Bouwwerken			
– grondwerken + bekkens	108 000	215 000	322 000
– lagune	17 500	37 500	75 000
Sturing	135 000	225 000	355 000
TOTAAL INVESTERING	265 500	482 500	757 000
(EUR/m³)	*53,10*	*32,16*	*25,23*
Afschrijving (5%)			
– constructie (20 jaar)	10 472	20 662	32 258
– sturing (10 jaar)	17 483	29 139	45 974
Andere kosten			
– onderhoud (2,5% op sturing)	3 375	5 625	8 875
– energie (15 kWh/m³, 0,11 EUR/kWh)	8 250	24 750	49 500
– toeslagstoffen (niet steeds nodig)	7 500	14 000	25 000
– contracten (12 bezoeken)	6 000	6 000	6 000
– verzekering (0,2% op inv)	531	965	1 514
– arbeid (30 min/d)	2 250	2 250	2 250
TOTAAL (incl. afschrijving)	60 640	112 076	184 997
(EUR/m³)	*11,17*	*6,89*	*5,71*

Op basis van de tabel varieert de mesverwerkingsprijs tussen € 11,17 en € 5,71 per kubieke meter ruwe mest voor installaties met jaarcapaciteiten van respectievelijk 5 000 en 30 000 kubieke meter.

Verder moet er opgemerkt worden dat bij de prijsbepaling van het verwerkingstraject "biologische mestverwerking" nog rekening dient te houden met volgende elementen:
→ de scheidingskost van de ruwe mest, alsook de verwerking van de dikke fractie;
→ het uitspreiden (of verdere verwerking) van de dunne fractie op het land;
→ de denitrificatiegraad, deze heeft invloed op de verblijftijd van de dunne fractie in de biologische zuiveringsinstallatie;
→ de mogelijke uitgaven aan een extra koolstofbron bv. methanol, acetaat, ...;
→ in dit systeem wordt in hoofdzaak stikstof verwerkt. De verwijdering van P is afhankelijk van de slibafscheiding en dosering van zouten voor neerslag van P.

4.6.8. Technische problemen

Biologische zuiveringsinstallaties vragen relatief veel ruimte en vragen de bouw van grote reservoirs. Deze ruimte is niet altijd beschikbaar.

Bij de zuivering van varkensmest bestaat kans op de vorming van slecht bezinkbaar slib dat aanleiding kan geven voor zwevende stof in het effluent. In de praktijk blijkt dit geen geval te zijn. Dosering van kalk kan in deze gevallen leiden tot een verbeterde bezinking.

De beheersing van de temperatuur is bij biologische zuivering van mestvloeistof vaak moeilijk, vooral het beperken van de temperatuur in de zomer. Door de hoge belasting van het water is er grote warmteontwikkeling in de biologie. Dit zorgt er voor dat de biologie in de winter warm blijft. In de zomer is er echter kans op oververhitting (temperatuur > 35 °C). Dit kan verholpen worden door het plaatsen van een koeltoren of koelpomp.

Als het ammoniakgehalte boven een niveau van enkele honderden mg/l oploopt, bv. door een te hoge belasting bij een lage temperatuur, dan kan dit leiden tot remming van de nitrificatie. Dit kan opgevangen worden door middel van een adequate sturing van de biologie op basis van een permanente meting van de zuurstofconcentratie.

Bij het naschakelen van een fysico chemie na de biologie waarbij humeus materiaal en fosfaat worden neergeslagen kan een niet afzetbare afvalstroom geproduceerd worden en kan een verhoging van het chloridengehalte optreden, bijvoorbeeld bij het gebruik van ijzerchloride. Deze verhoging treedt ook op indien in de biologie ijzerchloride wordt toegevoegd voor simultane fosfaatverwijdering. Dit wordt behandeld in fiche 4.9.

Door toedienen van anti-schuimmiddel kan schuimvorming voorkomen worden.

Bij toepassing van een biologie is externe begeleiding of een goede proceskennis en opvolging van de installatie een vereiste om een goede procesbeheersing te garanderen. Doorheen de jaren werd door de technologieleveranciers expertise opgedaan en werden aan de “kinderziektes” een oplossing gegeven.

4.6.9. Milieumaatregelen

In Vlarem II is een overzicht terug te vinden van de emissievoorwaarden voor de verwerking van mest. Nieuw aan de huidige regelgeving, die nu in het Mestdecreet is opgenomen, is dat het verlies aan stikstof zich moet beperken tot 15% van de massastroom over het traject stal, opslag, (verwerking) en vervoer in tegenstelling met de vorige regelgeving in Vlarem II. Hierin stond voordien dat het verlies aan stikstof zich moest beperken tot 15% tijdens de ver(be)werking van dierlijke mest.

Het percentage geëmitteerde P_2O_5 naar de milieucompartimenten omgevingslucht, water en bodem is niet meer gereglementeerd. Om de uitstoot van ammoniak, lachgas en geurstoffen bij biologische zuivering in de hand te houden is een goede optimale procesvoering noodzakelijk (bv. werken bij lage pH en lage NH_3-concentraties alsook micro-aerofiele condities vermijden).

De constructie van bekkens (beluchtings-, bezinkings- en bufferbekkens) dient lekken naar bodem te voorkomen. Zo nodig dient aandacht besteed te worden aan geluidhinder door o.a. compressors en pompen. Deze kunnen bv. in geluidsdempende kasten worden geplaatst.

Wanneer het effluent van de biologische zuivering geloosd wordt, dient het te voldoen aan de sectorale lozingsvoorwaarden voor bedrijfsafvalwater, vastgesteld in Vlarem II punt 24bis, b) van bijlage 4.3.2. (zie tabel 1). Enkel het effluent van de kalvergierverwerking voldoet aan deze normen (zie Tabel 4.22, p. 133). De behandeling van varkensmest voldoet niet aan deze normen en moet dus nog verder gezuiverd worden.

4.6.10. Capaciteit

Het proces is in principe op iedere schaal, zowel als kleinschalig, middelgroot als groot systeem toepasbaar. De capaciteiten van bestaande installaties kunnen momenteel gaan tot meerdere

10 000 m^3/j en zelfs tot meer dan 100 000 m^3/jaar. Het gaat steeds om vaste installaties. De meeste units in Vlaanderen schommelen rond een capaciteit van 10 000-15 000 m^3/j.

4.6.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen

De hoge gehalten van vooral CZV, N en P maar ook van BZV, K en Cl in het effluent laten lozing niet toe in Vlaanderen. De grote zoutvracht kan ook een probleem stellen bij lozing op zoete oppervlaktewaters. Voor lozing volgens de Vlarem normen zullen dan ook bijkomende technieken zoals indampen, omgekeerde osmose, aktieve kool,... nodig zijn.

De aanwending van het biologisch gezuiverd effluent op land is wel mogelijk, maar vereist soms retourtransport en voldoende land bij de landbouwer. Bovendien is het gehalte aan kalium en chloride in het effluent niet of nauwelijks lager dan in de ruwe mest. Bij zeer hoge giften, die wat betreft N en P binnen de bemestingsnormen blijven, kan een ongewenste situatie ontstaan ten aanzien van de hoeveelheid kalium (gevaar voor kopziekte bij runderen als gevolg van hoog kaliumgehalte in het gras) en chloride (verzilting van de bodem), die op de bodem wordt gebracht. Voor deze effluenten is daarom de hoeveelheid kalium en chloriden bepalend voor de oordeelkundige aanbrenging op landbouwgrond en niet de hoeveelheid N en P. De praktijkervaring wijst uit dat de effluent regelmatig aangewend wordt op zowel akkerland als weiland als vervanger van kaliumkunstmest. In het bijzonder in de groenteteelt is de vraag naar kaliumrijke meststoffen die slechts een minimale hoeveelheid stikstof bevatten groot.

Het slib is als dusdanig niet exporteerbaar en dient een analoge behandeling te ondergaan als de dikke fractie van de mest of kan samen met de biologisch behandelde dunne mest op het land worden uitgereden.

Biologisch gezuiverde mestcondensaten kunnen eventueel geloosd worden. Wanneer het effluent op het land wordt gebracht vormt, in tegenstelling tot de biologisch gezuiverde dunne fractie, het kalium en chloride-gehalte geen beperkende factor. Bij indampen of drogen blijven deze fracties immers achter in de dikke fractie zodat het condensaat kalium- en chloride-arm is.

4.6.12. Vergelijkbare technieken

N-componenten kunnen in de dunne fractie van mest ook naar N_2 omgezet worden door natte oxidatie, algenkweek of elektrolyse of de NH_3 kan verwijderd worden via stripping (zie hoofdstuk overige technieken).

4.6.13. Informatiepunt

Bio Armor Belgium nv
Vaartstraat 32
9850 Nevele-Hansbeke
Contactpersoon: de heer Hans Van der Linden
Tel.: 09 371 62 46
Fax: 09 371 62 46
Gsm: 0478 34 14 00
E-mail: hansvadelin@yucom.be
Website: www.bioarmor.com

Trevi N.V.
Dulle Grietlaan 17/1
9050 GENTBRUGGE
Contactpersoon: de heer Jeroen Debruyne
Tel: 09 220 05 77
Fax: 09 222 88 89
Gsm: 0485 55 12 14
E-mail: jdebruyne@trevi-env.com
Website: www.trevi-env.com

STIM
Stimulering Innovatieve Mestverwerking
Wilgenstraat 32
8800 Roeselare
Tel.: +32 (0)51 23 23 31
Fax.: +32 (0)51 22 82 58
Website: www.stim-mestverwerking.be

VCM
Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking
Abdijbekestraat 9
8200 Sint-Andries, Brugge
Tel.: +32 (0)50 40 72 01
Fax: +32 (0)50 40 74 89
Website: www.vcm-mestverwerking.be

4.6.14. Referenties

1. Anoniem (1996) Documentatiemap Bio Armor Environment
2. Anoniem (1996b) Startnotitie uitbreiding kalvergierbewerkingsinstallatie Stroe. Rapport R3480437.M03/JWN Tauw Milieu bv Deventer
3. Burton, C.H., Sneath, R.W., Farrent, J.W. (1993) The effect of continuous aerobic treatment on the fate of the nitrogen in piggery slurry. Nitrogen flow in pig production and environmental consequences, Symposium Proceedings, Wageningen, 8-11 June, EAAP publ. No. 69, p. 404-409
4. Coillard J., Cemagref L., L'unité de traitement de la pomerade (groupe occitan), PORC Magazine 35 N° 268 juni 1994
5. Deckx, J. en Deboosere, S., 2005, Manure treatment according to the TREVI-concept.
6. Harmssen, H., Weiland, P. (1994) Technische Verwertung von Schweinegülle im Rahmen der Dümmersanierung. Fue-Anlage Damme-Haverbeck. Rapport Institut für Technologie van het FAL Braunschweig-Völkenrode, Duitsland
7. Hedegaard, M. (1994) Die Umwandlung von Flüssigmist in einen organischen Dünger. In: Umweltverträgliche Gülleaufbereitung. E. Kuhn (Ed.) Rapport KTBL Darmstadt Duitsland
8. Informatiemap MeMon voor potentiële investeerders, 1993
9. Itokawa H, Hanaka K, en T. Matsuo, 1996, Nitrous oxide emission during nitrification in a full-scale night soil treatment plant, Wat. Sci. Tech. 34: 277-284
10. Janssen, K., Vriens L. (1995) Brochure Skarabee mestbe- en verwerkingssysteem. SEGHERSWATER N.V.

11. Janssen, K. (1997) Faxbrief aan CIOM d.d. 25-03-1977 met aanvullende informatie
12. Jean Coillard (1994) Cemagref Lyon, L'unité de traitement de la pomerade (groupe occitan), PORC Magazine 35 N°268 juni 1994
13. Melse R.W., Starmans D.A.J. en N. Verdoes (2002) Mestverwerking varkenshouderij. Systeem Biovink, Evink te Oosterwolde. IMAG, Wageningen, Nederland
14. Neukermans & Colanbeen (1995) Verslag van de onderzoekingen ondernomen tijdens de periode 1 januari 1993 tot en met 31 december 1994. Comité voor onderzoek van mestverwerkingstechnieken (I.W.O.N.L.), Gent, januari 1995
15. Poels, J., K. Van Rompu & W. Verstraete (1988) Het koncentreren van varkensmest met membraanscheidingstechnieken. Landbouwtijdschrift 41, pp. 929-945
16. Reijnen J.J.J.M. (1997) Brief van SPS aan CIOM d.d. 24-01-1997 met bijlage (Project: BV Nederlandsche Mestverwerkings Maatschappij d.d. 23-12-1994)
17. Van Tongeren, W.G.J.M. van & P.J.W. ten Have (1991) Toepassing van omgekeerde osmose bij mestverwerking. Proces Technologie, december 1991, pp. 21-25
18. Willers, H.C., P.J.L. Derikx, P.J.W. ten Have en T.K. Vijn (1996) Emission of ammonia and nitrous oxide from aerobic treatment of veal calf slurry. J. agric. Eng. Res. 63, 345-352
19. Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking (VCM) en STIM (2004) Mestverwerking op het landbouwbedrijf: mogelijkheden en kostprijs
20. Quick scan van be- en verwerkingstechnieken voor dierlijke mest, November 2004, www.mestverwerken.wur.nl/info/bibliotheek/pdf/QuickScanDierlijkemest.pdf
21. VLM, Valorisatie van resteffluenten afkomstig van de mestverwerking, April 2005

4.7. Scheiding d.m.v. drukgedreven membraanfiltratie

4.7.1. Doel

Membranen kunnen worden onderverdeeld op basis van hun poriegrootte. Volgens deze klassering bestaan er deeltjesfiltratie –, microfiltratie – (MF), ultrafiltratie – (UF), nanofiltratie – (NF) en omgekeerde osmose – (OO) membranen (zie Figuur 4.8).

Microfiltratie en Ultrafiltratie:

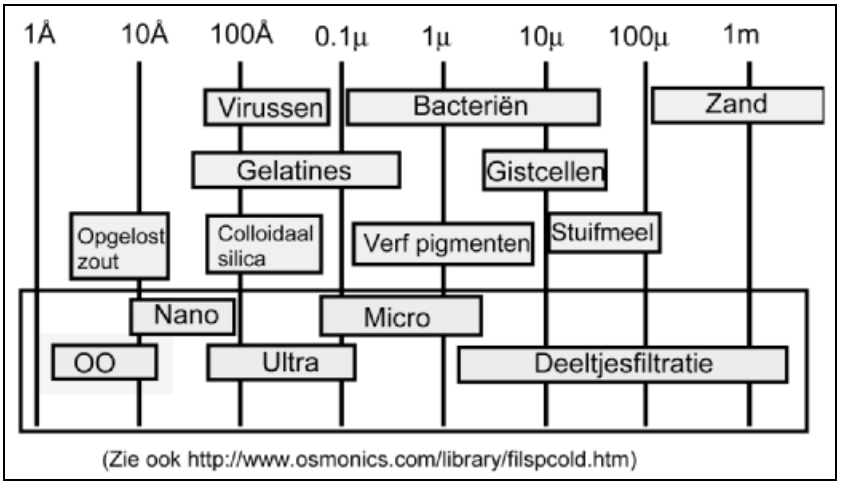
MF membranen met de fijnste poriën kunnen bacteriën tegenhouden vermits de ondergrens voor de poriegrootte bij MF ongeveer bij 0.1 µm ligt.
UF membranen met de fijnste poriën kunnen virussen tegenhouden vermits de ondergrens voor de poriegrootte bij UF ongeveer bij enkele nm ligt.

Nanofiltratie:

NF membranen situeren zich meer in het bereik van de afscheiding van zeer kleine moleculen met een molecuul gewicht van enkele honderden Dalton. NF membranen houden in principe tweewaardige ionen tegen, éénwaardige ionen worden in mindere mate verwijderd.

Omgekeerde Osmose:

Bij OO-membranen kan in feite niet meer van een "poriegrootte" gesproken worden vermits een OO-membraan een dicht membraan is waarbij het water en mogelijke contaminanten in opgeloste vorm (ionen) zich via diffusie doorheen het membraan verplaatsen. Bij ionen is het bovendien zo dat OO membranen slechts een zeer klein gedeelte doorlaat. Een retentie van deze ionen van 98% en meer is hierbij haalbaar. In feite is een OO membraan het ultieme membraan vermits alles wordt tegengehouden.



Figuur 4.8: Overzicht van mogelijkheden van drukgedreven membraanfiltratie

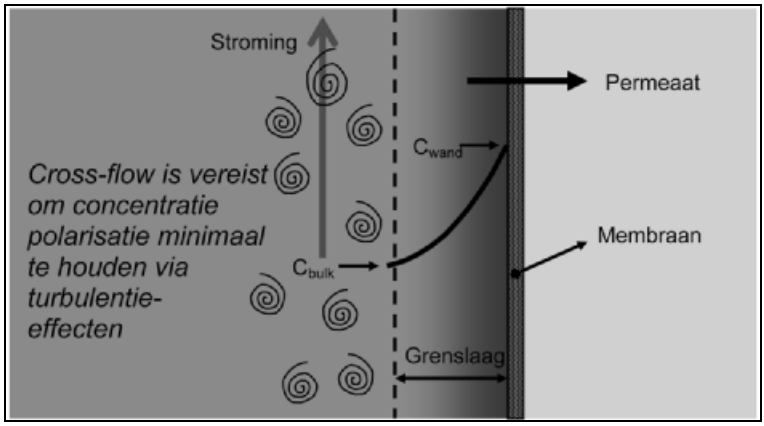
4.7.2. Procesbeschrijving

Membraantechnieken die in het kader van mestbewerking worden toegepast zijn microfiltratie (voor het afscheiden van gesuspendeerde deeltjes), ultrafiltratie (voor het afscheiden van gesuspendeerde deeltjes en macromoleculen (MW > 1000), en omgekeerde osmose voor het verwijderen van alle opgeloste stoffen (vooral zouten). Microfiltatie en ultrafiltratie dienen veelal als een voorscheidingsstap, noodzakelijk voor de erop volgende omgekeerde osmose.

De voedingsstroom wordt bij membraanscheiding verdeeld in twee stromen, een concentraat en een permeaat. De stromingsrichting van de voeding is parallel aan het membraanoppervlak, deze stroom wordt ook wel eens "Cross-flow" genoemd.

Ook dient opgemerkt te worden dat bij mestverwerking géén dead-end filtratie wordt toegepast. Bij dead-end filtratie wordt de voeding doorheen het membraan gedrukt en wordt er dus enkel permeaat gevormd. Het gefilterde vuil blijft achter op het membraanoppervlak waardoor deze vervuilingslaag op het membraanoppervlak voortdurend in hoeveelheid toeneemt, overeenkomstig de hoeveelheid gefilterde vloeistof. Bij een dead-end situatie vormt de vervuilingslaag een bijkomende hydraulische weerstand zodat bij toenemende vervuiling de permeaatflux voortdurend afneemt totdat er uiteindelijk geen permeaatproductie meer is. Bij drukgedreven membraanfiltratie wordt daarom vaak gebruikt gemaakt van het cross-flow principe waarbij de voeding tegen een bepaalde tangentiële snelheid over het membraanoppervlak stroomt om, via de veroorzaakte turbulenties aan het membraanoppervlak, de vuillaag af te bouwen en de dikte ervan klein genoeg te houden om de permeaatflux voldoende hoog te houden (zie Figuur 4.9)

Transport doorheen het membraan vindt plaats onder invloed van een drukverschil over het membraan.
Bij membraan filtratie kunnen de temperaturen hoog oplopen zeker als er keramische membranen worden aangewend.



Figuur 4.9: Cross-flow principe waarbij concentratie-polarisatie laag wordt afgebouwd via turbulenties

Membranen worden als vlakke membranen of als tubulaire membranen gemaakt. De vlakke membranen worden dan in configuraties aangeboden als vlakke-plaat of spiraal-gewonden membranen. De tubulaire membranen worden als tubes, capillairen of holle vezels gemaakt, waarbij het verschil zich situeert in de diameters (holle vezels: < 0,5 mm, capillairen: 0,5-5,0

mm en buizen: > 5 mm). Hoe kleiner de diameter van de tubulairen, hoe groter de pakkingsdichtheid. De membranen zijn gewoonlijk opgesteld als een module of een set modules, parallel of in serie gerangschikt. Membraanprocessen kunnen uitgevoerd worden in batch (recirculatie) of continu (één- of meertraps). Membranen kunnen van zowel organisch als anorganisch (keramisch, metallisch of op basis van koolstof) materiaal vervaardigd zijn. Het voordeel van organische membranen is dat ze goedkoper zijn. Het voordeel van anorganische membranen is dat ze bestand zijn tegen extremere condities (temperatuur, pH, ...) (Anoniem, 1995 en Van Gastel 1995). Voor het gebruik van keramische membranen bij mestscheiding wordt tevens verwezen naar Van Gastel, 1995.

Microfiltratie, Ultrafiltratie en Nanofiltratie:

MF, UF en NF zijn drukgedreven membraanfiltraties waarbij de permeaatflux wordt bepaald door de transmembraandruk. Tijdens de filtratie zullen er zich echter bepaalde componenten uit de voeding op het membraanoppervlak of in de poriën afzetten.
In het geval van MF gaat het hierbij meestal om afgezette deeltjes zodat men hier vaak over een koekafzetting spreekt. Het probleem bij dergelijke vervuiling van het membraanoppervlak is dat de vervuilende laag een hydraulische weerstand vormt in serie met de weerstand van het membraan. Deze hogere serieweerstand van vervuiling en membraan betekent uiteraard ook een daling van de permeaatflux.
Bij UF zijn de fenomenen afwijkend t.o.v. MF vermits het hierbij bijkomend gaat om een aanrijking van opgeloste stoffen aan het membraanoppervlak. Op deze wijze ontstaat er een concentratiegradiënt aan opgeloste stoffen aan het UF membraanoppervlak. Bovendien kan de concentratie in de onmiddellijke buurt van het membraanoppervlak zodanig toenemen dat er een precipitatieeffect optreedt van bepaalde opgeloste stoffen zodat er zelfs een gel-laag ontstaat. In beide gevallen ontstaat er een extra hydraulische weerstand welk de permeaatflux in nadelige zin beïnvloedt.
Bij NF is de zaak nog complexer vermits NF membranen ook in staat zijn om ionen te weerhouden. Op deze wijze ontstaat er nog een extra concentratiegradiënt aan ionen. Zoals hoger reeds werd uiteengezet (zie ook Figuur 4.9) wordt het probleem van een verhoogde weerstand vanwege vervuiling en concentratie-polarisatie gedeeltelijk opgelost door het gebruik van crossflow filtratie. Via een voldoende hoge tangentiële aanstroomsnelheid van de voeding t.o.v. het membraanoppervlak worden er turbulenties gecreëerd welke de concentratiepolarisatie en de dikte van de vervuilende laag sterk verminderen en hierdoor ook de totale hydraulische weerstand. Op deze wijze wordt de permeaatflux op zekere hoogte hersteld maar dit ten koste van een hoger energieverbruik bij hogere tangentiële snelheden. Er moet dus gezocht worden naar een economisch compromis tussen beide effecten. Een lagere permeaatflux betekent immers een hoger membraanoppervlak (hogere investering aan membranen) terwijl een hogere tangentiële snelheid een hogere energiekost met zich meebrengt.

Bij MF varieert de transmembraandruk typisch tussen de 0,1 en de 3 bar.
Bij UF en NF varieert de transmembraandruk typisch tussen de 0,1 en de 10 bar.
De toepasbare temperatuur en pH hangen af van het type membraan. Keramische membranen laten uiteraard een hogere temperatuur toe dan de polymeermembranen.

Omgekeerde Osmose:

Zoals aangetoond in Figuur 4.9 ontstaat een concentratie-polarisatie laag bestaande uit een verhoogde concentratie aan opgeloste zouten aan het OO-membraan oppervlak. De ionen worden immers praktisch volledig tegengehouden door het OO-membraan en dit terwijl er een continue

aanvoer is van voeding loodrecht op het membraanoppervlak, welke als permeaat doorheen het membraanoppervlak wordt afgevoerd. Er is dus een aanrijking aan ionen aan het membraanoppervlak waarbij $Concentratie_{wand} > Concentratie_{bulk}$.

Ook hier wordt er getracht om via cross-flow er voor te zorgen dat deze concentratie-polarisatielaag dun genoeg blijft en de ionen-concentratie aan het membraanoppervlak laag genoeg blijft. Een hoge concentratie polarisatie heeft immers nogal wat nadelen:

→ de concentratie aan het membraanoppervlak is dan veel hoger en bijgevolg ook de osmotische druk. Hierdoor zal de permeaatflux ook erg negatief beïnvloed worden en significant gaan dalen

→ de concentratie gradiënt van opgeloste stoffen is hoger en bijgevolg zal de diffusie van opgeloste stoffen doorheen het membraan ook gaan stijgen . De permeaatkwaliteit zal dus gaan dalen door een verhoogd gehalte aan opgeloste stoffen welke extra doorheen het membraan diffunderen. Dit effect van verhoogde concentratie aan opgeloste stoffen in het permeaat wordt nog geaccentueerd door de gelijktijdig verlaagde permeaat flux.

→ door de stijging van de concentratie aan opgeloste stoffen met de hoogste concentratie aan het membraan oppervlak bestaat het gevaar dat voor een slecht oplosbaar zout de evenwichtsconcentratie bereikt wordt en dit zout zal precipiteren op het membraanoppervlak. Zulke afzettingen noemt men scaling en vormt een belangrijk vervuilingsverschijnsel bij RO membranen. Scaling zal de permeaat flux erg negatief beïnvloeden en zelfs op termijn kunnen leiden tot het wegvallen ervan.

Afhankelijk van de karakteristieken van de voeding zal een OO-membraanoppervlak volgende vervuiling kunnen ondergaan, met een dalende permeaatflux als gevolg:

→ scaling via de precipitatie van slecht oplosbare zouten of silica. In het geval van scaling kan via pH regeling (toevoeging van basen of zuren) of toevoeging van anti-scalants ingegrepen worden op de precipitatie van slecht oplosbare zouten om aldus het membraan oppervlak te beschermen.

→ adsorptie van opgeloste organische stoffen en zwevende deeltjes. Meestal zijn dergelijke bindingen zwakkere bindingen en kan via een geschikte methode het membraanoppervlak gereinigd worden. De OO-installatie wordt in zulk geval stil gelegd waarna de membraan modules met speciale oplossingen van specifieke reinigingsproducten worden gespoeld (meestal op wat hogere temperaturen dan kamertemperatuur om het proces te versnellen).

→ “biofouling” hetgeen betekent dat bacteriën in de voeding het membraanoppervlak gaan koloniseren. Bacteriën vormen hierbij een biofilm als leefomgeving. Eén keer dat zulke biofilm op het membraanoppervlak is gevormd is het uiterst moeilijk om deze te verwijderen. Een verhoogde concentratie aan voedingstoffen nabij het membraanoppervlak vanwege een te hoge concentratie polarisatie kan dus enkel een negatief effect hebben in dit geval gezien het positieve effect op de kolonisering door bacteriën. Biofouling moet dus in feite volledig vermeden worden.

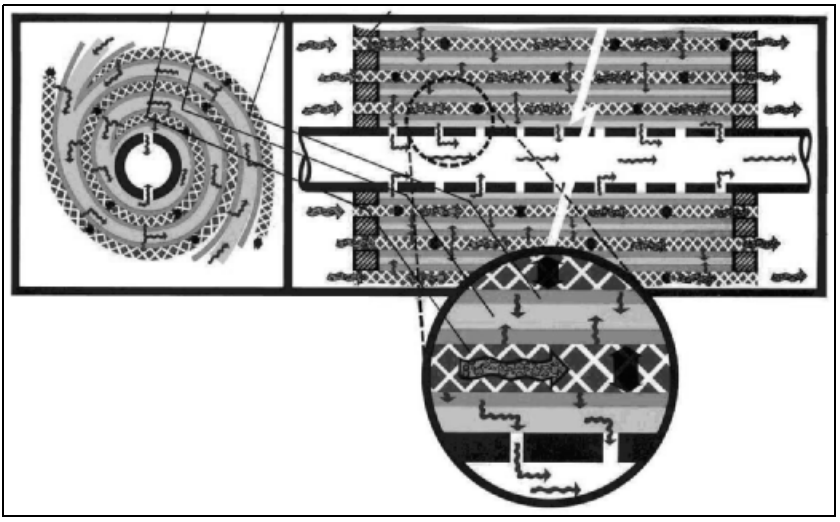
OO membranen zijn praktisch steeds uitgevoerd onder de vorm van spiraalgewikkelde modules. Dit concept laat toe om binnen een zeer klein volume toch een groot membraanoppervlak ter beschikking te stellen. De stromen van de voeding, concentraat en permeaat in een spiraal gewikkelde module worden getoond in Figuur 4.10:

→ de voeding stroomt onder druk doorheen de kopse zijde van de module in een richting parallel aan de centrale permeaatafvoerbuis via de voeding spacer doorheen de module.

→ aan de andere kopse zijde van de module komt de voeding er uit als concentraat vermits er van de voeding ondertussen een gedeelte van het water doorheen het OO-membraanopper-

vlak is gediffundeerd ten gevolge van de voedingsdruk. Dit OO-permeaat kan zich via de ruimte, gevormd door de permeaatspacer, verplaatsen.

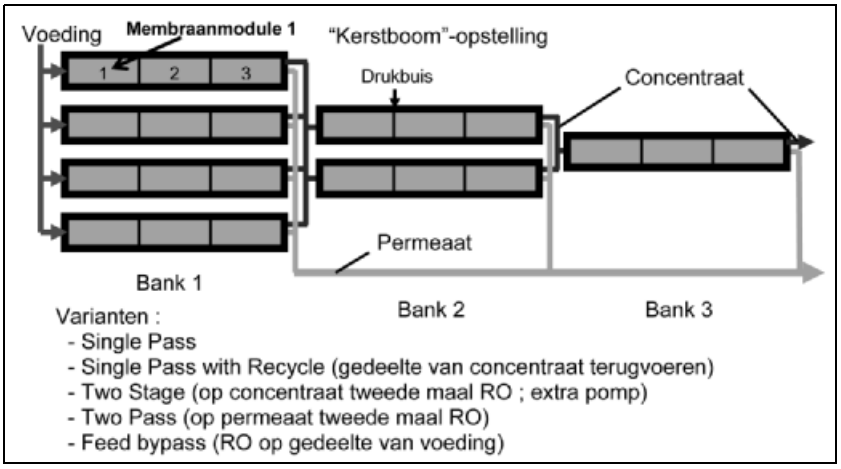
→ het permeaat stroomt spiraalsgewijze vanwege de gewikkelde structuur naar de centrale permeaat afvoerbuis en kan aldus de membraan module verlaten en afgevoerd worden naar een permeaat opslagtank. Het permeaat is, op een kleine hoeveelheid mee gediffundeerde ionen na, uiterst zuiver water.



Figuur 4.10: Voeding, concentraat en permeaat stromen in een spiraal gewikkelde membraanmodule
Bron: Osmonics

Binnen het kader van de concentratiepolarisatie effecten is de "recovery", welke men aan de OO-membraan installatie oplegt, ook belangrijk. Met recovery wordt de verhouding bedoeld tussen permeaat debiet en voeding debiet. Een recovery van bvb 60% bij een OO-installatie betekent dus dat de voeding wordt gesplitst in 60% permeaat en 40% concentraat. De recovery welke praktisch haalbaar is met één membraan module is beperkt vanwege de snelle toename van de concentratiepolarisatie indien een te hoge recovery opgelegd wordt. De OO-membraanfabrikanten stellen daarom OO-design software ter beschikking om bij het ontwerpen van een OO-installatie er voor te zorgen dat voldaan wordt aan opgelegde concentratiepolarisatie grenzen. Via de software worden er voldoende membraanmodules in serie geplaatst waarbij de recovery wordt verdeeld over meerdere in serie geplaatste membranen. Hiermee kunnen hoge totaalrecoveries bereikt worden. Bovendien is het plaatsen van membranen in serie energiegunstig vermits er weinig drukval is over de lengte van één membraan en het concentraat dus nog op een voldoende hoge druk zit om rechtstreeks doorheen een volgende, in serie geplaatste, membraanmodule te sturen om bijkomend permeaat aan te maken.

Het in serie plaatsen van 6 membraanmodules met een lengte van 1 meter in een drukbuis van 6 meter is dus industrieel gezien meer regel dan uitzondering bij OO-installaties. Zelfs in zulk geval bedraagt de recovery slechts grosso modo 50%. Om toch nog een hogere recovery te kunnen bereiken wordt in de praktijk veel gebruik gemaakt van een zogenaamde "Kerstboom"-opstelling. In Figuur 4.11, p. 148, wordt het principe van dergelijke opstelling getoond.



Figuur 4.11: "Kerstboom" opstelling bij omgekeerde osmose

In een eerste bank bevinden zich n parallel geplaatste drukbuizen met daarin de membraan modules in serie (typisch 6 in serie; hier schematisch slechts 3 in serie). Zoals hoger reeds vermeld is volgens de vuistregel de recovery van deze eerste bank met 6 membraanmodules in serie beperkt tot ongeveer 50% recovery om aan de opgelegde restricties betreffende concentratie-polarisatie te voldoen.

Het gebruiken van een tweede bank met ongeveer de helft aan parallel geschakelde drukbuizen in vergelijking met de eerste bank laat toe de recovery volgens de vuistregel verder op te voeren met ongeveer 25%. Dit is mogelijk vermits het concentraat dat uit de n drukbuizen van de eerste bank komt nu gestuurd wordt door n/2 drukbuizen waardoor de vloeistofsnelheid aan de ingang van de tweede bank verdubbelt ten opzichte van de vloeistofsnelheid aan de uitgang van de eerste bank. Door deze sterke toename van de vloeistofsnelheid in de tweede bank zullen de turbulentie-effecten in de tweede bank weer voldoende hoog zijn om de concentratie polarisatie sterk te laten dalen. Op deze wijze stijgt de toegelaten recovery en laat de tweede bank toe nog eens ongeveer 25% extra permeaat te winnen. Volgens de vuistregel leveren bank 1 en bank 2 dus samen ongeveer 75% permeaat op.

Het gebruik van een derde bank laat op dezelfde wijze toe extra permeaat aan te maken zodat de totale recovery van een "Kerstboom" opstelling volgens de vuistregel ongeveer 85% bedraagt. Dergelijke opstelling wordt ook aangeduid met de omschrijving 4:2:1 opstelling.

Indien het retentaat van bank 3 teruggevoerd wordt naar de ingang van bank 1 dan spreekt met van een OO-opstelling mét recycle (ook wel "Single Pass with recycle"). Op die wijze kan de tangentiële snelheid in de banken extra opgevoerd worden waardoor de recovery nog licht kan toenemen (grosso modo 5%). Een nadeel van een recycle systeem is de stijging van de ionenconcentratie in het voedingsmengsel van bank 1 waardoor de permeaatkwaliteit zal dalen (toename van ionen concentratie in het permeaat).

Al de hoger genoemde effecten kunnen in principe berekend worden via de OO-software van de membraanfabrikanten.

4.7.3. Stand van de techniek

MF, UF en OO hebben de laatste jaren een belangrijke plaats verworven in verschillende zuiveringsinstallaties, zowel voor industrieel afvalwater als voor scheiding van dunne mest.
MF en UF kunnen in bepaalde industriële toepassingen gebruikt worden voor end-of-pipe zuivering, maar de techniek wordt voornamelijk voor de zuivering van deelstromen ingezet. Bij mestverwerking worden meestal MF of UF als primaire (voorbereidende) filtratiestap voor de verwijdering van colloïdale en zwevende deeltjes toegepast. Dit is een noodzaak om OO te kunnen toepassen vermits de OO-membranen moeten beschermd worden tegen vervuiling door dergelijke deeltjes. Bij mestverwerkingsprocessen wordt OO immers vooral toegepast als laatste zuiveringsstap van de dunne mestfractie of van het condensaat afkomstig van indampen of drogen. In het geval dat er geen verdamper wordt aangewend bij de mestverwerking wordt de dunne fractie, afkomstig van de mestscheiding (bvb centrifuge, zeefbandpers, ...) naar de MF of UF filtratieinstallatie gestuurd en wordt hierbij in twee fracties gescheiden nl., een concentraat en een permeaat. Het MF/UF permeaat kan dan verder gestuurd worden naar de OO-installatie. Dit permeaat bevat enkel nog de opgeloste zouten en kleine organische moleculen.
Het MF/UF permeaat wordt door de OO-installatie gescheiden in twee fracties nl. een OO-concentraat en een OO-permeaat. Gezien tijdens de OO-behandeling de opgeloste zouten door het OO-membraan worden weerhouden bevat het OO-concentraat praktisch alle zoutionen terwijl het OO-permeaat in principe nagenoeg zuiver water is dat kan geloosd worden of zelfs hergebruikt worden als proceswater. Vrije NH_3 moleculen worden echter slecht tegen gehouden door een OO-membraan zodat een nazuivering van NH_4 uit het permeaat nodig kan zijn.
Vanwege membraanvervuiling blijft drukgedreven membraanfiltratie een vrij complexe technologie welke, zonder automatisering, relatief veel toezicht vraagt. Zulk toezicht omvat het regelmatig aanpassen van de werkingsparameters en het regelmatig reinigen van de membranen. Mits automatisering kan de membraanreiniging echter geoptimaliseerd worden.
Momenteel zijn er nog veel problemen met vervuiling van de membranen in de mestverwerkingssector zodat membraanfiltratie op dit ogenblik niet als bewezen kan worden beschouwd voor mest en digestaat van covergisting.
Nieuwe ontwikkelingen zoals vibrerende RO-membranen en nieuwe types membranen kunnen mogelijk een oplossing bieden in de toekomst maar zijn nog niet bewezen.

4.7.4. Grondstoffen en eindproducten

De grondstof is dunne mest, of het effluent van de biologische zuivering, of het condensaat afkomstig van indampen of drogen, die als voeding dient voor de membraanfiltratie.
Soms worden chemicaliën toegevoegd voor pH-correctie, disinfectie en membraanreiniging. Per toepassing moeten reinigingscyclus en reinigingschemicaliën geoptimaliseerd worden.
Bij membraanfiltratie vindt geen omzetting van stof plaats, maar is er uitsluitend sprake van een scheiding van de grondstof (bvb de dunne fractie na mestscheiding) in een concentraat en een permeaat.
Eén van de filtratiefracties is het MF of UF concentraat waarin zich de gesuspendeerde deeltjes en de macromoleculen (MW > 1000) bevinden. Bij het OO concentraat zijn dit ionen, kleine organische moleculen en de, aan het MF/UF permeaat, toegevoegde chemicaliën (bvb OO antiscalant).
Algemeen beschouwd liggen de typische recovery waarden (zie 4.12.2 voor de definitie) voor OO tussen 50% en 85% en zijn afhankelijk van het zoutgehalte en/of de beoogde permeaatkwaliteit. Specifiek voor mestvarkens is er grote spreiding aan recovery waarden gerapporteerd welke tussen 10 en 40% liggen (Liessens, 1990, Van der Hoek en Schippers, 1991, Hyman en

Bagaasen, 1997). Uit onderzoek van Van Tongeren & Ten Have (1991) is gebleken dat relatief dunne zeugenmest, waaruit de meeste deeltjes zijn verwijderd, 2,5 tot 3,5 maal kan worden geconcentreerd (recovery van resp 60 en 71,5%); dus uit 1 m^3 mestvloeistof ontstaat 0,285 tot 0,4 m^3 concentraat en 0,715 tot 0,6 m^3 permeaat.
De maximale concentreringsgraad wordt bij omgekeerde osmose theoretisch begrensd door de osmotische druk van de te zuiveren vloeistof en de daaruit voortvloeiende drijvende kracht (drukverschil over het membraan). In de praktijk bevat het concentraat van omgekeerde osmose maximaal circa 6% opgeloste drogestof.
Ter vergelijking kan bij microfiltratie mest tot maximaal 20% totale droge stof worden geconcentreerd zonder dat verstopping optreedt.
De concentraten dienen verder verwerkt te worden. Hiervoor zijn de mogelijkheden beperkt. Een bijkomend restproduct is de stroom die ontstaat bij chemische reiniging van de membranen.

Het OO permeaat is echter nagenoeg zuiver water dat, na een eventuele en zogenaamde "polishing" stap (bvb actieve kool), kan worden geloosd, op het land kan worden verspreid, of mogelijk als waardevol proceswater worden hergebruikt.

4.7.5. Emissies

Bij drukgedreven membraanfiltratie treedt er geen gasvormige emissie op in de membraanmodules.

Het vermelden van typische concentraties van MF/UF concentraten en permeaten is hier moeilijk vermits er een groot aantal startproducten en installatieconfiguraties zijn. Bij dergelijke configuraties wordt bovendien het concentraat vaak teruggevoerd naar de voorgaande behandelingsstap (bvb mestscheiding) of een bijkomende behandelingsstap (bvb verdampen) waardoor samenstellingen sterk kunnen afwijken van configuratie tot configuratie. Het permeaat van de MF/UF voldoet nog niet aan de sectorale lozingsvoorwaarden voor mestverwerking Daarom wordt meestal nog een bijkomende OO stap toegepast.

De OO permeaat kwaliteit (zie 4.12.3 en 4.12.4) is afhankelijk van de mestsoort en de voorbehandeling. Door aanzuren van het UF permeaat vóór de OO verbetert die OO permeaatkwaliteit, vooral ten aanzien van N en CZV (Van Tongeren & Ten Have, 1991; Van Gastel & Thelosen, 1995). Aanzuren verschuift namelijk het evenwicht van ammoniak naar ammonium hetgeen beter door de membraan wordt tegengehouden. Vindt er een vergisting plaats vóór de mestscheiding dan heeft, door de afbraak van lagere vetzuren, dit een positieve invloed op CZV en BZV (Poels et al., 1988). De beste permeaat kwaliteit wordt bereikt als vooraf een combinatie van technieken wordt toegepast zoals scheiden, indampen, strippen, fysico-chemie en/of biologische zuivering.
De nitraatretentie bedraagt meestal ongeveer 85 à 90% (Arden en Hall, 1989, Hyman en Bagaasen, 1997, Everaert, 1999). Tweewaardige ionen worden veel sterker tegengehouden. Niet-gedissocieerd koolzuur gaat zo goed als ongehinderd door het membraan.
Relatief ten opzichte van de andere ionen kan de nitraatretentie verbeterd worden door gebruik te maken van nitraatselectieve membranen

Via de combinatie van UF en OO kan een loosbaar effluent verkregen worden maar de procesturing blijft problematisch.

4.7.6. Energiegebruik

Bij toepassing van membraanfiltratie wordt uitsluitend elektrische energie voor de aandrijving van pompen gebruikt.
Bij membraanfiltratie wordt een zo hoog mogelijke permeaatflux beoogd. Gezien het optreden van membraanvervuiling wordt deze permeaatflux nadelig beïnvloed. Zoals besproken in 4.12.2 wordt daarom getracht deze vervuiling (concentratiepolarisatie, koekvorming) tegen te gaan via een voldoende tangentiële snelheid (cross-flow). Een hogere tangentiële snelheid betekent dus een hogere permeaatflux maar ook een hoger energieverbruik. De kosten gekoppeld aan het energieverbruik stijgen dus sterk bij hogere cross-flow snelheid waardoor een economisch optimale snelheid bestaat. Dit economische optimum dient voor elke toepassing afzonderlijk bepaald te worden. Voor cross-flow UF bvb worden in de literatuur energie verbruiken vermeld tussen 1 en 5 kWh per m³ water.
Zoals onderstaande waarden aangeven is er een grote hoeveelheid getallen beschikbaar. Het verbruik kan pas goed worden ingeschat als een goed werkende installatie verkregen is.
Het energieverbruik bedraagt circa 6,5 kWh/m^3 ingaande vloeistof voor een typische omgekeerde osmose (Anoniem, 1995). Door Van Tongeren (1991) wordt gerekend met een stroomverbruik van 7 tot 15 kWh/m^3 voeding voor omgekeerde osmose. Poels et al. (1988) berekenden het energieverbruik voor een grootschalige toepassing met een combinatie van ultrafiltratie en omgekeerde osmose op 28 kWh/m^3 ingaande mestvloeistof (centrifugaat) en 42 kWh/m^3 permeaat. Vitaesol geeft daarentegen slechts een energieverbruik van 7 kWh/ton op, voor eveneens een combinatie van ultrafiltratie en omgekeerde osmose. Van Gastel mat een verbruik van 23-25 kWh/m^3 bezonken zeugenmest op. Ter vergelijking voor de ontzilting van zeewater door omgekeerde osmose wordt gerekend met een energiegebruik van 5-13 kWh/m³.

4.7.7. Kosten

De kostprijs van een drukgedreven membraan behandeling is erg afhankelijk van de schaalgrootte van de installatie, bereikbare recovery en bereikbare membraanflux. Algemeen gesproken wordt de kost vaak uitgedrukt als kostprijs per m³ geloosd OO permeaat.

Momenteel zijn er geen goed werkende installatie in Vlaanderen. De investeringskosten van deze installaties zijn dan ook niet representatief. De investerings en werkingskosten hangen heel sterk af van de recovery en flux afhangen van de behandelde vloeistof, het type membranen en de bedrijfsvoering. Hierdoor kunnen geen voorbeeldprijzen berekend worden. De hierna weergegeven cijfers zijn dan ook indicatief.

Er zijn indicaties dat voor kleinschalige installaties de kostprijs per m³ geloosd OO permeaat in verhouding met grotere installaties erg hoog is. Bijvoorbeeld: enkel een microfiltratie-installatie geplaatst voor de verwerking van 3600 ton dunne fractie per jaar kostte 74.000 EUR of ongeveer 3 EUR/ton mest. Werkingskosten, inclusief deze van de voorscheiding bedroegen 4 EUR/ton (Melse et al., 2002).

4.7.8. Technische problemen

Eén van de grootste problemen bij membraanfiltratie is de vervuiling van de membranen. Om tot een efficiënte werking te komen, moet de bedrijfsvoering van de drukgedreven membraaninstallatie optimaal zijn. Een optimale bedrijfsvoering kan bekomen worden via doorgedreven automatisering waarbij er een trend is naar het implementeren van (intelligente) software. Naast

deze automatisering is een uiterst doeltreffende reiniging een absolute vereiste, dit om problemen met fouling (afzetting op de membranen door organische deeltjes) en biofouling (vorming van een biofilm op het membraanoppervlak) te voorkomen.

Bij het toepassen van mobiele installaties bestaat het gevaar van cross-contaminatie van ziektekiemen tussen verschillende boerderijen: de membranen zijn immers niet steriliseerbaar.

Zelfs met goede bedrijfsvoering blijft het probleem van verstopping van de membranen problematisch. Er zijn nieuwe ontwikkelingen die mogelijk hiervoor een oplossing kunnen bieden maar nog niet bewezen zijn.

4.7.9. Milieumaatregelen

Er zijn geen luchtemissies omwille van het gesloten proces.
De concentraten dienen verder behandeld te worden.

4.7.10. Capaciteit

Membraanfiltratie-installaties kunnen in diverse capaciteiten worden geleverd. Op kleine schaal is het een relatief dure techniek zodanig dat slechts grootschalige installaties haalbaar zijn. Aangezien een membraaninstallatie modulair is opgebouwd kan deze in principe eenvoudig worden uitgebreid en de capaciteit worden verhoogd.

4.7.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Er zijn enkele mestverwerkingsinitiatieven met drukgedreven membraanfiltratie in Vlaanderen operationeel. Deze werken echter niet probleemloos.
De techniek kan mits nieuwe ontwikkelingen een belangrijke rol spelen. Deze ontwikkelingen moeten echter nog bewezen worden in de praktijk.

4.7.12. Vergelijkbare technieken

Aangezien bij omgekeerde osmose concentrering en zoutverwijdering plaatsvindt, kan deze techniek het beste worden vergeleken met indampen. Bij concentrering met behulp van omgekeerde osmose kan het gehalte aan opgeloste droge stof (voornamelijk zout) van het concentraat vanwege de osmotische druk niet veel hoger worden dan circa 6%. Dit betekent dat het proces weinig water kan afscheiden uit dikkere mest dan ongeveer 5-6% ds (circa 2% ds in deeltjesvrije mestvloeistof, overeenkomend met 5-6% ds in de ruwe mest). Bij indampen daarentegen kan de mest verder worden geconcentreerd (tot 15-30% ds).

4.7.13. Informatiepunt

VCM
Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking
Abdijbekestraat 9
8200 Sint-Andries, Brugge

Tel.: +32 (0)50 40 72 01
Fax: +32 (0)50 40 74 89
Website: www.vcm-mestverwerking.be

VITO
Boeretang 200
2400 Mol
Tel 014 33 69 07
Fax 014 33 55 99
Website: www.vito.be

4.7.14. Referenties

1. Anoniem (1995) Verslag van de onderzoekingen ondernomen tijdens de periode 1 januari 1993 tot en met 31 december 1994. Comité voor onderzoek van mestverwerkingstechnieken (I.W.O.N.L.), Gent, januari 1995.
2. Arden T.V., Hall T. (1989). Nitrate removal from drinking water: a technical and economic review of treatment processes. Water Research Centre, 112 p.
3. Everaert K. (1999). Toepassing van nanofiltratie voor de verwijdering van pesticiden uit grondwater. Eindwerk Faculteit Toegepaste Wetenschappen, Katholieke Universiteit Leuven.
4. Gastel J. van (1995) Microfiltratie met behulp van keramische membranen: goed maar kostbaar. Praktijkonderzoek nr. 5 pp. 15-17.
5. Gema Pur, ontwatering van varkensmest en zuivering van de resterende vloeistof, Task Force Mestverwerking, Februari 2001.
6. Hyman M., Bagaasen L. (1997) Select a site cleanup technology. Chemical Engineering Progress 8: 22-27.
7. Melse R.W., Starmans D.A.J., Verdoes N. (2002) Mestverwerking varkenshouderij. Mestscheiding en microfiltratie, Dirven te Someren. IMAG, Wageningen, Nederland.
8. Poels J., Van Rompu K. & Verstraete W. (1988) Het concentreren van varkensmest met membraanscheidingstechnieken. Landbouwtijdschrift 41, pp. 929-945.
9. van Gastel J.P.B.F. & Thelosen J.G.M. (1995) Vermindering van het volume van zeugenmest door middel van omgekeerde osmose. Praktijkonderzoek Varkenshouderij Proefverslag nummer P 1.129, ISSN 0922-8586, mei 1995.
10. ten Have P.J.W., Willers H.C. en van Tongeren W.G.J.M. (1991) Purification of veal calf manure. In: New Trends in veal calf production. Eds. J.H.M. Metz en C.M. Groenestein. Pudoc Wageningen NL. ISBN 90-220-1016-3.
11. van Tongeren W.G.J.M. & ten Have P.J.W. (1991) Toepassing van omgekeerde osmose bij mestverwerking. Proces Technologie, december 1991, pp. 21-25.
12. Vitaesol infobundel, Vitaesol België, Denderleeuw, België.

4.8. Indampen

4.8.1. Doel

Het concentreren van mestvloeistof door het verwijderen van water langs thermische weg.

4.8.2. Procesbeschrijving

Onderscheid wordt gemaakt tussen indampen en drogen (zie paragraaf 4.11 en 4.12).
Bij het indampen van mestvloeistof wordt warmte aan de vloeistof toegevoerd, waardoor water door koken verdampt en de mest indikt. Door afkoeling van de waterdamp ontstaat een zoutvrij of zoutarm condensaat dat nog wel vluchtige verbindingen bevat. De ingedikte vloeistof (concentraat) blijft vloeibaar. Een eventuele verdere concentrering dient plaats te vinden via droging.
Door het verlagen van de druk in de indamper kan de kooktemperatuur verminderd worden zodat laagwaardiger warmte kan worden gebruikt (vb van WKK) of in meerdere trappen kan worden gewerkt waarbij de damp van de eerste trap wordt gebruikt als warmtebron voor de tweede trap en zo verder. In iedere verdere trap is de druk lager zodat het kookpunt na iedere trap lager is zodat er een voldoende temperatuurverschil is om de warmte te transporteren.

Er bestaat een ruime keuze aan beschikbare verdampertypes. In het kader van mestverwerking zijn de omloopverdamper, de filmverdamper en de sproeifilmverdamper toegepast.

Naast het type indamper is de configuratie waarin de indamper wordt opgesteld van belang. In verband met het gunstige energieverbruik worden meertraps(vacuüm)verdamping en/of damprecompressie toegepast.

4.8.3. Stand van de techniek

Bij een aantal mestverwerkingsprocessen wordt indampen als processtap toegepast. In een aantal processen vindt scheiding van de mest in dik en dun plaats, om deze fractie energiezuinig via indamping te kunnen drogen. Het verdampen van water in een indamper vraagt namelijk minder energie dan in een droger.

In Vlaanderen wordt een indamper reeds na een biologie geplaatst om direct een loosbaar effluent te verkrijgen. Indien geen biologie wordt voorgeschakeld zal een niet loosbaar condensaat verkregen worden.

4.8.4. Grondstoffen en eindproducten

Bij het indampen van mestvloeistof ontstaat mestconcentraat. Mestconcentraat kan behalve als eindproduct ook als halffabricaat voor een eventuele droogstap worden gebruikt. Het maximale drogestofgehalte van door indamping verkregen mestconcentraat is betrekkelijk laag (circa 25%). Bij indamping van mest ontstaat naast concentraat, waarin vrijwel alle organische stof en mineralen die in de mest aanwezig waren, geconcentreerd zijn, nog een waterfase (condensaat).

Het condensaat van het indampen van dunne mest zal beladen zijn met NH_4 en vluchtige organische stoffen zodat het niet geschikt is om te lozen op oppervlaktewater. Indien de indamping op het effluent van een goed werkende aerobe biologische zuivering wordt gezet zijn de vluchtige NH_3 en organische stoffen omgezet zodat wel een loosbaar effluent wordt verkregen.

Er wordt in een aantal gevallen zuur (meestal zwavelzuur) toegevoegd om het ontwijken van ammoniak bij het indampen te verminderen.

4.8.5. Emissies

Bij het indampen van mest ontstaan gasvormige emissies in de vorm van stinkende, niet condenseerbare gassen. De gehalten aan geur en ammoniak zijn behalve van de indamptechniek afhankelijk van de voorbehandeling en de mestsoort. Zo zal een voorafgaande biologische zuivering praktisch alle ammoniumstikstof en geurcomponenten uit de mest verwijderen en wordt de gasreiniging veel eenvoudiger. Gasreststromen die incidenteel of in kleine volumes ontstaan kunnen sterk geurend zijn en/of hoge ammoniakconcentraties bevatten.

Emissie naar water vindt plaats via het condensaat waarin zich naast opgelost ammoniak vluchtige organische componenten, zoals lagere vetzuren kunnen bevinden. De concentraties zijn met name afhankelijk van de soort mest en de voorbehandeling .
In Tabel 4.27 zijn effluentconcentraties samengevat van een valfilmverdamper en een dunne laag indamper uitgaande van een centrifugaat van vergiste mest. De valfilmverdamper en dunne film indamper zijn na elkaar geschakeld en kunnen droge stof gehaltes van het residu halen van respectievelijk 9% en 30%. Het centrifugaat is voordien aangezuurd met geconcentreerd zwavelzuur tot ca. pH 4. De analyseresultaten zijn uitgevoerd door VITO op een piloot testinstallatie.
Het ammoniakgehalte kan worden verlaagd door vooraf aeroob te zuiveren, te ontgassen of te strippen. Biogaswinning verlaagt het vetzuurgehalte omdat vetzuren in methaan worden omgezet.
Enkel bij indampen na voorafgaande aerobe zuivering is directe lozing van het condensaat op oppervlaktewater mogelijk.

Tabel 4.27: Condensaatconcentraties van valfilmverdamper en dunne film indamper op centrifugaat van vergiste mest na aanzuring met zwavelzuur (Elslander 2001)

Component		Centrifugaat van vergiste mest	Condensaat van valfilmverdamper	Condensaat van dunne film indamper
pH bij 20 °C	Sörensen	8,4	4,1	4,4
Droogrest	mg/l	21 480	90	110-191
Minerale droge stof	mg/l	8 740	10	12-15
Organische droge stof	mg/l	12 700	81	98-177
Zwevende stof	mg/l	7 260	13	18-27
Geleidbaarheid bij 25 °C	µS/cm	36 600	86	400-- 185
BOD	mg/l O_2		345	285-555
COD	mg/l O_2	25 400	745	680-1240
TOC		1 800	210	160-365
Totale stikstof	mg/l N	4 800	5,9	
Nitraat stikstof	mg/l N		< 0,5	< 0,5
Kjeldahl stikstof	mg/l N		5,9	14,5-74
Ammoniakale stikstof	mg/l N		3,0	13,5-39
Totale fosfor	mg/l P_2O_5	596	< 0,2	< 0,2-0,42
Sulfaten	mg/l SO_4^{2-}		3,8	< 0,05-18
Sulfiden	mg/l S^{2-}		0,09	< 0,05
Oliën en vetten	mg/l		< 2	16-18

Tabel 4.28: Werkingsparameters van de indamper bij het discoverproces (Van Grieken, 2006)

Component	Eenh	Effluent biologie	Condensaat	Concentraat
DS	%	2,5	0	28,5
CZV	mg/l	3500	12	
Nkj	mg/l		11,5	
NH_4N	mg/l		10	
NO_2N	mg/l		0.5	
NO_3N	mg/l		< 0,76	
N-totaal	mgN/l	1 100	<15	
P-totaal	mgP/l	200	0,02	
geleidbaarheid	µs		60	

4.8.6. Energiegebruik

Het energieverbruik bij het indampen is sterk afhankelijk van het type indamper en de toegepaste indamperconfiguratie, te weten het aantal trappen bij meertrapsverdamping en het al dan niet gebruik maken van (thermische of mechanische) dampcompressie. Aan thermische energie wordt bij een ééntraps-indamper 1,1-1,25 ton stoom per ton verdampt water verbruikt, terwijl dit voor een vijftraps-indamper 0,25 ton stoom per ton waterverdamping is.
Bij gebruik van thermische damprecompressie wordt de waterdamp met stoom in een straalpijp op een hogere druk gebracht. Een hogere stoomdruk geeft een hogere condensatietemperatuur waardoor deze stoom opnieuw kan worden gebruikt voor de opwarming van de verdamper. Met een thermische damprecompressie halveert het stoomverbruik van een ééntraps indamper.
Bij gebruik van mechanische dampcompressie daalt het stoomverbruik van de ééntraps-indamper tot 0,012 ton/ton verdampt water, maar neemt het verbruik aan elektrische energie toe van 2 naar 15 kWh /ton verdampt water (Voorneburg van, 1993).

Bij het discover systeem verbruikt de indamper ongeveer 14 kWh per ton water die verdampt wordt. (Van Grieken, 2006)

Bij een verwerkingsproces waarin zowel indampen als drogen voorkomen kan koppeling van energiestromen worden toegepast. De waterdamp uit de droger kan worden gebruikt als verwarmingsstoom voor de indamper. Bij deze koppeling moeten voldoende voorzorgen genomen worden om vervuiling van de indamper met meegesleurd stof uit de droger te vermijden.

Behalve door de inzet van brandstoffen als olie, aardgas of de inkoop van elektrische energie kan de benodigde energie voor de verdamping van vocht ook worden verkregen uit:
a) verbranding van de eigen droge stof of afval (zie verbranding voor randvoorwaarden);
b) biogas in WKK of stoomketel;
c) gebruik dierwarmte: zie drogen met stalwarmte.

4.8.7. Kosten

Een opgave van de kosten in algemene zin is niet mogelijk, omdat er meerdere factoren zijn die de kosten bepalen. De investering van de indampinstallatie wordt onder andere bepaald door de waterverdampingscapaciteit, het type indamper, de toegepaste configuratie (aantal trappen, dampcompressie), het gebruikte constructiemateriaal in verband met corrosie, temperatuur van beschikbare warmte, ... Naast de kapitaalslasten (rente en afschrijving) maken de energiekosten een belangrijk deel uit van de bruto exploitatiekosten. Door gebruik te maken van goedkope

restenergie of door recuperatie van de condensatiewarmte kan de exploitatiekostprijs van het indampen dus gevoelig gedrukt worden. De investeringskosten zullen dan echter stijgen.
Een Manura 2000 met een capaciteit van 14.000 ton per jaar kost als investering 490.000 EUR (dit is ca. 6 EUR/ton). De werkingskosten – inclusief de voorbehandeling- bedragen 4,50 EUR/ton zodat de totale kost ca 10 EUR/ton bedraagt. Inclusief opslag, gebouwen en infrastructuur komt dit op 17 EUR/ton. Voor grotere capaciteiten zakt de prijs met enkele euro's per ton.
Trevi (Erik Smet, persoonlijke mededeling) spreekt voor een installatie van 10.000 m³/jaar over een investeringskost van 300.000 EUR en een werkingskost excl. afschrijving van 2,5 EUR/m³ (vooral energiekost).
Elders gerapporteerde systemen spreken over kostprijzen variërend van 2,5 tot 50 EUR per m^3 condensaat.

Ter vergelijking kan nog aangegeven worden dat Aquafin een kostprijs van ongeveer 217 EUR per ton droge stof aangeeft voor de indamping en droging van rwzi-slib (Huybrechts & Dijkmans, 2001). Omgerekend naar varkensmest van 9% droge stof zou dit overeenkomen met 19,50 EUR/ton mest.

4.8.8. Technische problemen

Problemen die zich bij het indampen van mest kunnen voordoen zijn veranderende stofeigenschappen van de mest tijdens het indampen, zoals veranderende viscositeit/kleefgedrag (gummy fase), vervuiling (reiniging met zuur en loog) en corrosie van constructiemateriaal. Tevens kan schuimvorming optreden, met name bij het opstarten met een water-mestmengsel (Van Voorneburg et al., 1995) of door koolzuur die vrijkomt als de mest wordt aangezuurd (nodig voor stikstofretentie). De keuze van het antischuimmiddel en het ontwerp van de aanzuringsinstallatie is in het laatste geval van groot belang (Vito nieuwsbrief, 2002).

4.8.9. Milieumaatregelen

De afgassen moeten behandeld worden, denk hierbij aan condensatie (verwijdering waterdamp en energieterugwinning), thermische naverbranding (koolwaterstoffen en geur) en/of chemische wasser (ammoniak).
De condensaten moeten afhankelijk van de gebruikte grondstoffen verder behandeld worden (aerobe waterzuivering) voordat lozing mogelijk is.

4.8.10. Capaciteit

Hoewel indampapparatuur in diverse capaciteiten leverbaar is, beperkt de toepassing zich in het verleden tot de meer grootschalige mestverwerkingsprocessen. Ook voor de toepassing op kleine schaal zijn er ondertussen echter installaties ontwikkeld (bvb Funki Manura 2000, ca. 15.000 m³/jaar).

4.8.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Indamping is als techniek in vele mestverwerkingssystemen opgenomen. Een kritische factor is vaak de geuruitstoot.
Indamping na een goed bedreven biologie blijkt in Vlaanderen een loosbaar condensaat te produceren.

4.8.12. Vergelijkbare technieken

Bij het indampen van mestvloeistof ontstaat naast het indampconcentraat een deeltjesvrije, waterfase. Dit condensaat bevat geen opgeloste zouten, zodat indampen tevens als een ontzoutingstechniek kan worden gezien. In dit opzicht is de techniek derhalve vergelijkbaar met membraanscheiding door middel van omgekeerde osmose, waarbij eveneens concentrering en zoutretentie plaatsvindt. Concentrering door middel van indampen gaat echter verder dan concentrering met membranen (circa 25% bij indampen versus circa 6% bij membranen).

4.8.13. Informatiepunten

Micombi Eibergen B.V.
Deventerkunstweg 2A
Postbus 828
7400 AV Deventer
Nederland
tel: 00 31 545 261 521
Fax: 00 31 545 261 522
De heer R. Engeman

Funki Manura A/S – Benelux
De Hork 8
5431 NS Cuijk
Nederland
Tel: 00 31 485 350 678
Fax: 00 31 485 350 797
Website: www.funki-manura.com

Gea-Wiegand
Bernard De Jonghe
De Dekt 19
1650 Beersel
tel: 00 32 2 380 59 18
fax: 00 32 2 380 63 87
E-mail: bernard.dejonghe@dejonghe.biz

4.8.14. Referenties

1. Anoniem (1991) Milieu-effectrapport Mestverwerkingsfabriek Promest B.V. te Helmond, Hoofdrapport. Bureau voor Milieumanagment B.V., Rijswijk, Nederland
2. Anoniem (1992) Milieu-effectrapport Mestverwerkingsinstallatie Duiven (MeMon)
3. Elslander H., Lemmens B., Vanderstraeten K. (2001) uitvoering van een opvolgingsprogramma van de pilootproef van het GSTP-proces voor verwerking van varkensmensmest, VITO, 2001/MIT/R/038
4. ten Have P.J.W., Schellekens J.J.M., Doornbos J., Rijpma J. en Uenk J.(1996) Vergroting afzet varkensmest door be- en verwerking; een ketenstudie. Rapport CIOM, Wageningen, Nederland, ISBNnr. 90-74926-06-1

5. Hüttner A., Karle G., Weiland P. (1996) Verfahren zur umweltverträglichen Gülleaufbereitung mit Nährstoffrückgewinnung. Voordracht gehouden op 3. GVC Kongres, 14-16 Oktober 1996, Würzburg, Duitsland
6. Huybrechts D. en Dijkmans R. (2001), BBT van de verwerking van RWZI- en gelijkaardig afvalwaterzuiveringsslib. BBT-kenniscentrum, Academia Press, Gent.
7. Melse R.W., Starmans D.A.J., Verdoes N. (2002) Mestverwerking varkenshouderij. Manura 2000, Houbensteyn te Ysselsteyn en Hollvoet te Reusel, Praktijkonderzoek Veehouderij, IMAG, Wageningen, Nederland.
8. Karle G., Weiland P. (1996) Technische Gülleaufbereitung: FuE-Anlage Bakum-Hausstette/ Landkreis Vechta. Abschlussbericht zum NML-Förderproject 'Technische Gülleaufbereitung'. FAL Braunschweig april
9. Van Grieken Wim, Discover, 2006, persoonlijke mededeling
10. van Voorneburg F. (1993) Drogen en indampen van mest: ervaringen en perspectieven. Proces Technologie (Nederland) juni 1993, pp. 38-43
11. Vito nieuwsbrief (2002) Vito zoekt mee naar oplossingen voor mestverwerking.
12. van Voorneburg F. , ten Have P.J.W., Snijders J.H. en Schneiders L.H.J.M. (1995) De zure wassing van ammoniak uit damp in een indamp-/dampwascombinatie voor varkensmest. Rapport TNO Milieu- en Energietechnologie nr. R95-218, Apeldoorn, Nederland
13. Wallays F. (1996) Brief van de Westvlaamsche Elektriciteitsmaatschappij aan CIOM d.d. 29-11-1996, met kenmerk U96.0218e

4.9. Fysico-chemie (bvb precipitatie)

4.9.1. Doel

Het neerslaan van opgeloste stoffen zoals ammonium en fosfaat uit de dunne fractie van mest. Dit door middel van het toevoegen van een reagens dat een onoplosbare verbinding vormt met de af te scheiden stof.
Het behandelen van de mestvloeistoffen via coagulatie en flocculatie om grotere partikels te krijgen die dan via flotatie, bezinking of mechanische scheiding verder verwijderd kunnen worden.

4.9.2. Procesbeschrijving

Positieve ionen, zoals ammonium (NH_4^+), maar ook negatieve ionen, zoals fosfaten (PO_4^{3-}) kunnen door precipitatie verwijderd worden. Het neerslaan gebeurt in het algemeen in een 1 op 1 molverhouding, dit wil zeggen dat één molecuul opgeloste stof met één molecuul reagens een onoplosbare neerslag vormt. De precipitatie kan reeds tijdens de biologische behandeling gebeuren of kan als een aparte stap in het verwerkingsproces opgenomen worden.

Bij precipitatie van fosfaat tijdens de biologische behandeling wordt een ijzerverbinding (meestal $FeCl_3$) of kalkmelk toegevoegd. Er wordt een neerslag van ijzerfosfaat ($FePO_4$) respectievelijk calciumfosfaat gevormd die samen met het biologische slib wordt afgevoerd. Deze techniek wordt ook veel toegepast in waterzuiveringsinstallaties.
Ook na de biologie kunnen door het toepassen van precipitatie / coagulatie / flocculatie de bezinkbare en zwevende stoffen uit de mestvloeistof verder verwijderd worden. Bij precipitatie onder de vorm van calciumfosfaat wordt calciumhydroxide of kalk aan de dunne fractie toegevoegd, eventueel via de kristallisatie op een inerte carrier (zandkorrels) in een wervelbedreactor wordt dan de calciumfosfaat afgescheiden. Dit kan door mechanische scheiding (zie 4.4) of door flotatie (vb. dissolved air flotation).
Nadeel van deze vormen van chemische precipitatie is dat N-verwijdering zeer beperkt is, bvb bij toediening van 2 g/l kalk, 10 mg/l ijzerchloride en 10 mg/l polymeer werd 64% van de P en slechts 8% van de Kjeldahl-stikstof afgescheiden (Westerman en Bicudo, 1998).

De precipitatie van ammonium kan gebeuren onder de vorm van struviet (magnesiumammoniumfosfaat (afgekort MAP); chemische formule $MgNH_4PO_4.6H_2O$). Vermits in de dunne fractie van de mest de concentratie aan ammonium veel hoger is dan deze aan fosfaat, dient voor een goede verwijdering van ammonium zowel magnesium (onder de vorm van MgO) als fosfaat te worden toegevoegd. Met loog wordt bovendien de juiste pH-waarde (8,5-10,0) ingesteld. In een kristallisatiereactor slaat vervolgens het onoplosbare struviet in de vorm van kristallen neer. Deze kristallen kunnen door bezinking uit de vloeistof worden afgescheiden (Lehmkuhl, 1990).
Een variant van dit proces is het CAFR- proces dat staat voor Chemische Ammonium Fällung und Rezyklierung. Hierbij wordt het MAP-slib opgewerkt (op pH brengen, verwarmen en strippen) waarbij het magnesiumammoniumfosfaat uiteen valt in magnesiumhydrofosfaat en ammoniak. Het magnesiumhydrofosfaat kan eventueel na aanzuren opnieuw worden gebruikt, waardoor op chemicaliënkosten kan worden bespaard. De gestripte ammoniak kan als ammoniakale oplossing of als ammoniumzout worden afgevoerd.

4.9.3. Stand van de techniek

Precipitatie is een reeds beproefde, relatief eenvoudige en goed werkende techniek. Een aantal moeilijk te verwijderen stoffen, kunnen d.m.v. precipitatie toch goede effluent-resultaten behalen. Een ander voordeel van deze techniek is dat bepaalde componenten specifiek kunnen worden verwijderd. De selectiviteit kan dus zeer hoog zijn.
Door de 1 op 1 verhouding is – in het algemeen – een grote hoeveelheid (kostelijk) reagens nodig. Een ander nadeel dat kan optreden is de grote hoeveelheid slib die geproduceerd wordt. De N en P worden immers niet vernietigd maar in een vaste fase geconcentreerd.

Precipitatie en herwinning onder de vorm van struviet (MAP-proces) wordt reeds op industriële schaal toegepast in verschillende rwzi's, o.a. in de Japanse provincie Shimane (voor de precipitatie van fosfaat uit de waterfractie van anaeroob zuiveringsslib) en in het Italiaanse Treviso (in combinatie met biologische P-verwijdering). Vorming van struviet uit de dunne fractie van mest is ook mogelijk, maar tot op heden werd deze techniek enkel op experimentele schaal getest. Bijvoorbeeld Burns et al. (2001) bekwamen een 90% reductie van oplosbaar fosfaat in varkensmest na toevoeging van $MgCl_2$ en pH aanpassing. Ook in Vlaanderen werden er piloottesten uitgevoerd, door de Duitse firma Hese Umwelt A3. Hierbij werden voorafgaandelijk volgende processtappen ondernomen:
→ veiligheidszeving;
→ mestscheiding d.m.v. zeefbandpers;
→ afscheiding van zwevend materiaal uit de dunne fractie d.m.v. ultrafiltratie;
→ struvietvorming op het effluent van de UF door toevoeging van MgO en H_3PO_4 in twee parallel werkende precipitatiereactoren;
→ verdere nutriënt- en BOD verwijdering d.m.v. biomembraanreactor;
→ nabehandeling van het effluent d.m.v. omgekeerde osmose (RO).

Ondanks de voorbehandelingsstappen bleek de zuiverheid van het eindproduct struviet onvoldoende.

Een andere mogelijkheid om specifiek fosfaten te verwijderen is de precipitatie en herwinning van fosfaat onder de vorm van calciumfosfaat. Dit proces wordt o.a. toegepast in een rwzi-installatie in het Nederlandse Geestmerambacht bij de behandeling van een P-rijke zijstroom van de biologische P-verwijdering. Omwille van verschillende technische problemen wordt deze techniek echter minder toegepast.

De behandeling van vloeibare mest is eveneens onderzocht (Schulze-Rettmer et al., 1993 en Schuiling, 1991). Momenteel lijkt de precipitatie van fosfaten uit varkensmest nog moeilijk, enerzijds door de hoge kosten, anderzijds omdat 90% van de fosfaten in varkensmest onder onopgeloste vorm aanwezig is. Zodoende is steeds een voorgaande biologische of chemische behandeling nodig. Kalveren daarentegen produceren een zeer vloeibare mest, waarin ongeveer de helft van de fosfaten onder oplosbare vorm aanwezig zijn. Kalvergier is dus beter geschikt om fosfaten te herwinnen. Recuperatie onder de vorm van struviet wordt tot op heden echter enkel toegepast in het Nederlandse Putten, waar per jaar ongeveer 100000 ton kalvermest wordt verwerkt (Anoniem, 1999). Ook in het Vilatca-procédé worden de fosfaten op het einde van de biologische behandeling van de kalvergier, als calciumfosfaat neergeslagen. De neerslag wordt echter niet herwonnen en het calciumfosfaat wordt samen met het biologische slib afgevoerd (Anoniem,2000).

4.9.4. Grondstoffen en eindproducten

Naast ammoniakhoudende mestvloeistof (grondstof) wordt bij het MAP-proces een aantal hulpstoffen gebruikt. Dit zijn loog voor pH-instelling en MgO of $MgCl_2$ en H_3PO_4 als reagentia voor de precipitatiereactie. Het gebruik van $MgCl_2$ heeft de voorkeur boven het gebruik van MgO, omdat dit laatste zeer langzaam oplost. Hierdoor verhoogt wel het chloridengehalte in de vloeistof.

Als eindproduct ontstaat MAP-slib, dat in de (buitenlandse) landbouw moet worden afgezet. MAP is een langzaamwerkende fosfaatmeststof. In het CAFR-proces wordt het MAP-slib opgewerkt om te kunnen worden hergebruikt. Behalve het MAP-slib, dat goede ontwateringseigenschappen heeft, ontstaat er ook slib in de voorbehandeling.

Uit de chemische reactievergelijking

$$Mg_2^+ + NH_4^+ + PO_4^{3-} + 6H_2O \rightarrow MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$$

kan worden berekend dat 17,5 kg MAP wordt gevormd per kg verwijderde N. Uit deze vergelijking volgt tevens dat de molaire verhouding Mg:N:P = 1:1:1 is. Gegeven de samenstelling van de mestvloeistof kan hiermee het chemicaliënverbruik worden berekend.

Het verwijderingsrendement voor NH_4 bedraagt 90% of meer. De reactievergelijking laat zien dat met het MAP-proces niet alleen stikstof, maar ook opgelost fosfaat wordt verwijderd. Er is dus tevens sprake van defosfatering van de mestvloeistof.

Geconcentreerde fosfaatstromen kunnen in principe in de kunstmestindustrie of de fosforproductie worden gebruikt alhoewel voor deze laatst toepassing de concentratie van koper en zink problematisch kan zijn (Schipper et al., 2001).

4.9.5. Emissies

Van het MAP-proces zijn geen emissiegegevens bekend. Dit omdat de reactie zich geheel in de vloeistoffase afspeelt en er geen gasvormige reactieproducten ontstaan. Emissie van ammoniak kan echter niet uitgesloten worden. De struviet recuperatie is optimaal bij een pH tussen 8 en 10. Een pH-waarde onder de 9,5 is echter aan te raden om het ontsnappen van ammoniak naar de lucht (en de bijkomende geurproblemen) te vermijden.

Aangezien de vloeistoffase nog opgeloste organische stoffen en zouten bevat zal deze zonder verdere behandeling niet mogen worden geloosd.

4.9.6. Energiegebruik

Over het energieverbruik zijn geen specifieke gegevens bekend. Het verbruik aan elektrische energie is waarschijnlijk gering. Het te installeren vermogen in de vorm van pompen en menger van de reactor is niet groot. Er is geen verbruik aan thermische energie.

4.9.7. Kosten

De kosten voor coagulatie/flocculatie gecombineerd met precipitatie bedragen, voor de behandeling van grondwater, tussen de 1,2 en 3,5 EUR/m³. De kosten worden vooral bepaald door het chemicaliëngebruik (De Wever et al., 2001).

De investeringskosten van een MAP-installatie, waarin 50 m^3 stikstofrijk slibwater (NH_4-N 450-1800 mg/l) van een rioolwaterzuiveringsinrichting per dag worden behandeld, is begroot op 1,81 miljoen EUR De bijbehorende exploitatiekosten zijn geraamd op circa 13,14 EUR per kg verwijderde N(kj) (Anoniem, 1995). Wanneer het CAFR-proces wordt toegepast wordt er een verwerkingskost van 18,29 EUR/m^3 varkensmest opgegeven (Anoniem, 1997).

Voor de toepassing op mest zijn geen gegevens over kosten beschikbaar. Er kan eenvoudig worden berekend dat de chemicaliënkosten hoog zijn, mede door de aankoop van duur fosforzuur. Voor een mestvloeistof met 3500 mg/l NH_4-N bedragen deze kosten circa 6,69 EUR per kg verwijderde N. Een deel hiervan (ongeveer 2 EUR per kg) is mogelijk terug te verdienen uit de verkoop van het MAP-mestproduct.

4.9.8. Technische problemen

Door de heterogeniteit van mest is fysico-chemische verwijdering van N- en P-verbindingen moeilijk beheersbaar (Verdoes en Starmans, 2002).

Een probleem dat zich bij het MAP-proces kan voordoen is scaling (kalkafzetting in de vorm van calciumcarbonaat), waardoor o.a. de pH-regeling kan worden gestoord. Regelmatig spoelen met zuur kan noodzakelijk zijn. Wisselende NH_4-N concentraties stellen bij een doorstroomsysteem hoge eisen aan de regeling van de chemicaliëndosering. Bij gebruik van stalen procesapparatuur is corrosie geconstateerd (Anoniem, 1995). Bij de precipitatie van calciumcarbonaat is het scaling probleem nog groter.

4.9.9. Milieumaatregelen

De te doseren reagentia (magnesium, loog, calcium of fosfaat) moeten tot een minimum beperkt zien te worden vanuit grondstoffenverbruik maar ook vanuit het oogpunt van het toevoegen van extra zouten zoals chloriden aan de oplossing.

4.9.10. Capaciteit

Het proces kan zowel in batch als continu (doorstroomsysteem) in diverse capaciteiten worden uitgevoerd. Het herwinnen van de fosfaten uit mest kan vooral voordeel bieden bij grootschalige mestverwerkingsprojecten. Tot een capaciteit van 30 m^3/d kan het proces ook in een mobiele installatie op boerderijniveau plaatsvinden.

4.9.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Het proces kan in Vlaanderen worden toegepast, mits de deelstromen (slib uit de voorbehandeling, MAP-slib en waterfase) op een milieuhygiënisch verantwoorde wijze kunnen worden verwerkt of afgezet. Het MAP-slib moet worden ontwaterd en gedroogd en heeft mogelijk toepassingen als een langzaamwerkende fosfaatmeststof.

4.9.12. Vergelijkbare technieken

Technieken die eveneens voor de verwijdering van ammoniak uit mestvloeistoffen in aanmerking komen zijn membraanscheiding (omgekeerde osmose, TMCS) en strippen met stoom of met lucht. Ook biologische verwijdering door middel van nitrificatie/denitrificatie behoort tot de mogelijkheden. Ook fosfaten kunnen via biologische zuivering gedeeltelijk verwijderd worden.

4.9.13. Informatiepunt

A3-Abfall-Abwasser-Anlagentechnik GmbH
Magdenburger Straâe 16b
D-45881 Gelsenkirchen
Tel.: 049 2099 8099-809
Fax: 049 2099 8099-801
Email: info@a3-gmbh.com
Internet: www.a3-gmbh.com

4.9.14. Referenties

1. Anoniem (1995) Behandeling van stikstofrijke retourstromen op rioolwaterzuiveringsinrichtingen. Praktijkonderzoek aan het MAP/CAFR-proces bij de RWZI Utrecht.
2. Anoniem (1997), Unité de traitement de lisier (UMT), AVDA (Association de Valorisation des Déjection Animales), brochure.
3. Anoniem (1999) Phosphate recycling: Possibilities for P recovery from animal manure SCOPE n° 30 (01/1999); www.nhm.ac.uk/mineralogy/phos/index.htm
4. Anoniem (2000) Milieuvergunningsaanvraag Vilatca (VI660B01).
5. Burnes R.T., Moody L.B., Walker F.R. en Raman D.R. (2001) Laboratory and in-situ reductions of soluble phosphorous in swine waste slurries, Environmental Technology 22: pp. 1273-1278.
6. Lehmkuhl J. (1990) Verfahren für die Ammonium-Elimination. Wasser, Luft und Boden, nummer 11-12, pp. 46-48.
7. Conference Summary, Second International Conference on the recovery of phosphorus from sewage and animal wastes (2001). Noordwijkerhout, Nederland.
8. Derden A., Van den Broeck E., Vergauwen P., Vancolen D., Dijkmans R. (2001) Gids Waterzuiveringstechnieken, Vlaams BBT-kenniscentrum. Academia Press, Gent.
9. De Wever H., Magchiels V., Lookman R., en Gemoets J. (2001) Bodemsanering via pump-and-treat systemen: bovengrondse grondwaterbehandeling. VITO studie.
10. Schipper W.J., Klapwijk A., Potjer B., Rulkens W.H., Temmink B.G., Kiestra F.D.G. en Lijmbach A.C.M. (2001) Phosphate recycling in the phosphorous industry. Environmental Technology 22: pp. 1337-1345.
11. Schulze-Rettmer R., Schülingkamp E. und Blank R. (1993) Mit dem MAP-Verfahren zur kompletten Aufarbeitung der Gülle. In: “Umweltverträgliche Gülleaufbereitung”, uitgave Dr. Eberhard Kuhn Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.v. (KTBL) Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt, Duitsland.
12. Schuiling R.D. (1991) Defosfatering van aeroob behandelde kalvergier m.b.v. het KMP-proces. Rapport Geochem Research B.V., U.
13. Verdoes N. en Starmans D.A.J. (2002) Mestverwerking varkenshouderij. Mobiele mestontwatering Mestec te Papendrecht. IMAG, Wageningen, Nederland.

14. Westerman P.W. en Bicudo J.R. (1998) Tangential flow separation and chemical enhancement to recover swine manure solids and phosphorous. 1998 ASAE Annual International Meeting, Orlando, Florida, 12-16 juli 1998.

4.10. Elektrolyse / Elektrocoagulatie

4.10.1. Doel

Verwijderen van zwevende stoffen en tot op zekere hoogte N- en P-verbindingen. Ook gebeurt de omzetting van nitriet (NO_2) naar N_2.

4.10.2. Procesbeschrijving

Zowel bij elektro-oxidatie als elektrocoagulatie worden elektrodes in de te behandelen vloeistof geplaatst. Afwisselend zijn er positieve en negatieve elektrodes. Aan deze elektrodes ontstaan verschillende reacties die ook afhankelijk zijn van het elektrodemateriaal zoals hieronder aangegeven.

Het werkingsprincipe van elektroflotatie berust op drie effecten.

Oxidatie-effect
– Door elektrolyse van water ontstaat het zeer reactieve zuurstof "in statu nascendi" wat opgeloste stoffen tot een hogere oxidatietrap oxideert. De zuurstof leidt ook tot de afbraak van verschillende organische complexen. Aluminium en ijzer worden beiden zowel als anode respectievelijk als kathode gebruikt. Om het oxidatie-effect te versterken en minder een flocculatie-effect te hebben worden bij elektro-oxidatie eveneens inerte anodes gebruikt.

Flotatie-effect
– Door elektrolyse van water ontstaat naast zuurstof (anode) ook waterstof (kathode), dat onder de vorm van kleine gasbelletjes naar het oppervlak stijgt en zich daarbij aan de gesuspendeerde partikels hecht. De partikels stijgen dan naar het oppervlak.

Flocculatie-effect
– De flocculatie in de reactor ontstaat voor een groot deel ook ten gevolge van andere mechanismen dan oxidatie. De Fe- en Al-anoden zullen ten gevolge van de oxidatie aan de anode langzaam oplossen en Al- en Fe-ionen vrij zetten. Beide metalen zijn uitstekende uitvlokkingshulpmiddelen en zullen bijdragen tot de verdere formatie van vlokken. Uiteraard heeft de pH een duidelijke invloed op de verschillende reacties en reactie-evenwichten.

Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat nitriet geoxideerd wordt tot nitraat of gereduceerd tot N_2. Katalytische nitraatreductie kan gebeuren met o.a. een koper/palladium katalysator, die nitraat met waterstofgas omzet in stikstofgas en waterstofionen. Een deel van het nitraat wordt via een ongewenste nevenreactie omgezet in ammonium. Een andere mogelijkheid is te werken met een overmaat aan ferro-ijzer in aanwezigheid van koper als katalysator. Ferro-ijzer wordt hierbij geoxideerd tot ferri-ijzer. De reactie vereist een hoge pH en leidt eveneens tot de vorming van nevenproducten zoals ammonium, nitriet en hydroxylamine (van der Hoek en Schippers, 1991, Kappelhof, 1996). Dit proces geeft slechts beperkte omzettingen en bevindt zich nog in een vroeg onderzoeksstadium. Lüdtke et al. (1998) onderzochten de reductie van nitraat tot stikstofgas in waterige oplossingen met behulp van microporeuze membranen waarin een heterogene katalysator (Pd/Cu) is ingebouwd. Na verzadiging met waterstof wordt het nitraatrijke water aan een ultrafiltratie onderworpen door een katalytisch actief membraan. Volgens de auteurs zou dit systeem interessant kunnen zijn voor kleinschalige toepassingen. Het systeem bevindt zich wel nog in een onderzoeksfase. Meer informatie over elektrolyseprocessen kan ook teruggevonden worden in Vaesen et al. (1998).

4.10.3. Stand van de techniek

Er is slechts weinig ervaring binnen de mestverwerking. Het enige systeem dat momenteel operationeel is in Vlaanderen, is een mobiel systeem van de Duitse firma Greenfield GmbH. Bij dit systeem vindt er eerst een mestscheiding plaats d.m.v. een centrifuge. De dunne fractie wordt vervolgens verder behandeld door een klassiek elektroflotatie proces, welk gebruik maakt van ijzer en aluminium elektrodes. Hierbij wordt beweerd dat tijdens het elektroflotatieproces 15% van de stikstof wordt omgezet tot N_2 gas.

4.10.4. Grondstoffen en eindproducten

Onderstaande waarden geven een idee van het materiaalverbruik, opgetekend in de galvanosector.

- Al-verbruik : 11 g/m^3, 0,20 EUR/m^3
- Fe- verbruik : 7 g/m^3, 0,02 EUR/m^3
- materiaal- en stroomverbruik : 1 EUR/m^3 afvalwater

Bij de mobiele Greenfield installatie spreekt van een verbruik aan Al per kubieke meter van 10-20 g, voor ijzer is dit tussen 7-15 g. In het systeem is er mogelijk een verbruik aan vlokmiddel.

In Tabel 4.29 geeft Greenfield een overzicht weer van de gehaltes voor en na behandeling van varkensdrijfmest door elektroflotatie.

Tabel 4.29: Overzicht gehaltes voor en na behandeling van varkensdrijfmest door elektroflotatie

Parameter	Conc. in Varkensdrijfmest (mg/l)	Conc. in de vaste fractie (mg/kg)	Conc. in het effluent (mg/l)
COD	68 700	84 200	1 053
BOD	8 120	10 400	449
N totaal	4 650	1 258	478
N ammonium	3 630	981	538
P totaal	4 970	2,52	0,85
Ca			16
Mg			43
K			734
Pb	0,41	5,6	< 0,02
Cd	0,17	6,5	< 0,01
Cr	0,09	12	< 0,05
Cu	48	98	< 0,02
Ni	0,49	< 2	0,10
Hg	< 0,001	< 0,1	< 0,001
Zn	67	154	< 0,02

Bron: Greenfield GmbH

Bij de mobiele Greenfieldscheider worden scheidingsrendementen van ca. 65-70% op N en P gehaald (Bosschaerts, 2006).

4.10.5. Emissies

Tijdens de elektrochemische behandeling van mest kunnen vooral ammoniak en geur worden geëmitteerd. Het kwantificeren hiervan is moeilijker aangezien dit afhankelijk is van het proces, de procesvoering en de procescondities.

Tot 35% van de meststikstof wordt als stikstofgas geëmitteerd (Bosschaerts, 2006).

4.10.6. Energiegebruik

Onderstaande waarden geven een idee van het energieverbruik opgetekend in de galvanosector.
- stroomverbruik : 5,4 kWh/m^3
- stroomkosten : 0,75 EUR/m^3

Bij de mobiele Greenfield installatie spreekt van een energieverbruik tussen 2-3 kWh/m^3 mest. Het verbruik is afhankelijk van de aard en densiteit van de te behandelen mest.

4.10.7. Kosten

In de galvanosector rekent men met een materiaal- en stroomverbruik van 1 EUR/m^3 afvalwater.

Voor de mobiele Greenfieldinstallatie wordt een verwerkingsprijs vanaf 12 EUR/m³ mest gerekend. Deze prijs omvat de scheiding en elektrocoagulatie/-flotatie. (Bosschaerts, 2006)

4.10.8. Technische problemen

Mogelijke technische problemen zijn schuimvorming en verstoppingen tussen het elektrode materiaal.

4.10.9. Milieumaatregelen

Het best is dat de elektrochemische behandeling van de mest samen met de mestscheiding wordt uitgevoerd in een afgesloten ruimte voorzien van een geleide emissie. De afgezogen afgassen kunnen zodoende behandeld worden in een luchtreinigingssysteem. De verwijdering van ammoniak kan gebeuren door zure wassing of biowassing, voor de verwijdering van geurcomponenten kunnen biofilter of actieve koolfiltratie gebruikt worden.

Voor meer gegevensomtrent de toepasbaarheid van luchtzuiveringstechnieken wordt verwezen naar de BBT-studie “Gids Luchtzuiveringstechnieken”.

4.10.10. Capaciteit

In Vlaanderen wordt de technologie enkel in als mobiele scheider toegepast. De totale capaciteit van de mobiele installaties is 60 000 m³/jaar bij 8 uur werking per dag.

4.10.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Zoals reeds vermeld zijn momenteel enkel een aantal mobiele systemen operationeel.

4.10.12. Vergelijkbare technieken

Geen vergelijkbare technieken gekend.

4.10.13. Informatiepunt

Greenfield GmbH
Am Markt 20
D-52152 Simmerath
Tel.: 049 2473 8568
Fax: 049 2473 8518
Email: greenfield@gmx.com
Internet: www.greenfield-gmbh.com

Quartes
Ludo Bosschaerts
Kapellestraat 70
9800 Deinze
Tel.: 0472/98 59 62
email: ludo.bosschaerts@verla.be

4.10.14. Referenties

1. Bosschaerts Ludo, Quartes, 2006, persoonlijke mededeling
2. Kappelhof J.W.N.M. (1996) Biologische nitraatverwijdering. Mededeling KIWA nr. 124, in opdracht van VEWIN, 169 p.
3. Lüdtke K., Peinemann K.V., Kasche V., Behling, R.-D. (1998) Nitrate removal of drinking water by means of catalytically active membranes. Journal of membrane Science 151 (1): pp. 3-11
4. Vaesen A., Danneels L., Derden A., Van den Steen P., De Bonte M. en R. Dijkmans (1998) Beste Beschikbare Technieken voor het Elektrolytisch behandelen, chemisch behandelen en ontvetten van metalen oppervlakken. Vlaams BBT-kenniscentrum, Academia Press, Gent
5. Van der Hoek, J.P., Schippers, J.C. 1991. Stand van zaken nitraatverwijdering in de drinkwaterbereiding. H_2O 24 (15): pp. 414-422

4.11. Mestdroging met behulp van stalwarmte

4.11.1. Doel

In deze systemen wordt gebruik gemaakt van de warme stallucht om varkensdrijfmest of pluimveemest in te drogen voor vervoer op lange afstand en/of verdere verwerking. Een bijkomende reden is de reductie van de ammoniakconcentratie in de stallen.

4.11.2. Procesbeschrijving

Historiek

Voor 1980 werden in Nederland droogsystemen toegepast in zogenaamde deep-pit- en kanalenstallen (Kroodsma, 1976). Hoewel in deze stallen droge mest kan worden verkregen, werden in de stal problemen ondervonden met hoge ammoniakconcentraties in koude perioden en met vliegen en ongedierte. Sinds 1980 is een ontwikkeling gestart om de mest te drogen op batterijen met mestbanden. Zowel bij nieuwbouw als bij renovatie worden thans vrijwel algemeen mestbandbatterijen met een droogsysteem geïnstalleerd op pluimveebedrijven.
Nadien zijn ook banddrogers ontwikkeld voor varkensdrijfmest.

Principe

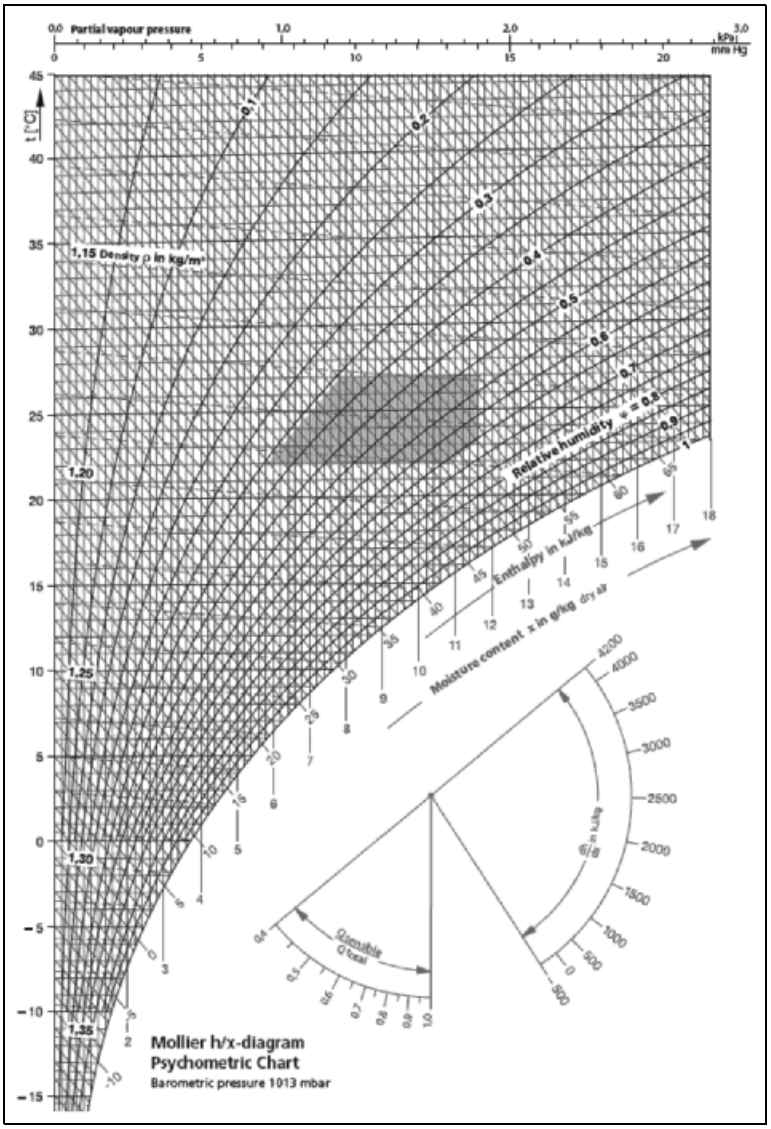
Lucht die nog niet helemaal verzadigd is met waterdamp kan vocht opnemen tot dat verzadiging is bereikt. Zo kan vochtige, ruwe mest gedroogd worden door het in contact te brengen met lucht van een laag relatief vochtgehalte. Dit noemt men directe droging

Zo kan ook stallucht die vanuit de stal wordt geventileerd gebruikt worden om mest te drogen. De opwarming van de lucht door de lichaamswarmte van de dieren is voldoende om de relatieve luchtvochtigheid te verlagen. Twee belangrijke factoren bij droging met lucht zijn het watergehalte en de temperatuur. Alvorens het droogproces te beschrijven moeten eerst een aantal termen worden verklaard. Een centraal hulpmiddel hierbij is het “Mollier-diagramma” waarvan veel gebruik wordt gemaakt bij luchtconditionering en directe droging (Figuur 4.12, p. 171)

Hier zal specifiek gebruik gemaakt worden van een h/x “Mollier-diagram”, waarin “h” de enthalpie (voelbare energie-inhoud) is en “x” de absolute luchtvochtigheid of watergehalte van de lucht. Dit diagram geeft het verband weer tussen de verschillende toestandsgrootheden temperatuur, absolute vochtigheid, relatieve vochtigheid, dauwpunt en dichtheid van vochtige lucht.

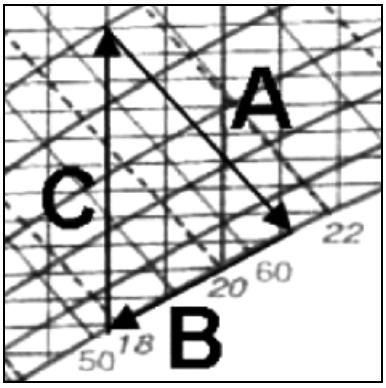
Er zijn drie grootheden nodig om de lucht te karakteriseren. Wanneer bijvoorbeeld druk, temperatuur en vochtigheid van de lucht gekend zijn, is de fysische toestand van lucht gekend. Doorgaans worden “Mollier-diagrammen” gebruikt bij constante druk. Dus, eens twee specifieke waarden gekend zijn, kunnen alle andere karakteristieke grootheden van de lucht uit het diagram worden afgelezen zoals:
→ Het absolute vochtgehalte “x” in kg water/kg droge lucht;
→ De enthalpie “h” in kJ/kg droge lucht;
→ De partiële dampdruk in Pa;
→ De relatieve vochtigheid: dit is de verhouding van de partiële druk van water over de verzadigingsdruk van waterdamp. Als de partiële druk van water gelijk wordt aan de verzadigingsdruk, dan heeft de lucht een relatieve luchtvochtigheid van 100%. Wordt de lucht bij een constante absolute vochtigheid opgewarmd, dan daalt de relatieve vochtigheid;

→ Het dauwpunt in °C: dit is de temperatuur waarbij bij afkoeling van de lucht bij constant blijvende absolute vochtigheid 100% relatieve vochtigheid wordt bereikt;
→ De natte-bol temperatuur in °C: De natte bol temperatuur wordt bepaald door rond het kwikreservoir (bol) van de thermometer een nat katoenen kousje te trekken. Door verdamping van het water daalt de temperatuur. Het verschil tussen de droge bol en natte bol temperatuur is een maat voor de verzadiging (relatieve vochtigheid) van de lucht;
→ Het quotiënt "dh/dx".



Figuur 4.12: Het "Mollier-diagram" met de toestandskarakteristieken van vochtige lucht

Zolang de lucht minder dan 100% relatieve vochtigheid heeft, kan de lucht water opnemen. Wordt de lucht opgewarmd, daalt de relatieve luchtvochtigheid en stijgt het wateropnemend vermogen. Hier specifiek gebeurt de opwarming door de lichaamswarmte van de dieren. De opwarming van de lucht en de hiermee gepaard gaande afname van de relatieve luchtvochtigheid en de toename van de enthalpie "h" is geïllustreerd in Figuur 4.13.



Figuur 4.13: Karakteristieken van lucht tijdens het proces van drogen (A), koelen (B) en opwarmen (C)

Stallucht uit het ventilatiesysteem bevat nog voldoende wateropnemend vermogen om mest te drogen. Tijdens het droogproces blijft de enthalpie "h" gelijk als aan volgende voorwaarden wordt voldaan:
Er is geen leklucht (met hogere of lagere enthalpie);
Er wordt enkel warmte uitgewisseld tussen de lucht en het te drogen medium. Er is geen warmte uitwisseling tussen de drooglucht en de omgeving.

In een geïdealiseerd droogproces (zie Figuur 4.13), blijft de energie-inhoud, de enthalpie "h", van de drooglucht gelijk. De voelbare warmte-energie van de lucht wordt gebruikt voor de verdamping en opname van vocht in de lucht (lijn A in Figuur 4.13), warmte en stofoverdracht genaamd. Hierdoor daalt de temperatuur terwijl de enthalpie gelijk blijft. De lucht wordt bevochtigd tot volledige verzadiging. Verdere opname van water is niet mogelijk.
Wordt deze lucht nu gekoeld (lijn B in Figuur 4.13), dan treedt er spontane afgifte van water op, de absolute vochtigheid "x" neemt af, alsook de enthalpie en de temperatuur. Dit noemt men ontvochten van lucht of condensatie van waterdamp. Dit proces treedt frequent op tijdens koudere periodes in het jaar, wanneer vochtige stallucht de stal verlaat in de koude buitenlucht. Het vocht condenseert en er is vorming van mist.
In het geval van stalluchtdroging treed enkel lijn C op door opwarming van de lucht door de dieren gevolgd door de droging op de droogband volgens lijn A. Lijn B treedt niet op in het proces.

Om het proces te sturen moeten een aantal parameters gekend zijn. De belangrijkste zijn de luchttoevoer naar de mestbanden, de temperatuur van de lucht, het vochtgehalte van de lucht, het vochtgehalte van de ruwe mest en het vochtgehalte van de gedroogde mest. Het debiet, de temperatuur en vochtgehalte dienen volautomatisch te worden geregistreerd voor sturing van het proces. Op basis van deze drie parameters kan de hoeveelheid mest die naar de droogbanden gaat geregeld worden om een constant eindproduct te verkrijgen.

Mestdroging op pluimveebedrijven

Leghennen:

Het drogen van mest met behulp van stallucht is gemakkelijk uit te voeren voor steekvaste mest, bijvoorbeeld pluimveemest of de dikke fractie van gescheiden drijfmest. Het gebruik van stalwarmte om de mest te drogen is een techniek die reeds op ruime schaal wordt toegepast in de pluimveehouderij. In de leghennensector zijn batterijen met mestbanden en droogsystemen algemeen toegepast. De mest wordt systematisch met een transportbandensysteem uit de batterijen afgevoerd en op een droogsysteem aangebracht. De mest wordt op een geperforeerde band of vloer aangebracht waardoor de warme stallucht wordt geblazen met een ventilator. Tijdens deze doorgang vindt er warmte- en vochtoverdracht plaats. Het product op de band wordt gedroogd, terwijl het vocht met de lucht wordt afgevoerd.

Een belangrijke reden voor de ontwikkeling van de stalluchtdroging in de pluimveesector is oa. het reduceren van de ammoniakconcentraties in de stallen.

De voorgedroogde mest wordt opgeslagen in een loods op het pluimveebedrijf, rechtstreeks afgevoerd voor verdere verwerking of afgevoerd naar de gebruiker, bijvoorbeeld akkerbouwbedrijven waar de mest in open lucht op de kopakker wordt opgeslagen. Bij laagsgewijze aanvoer van de mest in een veldschuur treedt spontane compostering (zie techniekblad 4.20) op tot meer dan 70°C, waardoor de mest droogt tot meer dan 60% droge stof. Bij dit proces treedt ammoniak- en geuremissie op.
Bij opslag in de open lucht wordt de mest op een hoop gestort. In de mesthoop treden anaerobe processen op wat leidt tot plakkerige, stinkende mest. Door regeninslag ontstaat bovendien een natte laag boven op de mest. Naast kwaliteitsverlies treedt ook ammoniak- en stankemissie op. Afdekking van de mest met een plasticfolie voorkomt inregenen en ammoniak- en geuremissie tijdens de opslag. Door het broeiproces treedt echter onder de folie condens op waardoor ook hier een papperige, stinkende mest wordt verkregen. Deze mest is moeilijk te verwerken en veroorzaakt tijdens verspreiding veel stankoverlast. Afdekking van de mest komt in aanmerking bij mest met minstens 70% droge stof.

Vleeskuikens:

In de vleeskuikensector is de ontwikkeling van strooiseldroogsystemen in volle gang.
De stallen worden iedere mestronde ingestrooid met een laag houtkrullen of gehakseld stro. Na afloop van de 6-7-weekse mestperiode wordt de strooiselmest verwijderd. De jaarlijkse mestproductie bedraagt circa 10 kg mest met 60% droge stof per dierplaats (Anoniem, 1994). De gemiddelde samenstelling is weergegeven in Tabel 4.30.

Tabel 4.30: Gemiddelde samenstelling van vleeskuikenmest in g/kg

Component	Gehalte
Ds	605
Organische stof	508
N_{tot}	30,5
$N_{mineraal}$	5,5
N_{org}	25,0
P_2O_5	17,0
K_2O	22,5

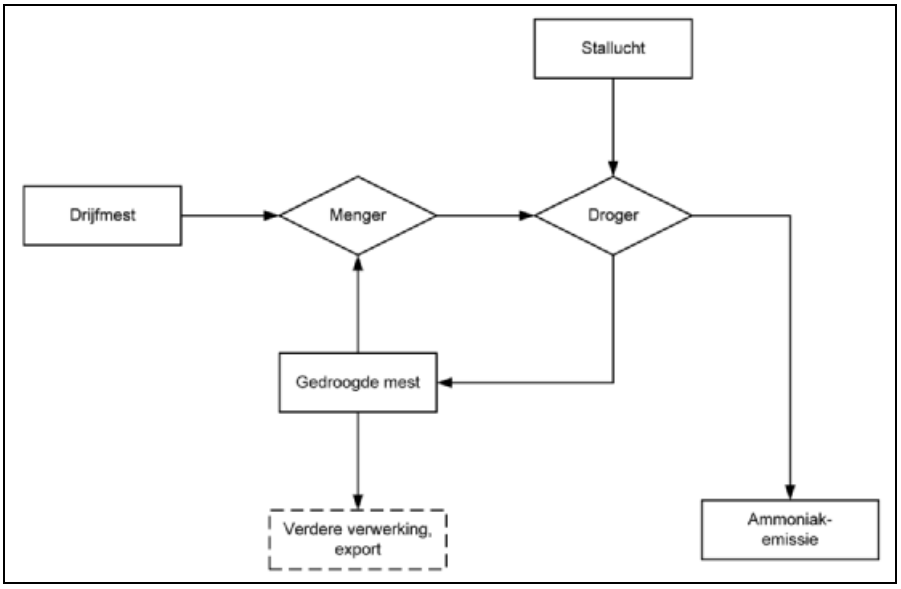
Bron:KWIN-Veehouderij 2005-2006

Na iedere mestronde wordt de strooiselmest direct van het bedrijf afgevoerd. Het grootste deel wordt naar de akkerbouw afgezet. Over het algemeen wordt de mest in de open lucht op de kopakker gelost. Afdekking met plasticfolie levert dezelfde problemen op als met voorgedroogde leghennenmest, hoewel door het strooisel de strooibaarheid minder negatief wordt beïnvloed. Er is een tendens aanwezig om de mest onder gecontroleerde omstandigheden op te slaan en eventueel te drogen tot meer dan 85% droge stof.

Mestdroging op varkensbedrijven

Voor drijfmest is de techniek iets moeilijker toepasbaar omdat de mest niet stapelbaar is en dus geen poreus bed kan vormen waardoor vrije luchtdoorstroming mogelijk is. Toch kan droging van drijfmest gerealiseerd worden door interne recirculatie van de gedroogde eindfractie. Deze eindfractie wordt als dragermateriaal gebruikt om de ruwe drijfmest op aan te brengen (zie Figuur 4.14).

Het gedeelte van het gedroogde eindproduct, met een droge stofgehalte van ca. 85%, wordt gemengd met drijfmest, met een droge stofgehalte van ca. 9%, tot een steekvast product met een droge stofgehalte van ca. 30%. Dit product wordt vervolgens opnieuw op de droogband aangebracht voor een nieuwe droogcyclus. Op deze wijze kan mest worden gedroogd tot 80-85% droge stof, afhankelijk van het type stallucht drooginstallatie.



Figuur 4.14: Principeschema van drogen van drijfmest met stallucht

4.11.3. Stand van de techniek

Mestdroging met stallucht wordt reeds veel toegepast in Vlaanderen in zowel de pluimvee als de varkenssector. Zoals reeds vermeld verschilt het concept echter per sector aangezien bij pluimvee uitgegaan wordt van steekvaste mest en bij varkens van vloeibare mest.

De techniek voor varkensmest wordt eveneens toegepast voor digestaat van vergisting waarbij de warmte van de biogasmotor kan gebruikt worden om extra energie te voorzien en de droogcapaciteit van de droogtafel te verhogen.

Bij leghennen wordt de steekvaste mest via transportbanden op de droogtafel aangebracht. Bij varkens wordt de mest eerst opgepompt uit een mestkelder en, in de meeste systemen, in een mengsysteem vermengd met eindproduct tot een bepaalde droge stofgehalte en vervolgens verdeeld over de droogtafel. De belangrijkste concepten en conceptuele verschillen tussen de meest gebruikte systemen voor stalluchtdroging van varkendrijfmest zijn:

→ Het drijfmest wordt gescheiden, de dikke fractie wordt ingedroogd op de droogtafel en dient tenslotte als dragermateriaal voor de dunne fractie;
→ Het drijfmest wordt gescheiden, de dikke fractie wordt ingedroogd. De dunne fractie dient eerst als waswater van de zure wasser voor het afvangen van de ammoniak. De ingedroogde dikke fractie dient als dragermateriaal voor de spui van de zure wasser;
→ Drijfmest wordt ongescheiden gemengd met gedroogd product als draagmateriaal en op de droogtafel gedroogd.
→ Bijkomend na één van vorige concepten kan de uitgaande lucht van de droogtafel worden gebruikt om drijfmest uit de mestkelder in te dikken. De ingedikte drijfmest wordt vervolgens op de droogtafel gebracht. Door deze indikking kan meer mest worden gedroogd op eenzelfde grootte van droogtafel
→ Het mengsysteem voor de vermenging van de drijfmest of dunne fractie met het dragermateriaal kan verschillen bij verschillende systemen.

Figuur 4.15: Droogtafel van een stalluchtdroogsysteem

Om de ammoniakuitstoot bij de kweek van vleeskuikens te verwijderen zijn er een aantal technieken ontwikkeld om drogere strooiselmest in de stal te verkrijgen.
Een eerste ontwikkelde techniek is en systeem met zwevende vloer en strooiseldroging. De ammoniakuitstoot wordt hierbij verminderd door een continue doorvoer van stallucht door een zwevende vloer, bestaande uit een roostervloer met daarop een luchtdoorlatende doek, waarop een laag strooisel is aangebracht. Op het einde van de mestperiode wordt de doek met daarop de vleeskuikens en het strooisel naar de laadplaats aan de kopgevel getrokken met behulp van een afdraaimechanisme. Hierbij worden de vleeskuikens door de laadploeg opgepakt en in krat-

ten geplaatst. Het strooisel wordt via een dwarsafvoerband verwijderd. Omwille van de hoge investeringskosten en de moeilijke werkomstandigheden is dit systeem echter negatief beoordeeld in Nederland.
Een tweede manier om de ammoniakuitstoot te verminderen is het gebruik van een systeem met een geperforeerde vloer en de continue doorvoer van lucht. De beluchtingsvloer bestaat hierbij uit geïntegreerde luchtkanalen in de betonvloer met openingen naar boven die voorzien zijn van fijnmazig, kunststof of stalen geperforeerde roosters. De perforaties dienen een gezamenlijke opening te hebben van minimaal 4% van het totale oppervlak. Deze techniek wordt beschouwd als meest geschikte reductietechniek om de ammoniakuitstoot te verminderen (Anoniem, 2001).
Een derde mogelijkheid is het gebruik van een etagesysteem met volledige roostervloer en mestbandbeluchting. Hierbij worden de vleeskuikens gehuisvest in kooien met een volledige roostervloer. De mest valt op de mestbanden onder de kooien en wordt gedroogd met voorverwarmde lucht. Het is belangrijk dat de lucht door de mestbanden (grotere emissiereductie) wordt geblazen i.p.v. over de banden.

4.11.4. Grondstoffen en eindproducten

De grondstof is pluimveemest of drijfmest.
Pluimveemest komt direct op de droogbanden voor voordroging en/of droging.
Drijfmest is meestal opgeslagen in een mestkelder. Een voorafgaande scheiding van drijfmest in een dikke en een dunne fractie is bij de meeste systemen niet nodig. Aangezien men geen dunne fractie heeft die op het land moet gebracht worden, is deze wijze van verwerken goed geschikt voor bedrijven die geen grond beschikken. Deze techniek leent zich het best voor vleesvarkensbedrijven en gesloten bedrijven. Voor zeugenbedrijven is deze verwerkingswijze minder geschikt aangezien het droge stofgehalte van zeugenmest slecht ca; 5% bedraagt in vergelijking met 8-9% bij vleesvarkensdrijfmest.

Hulpstoffen worden niet gebruikt bij deze techniek.

Gedroogde pluimveemest kan dienen als bodemverbeteraar, als energiebron bij verbranding maar is bijzonder geschikt voor compostering.
Het eindproduct van varkensdrijfmest is eveneens geschikt als bodemverbeteraar en als energiebron voor verbranding. Bij compostering dient het echter vooral als dragermateriaal. Varkensdrijfmest bevat immers een te lage C/N-waarde om spontaan te composteren. Het eindproduct wordt meestal bijgemengd bij andere uitgangsmaterialen voor compostering zoals b.v. gedroogd pluimveemest.
Vlarem II stelt dat het eindproduct bij droging een droge stofgehalte van minstens 80% moet hebben. Ingeval het product niet als eindproduct maar als tussenstap gebruik wordt, b.v. om te verbranden, geldt deze regel niet.

Ter informatie is in Tabel 4.31, p. 177, de gemiddelde samenstelling vermeld van kippenmest die verschillende behandelingen heeft ondergaan. De voorgedroogde kippenmest komt van een banddroger van de ruwe kippenmest. Deze mest kan dan nadien verder gedroogd worden op een tweede droogband (nadroging) of gecomposteerd worden waarbij ook een hoger DS gehalte wordt verkregen. De cijfergegevens zijn afkomstig van Kroodsma et al., 1996.

Tabel 4.31: Samenstelling van voor- en nagedroogde en gecomposteerde kippenmest

Component	Voorgedroogde mest	Nagedroogde mest	Gecomposteerde mest
ds (g/kg)	473	821	804
As (% ds)	25,9	26,1	31,8
Nkj (g/kg ds)	54,4	48,4	56,9
NH_4-N (g/kg ds)	6,5	5,0	9,7
P-totaal (g/kg ds)	16,1	16,7	18,9

Bron: Kroodsma et al., 1996

4.11.5. Emissies

Emissies op pluimveebedrijven

Stallen met bandbatterijen en geforceerde mestdroging zijn in Nederland Groen-Labelwaardig (Anoniem, 1993) en emitteren dus gevoelig minder ammoniak dan klassieke stallen. Dit komt omdat door drogen de omzetting van niet-vluchtige N-verbindingen naar ammoniak in verse mest wordt verhinderd.

Er dient opgemerkt te worden dat indien de mest niet direct verwerkt wordt op de droogband en eerst tijdelijk wordt opgeslagen er zich verdere emissies van ammoniak zullen voordoen door optreden van spontane compostering. Hier worden de niet-vluchtige N-verbindingen naar ammoniak omgezet. De mest moet dus zo snel mogelijk behandeld worden.

Over de geuremissie van stallen bestaat nog veel onzekerheid. Uit onderzoek van Klarenbeek et al. (1985) bleek dat, in stallen met droge mestopslag onder de batterijen en in stallen met mest-bandbatterijen, de geur aanzienlijk geringer was dan in stallen met dunne mestopslag onder de batterijen.

Emissies op varkensbedrijven

De afgassen van stalluchtdroogsystemen bij varkensbedrijven kunnen mogelijk stof, ammoniak en geuremissie veroorzaken. Herhaaldelijke metingen uitgevoerd, door VITO, op een specifiek stalluchtdroogsysteem vertoonde geen significante geuruitstoot. De stofconcentratie in de uitgaande luchtstroom lag steeds ver onder de gestelde norm van 50 mg/Nm^3 en de netto bijdrage aan de ammoniakuitstoot t.o.v. de inkomende stallucht was gering en schommelde rond de 10 mg/Nm^3.
Indien extra energie wordt toegevoerd via verbranding of WKK kan bij het gebruik van hogere luchttemperaturen de emissie van ammoniak en geur sterk verhogen. De temperatuur moet beperkt gehouden worden.

4.11.6. Energiegebruik

Het drogen van mest kost energie. Aangezien hier gebruik gemaakt wordt van stallucht die door de dieren is opgewarmd voor het drogen van de drijfmest is het verbruik uitsluitend elektrische energie. In de praktijk blijkt dat de lucht van vleesvarkensstallen te weinig energie/capaciteit heeft om alle mest te drogen. Er kan hiermee tot 50-60% van de mest ingedroogd worden. Voor kraamhokken en gespeende biggen ligt dit percentage hoger. Via een extra energiebron (houtstook, zonne-energie, WKK,...) kan men meer mest drogen (hier niet in rekening gebracht).

Uitgezonderd elektriciteitsverbruik dat normaal reeds voor mechanische ventilatie van de stallen nodig is, is alle energie toe te wijzen aan de werking van het stalluchtdroogsysteem. In Tabel 4.33 is het gemiddeld energieverbruik van een dergelijke installatie voor varkensmest vermeld en bedraagt ca. 1,15 €/m3 mest.

Uit onderzoek van Van Horne (1994) kwam naar voren dat in mechanisch geventileerde stallen gemiddeld 1,65 kWh per henplaats per jaar werd verbruikt. De mestdroging vereiste het grootste deel, namelijk 46%; gegevens over de drogestofgehalten van de mest waren echter niet beschikbaar. Neukermans & Colanbeen (1994) berekenden voor de tunneldroging een stroomverbruik van 2,2 kWh per hen en per jaar. Onduidelijk is of dit geheel of gedeeltelijk aan de droging moet worden toegerekend. Uit onderzoek van Kroodsma et al. (1985) bleek dat de mest tot 40-45% droge stof werd voorgedroogd bij een stroomverbruik van 1,0-1,5 kWh per hen per jaar. Deze mest is echter ongeschikt voor transport en opslag in de open lucht en moet in een loods nagedroogd worden. Om voor export in aanmerking te komen moet de mest in Nederland tot meer dan 55% droge stof worden gedroogd. Dit vraagt echter meer energie. Door Kroodsma et al. (1995) werd een stroomverbruik gemeten van 2,5-3,0 kWh per hen per jaar, waarbij de mest werd gedroogd tot 55-60% droge stof. Onderzoek van Kroodsma et al. (1996) toonde aan dat met nadroogtechnieken mest met 45% droge stof wordt gedroogd tot meer dan 80% droge stof. Het energieverbruik van de nadroging bedroeg circa 1,0 kWh per hen per jaar.
Door toepassing van strooiseldroogtechnieken of mestbandbeluchting zal het energieverbruik toenemen. Het verbruik wordt door Van Harn (1997) 40-50% hoger geschat dan bij traditionele huisvesting. De stookkosten vallen echter circa 10% lager uit.

4.11.7. Kosten

Varkensmest

In de brochure "Mestverwerking op het Landbouwbedrijf: Mogelijkheden en Kostprijs" door het VCM-STIM is er rekenvoorbeeld uitgewerkt voor een bepaald type stalluchtdroogsysteem met luchtwasser.

Er wordt uitgegaan dat het systeem enkel gebruik maakt van bedrijfseigen mest waardoor de investering steeds door de veehouder wordt gedragen (zie Tabel 4.32).

Tabel 4.32: Investeringskost stalluchtdroogsysteem

Investering	Kostprijs (€ / m^3 drijfmest)	Opmerkingen
Stalluchtdroogsysteem	56	Geleverd en geplaatst
Luchtwasser	43	Geleverd en geplaatst
Totaal:	99	

Bron: INNOVA

De jaarkosten kunnen begroot worden zoals weergegeven in Tabel 4.33, p. 179. Er wordt uitgegaan van een afschrijvingsduur van 10 jaar voor de droger en de luchtwasser. De rente op het kapitaal wordt op 3% genomen. Voor de jaarlijkse onderhoudskost wordt 3% genomen op de aanschafwaarde. De centralisatie van het afzuigkanaal werd niet verder in aanmerking genomen daar deze werken een bedrijfsgebonden karakter hebben. Toch is het belangrijk dat de investeerder deze kosten voor zich in rekening brengt. Bij nieuwbouw moet de denkpiste van een centrale lucht afzuiging overwogen worden. Er wordt best ook rekening gehouden met elektriciteits-

aanpassingen. Deze kunnen eveneens verschillen van bedrijf tot bedrijf, en van elektriciteitsleverancier.

Tabel 4.33: Gemiddelde vaste jaarkosten van het stalluchtdroogsysteem (€ / m³ drijfmest)

	Afschrijving	Rente	Onderhoud	Vaste jaarkost[1]
Stalluchtdroogsysteem	5,6	1,68	1,68	9
Luchtwasser	4,3	1,29	1,29	7

1: bij benadering

Tabel 4.34: Variabele jaarkosten van het stalluchtdroogsysteem (€ / m³ drijfmest)

	Energie-verbruik	Zuurkosten	Waterverbruik	Totaal
Stalluchtdroogsysteem	1,15	1,15		2,30
Luchtwasser	0,65	1,10	0,15	1,90

Tabel 4.35: Totale jaarkosten van het stalluchtsysteem in (€ / m³ drijfmest)

	Vaste jaarkost[1]	Variabele jaarkost	Totale verwerkingskost
Stalluchtdroogsysteem	9	2,30	11,30
Luchtwasser	7	1,90	8,90
Totaal:	16	4,20	20,20

1: bij benadering

Op te merken is dat in deze berekening geen rekening werd gehouden met een mogelijke kost of opbrengst bij de afzet van het gedroogd eindproduct. De kosten voor afvoer naar een compostering bedragen 0-5 €/ton gedroogd product (VCM 2006).
Bemerk dat het product nu nog niet aan de Europese Verordening nr. 1774/2002 voldoet. Enkel via Evoa-regelgeving kan het in deze toestand geëxporteerd worden Het hoeft nog verder bewerkt te worden opdat het zou voldoen aan de Europese Verordening nr. 1774/2002 waarna het ook kan worden geëxporteerd. Voor afzet aan particulieren wordt de regelgeving nog uitgewerkt.

Dus de totale jaarkost voor een dergelijke stalluchtdrooginstallatie inclusief de luchtwasser is geraamd op 20,2 €/m³ verwerkte mest. Dit is een gemiddelde daar, zoals eerder vermeld, verscheidene factoren dit kunnen beïnvloeden, zoals droge stofgehalte van de mest, de hoeveelheid kubieke meter drijfmest die per jaar moet verwerkt worden, de weersomstandigheden, het eventueel aanwenden van andere energievormen (zonnewarmte, houtstook,...).
De luchtwasser is inbegrepen om steeds de ammoniakemissies tot een minimum te beperken. In het kader van de emissiearme stallen moet in vele gevallen reeds een luchtwasser voorzien worden zodat in specifieke gevallen de kosten voor de luchtwasser over zowel mestverwerkings- als emissiearme stallen kunnen verdeeld worden. Voor de economische berekeningen wordt de luchtwasser meegerekend. Indien alle stallucht gebruikt wordt voor de droging en nadien wordt behandeld in de wasser, kan voor de wasser VLIF steun voor emissiearme stallen aangevraagd worden. Deze steun is niet meegerekend in de kostenberekening.

Pluimvee

Voor pluimveestallen zijn de verschillen tussen stallen met dunne- en drogemestverwerking momenteel echter verwaarloosbaar door de dure aanvullende voorzieningen voor de dunnemestopslag. Over de investeringen van nadroogtechnieken is nog weinig bekend. Door Van de Weerdhof (1995) worden bedragen genoemd die variëren van circa 1,36-3,35 EUR per henplaats.

De extra investeringen voor verhoogde strooiselvloeren (strooiseldroogtechnieken) worden door Bondt & Ellen (1995) aangehouden op 3,35-4,1 EUR per dierplaats (voor een bedrijf met twee stallen voor totaal 60.000 dieren). Bij een afschrijvingstermijn van 10 jaar bedragen de jaarkosten circa 15% (0,52-0,57 EUR) per dierplaats. Naast de kosten worden echter ook voordelen behaald t.a.v. minder strooisel, betere resultaten en betere vlees- en mestkwaliteit.

Afzet

De jaarlijkse kosten voor transport van de mest wordt grotendeels bepaald door de afstand tot de plaats van aanwending. Vooral in overschotsituaties zullen de kosten voor het transport van de dunne mest de kosten voor het drogen benaderen of zelfs hoger zijn. Door toepassing van nadroogtechnieken worden de droogkosten hoger maar kunnen de afzetkosten worden verlaagd. Bovendien zijn mogelijkheden aanwezig om de mest verder te bewerken tot een beter vermarktbaar product.

4.11.8. Technische problemen

Technische problemen kunnen zich voordoen aan de transportmechanismen van de verschillende fracties. Ook variaties is het droge stofgehalte van de te drogen mest kunnen voor regelmoeilijkheden zorgen, hierdoor is de mengverhouding drijfmest/dragermateriaal niet optimaal waardoor de structuur van het te drogen product niet ideaal is zodanig dat het product niet homogeen kan verdeeld worden over de droogtafel. Hierdoor verloopt het droogproces minder efficiënt en kan het uiteindelijk eindproduct nog te veel vocht bevatten.

Verder kunnen zich door aanwezigheid van zouten (vooral chloriden) in de mest kunnen zich beschadiging voordoen als gevolg van corrosie aan de drooginstallatie.

4.11.9. Milieumaatregelen

Emissies naar water en bodem zijn er niet. Emissies naar de lucht zijn er, zoals in punt 4.11.6 reeds vermeld, in beperkte mate. In het kader van de voorschriften inzake emissie-arme stallen zal de stallucht in de meeste gevallen behandeld worden voor de verwijdering van ammoniak en eventueel geur.

De verwijdering van ammoniak kan gebeuren door zure wassing of biowassing, voor de verwijdering van geurcomponenten kunnen biofilter of actieve kool filtratie gebruikt worden.

Voor meer gegevens over de luchtzuiveringstechnieken wordt verwezen naar de BBT-studie “Gids Luchtzuiveringstechnieken”.

4.11.10. Capaciteit

In de brochure, "Mestverwerking op het Landbouwbedrijf: Mogelijkheden en Kostprijs" door het VCM-STIM, wordt vermeld dat bepaalde constructeurs beweren een droogcapaciteit te halen van 3,5 g/m^3 voor stallucht uit mestvarkensstallen. Hierbij kan nog vermeld worden dat er volgens die constructeur per mestvarkenplaats gemiddeld over een gans werkjaar 30 m^3 lucht wordt geventileerd. Een korte rekensom wijst uit dat met deze lucht tot ca. 920 kg water kan verdampt worden. *Dit betekent dat om ruwe mest met een droge stofgehalte van 9% te drogen tot een droge stofgehalte van 85% er maximaal 1,029 m^3 ruwe mest per mestvarkenplaats mag geproduceerd worden.* Er wordt hierbij verondersteld dat één kubieke meter ruwe mest ongeveer één ton weegt. Wordt er met andere woorden meer mest geproduceerd per dierplaats, dan zal er in die omstandigheden onvoldoende droogcapaciteit aanwezig zijn, om al de dierlijke mestproductie tot de vereiste droge stofgehalte van 85%, te drogen. De totale mestproductie per dierplaats kan beperkt worden door het waterverbruik nauwkeurig af te stellen op de dierlijke behoeften en door waterverspilling te voorkomen.

Ook de relatieve luchtvochtigheid in de stal is een belangrijke parameter. Deze is sterk afhankelijk van het stalmanagement, en verschilt van bedrijf tot bedrijf. Stallen met droogvoerbakken hebben een lagere luchtvochtigheid dan stallen waar brijbakken of met bijproducten worden gevoederd. Hogere luchtvochtigheid betekent een lager wateropnemend vermogen. Ook de klimatologische omstandigheden van buiten zijn heel bepalend voor het droogproces.
In de praktijk blijkt dat de lucht van vleesvarkensstallen te weinig capaciteit heeft om alle mest te drogen. Er kan hiermee tot 50-60% van de mest ingedroogd worden. Voor kraamhokken en gespeende biggen ligt dit percentage hoger. Via een extra energiebron (houtstook, zonne-energie, WKK,...) kan men meer mest drogen.

Verder mag de invloed van de drooginstallatie zelf en zijn constructie op de totale efficiëntie niet onderschat worden. De warmteoverdracht dient optimaal te verlopen opdat de drooglucht voldoende zou kunnen verzadigd worden met water:
→ de luchtsnelheid doorheen het bed mag niet te hoog zijn. Dit bespaart eveneens ventilatiekosten;
→ er mogen geen voorkeurstromen ontstaan;
→ het mengsysteem voor de menging van ruwe mest en het dragermateriaal moet homogeen gebeuren;
→ het opdragen van het mengsel op de droogtafel moet over het droogoppervlakt gelijkmatig verlopen;
→ het systeem moet groot genoeg gedimensioneerd worden opdat het aanbod aan warme lucht op piekmomenten (b.v. bij warm weer in de zomer) zou kunnen optimaal benut worden;
→ daar waar de drooglucht onvoldoende verzadigd is met water kan het in contact gebracht worden met mest die beter vocht kan afgeven, b.v. ruwe mest. Zo kan de lucht volledig verzadigd worden en wordt er optimaal gebruik gemaakt van de stallucht. Bij bepaalde systemen wordt dit reeds toegepast en wordt de ruwe mest, op deze manier, eerst ingedikt vooraleer het op de droogtafel wordt opgebracht.

4.11.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Stalluchtdroogsystemen van diverse constructeurs voor pluimveemest en mestvarkendrijfmest zijn in Vlaanderen reeds algemeen in gebruik. De systemen voor digestaat worden nog minder toegepast.

De regelgeving voor emissiearme stallen kan het gebruik van deze systemen verder in de hand werken. Voor kippen zijn batterijen met mestbanden en droogsystemen algemeen toepasbaar. Vrijwel alle batterijfabrikanten kunnen deze systemen leveren (zie BBT-studie "Veeteelt").
De ontwikkeling van strooiseldroogsystemen is in volle gang. Door verbetering van de technische resultaten en vermindering van de emissies wordt verwacht dat een aantal van deze systemen voor de praktijk beschikbaar zullen komen.

4.11.12. Vergelijkbare technieken

Aangezien het hier gaat over het onttrekken van vocht aan een bepaalde materie komen indamp- en droogtechnieken ook in aanmerking als alternatieve techniek (zie respectievelijk techniekblad 4.14 en 4.22)

4.11.13. Informatiepunten

VCM
Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking
Abdijbekestraat 9
8200 Sint-Andries, Brugge
Tel.: +32 (0)50 40 72 01
Fax: +32 (0)50 40 74 89
Website: www.vcm-mestverwerking.be

Dumoulin nv
Stasegemsesteenweg 102
8500 Kortrijk
Tel: 056 22 01 81
Fax: 056 22 70 80
E-mail: ignace.meeuws@nvdumoulin.be

De Vloo bvba
Proostdijkstraat 28
8630 Veurne
Tel: 058 31 16 42
Fax: 058 31 62 74
E-mail: willy@de-vloo.be
Website: www.de-vloo.be

STIM
Stimulering Innovatieve Mestverwerking
Wilgenstraat 32
8800 Roeselare
Tel.: +32 (0)51 23 23 31
Fax.: +32 (0)51 22 82 58
E-mail: info@stim-mestverwerking.be
Website: www.stim-mestverwerking.be

Dorset Milieutechnek bv
Guldenweg 21
7051 HT Varsseveld
Tel: +31 315 640 662
Fax: +31 543 475 355
E-mail:info@dorsetbv.nl
Website: www.dorsetbv.nl

S.Air International nv
Pulsebaan 48
2242 Zandhoven
Tel: 03 466 04 40
Fax: 03 466 04 49
E-mail: sair@sair.be
Website: www.sair.be

European Dry Systems (EDS)
Boterdijk 4
5853 BX Siebengewald
Tel: +31 485 441 742
Fax: +31 485 441 743
E-mail: edsbv@home.nl

4.11.14. Referenties

1. Anoniem, (1993) Mestbandbatterij met geforceerde mestdroging. Stichting Groen Label, Deventer, Nederland, BB 93-06-008
2. Anoniem (1996a) Wijziging Uitvoeringsregeling ammoniak en veehouderij. Interimwet ammoniak en veehouderij. Min. VROM en Min. LNV, Den Haag, Nederland, pp 18-20
3. Anoniem (1996b) Richtlijn Veehouderij en Stankhinder 1996. Min. VROM en Min. LNV, Den Haag, Nederland, 23 pp.
4. Anoniem (2001) Best Beschikbare Reductietechnieken voor ammoniakemissiereductie uit stallen (Versie 5.0), VLM.
5. BB 93. 03. 002; zwevende vloer en strooiseldroging
6. BB 93.03.002/A94.04.017; etagesysteem met zwevende vloer en strooiseldroging
7. BB 93.03.002/B96.04.034; etagesysteem met uitneembare en kantelbare bodemconstructie en strooiseldroging
8. BB 93.02.002/C 9610.048; etagesysteem met flexibele tussenwanden, mestband en strooiseldroging (blad in voorbereiding)
9. BB 94.04.016/A 96.10.047; geperforeerde vloer en strooiseldroging, Anoniem (1994)
10. Derden A., Meynaerts E., Vercaemst P., Vrancken K. (2006) Beste Beschikbare Technieken voor de veeteeltsector. Academia Press, Gent
11. Harn J. van (1997) Persoonlijke mededeling.
Praktijkonderzoek Pluimveehouderij, Beekbergen, Nederland
12. Klarenbeek J., van Harreveld A. Ph. en Jongebreur A.A. (1985) Geur- en ammoniakemissies bij leghennenstallen. IMAG Wageningen, Nederland, rapportnr. 70, 70 pp.
13. Kroodsma W., (1976) Het drogen van kippemest met behulp van stallucht in verschillende staltypen. IMAG-rapport 73, Wageningen, Nederland, 46 pp.

14. Kroodsma W., Arkenbout J.A. and Stoffers J.A. (1985) New system for drying poultry manure in belt batteries. IMAG Research Report 85-1, Wageningen, Nederland, 27 pp.
15. Kroodsma W., Ogink N.W.M., Bleijenberg R. en Bruins M.A. (1995) Mestdroging in een leghennenstal met mestbandbatterijen: energieverbruik, drogestofgehalte van de mest en ammoniakemissie. IMAG-DLO rapport 95-2, Wageningen, Nederland, 27 pp.
16. Kroodsma W., Bleijenberg R., Ogink N.W.M. & Wintjens Y. (1996) Nadroging van voorgedroogde leghennenmest volgens het HELI-systeem en de laagsgewijze composteermethode. IMAG-DLO rapport 96-08, Wageningen, Nederland, 47 pp.
17. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2005-2006, Praktijkboek 46, september 2005
18. Lemmens B., Elslander H., Ceulemans J., Peys K., Van Rompaey H. en Huybrechts D. (2004) Gids Luchtzuiveringstechnieken. Academia Press, Gent
19. Neukermans G. en Colanbeen M. (1994) Het drogen van leghennenmest met droogtunnel. Pluimvee; themanummer: mest/mestverwerking, pp. 23-29
20. Uenk G.H., Monteny G.J., Demmers T.G.M. en Hissink M.G. (1994) Praktijkonderzoek naar het drogen van leghennenmest in een droogtunnel en het effect op de ammoniak-, geur-, en stofemissie. IMAG-DLO rapport 94-21, Wageningen, Nederland, 29 pp.
21. Van de Weerdhof A (1995) Nieuwe nadroogsystemen voor leghennenmest. In: PP-uitgave no.33, Studiemiddagen Kalkoenenhouderij, eendenhouderij en leghennenhouderij, Beekbergen, Nederland, pp. 24-26
22. Van Horne P.L.M. (1994) Oorzaken van verschillen in energieverbruik op leghennenbedrijven. Rapport LEI-DLO, Den Haag, Nederland, nr. 3.156, 36 pp.
23. VCM, persoonlijke mededeling, 2006
24. Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking (VCM) en STIM (2004) Mestverwerking op het landbouwbedrijf: mogelijkheden en kostprijs
25. VLM (2002) Best beschikbare reductietechnieken voor ammoniakemissiereductie uit stallen Voorbereidende tekst bij de invoering van de verplichting van emissiearme stallen in Vlarem II

4.12. Drogen

4.12.1. Doel

Primair doel:
- Het concentreren van vaste mest door het verwijderen van water langs thermische weg om een volume en massareductie te verkrijgen.

Secundaire doelen:
- Fabricage van producten die beter afzetbaar zijn dan onbehandelde mest en kunnen worden geëxporteerd;
- Kiemdoding;
- Vergroting van de houdbaarheid.

4.12.2. Procesbeschrijving

Onderscheid wordt gemaakt tussen indampen (zie techniekfiche 4.8) en drogen. Bij drogen is het eindproduct vast en ligt het drogestofgehalte in de praktijk meestal dicht bij 90%. Dit hoge drogestofgehalte is nodig om groei van micro-organismen te voorkomen, een eis die door de EU bij export van varkensmest wordt gesteld. Bij drogen wordt onderscheid gemaakt naar de wijze waarop de benodigde warmte aan het te verdampen water uit de mest wordt overgedragen, namelijk door convectie of door geleiding. In het eerste geval worden hete rookgassen of warme lucht direct met de te drogen mest in contact gebracht (directe- of convectiedroger). In het tweede geval wordt warmte uit het droogmedium (stoom, heet water of thermische olie) via een wand op de te drogen mest overgedragen (indirecte of contactdroger).
Directe drogers zijn in vergelijking met de indirecte drogers doorgaans minder complex en minder gevoelig aan slijtage (geen interne bewegende delen). Bij directe drogers zijn de afgassen, een mengsel van het droogmedium en de droogdampen, erg volumineus, waardoor grote toe- en afvoerkanalen alsook omvangrijke luchtzuivering nodig zijn. Bij indirecte drogers daarentegen bestaan de afgassen uitsluitend uit droogdampen, zodat een minder volumineus leidingwerk nodig is en de installatie compacter wordt.
Bij slibdroging is de ervaring dat ontwaterd slib als dusdanig moeilijk gedroogd kan worden vermits het tijdens de droging een zogenaamde kleeffase (tussen 40% en 50% droge stof) zou doorlopen, waarbij het erg taai wordt en moeilijk kan gekneed of gemixt worden. In de droogtechniek wordt deze toestand van het slib vermeden door een terugmenging van reeds gedroogd slib met inkomend ontwaterd slib toe te passen. In de menger ontstaan hierbij harde, reeds gedroogde slibkernen bekleed met een vochtige omhullende laag, die gemakkelijk en efficiënt te drogen zijn. De mengverhouding gedroogd / niet gedroogd slib varieert tussen 0,25 voor slib met een droge stofgehalte van 40% en 0,75 voor slib met een gehalte van 20%. Om de capaciteit van de droger maximaal te benutten is het dus van belang de slib vooraf zo goed mogelijk te ontwateren. Bij een aantal mestdrogers wordt een analoge techniek toegepast.
Drogertypen die bij mestverwerking zijn toegepast zijn de trommeldroger, de wervelbeddroger en de maaldroger als directe drogers; de roterende pijpenbundeldroger en de schijvendroger als indirecte drogers.
Een specifiek type van convectieve droging is stalluchtdroging waarbij met behulp van stallucht wordt gedroogd. Bij het drogen met stallucht wordt gebruik gemaakt van de lichaamswarmte van de dieren. Bij het drogen met stallucht worden geen hoge temperaturen bereikt waardoor de emissies en de kiemdoding beperkter zijn. Dit is apart besproken (zie techniekfiche 4.11) omdat

lage temperatuur convectief drogen heel andere emissies geeft dan hoge temperatuur convectief of indirect.

Bijna altijd is een nabewerking in de vorm van pelletering of granulering nodig om het definitieve eindproduct te verkrijgen.

4.12.3. Stand van de techniek

Bij een aantal mestverwerkingsinitiatieven werd of is drogen als processtap voorzien maar de toepassingen zijn beperkt. Deze techniek is pas inzetbaar bij grootschalige mestverwerkinginitiatieven met een maximale energie-efficiëntie.

Energiezuinig drogen door toepassing van warmteterugwinning is nog weinig ontwikkeld. Uitzonderingen zijn de droger bij het systeem van MVK, waarbij een warmtepomp wordt toegepast en de installatie van Sirven in Frankrijk die met dampcompressie werkt. Deze technieken moeten zich echter nog in de praktijk bewijzen. Bij toepassen van damprecompressie is er risico op vervuiling en beschadiging van de compressor door meegesleurd stof.

Op gebied van slibdroging is er wel veel ervaring. Zo zijn er in Vlaanderen een 6-tal slibdrogers actief en zijn er meerdere gepland.

4.12.4. Grondstoffen en eindproducten

Bij het drogen van "vaste" mest ontstaat gedroogde mest. Gedroogde mest met een drogestofgehalte van > 90% is meestal het eindproduct. Bij indirecte droging van mest ontstaat naast droge mest een waterfase (condensaat).
Tijdens het drogen vindt er, naargelang de procesomstandigheden, ook een bepaalde kiemreductie plaats. Tetenburg et al. (1994) hebben voor een aantal indicatororganismen temperatuur /tijd verbanden vastgesteld bij verblijf in varkens- en pluimveemest. Hieruit kwam onder andere naar voren dat voor *Salmonella* en andere *Enterobacteriaceae* het kiemgetal tot nul kan worden gereduceerd door een behandeling van 10-20 minuten bij 70°C voor pluimveemest en 3 minuten bij 70°C voor varkensmest. Bij pluimveemest, dat na droging met pathogenen was geënt, bleek een stoombehandeling van 5-10 seconden, gevolgd door pelletisering voldoende voor een complete doding van de sporenvormer *Clostridium perfringens*. Wat betreft onkruidzaden vonden Scheepens et al. (1993) dat in het algemeen een warmtebehandeling van 90°C gedurende enkele minuten voldoende is voor complete inactivering. Ongeveer 20% van de zaden van *Abutilon theophrasti* bleek evenwel in staat om een 3 minuten durende stoombehandeling bij 104°C te overleven.

Naast de vaste producten wordt bij indirecte droging condensaatwater geproduceerd dat verder moet worden behandeld en een kleine hoeveelheid niet condenseerbare gassen. Dit condensaat is zwaar belast met CZV en stikstof. Een praktijkgeval met droging van de dikke fractie van varkensmest samen met concentraat van een indamping geeft een effluent met 900 mg/l COD en een totaal stikstofgehalte van 2300 mg N/l (Van Grieken, 2006). Bij convectieve droging is er een grote hoeveelheid vochtige verontreinigde lucht.

4.12.5. Emissies

Gasvormige emissies ontstaan bij het drogen van mest.
Bij de directe (convectieve) droging bevinden de te verwijderen geurcomponenten zich in een veel grotere gasstroom dan bij indirecte droging waardoor een omvangrijke afgasbehandeling nodig is.
Bij indirecte droging is er na condensatie van de waterdamp slechts een geringe hoeveelheid (sterk geconcentreerde) leklucht te behandelen. Behandeling van deze gassen via een kleine zure wasser gevolgd door verbranding in de ketel is een toegepaste zuivering.
Voor meer gegevens omtrent de toepasbaarheid van de luchtzuiveringstechnieken wordt verwezen naar de BBT-studie "Gids Luchtzuiveringstechnieken".

Emissie naar water vindt plaats via het condensaat waarin zich naast opgelost ammoniak vluchtige organische componenten, zoals lagere vetzuren kunnen bevinden. De concentraties zijn met name afhankelijk van de soort mest en de voorbehandeling.

In Tabel 4.36 zijn effluentconcentraties samengevat van droging van de dikke fractie van covergiste mest. De analyseresultaten zijn uitgevoerd door VITO op een piloot testinstallatie.

Tabel 4.36: Effluentconcentraties na droging van de dikke fractie na covergisting

Component		dikke fractie	Effluent van horizontale schoependroger
pH bij 20 °C	Sörensen	8,7	10
Droogrest	gew%	23,9	860
Minerale droge stof	gew%DS	20,3	49
Organische droge stof	gew%DS	79,7	810
Zwevende stof	mg/l		110
Geleidbaarheid bij 25 °C	µS/cm		11 000
BOD	mg/l O_2		380
COD	mg/l O_2		1 250
TOC			250
Totale stikstof	mg/l N		4 750
	gew%DS als N	5,7	
Nitraat stikstof	mg/l N		< 0,5
Kjeldahl stikstof	mg/l N		4 750
Ammoniakale stikstof	mg/l N		4 400
Totale fosfor	gew%DS als P_2O_5	1,3	
	mg/l P_2O_5		8
Sulfaten	mg/l SO_4^{2-}		106
Sulfiden	mg/l S^{2-}		< 0,05
Oliën en vetten	mg/l		695

Het ammoniakgehalte in het effluent kan worden verlaagd door vooraf te strippen; biogaswinning verlaagt het vetzuurgehalte omdat vetzuren in methaan worden omgezet. Voor lozing op oppervlakte water is vrijwel altijd nazuivering noodzakelijk.

4.12.6. Energiegebruik

In de volgende tabel is een overzicht opgenomen van ingeschatte energiegebruiken van drogers.

Tabel 4.37: Overzicht van ingeschatte energieverbruiken van drogers (Novem (1999)

Drogertype	Soort energie nodig	Elektrische energie (kJ/kg water)	Benodigde % droge stof ingang	Totaal primair energiegebruik (kJ/kg water)
Pijpenbundel	Stoom	35	> 65	4100
Schijvendroger	Stoom	35	30	3850
Peddeldroger	Stoom	38	> 60	5600
Trommeldroger	Gas	200	50 -65	4000
Wervelbeddroger	Gas	100-200	20-50	5050-7000
Mechanische damprecompressie		470	n.v.t.	1200
Meertrapsindamper	Stoom	700-900	20	2900

Tabel 4.38: Overzicht van ingeschatte energieverbruiken van drogers (Huybrechts, 2001)

Drogertype	thermische energie (MJ/ ton water)	Elektrische energie (kWh/ ton water)	Totaal primair energiegebruik (MJ/ton water)
indirecte droging	2800-3300	25-100	3025-4 200
conventionele droging	3 250	60	3 790
Etagedroger Deurne	2450-3650	?	?

Bij een verwerkingsproces waarin zowel indampen als drogen voorkomen kan koppeling van energiestromen worden toegepast. De waterdamp uit de droger kan worden gebruikt als verwarmingsstoom voor de indamper.

Behalve door de inzet van brandstoffen als olie, aardgas of de inkoop van elektrische energie kan de benodigde energie voor de verdamping van vocht ook worden verkregen uit de verbranding van de eigen droge stof of door biogasproductie.

Droging van dikke fractie van mest en ingedikt effluent van de indamper van 30% DS naar 90% DS heeft een stoomverbruik van 1,4 ton stoom per ton verdampt water (Van Grieken, 2006).

4.12.7. Kosten

Een opgave van de kosten in algemene zin is niet mogelijk, omdat er meerdere factoren zijn die de kosten bepalen. De investering van de drogerinstallatie wordt onder andere bepaald door de waterverdampingscapaciteit, het type droger, de toegepaste configuratie (aantal trappen, dampcompressie) en het gebruikte constructiemateriaal in verband met corrosie. Naast de kapitaalslasten (rente en afschrijving) maken de energiekosten een belangrijk deel uit van de bruto exploitatiekosten.
Voor de droging van ingedikte varkensmest zijn er geen kostcijfers beschikbaar. Ter vergelijking kan er echter op gewezen worden dat Aquafin voor de kostprijs van drogen van ontwaterd slib, een product met een gelijkaardig vochtgehalte als de dikke fractie van varkensmest, een richtwaarde van ongeveer 217 EUR per ton droge stof opgeeft..

In het algemeen kan worden gesteld dat de kosten van drogen, mede door de technische problemen die ermee gepaard gaan en de randapparatuur die nodig is voor de zuivering van de gassen

en condensaten, dermate hoog zijn dat de toepassing ervan sterk bemoeilijkt wordt; dit geldt vooral voor varkensmest.

4.12.8. Technische problemen

Problemen die zich bij het drogen van mest kunnen voordoen zijn veranderende stofeigenschappen van de mest tijdens het drogen, zoals klontvorming bij drogen (vereist "recycle" van gedroogd materiaal), veranderende viscositeit/kleefgedrag bij indampen (gummy fase), vervuiling (reiniging met zuur en loog), corrosie van constructiemateriaal.
Door de combinatie van kleine partikels, hoog organische stofgehalte, hoge temperaturen en laag vochtgehalte in gedroogde mest, bestaat er ook steeds brand- of explosiegevaar. Dit is het geval bij directe drogers waar met hete lucht wordt gedroogd. Bij indirecte drogers is er geen lucht aanwezig in de droger maar waterdamp die zorgt voor een zuurstofarme atmosfeer. Hierdoor is bij indirecte drogers geen risico op stofexplosies in de droger.

4.12.9. Milieumaatregelen

Zo nodig moet gedroogd materiaal worden bijgemengd gelet op de kleverigheid bij drogestofgehaltes van ongeveer 40 tot 60%. Verder moeten hoogwaardige staalsoorten worden gebruikt in het licht van de sterke corrosie en moeten de afvalgassen van de thermische drogers worden behandeld met technieken als stofwassing, zure wassing, biofiltratie en naverbranding om de gasvormige emissies te beperken moeten.
Het product moet een drogestofgehalte bereiken van ca. 90%.
De afgassen moeten behandeld worden, denk hierbij aan een stoffilter (vermijden vervuiling condensor of verwijderen van meegesleurd stof bij convectieve droging), condensatie (verwijdering waterdamp en energieterugwinning), thermische naverbranding (koolwaterstoffen en geur) of chemische wasser (ammoniak). De keuze van de afgasbehandeling is afhankelijk van de drooginstallatie. Voor meer gegevens omtrent de toepasbaarheid van de luchtzuiveringstechnieken wordt verwezen naar de BBT-studie "Gids Luchtzuiveringstechnieken".
De droger kan energiezuiniger zijn door te kiezen voor mechanische damprecompressie of meertrapsindamping (zie Huybrechts en Dijkmans, 2001). Deze systemen zijn evenwel nog niet volledig op industriële schaal ontwikkeld voor drogers. Bij indampers is mechanische damprecompressie wel reeds bewezen.

4.12.10. Capaciteit

Hoewel droogapparatuur in diverse capaciteiten leverbaar is, beperkt de toepassing zich tot op heden tot de meer grootschalige mestverwerkingsprocessen.

4.12.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Thermische droging wordt toegepast in enkele mestverwerkingsinitiatieven. Voldoende aandacht dient besteed te worden aan de luchtemissies en de condensaten die vrijkomen bij droging.

4.12.12. Vergelijkbare technieken

Compostering (techniekfiche 4.13), stalluchtdroging (techniekfiche 4.11), kalkbehandeling (techniekfiche 4.16.6) en verbranden (techniekfiche 4.14) zijn ook technieken om een droger product af te leveren.
Een recent voorgestelde techniek die eveneens op een betrekkelijk eenvoudige manier de mest hygiëniseert maar niet droogt is verhitting door middel van een warmtevijzel. De warmtevijzel kenmerkt zich door gebruik te maken van een buitenmantel en een holle vijzelas waardoor thermische olie loopt. De warmtevijzel wordt direct na de mechanische scheiding van dunne en dikke fractie (zie techniekfiche 4.4) voorzien. De olie wordt opgewarmd tot 160-180 °C en geeft zijn warmte af aan de gevijzelde dikke mest. De opgewarmde mest (> 70 °C) wordt nadien opgevangen en tenminste 1,5 uur op > 70 °C gehouden (infofiche Benticare, 2002). Ook stoominjectie kan toegepast worden.

4.12.13. Informatiepunten

VCM
Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking
Abdijbekestraat 9
8200 Sint-Andries, Brugge
Tel.: +32 (0)50 40 72 01
Fax: +32 (0)50 40 74 89
Website: www.vcm-mestverwerking.be

STIM
Stimulering Innovatieve Mestverwerking
Wilgenstraat 32
8800 Roeselare
Tel.: +32 (0)51 23 23 31
Fax.: +32 (0)51 22 82 58
Website: www.stim-mestverwerking.be

4.12.14. Referenties

1. Huybrechts D. en Dijkmans R. (2001) Beste Beschikbare Technieken voor de verwerking van RWZI- en gelijkaardig industrieel afvalwaterzuiveringsslib, Vlaamse BBT-kenniscentrum, Academia Press, Gent.
2. Info-map bezoekers stal, Min. LNV Demoproject: Ecostal (febr. 2000)
3. Lemmens B., Elslander H., Ceulemans J., Peys K., Van Rompaey H. en Huybrechts D. (2004) Gids Luchtzuiveringstechnieken. Academia Press, Gent
4. Novem (1998) Energie-efficiënt drogen en verwerken van slib en mest. Novem, Mint-studie
5. Scheepens P.C., Arts M.W.M.F., Bloemhard C.M.J. and Elema A.G. (1993)Inactivation of weed seeds during drying and pelleting of pig manure. In: M.W.A.
6. ten Have P.J.W., Schellekens J.J.M., Doornbos J., Rijpma J. en Uenk J. (1996) Vergroting afzet varkensmest door be- en verwerking; een ketenstudie. Rapport CIOM, Wageningen, Nederland, ISBNnr. 90-74926-06-1

7. Tetenburg G.J., Vecht U. & van Leeuwen J.M. (1994) Onderzoek naar de veiligheid van producten van mestverwerkingsfabrieken. Kiemgetalreductie van dierpathogenen na temperatuurbehandeling van mest. Rapport ID-DLO, Lelystad, Nederland
8. Van Grieken Wim, 2006, Discover, persoonlijke mededeling
9. van Voorneburg F. (1993) Drogen en indampen van mest: ervaringen en perspectieven. Proces Technologie (Nederland) juni 1993, pp. 38-43
10. van Voorneburg F., ten Have P.J.W., Snijders J.H. en Schneiders L.H.J.M. (1995) De zure wassing van ammoniak uit damp in een indamp-/dampwascombinatie voor varkensmest. Rapport TNO Milieu- en Energietechnologie nr. R95-218, Apeldoorn, Nederland
11. Verstegen, L.A. den Hartog, G.J.M. van Kempen & J.H.M. Metz (Eds), Nitrogen flow in pig production and environmental consequences. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, Nederland, pp. 427-430.

4.13. Composteren

4.13.1. Doel

Composteren is een proces waarbij biodegradeerbaar materiaal onder gecontroleerde omstandigheden en onder aerobe condities, d.i. in aanwezigheid van zuurstof, door micro-organismen wordt omgezet en afgebroken.
Het doel van het composteren van mest, ook wel biothermisch drogen genoemd, is het bekomen van kiemdoding door verhoging van de temperatuur, de vermindering van het volume en het gewicht door vochtverdamping, de stabilisatie van het organisch materiaal.

4.13.2. Procesbeschrijving

a. Microbiologisch Proces

Bij het composteringsproces zijn een groot aantal verschillende micro-organismen (bacteriën, schimmels, protozoa, ...) betrokken. Onder invloed van deze micro-organismen wordt organische stof door oxidatie met zuurstof omgezet in CO_2 en water. Tevens ontstaan een aantal restgassen, zoals ammoniak en vluchtige zwavelverbindingen, die aanleiding kunnen geven tot geurhinder. De afbraak van organische stof in het composteringsproces kan in vereenvoudigde vorm als volgt worden weergegeven:

$$\text{Organische stof} + \text{zuurstof} \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{restgassen} + \text{energie}$$

De microbiologische processen grijpen enkel in op (een gedeelte van) de biologisch afbreekbare organische fractie van de verwerkte materialen. De niet-biologisch afbreekbare organische en minerale fracties worden in principe onveranderd in het eindmateriaal teruggevonden.
De energie die vrijkomt bij het afbraakproces, wordt deels gebruikt voor de stofwisselingsprocessen van de micro-organismen en de opbouw van nieuwe biomassa. Het grootste deel van de afbraakenergie komt echter vrij als warmte. Hierdoor neemt de temperatuur in het composterende materiaal toe, waardoor water uit het materiaal gaat verdampen. De verdamping van water én de afbraak van organisch materiaal veroorzaken samen een aanzienlijke massa- en volumereductie van het composterende materiaal. Bij langdurige compostering is de resterende massa niet groter dan één derde tot de helft van de oorspronkelijke massa. Bij compostering kan 30-50% van de droge stof worden afgebroken. Er kan een vochtgehalte van 20-40% en een volumereductie van 60% worden bereikt.
Naast microbiologische omzettingen treden tijdens het composteringsproces ook zuiver chemische reacties op. Zo worden microbiële afbraakproducten omgevormd tot humuszuren. Deze geven aan de compost de typische donkerbruine kleur en leveren een belangrijke bijdrage tot de bodemverbeterende kwaliteiten van de gevormde compost. Het verloop van het composteringsproces kan meestal onderverdeeld worden in 2 fases die geleidelijk in elkaar overlopen: de thermofiele fase en de rijpingsfase.

Thermofiele fase

In de eerste fase van het composteringsproces zijn, zeker bij snel afbreekbare materialen nog relatief grote hoeveelheden gemakkelijk afbreekbaar materiaal aanwezig (vetten, laag moleculaire eiwitten, oplosbare en snel afbreekbare suikers). Hierdoor verlopen de microbiële afbraakprocessen snel. Dit gaat gepaard met een grote warmteproductie, en een snelle stijging van de temperatuur, tot 70 °C en meer wanneer geen bijkomende maatregelen genomen worden. Bij

temperaturen boven 70 °C blijven echter weinig micro-organismen actief, zodat de afbraaksnelheid spontaan weer afneemt. Hierdoor zal de temperatuur zich in de eerst fase van het composteringsproces spontaan stabiliseren op maximaal 70 à 80 °C. De beginfase van het composteringsproces wordt omwille van de hoge temperaturen ook thermofiele fase genoemd. In deze fase zijn vooral diverse bacteriën actief.

Rijpingsfase

Naarmate het composteringsproces vordert, neemt de hoeveelheid gemakkelijk afbreekbaar materiaal af. Hierdoor gaan de afbraakprocessen minder snel verlopen, zodat minder warmte wordt geproduceerd, en de temperatuur geleidelijk zal gaan dalen tot ca. 35 °C. Het proces komt dan in de rijpingsfase. Tijdens deze fase worden de langzaam afbrekende fracties, zoals celluloserijke en houtachtige materialen, afgebroken door gespecialiseerde micro-organismen, voornamelijk schimmels en actinomyceten. Deze zijn herkenbaar aan hun typische 'bosgeur'.

b. Procesparameters

Belangrijke procesparameters bij compostering zijn: het zuurstofgehalte, het vochtgehalte, de structuur (porositeit), de temperatuur, de C/N verhouding en de pH van het te composteren materiaal. Deze parameters kunnen gebruikt worden om het composteerproces actief te sturen, dan wel om het verloop ervan op te volgen.

Zuurstofgehalte

Om het composteringsproces optimaal te laten verlopen, is het van belang dat voldoende lucht (zuurstof) aanwezig blijft in het composterende materiaal. Bij te lage zuurstofconcentraties zullen de aerobe afbraakprocessen vertragen. Dit leidt tot onvolledige oxidatie van koolstofverbindingen, met vorming van vetzuren en andere laagmoleculaire organische zuren, waardoor de pH daalt, het procesmilieu fundamenteel verandert, en anaerobe reacties (vergisting) in het materiaal gaan optreden. Dit alles is ongewenst, ondermeer omwille van de negatieve invloed op de geurproblematiek. Regelmatig omzetten bevordert de zuurstoftoevoer, enerzijds omdat het materiaal tijdens het omzetten in contact gebracht wordt met lucht, anderzijds omdat het materiaal na het omzetten opnieuw een luchtigere structuur krijgt, waardoor de natuurlijke trek in het materiaal toeneemt. Verder kan ook geforceerde beluchting worden toegepast om extra zuurstoftoevoer te realiseren. Ook een goede porositeit (zie verder) is belangrijk.

Vochtgehalte

Het vochtgehalte is een tweede belangrijke parameter in het composteerproces. Zowel te hoge als te lage vochtgehaltes kunnen het proces negatief beïnvloeden. Als het vochtgehalte te hoog is, verdringt het vocht de lucht uit de poriën van het materiaal, waardoor zuurstofgebrek kan ontstaan. Als het vochtgehalte te laag is, vermindert de microbiële activiteit.
Het vochtgehalte waarbij het composteringsproces optimaal verloopt, is afhankelijk van de aard van de verwerkte materialen, het gehalte organische stof, de processturing, het stadium van het composteerproces, enz. Afhankelijk van deze factoren kan het optimaal vochtgehalte bij mest, GFT- en groencompostering ergens tussen 35 en 65% liggen. Voor champignonsubstraatbedrijven ligt het optimaal vochtgehalte in het begin van het composteringsproces (bij het vullen van de tunnels) tussen 71 tot 74%.
Naast een daadwerkelijke meting van het vochtgehalte kan ook gewerkt worden met de zogenaamde "knijptest[24]". Hierbij wordt met de hand een deel compost genomen en in de vuist

samengedrukt. Indien zichtbaar water vrijkomt tussen de vingers, dan is het compostmonster te nat. Indien bij het terug openen van de vuist het monster uit elkaar valt, dan is de compost te droog. Een compostmonster bevindt zich derhalve bij het optimale vochtgehalte indien bij het samendrukken een compacte bal wordt gevormd, zonder dat hierbij waterverlies tussen de vingers optreedt. Wordt de bal met een lichte druk aangeraakt, dan valt hij uit elkaar in een beperkt aantal kleinere stukken. Indien hierbij enkel vervorming optreedt, dan is het vochtgehalte te hoog.

In de beginfase van de compostering is het vochtgehalte van het materiaal vaak nog relatief hoog. Tijdens het composteringsproces wordt water uit het materiaal verdampt,waardoor het materiaal langzaam uitdroogt. Om het vochtgehalte voldoende hoog te houden, kan het materiaal periodiek worden bevochtigd. Dit bevochtigen kan gebeuren op basis van ervaringskennis, of op basis van een daadwerkelijke meting van het vochtgehalte. In de laatste fase van het proces wordt doorgaans niet meer bevochtigd, omdat een te hoog vochtgehalte in het eindproduct niet gewenst is. Het afzeven wordt erdoor bemoeilijkt en de productkwaliteit vermindert.

Structuur (porositeit)

De structuur (porositeit) van het te composteren materiaal is een belangrijke parameter die grote invloed heeft op de luchtvoorziening en de vochthuishouding. Voor een goede zuurstoftoevoer (factor lucht) is het van belang dat het te composteren materiaal een voldoende luchtige structuur (voldoende porositeit) heeft (25 tot 35%). Materiaal met een te lage porositeit kan eventueel opgemengd worden met (grof) structuurmateriaal, b.v. houtsnippers, om de structuur te verbeteren. De structuur mag echter ook niet te luchtig zijn, omdat hierdoor de kans op uitdroging (factor vocht) toeneemt, en de temperatuur te sterk kan dalen (waardoor geen goede hygiënisatie kan optreden).
Het onderlinge samenspel van de factoren structuur, lucht en vocht, brengt b.v. met zich mee dat materiaal met veel structuur, b.v. grof snoeihout, gecomposteerd kan worden als het vrij nat is, terwijl materiaal met weinig structuur bij eenzelfde vochtgehalte zal verstikken.

Temperatuur

Het composteringsproces verloopt optimaal bij een temperatuur van 50 à 60 °C. Als de temperatuur te hoog wordt, wordt een groot deel van de micro-organismen geïnactiveerd. Aan de andere kant moet de temperatuur voldoende hoog zijn om te verzekeren dat ziektekiemen en onkruidzaden afgedood worden.
Bij intensieve compostering wordt de temperatuur van het composterende materiaal geregeld op 50 à 60 °C. Dit gebeurt door het materiaal geforceerd te beluchten, hetgeen voor warmte-afvoer zorgt en tegelijk het zuurstofgehalte doet stijgen. De beluchtingsgraad die nodig is om de gewenste warmteafvoer te realiseren, is vaak dermate hoog dat het zuurstofgehalte geen beperkende factor meer is. In de praktijk wordt het composteringsproces bij intensieve compostering daarom vaak in hoofdzaak op temperatuur geregeld.

C/N verhouding

Voor de C/N ratio, de verhouding tussen de hoeveelheid koolstof en stikstof in het materiaal, wordt een verhouding van 20-30/1 in het begin van het composteringsproces als optimaal beschouwd (afhankelijk van de aard van de verwerkte materialen). Bij een te lage C/N verhouding kunnen de micro-organismen niet voldoende endogeen (eigen lichaamsopbouw) materiaal produceren. Zij verbruiken zo minder en leggen ook minder stikstof vast. Dit betekent dat stik-

stof in minerale vorm beschikbaar komt in het composterend materiaal en nadien verloren kan gaan, hetzij als gas (ammoniak), hetzij als ammonium- of nitraatzout in het percolaat. Bij een te hoge C/N verhouding wordt de groei van de micro-organismen begrensd door het N-tekort, waardoor de compostering niet goed op gang komt.

pH

De beginfase van het composteringsproces gaat gepaard met de vorming van organische zuren. Dit veroorzaakt een daling van de pH. Naarmate het composteringsproces vordert, gaat de pH opnieuw stijgen als gevolg van de afbraak van de organische zuren en de alkalische werking van anorganische zouten. De pH van uitgerijpt mest, GFT- of groencompost is gewoonlijk neutraal of licht alkalisch.

c. Algemene procesvoering in composteringsinstallaties

Wat betreft de procesvoering in composteerinstallaties kan onderscheid gemaakt worden tussen:
– compostering in open lucht;
– compostering in gesloten systemen (hallen of tunnels).

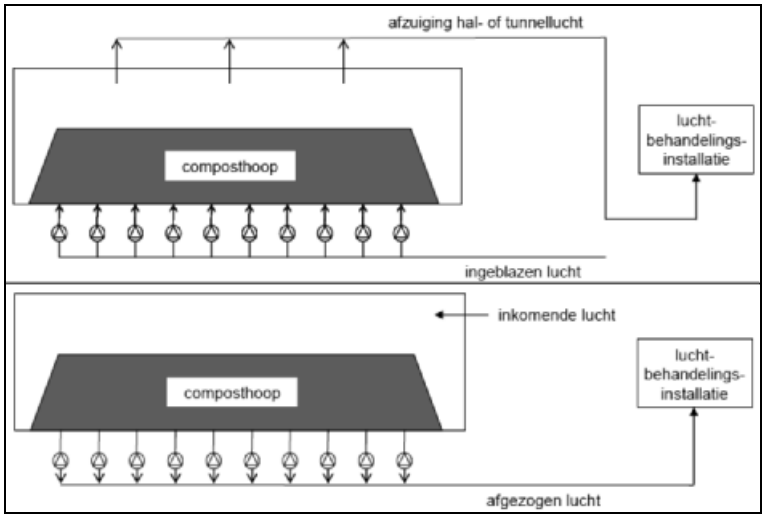
Voor composteren of co-composteren van mest in open lucht kan in Vlaanderen echter geen milieuvergunning worden bekomen, hierdoor wordt er in dit document niet verder op deze techniek ingegaan. De algemene procesvoering wordt hier reeds uiteengezet. Indien men een compostering wenst op te starten en men alle detailinformatie wenst over composteren en specifieke BBT's voor composteren wordt verwezen naar de BBT-studie "Composteer- en Vergistinginstallaties".

Compostering in gesloten systemen wordt toegepast in alle grootschalige composteringsinstallaties, uitgezonderd in groencomposteerinstallaties. Voorbeelden van installaties met compostering in gesloten systemen zijn mest, GFT-composteerinstallaties en champignonsubstraatbedrijven.

Bij compostering in gesloten systemen kan onderscheid gemaakt worden tussen:
– halcompostering;
– tunnelcompostering.

Halcompostering

Bij halcompostering gebeurt de compostering in een van de buitenlucht afgesloten hal. Het composterende materiaal wordt in de hal opgezet in hopen met een hoogte van ca. 2-4 m. De hopen worden regelmatig (b.v. wekelijks) omgezet, bevochtigd en geforceerd belucht door middel van ventilatoren. De beluchtingvloer kan ofwel bestaan uit een netwerk van geperforeerde buizen ofwel uit een rooster met daaronder een beluchtingkelder. Er wordt zowel gebruik gemaakt van zuigbeluchting als van blaasbeluchting (zie Figuur 4.16, p. 196).



Figuur 4.16: Processchema's van respectievelijk blaas- en zuigbeluchting

Bij halcompostering met blaasbeluchting wordt de lucht van onder naar boven doorheen het composterende materiaal in de hal geblazen. Samen met de lucht worden ook warmte, vocht, CO2 en geurcomponenten in de hal ingeblazen. Hierdoor heersen in de hal vrij extreme en agressieve condities. Hiermee moet o.a. rekening gehouden worden bij de materiaalkeuzes. Ook maakt het de hal ongeschikt voor (langdurige) aanwezigheid van personen. De procesvoering in hallen met blaasbeluchting gebeurt dan meestal ook volautomatisch. Er wordt gebruik gemaakt van automatisch gestuurde transportbandensystemen om de hopen op te zetten, en van automatische machines, b.v. een afgraafrad, voor het omzetten. Het materiaal wordt typisch opgezet in een langgerekte tafelhoop, die bestaat uit verschillende 'velden'. Bij elke omzetbeurt wordt het composterende materiaal overgezet naar een volgend 'veld', zodat het zich verplaatst in de lengterichting van de hal. De lucht uit de hal wordt afgezogen en gedeeltelijk opnieuw gebruikt voor de beluchting. Het niet hergebruikte gedeelte wordt behandeld in een luchtreinigingsinstallatie.

Bij halcompostering met zuigbeluchting wordt de lucht van boven naar onder doorheen het composterende materiaal uit de hal gezogen. Door de lucht door het materiaal te zuigen, wordt grotendeels vermeden dat warmte, vocht, CO_2 en geurcomponenten samen met de composteringslucht in de hal terecht komen. In een hal met zuigbeluchting kunnen hierdoor wel werkzaamheden door personeel plaatsvinden. Het omzetten van de hopen kan gebeuren door middel van wielladers, of door een automatische machine. Een nadeel van zuigbeluchting is dat de buitenste laag van de composthoop de neiging heeft te fel af te koelen. Om dit te voorkomen kan het noodzakelijk zijn de inkomende lucht door middel van een warmtewisselaar op te warmen tot een temperatuur > 5°C. Bovendien komen bij zuigbeluchting grotere hoeveelheden percolaatwater en vaste stoffen in de luchtkanalen terecht, waardoor makkelijker verstoppingsproblemen kunnen optreden.

De beluchtingsgraad die nodig is om de gewenste warmteafvoer te realiseren, is vaak dermate hoog dat de zuurstoftoevoer en de vochtafvoer geen beperkende factoren meer zijn. In de praktijk wordt het composteringsproces bij intensieve compostering daarom vaak in hoofdzaak op temperatuur geregeld. Hierbij wordt het totale luchtdebiet en/of de verhouding buitenlucht (koud) / gerecirculeerde lucht (warm) gevarieerd in functie van de temperatuur.

Tunnelcompostering

Bij tunnelcompostering heeft de compostering plaats in rechthoekige tunnels met een lengte van 30-40 m en een hoogte en breedte van 3-5 m. De tunnels zijn meestal uit beton gebouwd en zijn aan één zijde (soms aan voor- en achterzijde) afsluitbaar met een geïsoleerde deur. De tunnels worden gevuld en geledigd met behulp van een wiellader of met een automatisch transportbandensysteem. Tijdens de compostering wordt het materiaal bevochtigd en intensief belucht door middel van blaasbeluchting, waarbij de composteringslucht gedeeltelijk wordt gerecirculeerd. De beluchting gebeurt via de tunnelvloer. Deze kan ofwel bestaan uit een rooster met daaronder een beluchtingkelder ofwel uit geperforeerde buizen met daarop zogenaamde "spigots" (taps toelopende tuitjes) waar de lucht doorheen geblazen wordt. Voor de processturing wordt gebruik gemaakt van een computergestuurde/automatische klimaatregeling. Tijdens het verblijf in de tunnel wordt het materiaal niet omgezet. Wel kan gewerkt worden met 2 of meerdere composteringscycli, waarbij het materiaal tussentijds uit de tunnel gehaald wordt, en na menging en eventueel bevochtiging, in een volgende tunnel wordt ingebracht (het zogenaamde 'omtunnelen'). Dit omtunnelen heeft een gelijkaardige functie als het omzetten of keren bij compostering in open lucht of in hallen.

d. Algemene procesvoering in mestcomposteringsinstallaties

Stapelbare pluimveemest afkomstig uit vleeskuikenstallen en leghennenstallen, met ventilatielucht gedroogde pluimvee- en varkensmest (zie techniekfiche 4.18), is goed composteerbaar. Vloeibare mest (varkens, runderen en pluimvee) kan echter als zodanig niet worden gecomposteerd. Het vochtgehalte ligt immers nog veel te hoog (geen porositeit) en bovendien heeft varkensmest een te lage C/N-waarde om vlot composteerbaar te zijn.
Het toevoegen van droog organisch materiaal, zoals bermgras, stro, houtsnippers, droge kippenmest, paardenmest of groencompost, aan ruwe mest kan hiervoor een oplossing zijn. Dit kan reeds op stalniveau gebeuren door de stalvloer te bedekken met van stro of zagemeel. Een andere mogelijkheid is de scheiding van de varkensmest, waarbij een stapelbare dikke fractie wordt geproduceerd met 20-35% droge stof (zie techniekfiche 4.4). Bijmenging van andere stoffen is echter nog steeds noodzakelijk om een goede C/N-verhouding te krijgen. Gips kan ook aan het uitgangsmateriaal worden toegevoegd. Gips geeft een betere structuur aan de compost omdat colloïdale stoffen worden uitgevlokt. De compost wordt daardoor minder 'vettig' en beter toegankelijk voor lucht. Verder speelt het gips ook een rol in de regeling van het zuurtegraad van het mengsel.

Veelal wordt het composteringsproces doorgevoerd in een bedrijf dat zich specifiek toelegt op mestverwerking. Deze bedrijven kunnen vrij grootschalig zijn en beschikken over de nodige kennis om het composteringsproces in optimale omstandigheden te laten verlopen. De ruwe mest wordt in veel gevallen op het landbouwbedrijf gescheiden en de dikke fractie wordt dan naar het composteringsbedrijf vervoerd. De dunne fractie kan ofwel op het land worden gevoerd ofwel verder verwerkt.

Volgende processtappen worden doorlopen bij de compostering van mest:
- Aanvoer van de grondstoffen;
- Voorbewerking;
- Compostering;
- Narijping;
- Nabewerking.

Aanvoer en ontvangst

De gebruikte grondstoffen (stro, paarden- en/of kippen- en/of varkensmest, en gips) worden meestal per vrachtwagen aangevoerd. De opslag van paarden- en/of kippenmest en van gips gebeurt meestal in een hal, soms (vooral vroeger) ook in open lucht. Stro wordt meestal in open lucht opgeslagen.

Voorbewerking

Tijdens de voorbewerking worden grove bestanddelen en verontreinigingen verwijderd. Indien nodig wordt ook structuurmateriaal bijgemengd. Tot slot wordt de gehomogeniseerde mest door middel van transportbanden of wielladers naar de composteerruimte gebracht en daar opgezet in hopen of in de tunnels gebracht.

Compostering

De intensieve compostering van mest kan verscheidene weken in beslag nemen, en gebeurt tegenwoordig steeds in gesloten systemen, zodat de proceslucht kan worden opgevangen en gereinigd. Er wordt gebruik gemaakt van hal- en tunnelcompostering, en van blaas- en zuigbeluchting.

Narijping

Bij compostering van mest kan de narijping soms in open lucht of onder afdak worden uitgevoerd, doch in de meeste installaties wordt hier gewerkt in een gesloten hal. Tijdens de narijpingsfase gaat het composteringsproces nog traag verder, zodat het resterend moeilijk afbreekbaar materiaal verder wordt afgebroken. Het materiaal wordt tijdens de narijping nog af en toe omgezet, en soms ook belucht of bevochtigd, doch de procesvoering is minder intensief dan in de eigenlijke composteringsstap. Narijping is vooral belangrijk met het oog op het bekomen van een stabiel, uitgerijpt eindproduct.
Narijping kan ook plaatsvinden na de nabewerking.

Nabewerking

In de nabewerking wordt de -compost afgezeefd op de gewenste fractie(s), b.v. kleiner dan 10 of 15 mm. Het grovere, structuurrijke organisch materiaal wordt teruggevonden in de zeefoverloop en wordt terug in het composteerproces ingebracht.
Voor zover dit nog niet gebeurd is in de voorbewerking, kan in de nabewerking ook nog verwijdering van verontreinigingen plaatsvinden. Net zoals bij de voorbewerking is bij de nabewerking een groot aantal configuraties van processtappen mogelijk. Zo kunnen b.v. meerdere zeefstappen worden toegepast, waardoor er compostkwaliteiten met verschillende 'fijnheid' worden verkregen.

Om gecomposteerde varkensmest te kunnen exporteren moet aan de verordening (EG) Nr. 1774/2002 voldaan worden. Dit betekent onder andere dat een behandeling van 70 °C gedurende 60 minuten nodig is om een vergaande kiemdoding mogelijk te maken. Bij kippenmestcompostering kan door processturing deze temperatuur snel bereikt worden. Voor de compostering van de dikke fractie van vleesvarkensmest kan het voldoen aan deze voorwaarde wel een probleem vormen tenzij dit gemengd wordt met kippenmest.

4.13.3. Stand van de techniek

Compostering is een oud proces. De laatste jaren is er vooral ervaring opgedaan wat betreft de compostering van kippenmest, vermits deze mestsoort relatief makkelijk te verwerken is. Varkensmest is moeilijker te composteren en wordt daarom meestal gemengd met stro, bermgras of kippenmest om de compostering te vergemakkelijken. Intussen wordt op veel plaatsen ook gewerkt aan de optimalisatie en beheersing van het procesverloop bij mestcompostering. In toenemende mate wordt daarbij aandacht gegeven aan de beperking van de emissie van geur en stikstofverbindingen. Een belangrijke richting is compostering in gesloten behuizing met processturing door regeling van de beluchting, waarbij de emissies door nageschakelde gasreinigingsapparatuur worden geminimaliseerd.

Toch zijn er systemen die op grotere landbouwbedrijven worden toegepast. Het gaat meestal om tunnelcompostering waarbij onder de gestapelde mest een speciale beluchtingvloer zorgt voor een optimale luchtverdeling. Bij bepaalde systemen is de automatisering ver doorgedreven en kan het volgende omvatten:
→ laden lossen van de tunnels;
→ het keren van de mest;
→ temperatuurscontrole;
→ regeling van de beluchting.

Het composteringsproces van één batch duurt 3-4 weken. Uit hygiënische overwegingen wordt de gecomposteerde mest gescheiden opgeslagen van de te composteren mest. De proceslucht wordt via een ventilatiesysteem afgevoerd. De afgevoerde lucht wordt behandeld door een zure wasser voor de verwijdering van ammoniak. Daarna kunnen de gassen eventueel nog verder behandeld worden d.m.v. een actief koolfilter of biofilter voor de verwijdering van geurcomponenten.

4.13.4. Grondstoffen en eindproducten

Het composteringsproces vraagt een vochtgehalte van 40-50%. Dunne mest moet dus vooraf ingedikt en eventueel gedroogd worden. Het organisch stofgehalte moet voldoende hoog zijn. In veel gevallen worden droge, C-rijke grondstoffen toegevoegd om de porositeit te verbeteren of de N-emissie te verminderen. Het gaat hierbij meestal om stro, bermgras, houtkrullen, gedroogde kippenmest of groencompost. Verder kunnen er hulpstoffen worden gebruikt, zoals bentoniet of zeoliet, om de emissie van ammoniak door absorptie te verminderen.

De samenstelling van het eindproduct is sterk afhankelijk van de mestsoort, de voorbehandeling (b.v. scheiding), eventuele toeslagstoffen en de wijze en duur van composteren. Bij wijze van voorbeeld wordt in Tabel 4.39, p. 200, de samenstelling gegeven van de dikke mest na een snelle “compostering” in de proefinstallatie van Bouwman (Starmans en Verdoes, 2002). Bij deze korte behandeling verdween 30% van de massa en 30% van de aanwezige N (85% van de verdwenen N werd in de luchtwasser gecapteerd). Bij langdurigere compostering is de resterende massa niet groter dan één derde tot de helft van de oorspronkelijke massa. Bij compostering kan 30-50% van de droge stof worden afgebroken. Er kan een vochtgehalte van 20-40% en een volumereductie van 60% worden bereikt; lagere vochtgehalten zijn zeer moeilijk te bereiken omdat de omstandigheden voor microbiële afbraak dan te ongunstig worden. Gecomposteerd materiaal is meestal steekvast. In Vlaanderen worden zeer strikte eisen gesteld aan de rijpheidsgraad/stabiliteit van compost. Voor export en gebruik als bodemverbeteraar of organische meststof is het niet altijd nodig dat het product van de compostering volledig uitgerijpt is, behalve

op specifieke vraag van de klant (VCM, persoonlijke mededeling). Dit heeft als groot voordeel dat de composteringstijd kan ingekort worden.

Tabel 4.39: Tabel 4.38: Samenstelling eindproduct na compostering / biothermisch drogen van mengsels van pluimveemest en ingedikte varkensmest

Materiaal	Ds %	Org. Stof %	N tot. %	N org. %	NH_4- N %	NO_3- N %	P_2O_5 %	K_2O %	Massa % van start mengsel	pH
Tunnelcompostering Bouwman (Starmans en Verdoes, 2002, verblijftijd 10-12 uur										
Dikke varkensmest	30	20	0,95	0,61	0,35	<0.01	1,80	0,58	26	9,0
Kalkoenmest mt strooisel	57	46	2,75	2,17	0,59	<0.01	2,21	2,10	74	7,6
Mengsel beide mestsoorten	42	33	2,09	1,34	0,75	<0,01	1,91	1,51	100	8,0
Eindproduct	47	37	2,58	2,00	0,58	<0,01	2,15	1,81	73	8,3

Tijdens de compostering is er ook een vrij verregaande kiemdoding mogelijk, die o.a. het gevolg is van de oplopende temperatuur. Uit een door Strauch (1996) gegeven overzicht blijkt echter dat meestal een temperatuur van 55 of 60°C over een periode van 1 tot 3 weken vereist is om tot een voldoende kiemdoding te komen. De Europese Verordening 1774 schrijft een behandeling van minimum 60 minuten op 70 °C voor (zie ook hoofdstuk 3). Bij kippenmestcompostering kan door processturing deze temperatuur snel bereikt worden. Voor de compostering van de dikke fractie van vleesvarkensmest kan het voldoen aan deze voorwaarde wel een probleem vormen tenzij dit gemengd wordt met kippenmest. Compostering blijkt voor de inactivatie van *Clostridium perfringens* en enterococcen soms onvoldoende (BMA, 2001).

4.13.5. Emissies

Inherent aan het proces is de emissie van CO_2 en water die vrijkomt bij de afbraak van de organische stof en de vochtverdamping als gevolg van warmteontwikkeling en de uitdrogende werking van door- en overgeblazen lucht. Er vindt emissie van geur, NH_3, mogelijk N_2O en geurcomponenten plaats. Daarnaast is er emissie van fijn stof en micro-organismen mogelijk. Dit laatste is in eerste instantie een arbeidsveiligheidsprobleem (vb. *Aspergillus fumigatus*).

Geurcomponenten

In de beginfase van het composteringsproces is de vorming van geurcomponenten het grootst. In deze fase van het proces is immers de microbiële activiteit het hoogst. Naarmate het composteerproces vordert en het materiaal meer uitrijpt, vermindert de microbiële activiteit en dus ook de vorming van geurcomponenten. Een belangrijke oorzaak van geuremissies bij composteringsprocessen is het optreden van anaerobie. Indien tijdens het composteringsproces tijdelijk of plaatselijk anaerobe condities ontstaan in het composterend materiaal, heeft dit een negatieve invloed op de geurproblematiek. Ook te hoge temperaturen, te lage vochtgehaltes, ... kortom elke afwijking van de optimale composteercondities, kunnen aanleiding geven tot de vorming van meer hinderlijke geurcomponenten.
Vergelijkbaar aan het composteren van mest is de bereiding van champignonsubstraat waarbij gebruik gemaakt wordt van stro (bij voorkeur tarwestro), paarden- en kippenmest, gips en ent-

materiaal (mycelium). In de onderstaande Tabel 4.40 worden ter illustratie de resultaten gegeven van geurmetingen bij een Vlaamse champignonsubstraatbedrijf (De Roo K. et al, 1998).

Tabel 4.40: Geuremissies gemeten bij een Vlaams champignonsubstraat bedrijf

Emissiepunt	Geurconcentratie (1000 ge/Nm^3)	Berekend geëmitteerd Debiet (m^3/h)	Geuremissie (1000 ge/s)
Na 1 dag composteren	5 420	12 500	18 800
Na 6 dagen composteren	1 180	1 875	620
Afkoelingsfase	340	25 000	2 360
Pasteurisatiefase	27	14 000	0,11
Conditioneringsfase	49	14 000-16 000	0,19-0,22
Percolaattank	960	9 800	2 600

Bron: De Roo K. et al, 1998

S-verbindingen leveren een belangrijke bijdrage aan de typische geur bij het composteren van mest en bij de bereiding van champignonsubstraat. Ondermeer H_2S, dimethylsulfide (DMS), methaanthiol en dimethyldisulfide (DMDS) spelen hierbij een rol. De vorming van deze componenten zou vooral veroorzaakt worden door de aanwezigheid van organische S-verbindingen in de gebruikte grondstoffen (stro, kippen-, varkens- en paardenmest).

NH_3

Naast geurcomponenten doen zich tijdens het composteringsproces ook emissies voor van ammoniak. Bij compostering wordt het gevormde NH_3 meegenomen met de afgevoerde lucht, eventueel geheel of gedeeltelijk verwijderd in de luchtbehandelinginstallatie, en tot slot in de omgeving geëmitteerd. Naast het eigenlijke composteerproces zijn ondermeer ook de ontvangst en opslag van de te verwerken stoffen, de mechanische bewerkingen en de afvalwateropslag mogelijke bronnen van NH_3-emissies.
De hoeveelheid ammoniak die geproduceerd wordt tijdens het composteerproces is ondermeer afhankelijk van de procesvoering, de hoeveelheid stikstof in het ingangsmateriaal en de C/N verhouding. Bij een te lage C/N verhouding kunnen de micro-organismen niet voldoende endogeen (eigen lichaamsopbouw) materiaal produceren. Zij verbruiken zo minder stikstof en leggen ook minder stikstof vast. Dit betekent dat stikstof in minerale vorm beschikbaar komt in het composterend materiaal en nadien verloren kan gaan, hetzij als gas (ammoniak), hetzij als ammonium- of nitraatzout in het percolaat. Vooral installaties die N-rijke materialen verwerken kunnen te maken hebben met hoge NH_3 emissies (meer dan 200 mg/Nm³) (Kriesch S.). In het omgekeerde geval, bij hoge C/N verhoudingen in de verwerkte materialen, zal de NH_3 emissie eerder beperkt zijn. Als optimale C/N verhouding wordt 20 a 35 aangegeven. De start pH is best ook niet te hoog. Bij hoge temperatuur verschuift het evenwicht NH_4^+ naar NH_3.
Naar analogie als bij de geurcomponenten worden in Tabel 4.41, p. 202, ter illustratie de resultaten gegeven van NH3-metingen bij een Vlaamse champignonsubstraatbedrijf (De Roo K. et al, 1998). Uit deze tabel blijkt dat de NH_3 emissies in de beginperiode en vooral tijdens de afkoelingsfase beduidend groter zijn dan later in het proces.

Tabel 4.41: NH_3-emissies gemeten bij een Vlaams champignonsubstraat bedrijf

Emissiepunt	NH_3-concentratie (mg/Nm^3)	Berekend geëmitteerd Debiet (m^3/h)	NH_3 uitstoot (g/s)
Na 1 dag composteren	1 020	12 500	3,54
Na 6 dagen composteren	136	1 875	0,07
Afkoelingsfase	2 720	25 000	18,90
Pasteuriseringsfase	156	14 000	0,61
Conditioneringsfase	34	14 000-16 000	0,13-0,15
Percolaattank	7	9800	0,02

Broeikasgassen

Bij compostering is CO_2 het hoofdproduct van de biologische omzetting. Aangezien het gevormde CO_2 niet van fossiele oorsprong is, wordt dit niet meegerekend als broeikasgas. In de literatuur wordt echter aangegeven dat bij compostering mogelijk ook kleine hoeveelheden methaan (CH_4), stikstofoxide (NO) en lachgas (N_2O) kunnen gevormd worden. CH_4, NO en N_2O zijn sterke broeikasgassen. Indien deze gassen in het composteerproces gevormd worden, worden zij meegenomen met de afgevoerde lucht en, voor zover zij niet verwijderd worden in de eventueel aanwezige luchtzuiveringsinstallatie, in de omgeving geëmitteerd. Deze componenten worden vooral gevormd in minder zuurstofrijke omstandigheden met daarbij de vorming van het onschadelijke stikstofgas (N_2). Naar schatting (Infomil, 2001) wordt 10 tot 30% van de minerale stikstof omgezet naar stikstofgas.
De vrijstelling van methaan, stikstofoxide en lachgas bij compostering is sterk afhankelijk van de aard van de verwerkte materialen en de procesvoering.

Stof

In een composteringsinstallatie kan zich stofvorming voordoen bij ondermeer volgende processen:
→ de ontvangst van de te verwerken materialen (lossen en storten);
→ de mechanische bewerkingen (verkleinen, zeven, ...);
→ het intern transport van het te composteren materiaal;
→ het omzetten van composthopen;
→ het laden en de afvoer van de verwerkte materialen.

De mate van stofvorming is afhankelijk van het vochtgehalte van de gemanipuleerde materialen.

Afvalwater

Bij compostering ontstaan o.a. volgende afvalwaterstromen:
→ percolaat dat vrijkomt uit de aangevoerde materialen;
→ percolaat dat vrijkomt uit het composterende materiaal;
→ verontreinigd regenwater (b.v. bij compostering in open lucht, bij niet-overdekte opslagplaatsen, of bij vervuilde terreingedeelten);
→ condensaatwater (enkel bij compostering in gesloten systemen);
→ spoel en schrobwater.

De totale hoeveelheid afvalwater is het grootst bij compostering in open lucht, omdat hier grote hoeveelheden verontreinigd regenwater vrijkomen. Bij compostering in gesloten systemen wor-

den relatief kleinere hoeveelheden afvalwater gegenereerd. Door hergebruik van deze afvalwaterstromen kan bij compostering in gesloten systemen soms zelfs een nullozing haalbaar zijn.

Daarnaast kan bij composteringsinstallaties ook afvalwater gegenereerd worden door de eventueel aanwezige luchtafzuiging en -zuiveringsinstallaties:
→ percolaat van de biofilter (bevat nitraten ten gevolge van de omzetting van ammonium in nitraat in de biofilter);
→ afvalwater van een eventueel aanwezige gaswasser;
→ condenswater van de luchtafzuiging en van het koelblok van de biofilter (relatief weinig vervuild).

Deze afvalwaterstromen zijn alle in min of meerdere mate vervuild. De belasting bestaat hoofdzakelijk uit organische stoffen, o.a. CZV, BZV, en organisch gebonden stikstof. De anorganische belasting wordt voornamelijk veroorzaakt door gemakkelijk oplosbare zouten, zoals natrium- en kaliumzouten, nitrieten, nitraten, chloriden en ammonium. Ook slechter oplosbare verbindingen van magnesium, calcium, zware metalen en sulfiden kunnen aanwezig zijn.
De gevormde afvalwaterstromen worden opgevangen in een afvalwaterbekken en kunnen, afhankelijk van de aard van de installatie, geheel of gedeeltelijk worden hergebruikt in het proces. Hierdoor kan het afvalwateroverschot verminderd en soms vermeden worden. Het resterende afvalwateroverschot moet (na zuivering) geloosd worden, of eventueel afgevoerd naar een externe verwerker.

Geluidshinder

De belangrijkste geluidsbronnen die in composteringsinstallaties voorkomen, zijn:
→ verkeersbewegingen voor aan- en afvoer;
→ grijperkranen, wielladers voor intern transport (waarschuwingssignaal bij achteruit rijden);
→ voor- en nabewerkingsapparatuur (zeven, verkleiners enz.);
→ ventilatoren bij compostering met geforceerde beluchting;
→ omzetmachines.

Hierbij moet onderscheid gemaakt worden tussen apparatuur die continu of alleen overdag in werking is.

4.13.6. Energiegebruik

Het gebruik van energie is afhankelijk van de procesvoering. Bij compostering door middel van het opzetten van een hoop, zonder verdere omzetting of beluchting is het energiegebruik vrijwel nihil. Zeker bij toekomstige uitvoeringen met processturing via de beluchting zal elektrische energie nodig zijn voor de ventilatoren.

De belangrijkste energieverbruikende processen in composteerinstallaties zijn:
→ de ventilatoren van de beluchtingsinstallatie (bij geforceerde beluchting);
→ de ventilatoren van de luchtbehandelingsinstallatie;
→ mechanische bewerkingsinstallaties;
→ omzetmachines;
→ wielladers en/of kranen.

Voor hal- en tunnelcompostering kan respectievelijk gerekend worden met een energieverbruik van 45 en 50 kWh/ton organische massa, voor het bereiken van een goed gestabiliseerde en gemineraliseerde compost (A. Jacobs et al, 2003):

→ voor- en nabehandeling, omzetten, ...: gemiddeld 15 kWh/ton
→ beluchting: 30-35 kWh/ton

Maatregelen die kunnen getroffen worden om het energiegebruik in een composteringsinstallatie te beperken zijn (Kriesch S.):
→ de toepassing van instelbare (frequentiegeregelde) ventilatoren;
→ het registreren van energiegegevens, indien mogelijk voor elk procesonderdeel afzonderlijk. Hierdoor kan inzicht verkregen worden in het energieverbruik, zodat beter kan worden ingespeeld op opportuniteiten voor energiebesparing.

4.13.7. Kosten

De kosten zijn sterk afhankelijk van de schaal, het proces en de maatregelen om de emissies te beperken. Uitgaande van gegevens van een bestaande installatie met een maximale capaciteit van 10 000 ton per jaar wordt de investeringskost voor een tunnelcomposteringsinstallatie geraamd op 600 000 à 700 000 EUR. Deze installatie is voorzien van een geperforeerde vloer en een doorgedreven procescontrole waarbij het vullen en het ledigen van de composttunnels maximaal is geautomatiseerd. In Tabel 4.42 is een samenvatting gegeven van verdere beschikbare informatie. Hieruit blijkt dat de kosten(schattingen) sterk uiteenlopen.

Tabel 4.42: Samenvatting investerings- en verwerkingskosten volgens diverse informatiebronnen

Mestsoort	**Kippen**		**Varkens**		
Systeem	**Gesloten, mechanisch omzetten, overblazen, luchtbehandeling**	**Gesloten, doorblazen, zure wasser**	**Dikke fractie varkensmest + kalkoenmest, trommel, zure wasser**	**Stromest, overkapt, mechanisch omzetten, geen lucht behandeling**	**Centrifuge-koek, overkapt, omzetten, opzakken, geen luchtbehandeling**
Compostduur			< 1 dag	4-5 maanden	3 maanden
Ingaand t/j	7.400	2.000	6600	1.000	875
Compost t/j	3.500	1.000	4600	250	230
Investering EUR	620.000	121.500	398.000	52.056	121.500
Kosten EUR/t ingaand	22,1	16,1	18,35	6,45	46,6
Kosten EUR/t compost	47,1	32,23	26,21	25,78	176
Referentie	Guiziou, 1996	Vaessen, 1996	Starmans en Verdoes, 2002	Hanegreefs, 1997	Hügle, 1994

Ten aanzien van de centrale composteringseenheid die in de eerste kolom van Tabel 4.41 wordt genoemd, kan worden opgemerkt dat de raming voor een luchtbehandelingssysteem (geur, ammoniak) 470.990 EUR bedraagt. Bij een veronderstelde exploitatiekosten van 20% van de investering zouden hierdoor de verwerkingskosten toenemen tot 34,70 EUR/t ingaande mest en 74,37 EUR/t compost. Hanegreefs rekent met een bedrag van 2,2 EUR/t stromest en 7,4 EUR/t compost voor luchtbehandeling. Hierdoor nemen de verwerkingskosten toe tot 8,65 EUR/t stromest en 33,18 EUR/t voor compost. De kostenramingen volgens Hügle (1994) vallen relatief hoog uit door de toerekening van de arbeidskosten van een volledige werknemer. Zonder deze posten bedragen de kosten per ton ingaande mestfractie 17,6 EUR en per ton compost 66,7 EUR. Stevens (2002) vermeldt een kostenindicatie van 10-12 EUR/m³ stapelbare fractie.

In de enquête “mestverwerking op het landbouwbedrijf: mogelijkheden en kostprijs”, uitgevoerd door VCM en STIM wordt een melding gemaakt van een gemiddelde kost van 34 EUR/t dikke fractie, transport inbegrepen, wanneer de veehouder de dikke fractie, na scheiding, wegvoert naar een composteringsinstallatie. Deze prijs kan wel variëren van 30-38 EUR. Recente prijzen voor de compostering geven een gate-fee van 20-25 EUR/ton (zonder transport) (Vermander, 2006).

Een vergelijkingspunt is de kostprijs van GFT-compostering. In tegenstelling tot de kostenramingen in de tabel hierboven gaat het hier over kosten van installaties die reeds vele jaren op praktijkniveau draaien. Voor de compostering van GFT-afval met capaciteit van 30.000 tot 60.000 ton per jaar rekent men op een investering van 250 EUR /ton organisch materiaal. De levensduur van de machines bedraagt gemiddeld 10 jaar en de gebouwen gemiddeld 20 jaar. De totale verwerkingskosten van GFT in bulk bedraagt 62 EUR per ton ingaand materiaal. De verblijftijd in de composteringshal bedraagt 8-12 weken plus een narijping van 2 maanden (kippenmestcompostering typisch 8 tot 25 dagen !). Een langere verblijftijd heeft een groot effect op de kosten omdat bij een korte verblijftijd veel meer mest per jaar kan verwerkt worden. Een zure wasser is bij GFT compostering niet nodig / aanwezig.
Vergelijken we deze kosten met deze vooropgesteld voor kippenmestcompostering dan zien we dat deze laatste tenminste 3 maal goedkoper ingeschat worden. Dit verschil is voor een deel te verklaren is door de kortere composteringstijd, een mogelijk lagere loonkost in de landbouwversus de afvalsector, door de hogere kwaliteitseisen in de GFT compostering, de lagere verontreinigingsgraad van mest t.o.v. GFT, het droge stof gehalte van de kippenmest en de verschillende winstmarges. Mogelijks zijn de mestcomposteringskosten ook nog wat onderschat. Mestcompostering heeft immers ook bijkomende kosten, met name een ammoniakwasser zal meestal extra nodig zijn.
Voor de berekeningen in het volgend hoofdstuk wordt de volgende indicatieve kostprijs genomen: 20 EUR/ton kippenmest en 25 EUR per ton dikke fractie van varkensmest.

4.13.8. Technische problemen

Omdat het proces relatief mechanisch is zijn geen grote technische problemen te verwachten. Soms zijn er problemen met een onvoldoende porositeit waardoor anaerobe processen optreden die tot geuroverlast leiden. Compostering is een biologisch proces en wordt bijgevolg gekenmerkt door een relatief lage reactiesnelheid. In ideale omstandigheden kan de verblijftijd beperkt worden tot 1-2 weken. Nacompostering, gedurende 4-6 weken of nog langer, kan nog vereist zijn om een de gewenste kwaliteit en stabiliteit van het eindproduct te bekomen.

Bij een doorgedreven automatisering van een tunnelcomposteringsinstallatie waarbij aanvoer van het ingaand materiaal, het vullen en het ledigen van de tunnels automatisch verloopt kunnen zich technische problemen ter hoogte van de transportmechanismen.

4.13.9. Milieumaatregelen

Voor een volledig overzicht van de milieumaatregelen bij composteren wordt verwezen naar de BBT-studie “ Composteer- en Vergistinginstallaties”. Een aantal milieumaatregelen uit deze studie zijn hier herhaald.

Maatregelen ter beperking van geurhinder

De maatregelen tegen geurhinder worden als volgt ingedeeld:
→ maatregelen met betrekking tot acceptatie;
→ maatregelen bij de procesvoering;
→ afsluiten en afzuigen van de procesvoering;
→ behandeling van de afgezogen lucht.

Indien de verwerkingscapaciteit van een installatie overschreden wordt, kan de verwerking niet onder ideale omstandigheden gebeuren en/of worden de verwerkingstijden ingekort. Hierdoor komt de kwaliteit van het eindproduct, de compost, in gevaar, en neemt de kans op geurhinder toe. Overschrijding van de verwerkingscapaciteit dient dus vermeden te worden.
In de composteringsinstallaties worden bij voorkeur zo vers mogelijke uitgangsmaterialen ingenomen. Uitgangsmateriaal dat reeds in anaerobe condities verkeert, kan immers aanleiding geven tot verhoogde geuremissies bij de aanvoer, de ontvangst en/of de verwerking op de installatie.

Langdurige opslag van snel afbreekbare uitgangsmaterialen in het ontvangstgedeelte kan aanleiding geven tot geuremissies doordat het uitgangsmateriaal spontaan begint te gisten doordat er anaerobe condities worden gecreëerd. Om dit te vermijden worden de te verwerken uitgangsmaterialen best zo snel mogelijk voorbewerkt en in het composteerproces gebracht. Snelle verwerking is des te meer van belang wanneer de geleverde uitgangsmaterialen niet erg vers meer zijn, en dus sneller aanleiding zullen geven tot geurhinder.
Ook kunnen anaerobe condities ontstaan door accumulatie van percolaatwater en stof, in ontvangstgedeelte, afvoerkanalen en/of ventilatiekanalen, die geurhinder kunnen veroorzaken. Periodieke reiniging van afvoer- en ventilatiekanalen is hierbij noodzakelijk.
Indien de te composteren materialen onvoldoende structuur (porositeit) hebben, kan extra structuurmateriaal toegevoegd worden, zoals houtsnippers, stro, gedroogde mest afkomstig van stalluchtdroging, ea.. Hierdoor zal de porositeit toenemen, waardoor de zuurstofvoorziening tijdens het composteringsproces zal verbeteren, hetgeen een gunstig effect heeft op de geurproblematiek. Ook zal het materiaal tijdens het composteren minder snel compacteren (‘inklinken’) onder invloed van zijn eigen gewicht, zodat de aerobe condities beter en langer bewaard blijven, en er eventueel minder vaak moet omgezet worden. De hoeveelheid toe te voegen structuurmateriaal hangt samen met de aard van de te verwerken uitgangsmaterialen en de verdere procesvoering (o.m. opzethoogte van de hopen, frequentie van omzetten). Een opzethoogte van 3 tot 4 meter wordt als maximum gezien. Aangezien structuurmateriaal meestal koolstofrijk is, heeft toevoeging van structuurmateriaal tevens het voordeel dat hierdoor de C/N van het te composteren mengsel verbetert.
Belangrijk zijn optimale condities voor temperatuur, zuurstofgehalte en vochtgehalte tijdens het composteerproces. Deze hebben niet alleen een gunstig effect op de kwaliteit van de geproduceerde compost, maar ook op de geuremissies. Bij niet optimale procescondities, b.v. bij onvoldoende zuurstof, te hoge of te lage temperaturen, te lage of te hoge vochtigheid, worden immers meer hinderlijke geurcomponenten gevormd. Voor meer informatie over het belang van temperatuur, zuurstof- en vochtgehalte wordt verwezen naar paragraaf 4.13.2. Om de condities gedurende het ganse verloop van het composteringsproces optimaal te houden, is het van belang de procesparameters nauwkeurig op te volgen, en zonodig tijdig bij te sturen. Een procesparameter die zeker regelmatig moet gemeten worden, is de temperatuur. Verder kunnen ondermeer nog het vochtgehalte, het zuurstofgehalte en/of het CO_2 gehalte gemeten worden. Bijsturing van de procesparameters tijdens het composteerproces kan gebeuren door het materiaal extra om te zetten, te bevochtigen of geforceerd te beluchten. Dit gebeurt in de praktijk grotendeels op basis

van ervaringskennis, en is sterk afhankelijk van de aard van de verwerkte uitgangsmaterialen en de eigenheid van de installatie. Naast de genoemde maatregelen hebben ook de maatregelen tijdens de voorbewerking (zie hoger) een belangrijk effect op de procescondities.
Tijdens het composteringsproces is het ook van belang de composthopen periodiek om te zetten (of in geval van tunnelcompostering: om te tunnelen). Hierdoor verbetert de structuur van het (ingeklonken) materiaal en dus de zuurstofvoorziening. Bovendien wordt het materiaal door het omzetten nogmaals gemengd. Dit alles heeft in principe een gunstig effect op het composteringsproces, zodat minder geurcomponenten zullen gevormd worden. Tegenover het gunstig effect op de composteercondities, staat het feit dat het omzetten of omtunnelen zelf gepaard gaat met piekemissies van geurcomponenten.
Om te vermijden dat het eindproduct, van een composteringsproces, aanleiding zal geven tot overmatige geuremissies bij opslag, transport en gebruik, is het van belang dat het eindproduct in die mate gestabiliseerd/uitgerijpt is dat de resterende biologische activiteit geen oorzaak van geurhinder meer vormt. Dit kan bereikt worden door een goede procescontrole en door een voldoende lange verblijftijd van het materiaal in de compostering. Dit heeft tevens een gunstig effect op de productkwaliteit en de kiemdoding.

Omdat bij de compostering grote volumes met geur beladen proceslucht ontstaan, zeker in geval van intensieve procesvoering (hoge beluchtingsgraden en/of hoge omzetfrequenties), is dit in principe de meest kritische processtap met betrekking tot geurhinder, en de eerste waarvoor afsluiting van de buitenlucht moet overwogen worden. Dit kan verwezenlijkt worden door de compostering uit te voeren in hallen of tunnels die in onderdruk worden gehouden. De uit de hallen of tunnels afgezogen lucht dient behandeld in een luchtbehandelingsinstallatie.
In installaties waar het eigenlijke biologisch proces is (of wordt) afgesloten van de buitenlucht, kunnen ook de overige processtappen geheel of gedeeltelijk van de buitenlucht worden afgesloten. Het afsluiten op zich heeft reeds een positief effect op de geuremissies. Zonodig kan een verdere geurreductie bereikt worden door de lucht uit de gesloten ruimten af te zuigen en te behandelen. Luchtafzuiging is vaak ook noodzakelijk omwille van de arbeidsomstandigheden in het gebouw. Omwille van de hoge kostprijs dient het afsluiten van de procesvoering en het afzuigen van de lucht enkel overwogen te worden voor die processtappen waarvan de geurproblematiek door middel van preventieve en procesgeïntegreerde maatregelen niet of onvoldoende onder controle kan worden gekregen. Hiermee rekening houdend, kan afsluiting van de buitenlucht overwogen worden voor ondermeer volgende processtappen:
→ ontvangst (laden en lossen);
→ voor en nabewerking;
→ narijping van de compost.

De met geurcomponenten beladen lucht, afkomstig van het composteringsproces en de gesloten hallen, kan gedeeltelijk worden terug gebruikt in het composteringsproces en / of behandeld in een geurverwijderingsinstallatie. Omdat de te behandelen luchtstromen meestal volumineus zijn, een relatief lage organische belasting en een hoge vochtigheidsgraad hebben, wordt in composteringsinstallaties meestal gekozen voor een biofilter als geurverwijderingstechniek. Een alternatief voor een biofilter is een actief koolfilter. Eventueel wordt een zure gaswasser voor de biofilter geschakeld, voor de verwijdering van NH_3 en stof. Voor meer gegevens omtrent de toepasbaarheid van de luchtzuiveringstechnieken wordt verwezen naar de BBT-studie “Gids Luchtzuiveringstechnieken”.

Maatregelen ter beperking van NH_3-emissies

De maatregelen tegen geurhinder worden als volgt ingedeeld:
→ maatregelen bij de procesvoering;
→ behandeling van de afgezogen lucht.

Een te lage C/N verhouding in de te composteren materialen kan een oorzaak zijn van NH3-emissies (zie paragraaf 4.13.5). Bij de compostering van stikstofrijke materialen zoals mest is het daarom aangewezen de C/N verhouding te verhogen door toevoeging van koolstofbronnen. Bij compostering van mest wordt hiervoor bijvoorbeeld gebruik gemaakt van stro, bermgras, houtkrullen, of groencompost (Feyaerts T. et al, 2002). De toevoeging van deze materialen verhoogt niet alleen de C/N verhouding van het te composteren materiaal, maar verbetert tevens de structuur. Bij de bereiding van champignonsubstraat wordt ook stro toegevoegd aan de kippen- en paardenmest. Alhoewel dit niet gebeurt met het doel de NH_3 emissies te verminderen, maar wel omwille van de productkwaliteitseisen, heeft dit wellicht ook een gunstig effect op de NH_3 emissies.
Bij compostering van minder N-rijke materialen, worden koolstofrijke materialen vooral toegevoegd omwille van hun structuurverbeterende eigenschappen, en niet zozeer met het oog op het verhogen van de C/N verhouding.
Bij het composteren van kippenmest kan de NH_3-emissie beperkt worden door onmiddellijk na aankomst gips te mengen met de mest. Door het toevoegen van gips wordt de pH immers verlaagd en dit heeft een invloed op de dissociatie van NH_4^+. Bij lagere pH zal minder NH_3 uit het kippenmest vervluchtigen.

NH_3 kan uit de afgassen verwijderd worden door toepassing van een zure wasser. Naast NH_3 zal een zure wasser ook andere geurcomponenten uit de behandelde lucht verwijderen. Het verwijderingspercentage voor geur is echter lager dan dat voor NH_3 Metingen bij een champignonsubstraatbedrijf in Nederland tonen aan dat een zure wasser een verwijderingsrendement haalt van 90-98% voor NH_3 , en een geurverwijderingsrendement van 40-50% (Gedeputeerde Staten van Limburg, 2002). Indien de te behandelen lucht naast NH_3 ook hoge geurconcentraties bevat, is een aparte geurverwijdering (b.v. biofilter) aangewezen. Voorafgaande NH_3 verwijdering is dan aangewezen om het biofiltermateriaal te beschermen tegen verzuring door NH_3. De spui van de zure wasser kan terug over de te composteren mengsels verspreid worden.

Een alternatief voor de combinatie zure wasser + biofilter is de biotrickling-filter. Dit een vrij nieuwe luchtbehandelingstechniek met een gunstig verwijderingsrendement voor zowel geur als voor NH3. Deze is echter moeilijker in procesvoering dan een klassieke wasser of biofilter. Voor meer gegevens omtrent de toepasbaarheid van de luchtzuiveringstechnieken wordt verwezen naar de BBT-studie “Gids Luchtzuiveringstechnieken”.

Maatregelen ter beperking van stofemissies

Om stofvorming en stofhinder in de omgeving te voorkomen kunnen ondermeer volgende maatregelen genomen worden (Kriesch S.):
→ buitenterreinen regelmatig schoon maken;
→ buitenterreinen sproeien in perioden van droogte;
→ regelmatig en bewust/gestuurd bevochtigen van het composterende materiaal Hierbij moet wel vermeden worden dat het composterend materiaal te vochtig wordt m.b.t. de invloed van het vochtgehalte op het composteerproces);
→ bij afzeving streven naar een voldoende hoog vochtgehalte van de compost (minimum 30% bij afzeving in open lucht).

Maatregelen ter bescherming van bodem en grondwater

Om lekkage van proceswater of verontreinigd regenwater naar de bodem te vermijden, wordt in een composteringsinstallatie een vloeistofdichte vloer voorzien op alle plaatsen waar verontreinigde vloeistoffen op de bodem kunnen lekken. Deze vloeistofdichte vloer is voorzien van een afwateringssysteem, dat toelaat om het afvalwater op te vangen. Het gebruik van een vloeistofdichte vloer is volgens Vlarem verplicht voor afval- en mestverwerkende composteer- en vergistingsinstallaties. De aanwezigheid van een vloeistofdichte vloer is niet alleen nuttig om bodemverontreiniging te voorkomen, maar verhindert tevens dat in de rijpaden tussen de composthopen rijsporen ontstaan. Het ontstaan van dergelijke rijsporen is ongewenst omdat hierin water blijft staan, dat door de composthopen kan opgenomen worden, waardoor deze te vochtig kunnen worden.

Maatregelen ter beperking van emissies naar water

Aangezien het composteren van mest in gesloten systemen gebeurt is hier de productie van afvalwater beperkt t.o.v. compostering in open lucht, zoals dat het geval is bij groencompostering, omdat hier minder verontreinigd regenwater ontstaat, en omdat er veel water verdampt tijdens het composteerproces. In vele gesloten composteerinstallaties moet er dan ook weinig of geen proceswater geloosd worden. Als er al afvalwateroverschot optreedt bij gesloten compostering, is dit meestal in installaties waar de af te voeren proceslucht gekoeld wordt met behulp van een warmtewisselaar in plaats van door bijmenging van koude lucht of afgezogen lucht afkomstig van de afgesloten opslaghallen.

4.13.10. Capaciteit

Het proces leent zich in zijn meest eenvoudige vorm voor toepassing op zeer kleine schaal. Naar mate de wens tot procesbeheersing en emissiebeperking toeneemt is de vereiste schaal groter. Zo vinden we momenteel in Vlaanderen een 3-tal grootschalige installaties met een capaciteit groter dan 100 000 ton/jaar en een 4-tal kleinschalige installaties met een capaciteit kleiner dan 20 000 ton/jaar.

4.13.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Voor kippenmest wordt compostering zeker al geruime tijd in Vlaanderen toegepast. Ook voor de compostering van varkensmest zijn reeds verschillende installaties operationeel maar hier is het bijmengen van stro, bermgras of kippenmest en/of het voorafgaand scheiden (zie techniekfiche 4.4) van de ruwe mest noodzakelijk.
Onder goede procesomstandigheden verlaat het product gehygiëniseerd het bedrijf, maar gezien het lage drogestofgehalte en de aanwezigheid van makkelijk metaboliseerbare stoffen is het product niet altijd stabiel bij vervoer over lange afstand.
De Vlarem reglementering eist dat maximaal 15% van de aanwezige N geëmitteerd wordt (met uitzondering van N_2), overkapping en het behandelen van ventilatielucht is dus een vereiste. Qua luchtzuivering vraagt Vlarem II een zure wasser plus een biofilter toe te passen. De concentratie van ammoniak in de afvallucht moet lager zijn dan 10 mg/Nm³ (enkel te meten bij een vracht van 5 kg/uur of meer).

4.13.12. Vergelijkbare technieken

Wormencompostering maakt gebruik van mestwormen die dagelijks aan de mest worden toegevoegd. De grote bijdrage van de mestworm ligt niet zozeer in de directe afbraak maar in het mengen en verplaatsen van het substraat door het graven van gangen, het mengen en verkleinen van deeltjes in het maagdarmkanaal, het creëren van goede omstandigheden voor symbiotische bacteriën in het maag/darm kanaal en het beter beschikbaar komen van voedingsstoffen in het verteerde substraat. Het is niet duidelijk in hoeverre wormencompostering een lager stikstofverlies heeft. Er is een onderzoek bekend waarbij 50%van de N verdween en dit hoewel er geen thermofiele fase is en dus minder N als ammoniak zal verdwijnen. Alhoewel er bij wormencompostering een deel van de ziekteverwekkers verdwijnt is het onwaarschijnlijk dat de hygiënisatie even effectief is als de klassieke compostering.

Het bereiden van champignonsubstraat gebeurt eveneens door middel van compostering. Als basismateriaal wordt stro, paarden- en/of kuikenmest, kalk en eventueel entmateriaal (mycelium) gebruikt. Aan het geproduceerde champignonsubstraat worden zware eisen gesteld wat betreft hygiëne en afwezigheid van concurrerende organismen.
Het thermisch drogen is enigszins te vergelijken met composteren, maar leidt tot een lager eindvochtgehalte.

Een recent voorgestelde techniek die eveneens op een betrekkelijk eenvoudige manier de mest hygiëniseert is verhitting door middel van een warmtevijzel of door stoom. De warmtevijzel kenmerkt zich door gebruik te maken van een buitenmantel en een holle vijzelas waardoor thermische olie loopt. De warmtevijzel wordt direct na de mechanische scheiding van dunne en dikke fractie (zie 4.4) voorzien. De olie wordt opgewarmd tot 160-180 °C en geeft zijn warmte af aan de gevijzelde dikke mest. De opgewarmde mest (> 70 °C) wordt nadien opgevangen en tenminste 1,5 uur op > 70 °C gehouden (infofiche Benticare, 2002). In een ander systeem (Geresteijn BV te Kootwijkerbroek, Nederland) wordt stoom opgewekt in een stoomketel op meerdere plaatsen in een mestvijzel geinjecteerd (5 m³/uur, 5 minuten doorlooptijd). Een temperatuur van 90 -95 °C werd bereikt zowel voor dikke fractie varkensmest als pluimveemest. Na opvangen in een kist en opslag gedurende 24 h was de temperatuur nog 72 °C. Het droge stofgehalte daalde licht (van 40% tot 38% voor varkensmest en van 57 tot 52% voor pluimveemest). Energiekost was bij benadering 3-5 EUR/m³. Het kiemgetal van de mest onmiddellijk na de vijzel daalde met een factor 1000 maar hergroei is waarschijnlijk. *Clostridium perfringens* , enterococces, gisten en schimmels werden sterk gereduceerd (BMA, 2001). De geur- en ammoniakemissie (50 mg/m³; 25 g ammoniak per m³ mest) was echter groot (Ogink en Beurskens, 2001), respectievelijk 4 en 5 maal hoger dan tijdens het gewoon “omwoelen” van mest. Ten opzichte van composteren heeft deze techniek als groot voordeel dat de investeringskosten lager zijn en over een kortere periode afgeschreven kunnen worden. De totale kosten per ton mest zouden ook lager zijn.

4.13.13. Informatiepunt

VCM
Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking
Abdijbekestraat 9
8200 Sint-Andries, Brugge
Tel.: +32 (0)50 40 72 01
Fax: +32 (0)50 40 74 89
Website: www.vcm-mestverwerking.be

Flanders Agro Processing (FAP) BVBA
Knollestraat 29 – B-8630 Veurne
Tel: 058 31 14 05
Fax: 058 31 48 46
E-mail: info@fap1.be

Christiaens BV
Herenbosweg 6
Nl-5962 NX Horst
Tel: +31 773 981 889
Fax: +31 773 999 541
E-mail: info@christiaens

STIM
Stimulering Innovatieve Mestverwerking
Wilgenstraat 32 – 8800 Roeselare
Tel.: +32 (0)51 23 23 31
Fax.: +32 (0)51 22 82 58
E-mail: info@stim-mestverwerking.be
Website: www.stim-mestverwerking.be

Jan Rijckeboer (afdoding pathogenen)
Laboratorium voor Fytopathologie en Plantenbescherming
K.U. Leuven
W. de Croylaan 42 – B-3001 Leuven

Gicom BV
Oogstweg 9
Nl-8256 SB Biddinghuizen
Tel: +31 321 332 682
Fax: +31 321 332 784
E-mail: sales@gicom.nl

Think NV
Berchemstraat 51 – B-1700 Dilbeek
Tel: 0475 42 64 11
E-mail: jozef.praet@telenet.be

4.13.14. Referenties

1. BMA (2001) Hygiënisatie van mest met behulp van stoom. BMA rapport 4122.
2. Bruins M.A., Kroodsma W. en Scholtens R. (1994) Ammoniak- en geuremissie uit een gesloten opslag voor voorgedroogde leghennenmest: een oriënterend onderzoek. Rapport 94-22 IMAG-DLO, Wageningen, Nederland
3. Brabants Dagblad (19/04/2001), De cultuur van de voldongen feiten
4. Dobbelaere A. (1988) Mestscheiding onder de roosters van een slachtvarkensstal. Landbouwtijdschrift 4, nr. 1, pp. 161-178
5. ERM (2001) Industriële processen voor verwerking van specifieke afvalstoffen. Rapport in opdracht van Vito, BBT-kenniscentrum.

6. Groot Severt M. (1994) Zeventig procent droge stof zonder vliegen en stank. Pluimveehouderij (Nederland) 24, 18 maart 1994
7. Guiziou F. (1996) Persoonlijke mededeling onderzoeker Cemagref Rennes.
8. Handboek Milieuvergunningen (1998) Composteerinrichtingen, Samsom Alphen aan den Rijn
9. Hanegreefs P. (1995) Strofiltratie: één der mogelijkheden van mengmestbehandeling op bedrijfsniveau. Voordracht voor studienamiddag "Mestverwerking: mogelijkheden en haalbaarheid" 6 december 1995 Hoger Instituut der Kempen te Geel
10. Hanegreefs P. (1997) Brief aan CIOM met kenmerk PH/97/001 d.d. 13 januari 1997
11. Hansen C., Dick W., Keener H.M., Marugg C. and Hoitink H.A.J. (1990) Poultry manure composting. Ammonia capture and aeration control. Voordracht voor ASAE-meeting, Columbus, Ohio, USA, 24-27 juni, 1990
12. Hügle T. (1994) Gülle separieren und kompostieren. Rapport Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft, Rendsburg/Osterrönfeld, Duitsland
13. Huybrechts D., Vrancken K., Beste Beschikbare Technieken voor composteer- en vergistingsinstallaties, Gent, Academia Press, 2005
14. Infomil (2001) Richtlijn mestverwerkingsinstallaties, Den Haag, Nederland
15. Kriesch S., *Composteerinrichtingen*, Handboek Milieuvergunningen
16. Lemmens B., Elslander H., Ceulemans J., Peys K., Van Rompaey H. en Huybrechts D. (2004) Gids Luchtzuiveringstechnieken. Academia Press, Gent
17. Mahimairaja S., Bolan N.S., Hedley M.J. and Macgregor A.N. (1994) Losses and transformation of nitrogen during composting of poultry manure with different amendments: an incubation experiment. Bioresource Technology 47, pp. 265-273
18. Ogink N., en Beurskens A. (2001) Onderzoek naar de geur- en ammoniakemissie uit een installatie voor het verhitten van een 50:50 mengsel van stapelbare varkens- en pluimveemest door middel van stoominjectie, BMA, Nederland.
19. Stevens R. (2002) Een hoop lastige regels bij het composteren van mest. Boerderij Varkenshouderij 87: 20-21.
20. Starmans D.A.J. en Verdoes N. (2002) Mestverwerking varkenshouderij. Composteren in roterende trommel, Bouwman te Ysselsteyn. IMAG, Wageningen, Nederland.
21. Strauch D. (1996) Occurrence of microorganisms pathogenic for man and animals in source seperated biowaste and compost – importance, control, limits, epidemiology. In: M. de Bertholdi, P Sequi, B. Lemmes & T. Papi (Eds) The science of composting, Blackie Acad. (Chapman & Hall), Glasgow, Engeland, Vol. 1, pp. 224-232.
22. Tiquia S.M., Tam, N.F.Y., Hodgkiss, I.J. (1998) Changes in chemical properties during composting of spent pig litter at different moisture contents, Agriculture, Ecosystems and Environment 67, pp. 79-89
23. Steinbuch L., en J. Bokhorst (2001) Handboek compostering, http://www.louisbolk.nl/landb/bodem/mak/handboek/proces.htm, 31/05/2001.
24. Vaessen A. (1996) Persoonlijke mededeling eigenaar leghennenbedrijf met composteringssysteem
25. Vermander Isabelle, VCM, 2006, persoonlijke mededeling
26. Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking (VCM) en STIM (2004), Mestverwerking op het landbouwbedrijf: mogelijkheden en kostprijs
27. VDI (2000) Emissionsminderung Biologische Abfallbehandlungsanlagen, VDI 3475, VDI Handbuch Reinhaltung der Luft, Düsseldorf.
28. Vitaesol, infobundel Vitaesol BIO48RO2COM

4.14. Verbranden

4.14.1. Doel

Oxidatie van voornamelijk het organische materiaal in de brandstof/afvalstof met als doel:
– het winnen van energie
– de vorming van een mogelijk herbruikbaar mineraal eindproduct
– het verkleinen van de massa
– het verminderen van het bacteriologisch risico

4.14.2. Procesbeschrijving

Bij verbranding wordt droge brandstof bij een temperatuur van meer dan 800°C met zuurstof (lucht), bij volledige verbranding, omgezet tot o.a. CO_2 (koolzuurgas) en H_2O (waterdamp). Aangezien in een verbrandingsoven de verbranding niet op iedere plaats volledig kan zijn zal er ook gedeeltelijk CO (koolstofmonoxide) worden gevormd. In de brandstof en in de verbrandingslucht zijn uiteraard ook nog andere componenten aanwezig die bepaalde emissies veroorzaken of die aan de basis liggen van bepaalde emissies. Een meer gedetailleerde beschrijving van de emissies volgt in 4.14.5.

In de vuurhaard van het verbrandingsproces vinden er een groot aantal zeer complexe fysische/chemische processen plaats. Voor een volledige verbranding van alle brandbare componenten is het nodig dat in de vuurhaard gelijktijdig:
→ Op elk punt meer dan voldoende zuurstof aanwezig is om op dat punt de aanwezige brandstof te verbranden. Dit wordt bereikt bij voldoende turbulentie;
→ Op elk punt een voldoende hoge temperatuur heerst;
→ De verblijftijd van elk brandbaar deeltje bij de genoemde omstandigheden voldoende lang is.

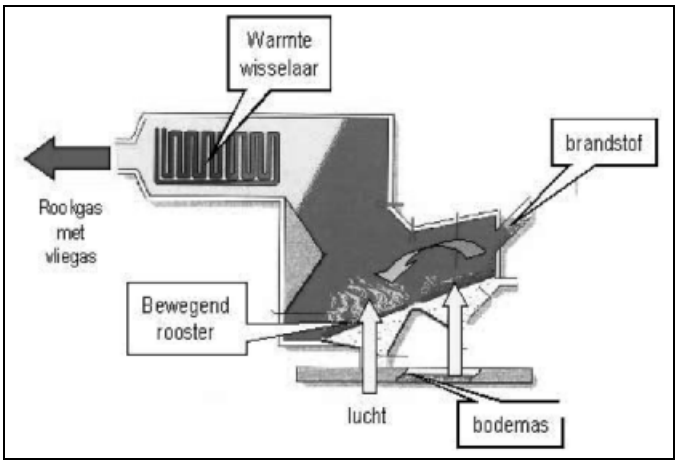
Het is duidelijk dat het moeilijk is om in de vuurhaard bovengenoemde condities te handhaven, zeker wanneer de brandstofsamenstelling heterogeen is. Wanneer niet aan de bovengenoemde voorwaarden wordt voldaan is er sprake van een onvolledige verbranding en ontstaan er een aantal tussenproducten. In de meeste vlammen bestaan er lokaal condities die de vorming van de genoemde tussenproducten bevorderen. De interacties van stroming, menging en verbranding moeten zodanig zijn dat de lokaal gevormde tussenproducten vervolgens toch nog verder reageren en worden afgebroken. In principe is het mogelijk de vorming van tussenproducten te voorkomen of eenmaal gevormde tussenproducten volledig te vernietigen. In praktijk valt dat erg tegen en wordt voor een belangrijk deel bepaald door:
→ Het verbrandingssysteem;
→ De verbrandingskarakteristieken van het uitgangsmateriaal.

De bestaande verbrandingssystemen zijn:
→ Roosterovens;
→ Wervelbedovens;
→ Andere.

Voor meer gedetailleerde informatie rond verbrandingstechnieken en systemen wordt verwezen naar de BREF “Reference document on the Best Available Techniques for Waste Incineration”

Roosteroven:

Roosterovens zijn gekenmerkt door:
→ De mogelijkheid tot menging en de regelbare transportsnelheid van de brandstof;
→ De nauwkeurige instelling van de verbrandingsluchttoevoer;
→ Dat de temperatuur van de verbrandingslucht binnen bepaalde grenzen instelbaar (voorverwarming) is en overal waar het nodig kan worden geacht in de verschillende fasen van het verbrandingsproces worden toegevoerd;
→ Dat het verbrandingsproces kan beïnvloed worden d.m.v. convectie- en stralingswarmtetransport vanuit de verbrandingskamer.



Figuur 4.17: Principeschema roosteroven

De dosering van de brandstof is van groot belang voor het goede verloop van het verbrandingsproces o.a. om een constante warmteproductie (warmtebelasting) te bekomen maar ook om te zorgen dat de brandstof gelijkmatig over het rooster wordt verspreid om een goede uitbrand te bekomen en een homogene verdeling van de verbrandingslucht via het rooster te garanderen.
De eigenlijke dosering gebeurt reeds vanaf de laadtrechter die via een laadschacht (gesloten of open systeem) verbonden is met een doseermechanisme. De doseerinrichting is min of meer afhankelijk van het roostertype. De doseercapaciteit kan worden ingesteld. De meest gebruikte systemen zijn:
→ Hydraulisch aangedreven ram;
→ Doseerrooster;
→ Andere.

Tijdens de verbranding op het rooster worden 4 fases doorlopen. De 1ste fase is de droogfase waarbij de brandstof wordt gedroogd, in de 2e fase vindt vergassing plaats. Vervolgens ontvlammen de vluchtige koolwaterstoffen, op het einde van het rooster brandt de asrest uit. In de eerste fasen van de verbranding ontstaan grote hoeveelheden gassen die zorgvuldig moeten worden naverbrand om de emissie van rook, reuk, stof en onverbrande delen te minimaliseren. Hiertoe is een goede menging met hete gassen en zuurstofrijke lucht noodzakelijk. De constructie van de verbrandingskamer is er dan ook op gericht deze menging in de hand te werken het ontsnappen van de slecht verbrandde gasmassa's te vermijden. Afhankelijk van de geometrie van de

verbrandingskamer kan de warmte door convectie of door straling terug getransporteerd worden die heel sterk het drogen, het opwarmen en de verbranding bevorderen. De vorm en de afmetingen van de verbrandingskamer beïnvloeden dus in ruime mate het mengpatroon van de verbrandingsgassen en de warmte-uitwisseling tussen enerzijds de brandstof en de ovenwanden anderzijds. De gebruikte geometrie hangt hoofdzakelijk af van de karakteristieken van de te verbranden brandstof, zoals het vochtgehalte en de calorische waarde. Volgende uitvoeringsvormen van verbrandingskamers zijn mogelijk:
→ Tegenstroom;
→ Tegenstroom met constructiemaatregelen;
→ Tegenstroom-gelijkstroom;
→ Gelijkstroom.

Bij gelijkstroomprincipe bewegen de rookgassen in gelijkstroom met de brandstof, ze doorlopen dan integraal het heetste deel van de oven, zodat er een goede uitbrand van de rookgassen wordt verkregen. De meeste Europese installaties voor huisvuilverbranding zijn volgens tegenstroom-gelijkstroom principe waarbij de ingang van het rookgaskanaal zich op ca. 1/3 van de totale roosterlengte bevindt. Er vindt zich een menging plaats van de hete verbrandingsgassen en de koudere destillatiegassen waarbij het volume van de verbrandingskamer van belang is voor de uitbrandkwaliteit. Het volume bepaalt immers de verblijftijd van de verbrandingsgassen op hoge temperatuur.

Het rooster zorgt voor een vergaande uitbrand van de brandstof, door een voldoende verblijfsduur op hoge temperatuur, een goed verdeelde luchttoevoer en een periodieke hernieuwing van het contactoppervlak tussen brandstof en verbrandingslucht. De verblijftijd op het rooster is instelbaar, door een kortere verblijfsduur kan de verwerkingscapaciteit opgevoerd worden maar resulteert in een hoger restgehalte aan brandbaar materiaal in de as.
Sommige roostersystemen hebben duidelijk afgescheiden droog-, ontstekings- en uitbranddelen. De meeste roosters onderscheiden zich van elkaar door de manier waarop de brandstof doorheen de oven wordt getransporteerd en de wijze waarop de verbrandingslucht wordt aangevoerd. De verschillende roostertypes zijn:
→ Voorschuifrooster;
→ Terugschuifrooster;
→ Één-, meertraps kettingrooster;
→ Trappenrooster;
→ Walsenrooster;
→ Andere specifieke constructies.

De beweging van de brandstof wordt in stand gehouden door het afhellen van de roosterconstructie maar hoofdzakelijk door de specifieke beweging van het gebruikte roostertype. Via het rooster wordt ook de verbrandingslucht aangevoerd, deze kunnen echter verstoppen zodanig dat de roosterbeweging wordt bemoeilijkt maar bovendien een slechte verdeling van de verbrandingslucht veroorzaakt.

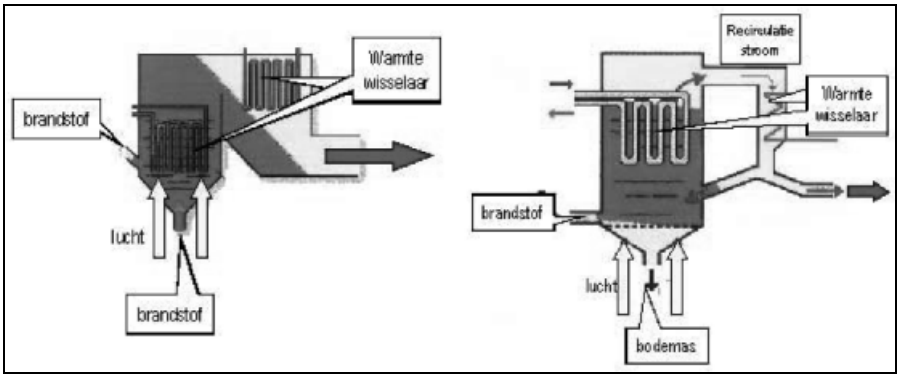
Via het rookgaskanaal worden rookgassen verwijderd. De warmte uit de hete rookgassen wordt door warmtewisselaars opgenomen. De warmtewisselaars bevinden zich in de wanden van de ketel en als pijpenbundels in het rookgaskanaal. Hiermee wordt oververhitte stoom gemaakt, die een stoomturbine aandrijft. Deze drijft op zijn beurt een generator aan waarmee elektriciteit wordt geproduceerd. De behaalde rendementen zijn afhankelijk van de stoomdruk en oververhittingstemperatuur die mogelijk zijn. Deze zijn afhankelijk van de samenstelling van de brandstof en de daarmee gepaard gaande corrosiviteit van de rookgassen.

Voor een rendabele elektriciteitsproductie komen slechts grootschalige verbrandingsinstallaties in aanmerking.

Wervelbedoven:

Wervelbedovens steunen op het inblazen van een luchtstroom door een laag zand, zodanig dat het zand wordt opgewerveld. De snelheid van de luchttoevoer wordt zodanig gekozen, dat het zand zich niet meer als een vaste stof maar als een fluïdum gedraagt (minimum fluïdisatiesnelheid). De snelheid van de luchtstroom die doorheen het zandbed wordt gestuurd ligt tussen 2 en 5 m/s.

Wervelbedverbranding is geschikt voor bepaalde brandstoffen die in een gastroom kunnen zweven. In een wervelbedverbrandingsoven worden de brandstofdeeltjes tezamen met zandkorrels door een luchtstroom in sterke beweging gehouden, waardoor een goede warmte-uitwisseling ontstaat. Het zand doet dienst als bedmateriaal dat de warmte opneemt en verdeelt over de oven.



Figuur 4.18: Principeschema van een bubbelend (links) en een circulerend (rechts) wervelbed

De brandstof die aan het wervelbed wordt toegevoerd ondergaat door de turbulentie een intensieve menging met het zand, waarbij een goede warmteoverdracht plaatsgrijpt en waarbij het zand de assen van het verbrandingsoppervlak schuurt zodat een goede uitbrand wordt verkregen. De organische fractie van de brandstof vergast hierdoor en ontbrandt. Vliegassen worden met de rookgassen meegevoerd. De bodemassen bezinken in het bed en worden door continue of discontinue zeving uit het zand verwijderd. De efficiënte warmteoverdracht die in het wervelbed plaatsvindt, resulteert in een goede uitbrand. Bij wervelbedinstallaties is het smeltpunt van de assen zeer belangrijk. Indien de temperatuur in het bed groter is dan het smeltpunt zullen zandkorrels gaan samenklitten waardoor een zwaardere massa ontstaat die niet meer in gefluïdiseerd staat kan worden gehouden. Het ganse bed kan zo vastkoeken.

Afhankelijk van de luchtsnelheid en de manier van inblazen kunnen verschillende regimes en wervelbedtypes onderscheiden worden:
→ Bubbelend bed (BF);
→ Intern roterend bed (RFB);
→ Circulerend wervelbed (CRF).

Bubbelend wervelbed: bij lage luchtsnelheid heeft het wervelbed de vorm van een kokende vloeistof. Luchtbellen stijgen op in de zandmassa en spatten open aan het zandoppervlak. Het zand valt terug in het bed.

Wordt aangewend voor brandstoffen met een energie-inhoud van 4-14 MJ/kg. De stukgrootte van de brandstof dient te worden beperkt tot 100mm. De grove asrest dient kleiner dan 0,1% te zij tenzij zandcirculatie wordt toegepast.

Intern roterend wervelbed: door variatie van de luchtsnelheid in het centrum en aan de buitenkant van het bed, wordt er een intern transport van zand veroorzaakt. Het bedmateriaal wordt in het midden opgestuwd en daalt aan de zijkant. Assen en zand worden aan de zijkant afgevoerd voor afzeving. Het zand wordt terug naar het bed gevoerd.
Een intern roterend bed kan worden toegepast voor brandstoffen met een calorische waarde van 7-15 MJ/kg. De stukgrootte van de brandstof dient kleiner te zijn dan 300 mm. In verband met de mogelijke grove asrest gelden er weinig beperkingen.

Circulerend wervelbed: de primaire lucht wordt veel sneller door de oven gejaagd dan bij de andere typen wervelbedden. Op die manier wordt in plaats van een zandbed een zandwolk gecreëerd. Door variatie van de luchtsnelheid wordt de dichtheid van de zandwolk gecontroleerd. Bij die hoge luchtsnelheden wordt het zand uit het bed getransporteerd. Met behulp van een cycloon wordt het zand afgescheiden en teruggevoerd in het bed. De cycloon wordt in de reactor of buiten reactor opgesteld. Het circulerend wervelbed kent een breed toepassingsgebied in industriële processen en elektriciteitsproductie.
In een circulerend wervelbed wordt brandstof gebruikt met een energie-inhoud van 7 tot 30 MJ/kg. De stukgrootte van de brandstof dient kleiner te zijn dan 150 mm. Voor de grove asrest gelden geen beperkingen. Deze techniek is niet geschikt voor brandstoffen die een smeltpuntverlaging kunnen veroorzaken.

De warmte capaciteit van een BF en een RFB wervelbed wordt beperkt door het risico op smelten van het zand. De werkingstemperatuur moet < 900 °C zijn. Voor brandstoffen met een hoge calorische waarde (> 14 MJ/kg) moet water worden geïnjecteerd. De thermische capaciteit van een CFB wordt vergroot door de sturing van de dichtheid van de zandwolk. Hierdoor is het mogelijk brandstoffen met een calorische waarde tot 30 MJ/kg te verbranden.

Voor een rendabele elektriciteitsproductie geldt dezelfde opmerking als bij roosterovens en komen slechts grootschalige verbrandingsinstallaties in aanmerking.

Andere:

Onderstaande lijst geeft een overzicht van alternatieve initiatieven:
- *Co-verbranding in kolencentrales:* hierbij wordt een bepaald percentage mest bij de kolen bijgemengd. Echter mest heeft een totaal verschillende samenstelling en de brandstofkarakteristieken verschillen zeer sterk van steenkool. Door de aanwezigheid van chloor in mest kan chloorcorrosie optreden aan o.a. de warmtewisselaars. Kalium en ander metalen zorgen weer voor een smeltpuntsverlaging van de slakken. Omwille van deze corrosieve en smeltpuntverlagende eigenschappen van mest kan slechts een zeer klein percentage (maximum 1-2%) toegevoegd worden bij oudere steenkoolcentrales. De nieuwe steenkoolcentrales werken bij zeer hoge stoomdrukken en temperaturen zodat hier geen coverbranding meer mogelijk is (Savat, 2006).
- *Vergassing:* deze techniek is geen directe verbranding. Hier wordt geen overmaat lucht aan de brandstof toegevoerd om een volledige uitbrand te bekomen. De toevoeging van lucht is

substoichiometrisch waarbij CO (koolstofmonoxide), H_2 (waterstof), CH_4 (methaan), KWS (koolwaterstoffen) e.a. gasvormige componenten worden gevormd. Dit gas wordt is synthesegas. Bij voldoende zuiverheid kan het synthesegas worden verbrand in een gasmotor, gasturbine of stoomketel. Indien er te veel verontreinigingen aanwezig zijn (wat bij mest vermoedelijk zal zijn) moet het eerst gereinigd worden met gaszuiveringsapparatuur. Omdat het synthesegas slechts circa 10% is van het volume van verbrandingsgassen is de reiniging kleiner en dus goedkoper. Het gas is een zuiver brandstofgas.

– *Pyrolyse:* bij deze techniek wordt het materiaal zonder zuurstoftoediening blootgesteld aan een temperatuur van 300-1000 °C. Er vindt een ontleding plaats van de organische stof in gas, olie, teer, koolachtig materiaal en water. De verhouding van gas, olie, teer en kool hangt af van het uitgangsmateriaal en van de temperatuur/verblijftijd karakteristieken die het materiaal ondergaat in de reactor. Vervolgens moeten worden afzetwegen gezocht worden voor de verschillende producten. De gasvormige (en vaste) componenten worden meestal verbrand om de reactor op temperatuur te houden.

4.14.3. Stand van de techniek

De belangrijkste toepassing van mestverbranding is in Engeland te vinden. De firma Fibrowatt (EPR) beschikt er over 5 grootschalige energiecentrales voor biomassa waarvan er 3 werken met (gedeeltelijk) stapelbare pluimveemest. De andere twee werken respectievelijk op stro en diermeel. Samen verwerken ze zo'n 660.000 ton kippenmest (ongeveer de helft van de landelijke productie) wat 58,6 megawatt aan hernieuwbare energie oplevert, de as wordt als een basismeststof in de landbouw afgezet. Voor de verbranding wordt in 4 gevallen gebruik gemaakt van roosterovens die ook voor de verbranding van huisvuil gemeengoed zijn en in 1 geval van een wervelbed (voor kippenmest). De installaties werken betrouwbaar.
Verder heeft in België ook Seghers Bettertechnology for Solid and Air verbrandingsinstallaties met wervelbedverbranding ontwikkeld voor de verbranding van varkensmest. Het oorspronkelijk ontwerp ging uit van een verwerking van 2.800.000 ton ruwe varkensmest in 2 biomassacentrales van 5 MWe elk, de haalbaarheid van een oven voor verbranding van 1.000.000 ruwe mest is ondertussen ook onderzocht. Voor beide ontwerpen gaat men er vanuit dat er in totaal 17 à 22 mensen nodig zijn om de installatie te bedienen.
Ook Biopower ging een verbrandingsinstallatie bouwen voor 150.000 ton dikke fractie (30% droge stof, 70-75% organisch materiaal) van vleesvarkensmest (d.i. 880.000 ton ruwe vleesvarkensmest) en 24.000 ton ander organisch materiaal.
Deze installatie zijn echter niet doorgegaan vanwege onzekerheid van aanvoer van mest. Dit is een knelpunt bij alle grootschalige installaties

In Nederland is de bouw voorzien van 2 verbrandingsinstallaties voor pluimveemest (DEP in Moerdijk en Fibroned in Apeldoorn) beide met een jaarlijkse capaciteit van 300.000-400 000 ton. Het project DEP heeft momenteel een vergunning en is in aanbouw. Fibroned heeft nog geen vergunning verkregen.
De installatie van DEP heet nu BMC Moerdijk wat staat voor BioMassaCentrale Moerdijk. De capaciteit van de installatie bedraagt 420 000 ton stapelbare pluimveemest per jaar. De technologie is een wervelbedverbranding en komt van de firma EPR van het Verenigd Koninkrijk. Er wordt dus technisch bewezen technologie gebruikt. Eind 2007 zou de installatie in productie moeten gaan.

In Schotland is door de firma Energy Power Resources (EPR) in januari 2000 een 10 Mwe pluimveemest wervelbedinstallatie (FBC) in gebruik genomen. De installatie kan tot 14 ton

mest per uur verwerken. De gebruikte pluimveemest bevat veel stro en wordt aangevoerd per vrachtwagen (15-50% water, 9-14% as, 13-16% fixed carbon, 15-16 MJ/kg) . Het vochtgehalte van de mest wordt gemeten en gestort in een ontvangstput. Door middel van kranen wordt de mest overgebracht naar een opslagplaats met een capaciteit van ca. 2 weken. De mestmassa wordt regelmatig gekeerd door de kranen en wordt overgebracht naar de dagbunker waarna het in de verbrandingskamer gebracht wordt. De wervelbedverbrander is een ontwerp van Austrian Energy. De emissies van NO_x worden gereduceerd door een lage temperatuur wervelbed, gefaseerde zuurstoftoediening en rookgasrecirculatie. Het verbrandingsproces minimaliseert CO emissies en voorziet een temperatuur van 850 °C van 2 seconden in aanwezigheid van tenminste 6% O_2. Hierdoor zijn de concentraties van dioxines, furanen en VOS in het rookgas laag (Mould and Thornley, 2001). Het hoge gehalte van calcium in de mest zorgt ervoor dat er een zekere hoeveelheid zwavel in de bodemas en chloor in de vliegas terecht komt. Een droge kalk injectiesysteem is geïnstalleerd om zo nodig een verdere reductie in de emissies van HCl en SO_2.
De hete rookgassen die door de verbranding gevormd worden verwarmen 43,5 ton/h stoom tot 59,4 bar en 473 °C in een stoomketels. De stoomcondities zijn zo gekozen dat corrosie van de buizen door chlorides in de mest minimaal is. De door de stoom afgekoelde rook wordt, na een droge kalkinjectie, gefilterd door een doekfilter en via een schoorsteen van 45 m in de atmosfeer gebracht. De bodem-, ketel en vliegassen worden bewaard in een silo en verkocht als meststof.

In verband met mestverwerking door verbranding op kleine schaal zijn er in Vlaanderen enkele metingen uitgevoerd door Biocalor. Hierbij wordt varkens- of kippenmest, die tot minimum 85% droge stof voorgedroogd wordt met behulp van de verbrandingsgassen afkomstig van de verbranding, verbrand in een roosteroven a ratio van 50 à 60 kg droge stof per uur. Eén ketel kan ongeveer de mest verbranden van 75.000 braadkippen, 30.000 legkippen of 4.500 varkens. Procestechnisch is het mogelijk om met de Biocalor mestverwerkingsinstallatie ontwaterde mest integraal te drogen en te verbranden. De installatie kan meer biomassa drogen dan dat ze zelf verbruikt. Dit geeft als resultaat een droge biomassa die als energiebron kan dienen voor diverse doeleinden (vb. verwarmen van serres). Door de kleine omvang van de installatie en de hoge investeringskosten is het opwekken van elektriciteit nog te duur en ook de kwaliteit van de rookgassen voldoet nog niet aan de normen. Ook het systeem Wecobiosol is een gecombineerde droging / verbranding, Hierbij wordt echter hout verbrand en geen gedroogde mest.

Ten aanzien van de verbranding van mest(fracties) zijn dus de nodige ontwikkelingen gaande. Technisch is de techniek haalbaar op grote schaal. Garantie van aanvoer is de grootste hinderpaal.

4.14.4. Grondstoffen en eindproducten

Voor de eigenlijke verbranding zijn geen hulpstoffen nodig. Bij de rookgasreiniging kunnen toeslagstoffen zoals actievekool, kalk en ammoniak of ureum nodig zijn, afhankelijk van het reinigingssysteem en de rookgaseisen. Deze toeslagstoffen kunnen leiden tot het vrijkomen van assen die als chemisch afval moeten worden bestempeld.

De verbrandingsassen bestaan uit de oorspronkelijke mest droge stof minus de organische stof en de stikstof en zijn dus rijk aan P en K. Een typische samenstelling na verbranden is 140 mg/kg N, 213 g/kg P_2O_5, 32 g/kg K en 99,8% droge stof (Bart Adams, persoonlijke mededeling). Er zijn indicaties dat de fosfaat door het verbrandingsproces minder goed opneembaar is, hetgeen bij direct gebruik als meststof een nadeel kan zijn.

Er lijkt belangstelling te bestaan bij de kunstmest- en de cementindustrie voor gebruik van assen als grondstof. Langs deze wegen kan mogelijk een afzet worden gevonden voor de mestmineralen.

Bij de installatie van DEP in Nederland zullen de assen naar de kunstmeststofindustrie afgezet worden.

4.14.5. Emissies

De emissies afkomstig van de verbranding van mest is hoofdzakelijk afhankelijk van de mestsamenstelling en in mindere mate van het verbrandingssysteem. Zoals reeds vermeld worden er tijdens de verbranding verschillende processen doorlopen n.l.:
→ Droging;
→ Pyrolyse;
→ Vergassing;
→ Verbranding.

Bij homogene brandstoffen lopen deze processen na elkaar af en zijn temperatuursgebonden. Bij heterogene brandstoffen krijgen we een overlap van de processen zodanig dat er geen maximale omzetting is tot CO_2, H_2O, SO_2, e.a.. In de onderstaande Tabel 4.43 is door een eenvoudige indeling de oorzaak weergegeven voor de mogelijke emissieparameters.

Tabel 4.43: Emissieparameter i.f.v. de oorzaak

Groep	Parameter		Oorzaak
I	Zuurstof Stikstof	O_2 N_2	Verbrandingslucht
II	Waterdamp Koolstofdioxide	H_2O CO_2	Volledige verbranding
III	Koolwaterstoffen Koolmonoxide Waterstof Ammoniak Aldehyden Roet PAK*	C_xH_y CO H_2 NH_3	Onvolledige verbranding
IV	Zwaveloxiden Chloor Fluor Metalen en oxiden As PCDD (dioxinen) PCDF (furanen)	SO_x Cl F	Brandstof onzuiverheden
V	Stikstofoxiden	NO_x	Atmosferische stikstof en brandstof onzuiverheden

* Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen

De zuurstofovermaat en het stikstofgas uit Groep I in Tabel 4.42 is te wijten aan de toegediende verbrandingslucht die nodig is voor het verbrandingsproces.
Koolstofdioxide en waterdamp uit Groep II zijn de componenten die gevormd worden bij een volledige verbranding van de organische brandstof.

De componenten uit Groep III duiden op een onvolledige verbranding. De vorming van deze producten zijn grotendeels afhankelijk van het verbrandingssysteem en de verbrandingsparameters.
Brandstofonzuiverheden kunnen emissies veroorzaken die in Groep IV zijn samengevat. Een combinatie van factoren zoals stookgedrag van de installatie, de procesparameters en de aanwezigheid van chloorverbindingen kunnen leiden tot de vorming van dioxinen en furanen. De laatste twee stoffen worden tijdens de afkoelingsfase van de rookgassen gevormd.
De stikstofoxiden uit Groep V zijn contaminanten die gedeeltelijk worden veroorzaakt door het verbrandingsproces zelf en gedeeltelijk door brandstofonzuiverheden.

Gedrag van de contaminanten:

1. *Zuurvormende componenten:* de zuurvormende componenten die kunnen vrijkomen bij de vorming van mest zijn HCl, HF, SO_2 en NO_x. Verder kan HCl bij langzame afkoeling van de rookgassen en hoge luchtovermaten omgezet worden tot het nog meer corrosievere en giftige chloorgas. SO_2 wordt gevormd uit alle zwavelhoudende componenten aanwezig in de mest. Afhankelijk van de procescondities, luchtovermaat en temperatuur, kan SO_3 gevormd worden. NO_x wordt bij hoge temperatuur (> 600°C) gevormd door reactie van N uit de mest of lucht met O_2 uit de lucht. Mest is een N-rijke brandstof, toch wordt er relatief weinig (brandstof) NO_x gevormd doordat veel van de stikstof als ammonium aanwezig is, dat het gevormde NO_x na afkoeling (300-450 °C) terug reduceert tot stikstofgas en water. Bij plotse afkoeling vindt er geen ontbinding plaats.
2. *Metalen en metaaloxiden:* bij verbranding tussen 700 en 1000 °C komende metalen kwik, cadmium, lood en voor een gedeelte zink en koper in dampvormige toestand voor. Belangrijk is dat kwik slechts beneden de 200 °C uitcondenseert. De andere metalen zijn onder de 360 °C in vaste vorm aanwezig in de rookgassen. Zware metalen spelen ook een belangrijke rol in de vorming van dioxinen en furanen, wordt verder in dit hoofdstuk meer in detail besproken.
3. *Dioxinen en furanen:* De vorming van deze componenten gebeurt niet zoals wordt verwacht tijdens het verbrandingsproces zelf (behalve bij slechte verbranding). De vorming gebeurt echter in de afkoelingsfase van de rookgassen tussen 400 °C en 300 °C.
   De basis reactie is de oxidatie van microkristallijn koolstof van vervormde of gedegenereerd grafiet structuren met PCDD en PCDF als nevenproduct (de-novo Synthese). Bij lage temperaturen (onder 700°C) vindt dit vooral plaats bij de niet perfecte randen van de grafietlaag, welke actieve plaatsen vormt. Zonder katalysator is dit een traag proces. Verschillende metaaloxides katalyseren de oxidatie, waaronder koper en ijzer met de vorming van een soort (geoxideerde) ringstructuren zoals benzeen, fenol, bifinyl, dibenzodioxines en -furanen. De laatste drie kunnen gevormd worden door koppeling van elementaire ringstructuren. Chlorering van deze elementaire en gecondenseerde structuren of direct op de koolstoflaag gebeurt in concurrentie met elkaar en wordt sterk gekatalyseerd door sommige metaalzouten, vooral van koper. Op hetzelfde vinden dechlorering en decompositie reacties plaats die ook gekatalyseerd worden door koper. Welke reacties de voorkeur krijgen hangt voornamelijk af van de temperatuur. Hoge temperaturen zorgen voor decompositie.
   De productie van PCDD en PCDF is voornamelijk een katalytische reactie van koolstof met zuurstof en chloor in vliegas die sterk afhankelijk is van het soort katalysator, de temperatuur, het type en de hoeveelheid koolstof en minder afhankelijk van de zuurstofovermaat in de gasfase.
   PCDD en PCDF beschikken over twee hoofdeigenschappen die maken dat ze in het milieu bijzonder ongewenst zijn, namelijk hun carcinogeniteit en persistentie in het milieu.

4. *CO, KWS, PAK:* Wanneer niet voldaan wordt aan de voorwaarden voor een volledige verbranding worden er tussenproducten gevormd die typisch zijn voor een onvolledige verbranding nl. CO (koolmonoxide), KWS (koolwaterstoffen), PAK (polyaromatische koolwaterstoffen) en roetvorming.
   Er zijn honderden verschillende PAK-verbindingen gekend. Deze verbindingen hebben verschillende kook- en condensatietemperaturen. Deze temperatuur hangt af van chemische samenstelling en de structuur van de verbinding. Er komen kooktemperaturen voor van ca. 200°C (fenantreen) tot meer dan 500°C (benzo(a)pyreen).
   Minder erg dan PCDD en PCDF hebben ook PAK-verbindingen een zeer slechte milieuhygiënische reputatie owv hun carcinogeniteit.

In Tabel 4.44 is de samenstelling van het rookgas van enkele verbrandingsinstallaties opgenomen tezamen met de maximaal in de vergunning toegestane waarden. Geen enkele van de besproken installaties voldoet aan de emissiegrenswaardes opgelegd door Vlarem II, verdere investeringen in nazuivering van de rookgassen is dus noodzakelijk. Voor meer gegevens over de luchtzuiveringstechnieken wordt verwezen naar de BBT-studie "Gids Luchtzuiveringstechnieken".

Tabel 4.44: Samenstelling rookgas na reiniging in mg/Nm^3 [1)]

Component	Fibrowatt Eye[2)]	EPR[3)]	Biocalor[5)]	Limiet (Engeland)	Limiet [4)] (vlaanderen)	Limiet[4)] (Vlaanderen)
					Minder dan 1ton/u	Tussen 1-30 ton/u
Stof	340 (155)	25	19	200[6]	100	30
HCl	181	30	5,02	250	100	50
SOx als SO_2	109	300	1201	300	300	300
NO_x	172	300	332	435	200 (richtwaarde: 100)	200 (richtwaarde: 100)
Zware metalen: (Cd+Hg+As+Pb +Cr+Ni+Cu+Mn)	28 (4)		<0,179	Geen	5	1,5
Organische verbindingen als C	ND (0,3-3,2)	ND	956	20	20	20
CO	31	250	837	250	100	100
Dioxinen/furanen als ng TEQ/m^3	<0,17			Geen	0,1	0,1
Cd			<0,022		0,2	0,1
Hg			<0,04		0,2	0,1
Fluoriden					4	2
NH_3			8,8		50	50
H_2S			<1		5	5

Legende:
1) 273 °K; 101,3 kPa; 11% O2; droog gas
2) Dagnall, 1994, de opnieuw gemeten waarden staan tussen haakjes
3) Energy Power Resources, de opgegeven waarden zijn de vooropgestelde normen
4) Vlarem 2 art 5.2.3.3.4. en 5.28.3.5.
5) Biocalor, Data proefmeting (23/03/2000), het rookgas gaat door de droger en een stoffilter
6) Huidige limiet; Fibrowatt werkt toe naar limiet 100 mg/Nm3

4.14.6. Energiegebruik

Er is een hoeveelheid elektrische energie nodig, met name voor de ventilatoren die de verbrandingslucht aanvoeren. Voor het overige is er een overschot aan energie.

Tabel 4.45 geeft een overzicht van de verbrandingswaarde voor de droge stof van mest afhankelijk van de diersoort.

Tabel 4.45: Verbrandingswaarde van droge stof in mest per diersoort in MJ/kg droge stof

Mestsoort	Verbrandingswaarde	Referentie
Varkens	15-19	1
Runderen	16-19	1
Pluimvee	14-16	2,3

1 Derikx et al., 1995
2 Baader, 1976
3 De Groote, 1985

Bij de verbranding van stapelbare pluimveemest zoals in de centrale Engelse verbrandingsinstallaties van Fibrowatt kan netto ongeveer 500 kWh elektrische energie worden gewonnen uit een ton kippenmest met circa 60% ds.
BMC Moerdijk in Nederland geeft een energieproductie van 36 MW elektrisch of 240 GWh per jaar op voor de verbranding van 420 000 ton kippenmest met minimum 55%DS.
Mestverbranding kan dus, afhankelijk van het drogestofgehalte van de verbrande mest, de verbrandingswaarde van de droge stof en het rendement van de energieterugwinning uit de rookgassen, ofwel netto energie verbruiken ofwel netto energie opleveren (zie bijlage 4). Bij droge stofgehaltes beneden 30% is er in het algemeen sprake van een netto energieverbruik. Vanaf 30% droge stof kan in theorie energie teruggewonnen worden in een goed ontworpen verbrandingsinstallatie. Uit energetische overwegingen verdient het dan ook aanbeveling om het watergehalte in de mest zoveel mogelijk d.m.v. mechanische scheiding te verwijderen alvorens tot verbranding over te gaan.
Bij nog hogere droge stofgehaltes, b.v. 60% wordt de mogelijkheid tot energieterugwinning groter. Voor kippenmest, dat zonder voorbehandeling reeds vrij hoge droge stofgehaltes bevat, is verbranding hierdoor steeds energetisch interessant. Voor runder- en varkensmest, zijn dergelijke droge stofgehaltes slechts haalbaar mits voorgaande droging. Het hoge energieverbruik voor droging kan echter de verbeterde energiebalans bij verbranding geheel of gedeeltelijk teniet doen. Of het al dan niet de voorkeur geniet eerst te drogen en dan te verbranden, dan wel om rechtstreeks te verbranden, dient per installatie bekeken te worden. De beschikbaarheid van restwarmte (b.v. afkomstig van de verbranding) kan hierbij van doorslaggevend belang zijn.
Berekeningen van Biocalor wijzen uit dat ongeveer 69% van de gedroogde varkensmest dient verbrand te worden om aan de energiebehoeften van het droogproces (tot 90% droge stof) te voldoen. Dit houdt in dat dus ongeveer 31% van de gevormde gedroogde mest kan gebruikt worden als energiebron voor andere toepassingen.

4.14.7. Kosten

De bruto kosten (dus zonder inkomsten uit verkoop/gebruik van energie en as) voor de grootschalige verbranding van pluimveemest in een roosteroven met uitgebreide rookgasreiniging die voldoet aan Nederlandse emissie-eisen werden enkel jaren geleden geraamd op ongeveer 50

EUR/t pluimveemest met circa 60% ds. De investering voor een installatie voor 200.000 t/j werd geraamd op ongeveer 50 miljoen EUR.
Voor de installatie op boerderijniveau van P. Höffmann te Bösel, met een capaciteit van 0,5 ton mest/h met 55% ds, wordt een investering opgegeven van 300.000-350.000 EUR; de exploitatiekosten bedragen 46.000 EUR/j. Wanneer er wordt uitgegaan van 5.000 productie uren per jaar wordt jaarlijks 2.500 t mest verbrand tegen een prijs van 18 EUR/t. Bij Biocalor wordt een (berekende) prijs van 17 EUR/ton varkensmest vooropgesteld. Om met dergelijke installaties te voldoen aan de Vlarem emissienormen voor mestverbranding is bijkomende rookgaszuivering en dus een hogere kostprijs te voorzien.
In het project Fibrolim werdt uitgegaan van een kostprijs van 10 -16 EUR/ton kippenmest maar is niet doorgegaan owv gebrek aan aanvoergaranties. Seghers stelde een kostprijs van rond de 16 EUR/ton verwerkte varkensmest voorop, inclusief de voorbehandeling (20.000 ton/jaar, investeringskost 40 miljoen EUR). Biopower rekende op een maximale verbrandingskost van 200 à 210 EUR per ton droge stof of 12 EUR per ton ruwe mest (geen afzetkosten, wel stortkosten). Inclusief transport en scheidingskosten zou dit voor de boer een kostprijs van 20-22 EUR per ton ruwe mest betekenen. De investeringskost zou hoog zijn, zo'n 40 miljoen EUR in het geval van Biopower, wat maakt dat de afschrijvingskosten (op een termijn van 10 jaar) zouden kunnen oplopen tot 50% van de totale kosten. Ook de eisen aan de rookgaskwaliteit zouden een grote invloed gehad hebben op de totale kosten.

De investeringskost voor BMC Moerdijk bedroeg in 2005 120 miljoen EUR. BMC Moerdijk heeft prijscontracten met Nederlandse boeren ze een eenmalige aandeel van 4,54 EUR per ton mest in het project inversteren, waarbij ze ook recht op rente en dividentuitkering hebben, en een verwerkingskost van 7,5 EUR per ton verwerkte pluimveemest betalen. Deze prijzen gelden voor 1 december 2005. Na 1 december 2006 zijn deze prijzen respectievelijk 6 en 10 EUR per ton waarbij de 6 EUR als bijdrage aan de exploitatiekosten worden beschouwd en geen rente en dividenten worden uitgekeerd. De Belgische boeren hebben een prijs bedongen bij BMC waarbij geen aandelen gekocht moeten worden en de verwerkingsprijs van de bestaande contracten 7,5 EUR per ton is en voor de nieuwe zal dit vermoedelijk 10 EUR per ton bedragen (Vandycke, 2006)

Ter vergelijking zij opgemerkt dat voor de verbranding van huisvuil in Vlaanderen met een bedrag van rond de 70 EUR/t wordt gerekend, waarbij een belangrijk deel voor rekening van de rookgasreiniging komt. Voor de verbranding van ontwaterde rioolwaterzuiveringsslib, een product dat qua vochtgehalte en samenstelling goed overeenkomt met de dikke fractie van varkensmest wordt gerekend op 250 EUR/ton droge stof (Huybrechts en Dijkmans, 2001). Teruggerekend naar ingedikte mest van 30% droge stof zou dit 75 EUR/ton zijn. Rekent men hierbij nog de kost van het indikken, bufferen, ontwateren en transport van het rioolwaterzuiveringsslib komt men op het dubbele van deze kost.

Een element dat meespeelt in de totale kost is de mogelijkheid om groenestroomcertificaten te krijgen bij de energiewinning uit mest alsook een netto prijs te krijgen voor de verbandingsassen. In de hierboven vermelde prijzen is hier in bepaalde gevallen reeks rekening mee gehouden.

4.14.8. Technische problemen

Bij de verbranding van pluimveemest in een wervelbed is ernstige vervuiling door smeltende as geconstateerd. Dit was het geval bij een praktijkproef in een wervelbedinstallatie, gebouwd door Aalborg Boilers voor een energiebedrijf in het Deense Aarhus. Doordat de as smeltverschijnselen vertoonde en als gevolg daarvan het proces tot stilstand kwam, bleek wervelbed-

verbranding van pluimveemest bij de gekozen omstandigheden niet uitvoerbaar. Het is overigens merkwaardig dat deze smeltverschijnselen zich noch hebben voorgedaan bij de installatie in Schotland, noch bij het hiervoor genoemde TNO-onderzoek aan wervelbedverbranding van dikke fractie van varkensmest.
Hoge chloride concentraties in de mest kunnen corrosie veroorzaken en vereisen vaak de keuze van hoogwaardige en duurdere staalsoorten..

4.14.9. Milieumaatregelen

Bij de beschouwing van de emissiegegevens kan worden opgemerkt dat de rookgassen afkomstig van de verbranding van mest een grondige reiniging behoeven zowel voor stof, zuurvormende componenten, zware metalen en organische micropolluenten zoals PCDD en PCDF wil men voldoen aan de huidige gestelde emissienormen. De technieken voor de verwijdering van deze componenten zijn uitgebreid beschreven in de BBT-studie “Gids Luchtzuiveringstechnieken” en in de BREF “Reference document on the Best Available Techniques for Waste Incineration”.

De zuurvormende componenten zijn bij de normale werkingstemperatuur van de verbrandingsinstallatie volledig in dampvorm. Momenteel zijn er tal van technieken beschikbaar om de zuurvormende componenten te verwijderen.

Zware metalen zullen beneden de 360 °C uitcondenseren op de vliegassen met uitzondering van kwik. Deze kunnen in principe verwijderd worden d.m.v. stofvangst.

Maatregelen die genomen kunnen worden om de concentraties aan PCDD en PCDF in het onbehandeld rookgas en in de reststoffen te minimaliseren kan primair door het gevormde HCl reeds in de verbrandingsoven te capteren ofwel de vorming van chloorradicalen te onderdrukken.

De componenten CO, KWS en PAK die ontstaan te wijten aan het verbrandingsproces en de verbrandingsinstallatie zelf kunnen primair gereduceerd worden door optimalisatie van de procescondities.

Het terugdringen van NO_x-emissie kan gebeuren via het toepassen van enkele primaire maatregelen in de brander waardoor de NO_x synthesetemperaturen vermeden worden en de $NO_x + NH_3$-reactie gestimuleerd wordt. Al deze maatregelen zijn erop gericht de operationele en design parameters van de verbrandingsinstallatie zo aan te passen dat de vorming van NO_x verminderd wordt of dat de gevormde NO_x reeds in de verbrander wordt omgezet (Gudgeon en Donley, 2001).

Mogelijke maatregelen die reeds worden toegepast bij de verbranding van N-rijke stoffen in de industrie zijn (binnen de mestverwerking zijn hiervan geen concrete toepassingen bekend):

– Het verminderen van de luchttoevoer. Door het verminderen van de zuurstof die voor de verbranding beschikbaar is tot het minimum dat nodig is voor een complete verbranding, kan brandstof-gebonden NO_x-emissie, en in mindere mate ook thermische NO_x-emissie verminderd worden (lagere verbrandingstemperatuur).

– Getrapte zuurstoftoediening. Hierbij wordt de verbrandingskamer opgedeeld in twee zones, een eerste verbrandingszone, waarin een tekort aan zuurstof heerst en een tweede verbrandingszone met een teveel aan zuurstof om complete verbranding te verzekeren. In de eerste zone onderdrukken de sub-stoechiometrische reactiecondities (lucht/brandstofratio van 0,6 tot 0,9) de vorming van NO_x uit de brandstof gebonden-N; ook de vorming van thermische

NO_x wordt in zekere mate onderdrukt door de lagere temperatuur. In de tweede zone wordt de vorming van thermische NO_x eveneens beperkt door de relatief lage temperatuur in de, door de aangevoerde zuurstof, brede vlam. Het is belangrijk dat de temperatuur in de overgangszone tussen het reducerende en het oxiderende deel van de verbrandingkamer niet te hoog oploopt, anders kan er thermische NO_x gevormd worden. Indien nodig kan deze temperatuur gereduceerd worden via rookgas hercirculatie.

– Rookgas hercirculatie. De hercirculatie van rookgas resulteert in een vermindering van de beschikbare zuurstof in de verbrandingskamer, tegelijkertijd vermindert ook de vlamtemperatuur, vermits de vlam door het rookgas een directe koeling ondergaat. Zowel brandstof gebonden N-omzetting als thermische NO_x-vorming zullen dus gereduceerd worden. Een teveel aan rookgashercirculatie kan leiden tot operationele problemen, zoals corrosieproblemen wanneer een brandstof die veel zwavel bevat wordt verbrand, efficiëntieverliezen door temperatuursstijging aan de uitgang of een verhoogde energieconsumptie door de ventilatoren. Daarom wordt het volume van hercirculerend rookgas meestal beperkt (30%) en de hiermee gepaard gaande hogere NO_x-emissies worden teniet gedaan door het gebruik van low-NO_x-verbranders.

– Het verminderen van de luchtvoorverwarming. De temperatuur van de voorverwarmde verbrandingslucht heeft een grote invloed op de NO_x-vorming. Immers, hoe hoger deze temperatuur, hoe hoger de adiabatische vlamtemperatuur en hoe hoger de temperatuur in de verbrandingskamer en hoe meer thermische NO_x er gevormd wordt. Daarom wordt de temperatuur van de voorverwarmde verbrandingslucht soms beperkt.

– Rookgasherverbranding. Rookgasherverbranding is gebaseerd op de vorming van verschillende zones in de verbrandingskamer door de getrapte injectie van brandstof en lucht. Er worden hierbij drie zones gevormd, waarbij de in de eerste zone gevormde NO_x in de volgende zones terug gereduceerd wordt tot stikstof. In de eerste verbrandingszone wordt 85 à 90% van de brandstof geïnjecteerd in een oxiderend of lichtjes reducerende atmosfeer. In de tweede verbrandingszone (ook de herverbrandingszone genoemd) wordt brandstof voor de herverbranding geïnjecteerd in een reducerende atmosfeer. Hierbij worden CxHy-radicalen gevormd, die met de NO_x die reeds in de eerste zone werd gevormd, reageren tot stikstof, ook andere ongewilde vluchtige stikstof verbindingen, zoals ammonium kunnen hierbij gevormd worden. De verbranding wordt uiteindelijk voltooid door de injectie van extra lucht in de naverbrandingszone.

De efficiëntie van de herverbranding is afhankelijk van verschillende parameters zoals:
- de temperatuur: om lage NO_x-waarden te bekomen, dient de temperatuur in de reducerende herverbrandingszone zo hoog mogelijk te zijn;
- de verblijftijd: een langere verblijftijd in de herverbrandingszone bevordert de NO_x-reductie, verblijftijden moeten tussen de 0,5 en 1,5 sec liggen;
- beluchtingsgraad: herverbranding vindt plaats in een reducerende atmosfeer, met een stoechiometrisch tekort aan zuurstof van 10 tot 30%;
- het type van brandstof voor de herverbranding: er wordt best een brandstof gebruikt die niet veel N bevat (zoals aardgas), dit om te voorkomen dat er nog NO_x zou gevormd worden in de naverbrandingszone;
- de goede menging tussen de brandstof voor de herverbranding en de rookgassen uit de eerste verbrandingszone;
- de beluchtingsgraad in de eerste verbrandingszone: hier vindt de verbranding best plaats in een oxiderende atmosfeer, met een stoechiometrisch exces aan zuurstof van ongeveer 10%.

Low NO_x-verbranders. In een klassieke verbrandingsinstallatie worden de brandstof en de lucht/zuurstof op dezelfde plaats geïnjecteerd. De gevormde vlam bestaat uit een hete en oxiderende zone aan de voet van de vlam en een koudere secundaire zone hierrond. In de hete primaire wordt het meeste NO_x gevormd en de vorming neemt toe met stijgende temperatuur. De contributie van de secundaire zone aan NO_x-vorming is beperkt. Bij low NO_x-verbranders is het injectiesysteem van brandstof en lucht zo aangepast dat de menging van beiden vertraagt wordt, de beschikbaarheid van zuurstof verlaagd wordt en de temperatuur in de vlam verminderd wordt. Low NO_x-verbranders vertragen dus de omzetting van brandstof gebonden-N tot NO_x en de vorming van thermische NO_x.

In overeenstemming met de verschillende andere principes om de vorming van NO_x te verminderen, kunnen low NO_x-verbranders gekoppeld worden aan een getrapte zuurstoftoediening, een rookgashercirculatie of een rookgasverbranding.

Indien een electriciteitscentrale mest wil verwerken via een techniek van co-verbranding met kolen, moet voldaan worden aan de emissiegrenswaarden die opgelegd worden door de Europese richtlijn verbranding (mengregel). De Vlaamse overheid is voorstander om de grenswaarden verder te verstrengen tot het niveau dat geldt voor afvalverbranding.

4.14.10. Capaciteit

Verbranding is technisch op kleine schaal mogelijk. Door de hoge eisen aan de rookgasreiniging en rookgasmonitoring is deze kleine schaal echter economisch niet haalbaar. Aangezien de eisen streng zijn zal vrijwel alleen gecentraliseerde verbranding voorkomen. Een typische capaciteit ligt tussen 100 000 en 400 000 ton per jaar.

4.14.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen

In principe is verbranding van mest in Vlaanderen mogelijk. De emissiegrenswaarden zijn dezelfde als deze voor de verbranding van huishoudelijk afval met een verstrenging voor NO_x (200 mg/Nm³) en een uitbreiding voor NH_3 (50 mg/Nm³) en H_2S (5 mg/Nm³) (zie tabel in paragraaf 3.2). De huidige proefinstallaties of installaties in het buitenland (Engeland) voldoen niet aan de Vlaamse norm, er is dus nog bijkomende nazuivering van het rookgas nodig.

4.14.12. Vergelijkbare technieken

Vergelijkbaar is natte oxidatie. Andere technieken om vaste mest geschikt te maken voor export zijn drogen, composteren en bekalken.

4.14.13. Informatiepunt

Biocalor bvba
Pol Meerschman
Hooistraat 13
8792 DESSELGEM
Tel.: 056/73 15 19
Fax: 056/73 15 10
e-mail: pol.meerschman@ping.be

Fibrowatt Ltd
38 Clarendon Road
Londen W11 3AD
Engeland
tel.: +44-71-2299252
fax: +44-71-2218671
http://www.eprl.co.uk/

4.14.14. Referenties

1. Anoniem (1987) Proefnemingen Dry Burn Thermal Kinetic mestdroog- en verbrandingsinstallatie. Rapport Adviesbureau Witteveen+Bos, Deventer, Nederland, ref. Db.2.1
2. Baader W. (1976) Freisetzung von Wärme aus organischen Reststoffen der Landwirtschaftliche Produktion. Landbauforschung Völkenrode 3, pp. 171-176
3. BREF: IPPC, Draft Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants (Maart 2001), Sevilla, Spanje
4. BREF: IPPC, Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration (July 2005), Sevilla, Spain
5. Dagnall S.P. (1994) Environmental benefits of poultry litter combustion. Proc. 9th European Poultry Conf, vol II
6. Derikx P.J.L, ten Have P.J.W., van Voorneburg F. en Hoogerwerf T.E. (1995) Technische haalbaarheid van centrale verwerking van rundermengmest. Rapport IMAG-DLO,Wageningen, Nederland, ref. 95-22
7. Elslander H., De Fré R., Geuzens P., Wevers M. (1993). Vergelijkende evaluatie van mogelijke gasreinigingssystemen voor huisvuilverbranding. In: Energie & Milieu, 9
8. van Doorn J. (1993) Pyrolyse van kippenmest. Literatuurstudie. Rapport Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, ref. ECN-C-93-084
9. Gudgeon D., Donley E. (2001) Technology optimalisation for NO_x-control from thermal oxidation systems, 3rd international symposium on incineration and flue gas treatment technologies, 2-4 juli 2001
10. Groote A. de (1985) Warmterecuperatie uit verbranding. Landbouwtijdschrift 38, nr. 5, pp. 1.267-1.274
11. Huybrechts D. en Dijkmans R. (2001) Beste Beschikbare Technieken voor de verwerking van RWZI- en gelijkaardig industrieel afvalwaterzuiveringsslib. Academia Press, Gent.
12. Kiers A., van Heteren J.P.A. en de Jong J.A. (1986) Verbranding van ontwaterde varkensdrijfmest in een wervelbedoven. Rapport TNO, Apeldoorn, Nederland, ref. 86-021
13. de Koning J. (1996) Municipal solid waste combustion in the Netherlands. Voordracht voor Intern. EEWC Seminar on Municipal Solid Waste – A vital energy source. Stockholm, Zweden, maart 1996.
14. Mould S. en Thornley P. (2001) Environmental and economic evaluation of two UK biomass fueled power plants. Proceedings of Incineration 2000 symposium. Brussel, 2-4 juli 2001.
15. Savat Patrick, Laborelec, persoonlijke mededeling 2006
16. http://www.eprl.co.uk/, 2006
17. Vandycke Eddy, Boerenbond, persoonlijke mededeling, 2006

4.15. Productvormgeving

4.15.1. Doel

Het pelletiseren of granuleren van de gedroogde mest om tot een beter hanteerbaar, beter afzetbaar en minder stoffig product te komen.

4.15.2. Procesbeschrijving

De gedroogde mest wordt tot brokjes of korrels geperst. Dit gebeurt in een proces, waarbij het product, meestal na toevoeging van stoom in een conditioneringsinstallatie, door middel van korrelpersen met ring- of plaatmatrijzen tot korrels wordt geperst. Conditioneren met stoom wordt in twee varianten toegepast, namelijk korte conditionering en lange conditionering en heeft tot doel het persen gemakkelijker en de korrelkwaliteit beter te maken. Na het persen wordt het product gekoeld, afgezeefd en opgeslagen voor vervoer.

4.15.3. Stand van de techniek

Pelletisering wordt als techniek reeds jarenlang toegepast in o.a. de productie van veevoeders en kunstmeststoffen. In mestverwerkingsprojecten wordt pelletisering vooral toegepast aan het einde van het droog- of composteringsproces. In Nederland wordt dit onder andere toegepast op gecomposteerde kippenmest.
Bij export onder deze vorm rekent men met een opbrengst van 100-150 EUR/ton (P. Ten Have, persoonlijke mededeling).

4.15.4. Grondstoffen en eindproducten

De samenstelling van grondstof en eindproduct is hetzelfde, enkel de vorm wordt aangepast aan de behoeften van de gebruiker.
Bij pelletiseren van (gedroogde) mest treden grote schuifkrachten op; hierdoor wordt de temperatuur circa 20-30°C verhoogd. Door de injectie van processtoom kan de temperatuur echter meer dan 20-30 °C verhogen. Als gevolg hiervan vindt nog een aanzienlijke reductie van het kiemgetal plaats. Zo blijkt pelletiseren een sterk negatief effect te hebben op de overleving van pathogenen en onkruidzaden. Wanneer thermisch wordt gedroogd en daarna gepelletiseerd is de kans op overleving van onkruidzaden uiterst gering (Elema & Scheepens, 1992).

4.15.5. Emissies

Vooral de stofemissie kan voor problemen zorgen. Door de temperatuurverhoging kan aan de uitgang van de matrijs ook geuremissie ontstaan van vluchtige componenten zoals ammoniak, amines, vetzuren, zwavelcomponenten.

4.15.6. Energiegebruik

Over het energieverbruik bij pelletisering van gedroogde mest is weinig bekend. Voor de pelletisering van mengvoeders wordt echter een verbruik van ongeveer 16 kWh per ton gepelleti-

seerd mengvoer vastgesteld (Beumer, 1994). Bij mestverwerking rekent men met 40 kWh/ton (P. Ten Have, persoonlijke mededeling).
Een betaande pelletinstallatie op gedroogde varkensmest heeft eenenergieverbruik van 85 kWh per ton pellets (Van Grieken, 2006).

4.15.7. Kosten

Bij benadering kost pelletisering ca. 0,02 EUR/kg.
De kosten voor pelletisering bedragen ongeveer 25 EUR/ton pellets (Van Grieken, 2006).

De gangbare prijs in het buitenland voor op het land geleverde en gestrooide pellets van varkensmest bedraagt 80 EUR/ton pellets. Hierin zitten eveneens de kosten voor transport, tussenstockage, transport naar het land, strooikosten, tussenkomst van handelaar etc. De netto prijs voor de pellets is positief en varieert afhankelijk van de behandelings en transportkosten.(Van Grieken, 2006)

4.15.8. Technische problemen

4.15.9. Milieumaatregelen

In geval van pelletiseren moet erover gewaakt worden dat de stof- en geuremissies maximaal worden beperkt, zo nodig door stofvangers aangevuld met gaswassing en/of biofiltratie.

4.15.10. Capaciteit

Pelletisering van gedroogde producten kan zowel op kleine schaal, wanneer gedroogd wordt met stallucht, als op middelgrote en grote schaal gebeuren.

4.15.11. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Algemeen toepasbaar. In Vlaanderen is een installatie operationeel voor de pelletisering van gedroogde varkensmest.

4.15.12. Vergelijkbare technieken

4.15.13. Informatiepunt

4.15.14. Referenties

1. Beumer H., Heeres H.L. (1994) Sectorstudie Veevoederindustrie, NEEDIS, Petten
2. Elema A.G. en Scheepens P.C. (1992) Verspreiding van onkruidzaden en plantenziekten met dierlijke mest. Een risicoanalyse. Publicatie nr. 62 Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de vollegrond, Lelystad, Nederland.
3. Van Grieken Wim, 2006, Discover, persoonlijke mededeling

4.16. Overige technieken

4.16.1. Algenkweek

a. Doel

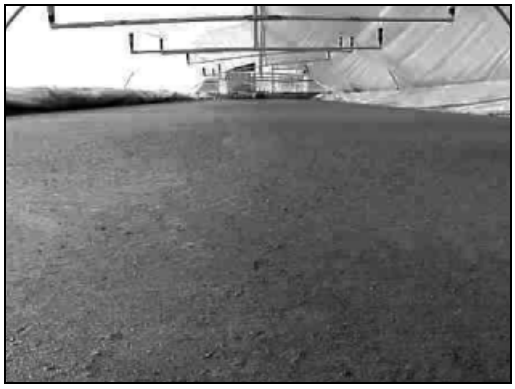
Het omzetten van N naar N_2 en het produceren van een mestvloeistof met verlaagde gehaltes BOD, COD, N en P.

b. Procesbeschrijving

Voor algenkweek wordt de dunne mest vooraf door middel van scheidingsapparatuur van het grootste deel van de niet-opgeloste droge stof ontdaan. De dunne fractie wordt vervolgens in een algenvijver gedoseerd. Deze bestaat uit een ondiep (0,2-0,6m) slotenstelsel waarbij de inhoud door middel van paddels of propellers wordt rondgestuwd en gemengd.

Algen zijn eencellige planten die zich onder invloed van het zonlicht vermenigvuldigen en hiervoor koolzuur uit de lucht en mineralen uit de mest opnemen. Hierbij wordt zuurstof geproduceerd. De productie van algen gaat gepaard met reiniging van de mestvloeistof, met name ten aanzien van BZV, N en P, waarbij symbiose plaats vindt tussen algen en bacteriën. De algen worden afgescheiden van de vloeistof door middel van bezinking, flotatie, centrifugatie of membraanscheiding.

Behalve algen kunnen ook andere snelgroeiende, drijvende waterplanten gebruikt worden, bv. eendenkroos.



Figuur 4.19: Zuiveringseenheid o.b.v. eendenkroos

c. Stand van de techniek

Er is vrij uitgebreid onderzoek gedaan naar het kweken van algen op basis van mest in een gematigd klimaat, o.a. door Fallowfield et al. (1994). Enkele jaren geleden hebben twee Nederlandse bedrijven (Algaetec en Ingenieursbureau D. Kuiper) ieder afzonderlijk op een varkensbedrijf een algenvijver gebouwd. Algaetec heeft vergevorderde plannen om in Noord-Brabant enkele algenvijvers bij varkenshouderijen te plaatsen.

De productiesnelheid is gemiddeld over het jaar ongeveer 15 g droge stof per m^2 vijveroppervlak en per dag, waarbij de productiesnelheid in het koude halfjaar minimaal is. In een proef-

vijver in Barchem (NL) van 1000 m² werd 600 m³ dunne mest gebracht. Hierop groeiden 3000 tot 4000 kg droge stof. Het geoogste product bevatte 3 tot 15% droge stof (persbericht AgriHolland 05/03/2000).

Hierbij kan ook verwezen worden naar een artikel van Wiegant et al. (1994) en de daaraan gekoppelde discussie met Prof Mur van de Universiteit van Amsterdam (NL) over het gebruik van algenvijvers in het algemeen en voor mest in het bijzonder.

Er zijn momenteel geen projecten die algenkweek toepassen.

d. Grondstoffen en eindproducten

Er worden geen hulpstoffen gebruikt voor het kweken van algen zelf. Bij de scheiding van mest en van algen kan eventueel vlokmiddel worden ingezet.

Na scheiding van algen en effluent is de algenmassa nog nat en bevat slechts enkele procenten droge stof. Algen bevatten op de droge stof ongeveer 0,5-1,0% P en 6% N (Wiegant et al., 1995). Op basis van de samenstelling van varkensmest, het scheidingspercentage van een meststscheider en de algensamenstelling kan men berekenen dat per m^3 varkensmest ongeveer 25 kg algen droge stof gevormd wordt.

De gebruiksmogelijkheden van algen zijn onduidelijk. Vaak wordt gedacht aan veevoer, maar het gebruik van algen als veevoer is in de Europese veevoederwetgeving niet toegestaan. Ook wordt wel gesproken van gebruik als leverancier voor bepaalde fijnchemicaliën. Alternatieven zijn het gebruik als meststof. Zolang er geen duidelijkheid is over de afzetmogelijkheden van de algen heeft het proces geen praktisch belang.

e. Emissies

Over de emissies naar de lucht is weinig bekend. Omdat tijdens zonneschijn de pH tot boven een waarde van 10 kan oplopen is het mogelijk dat ammoniak wordt gestript, maar waarschijnlijk is dit effect bescheiden omdat de ammoniakconcentratie in de vijver laag is.

Verondersteld mag worden dat een deel van de stikstofverbindingen in de mest via nitrificatie en denitrificatie in de algenvijver in stikstofgas worden omgezet.

Ook over de effluentkwaliteit is weinig kwantitatieve informatie beschikbaar. Het type algen of andere plant (bv. eendenkroos), al dan niet oogsten, ...bepalen het rendement dat gehaald kan worden. Aangenomen mag worden dat het gehalte aan N en P relatief laag is. Voor P worden verwijderingspercentages gerapporteerd van 11-61% (Stites en Bottcher, 2001).

f. Energiegebruik

Het energieverbruik is laag en bestaat uit elektriciteit voor voortstuwing en algenscheiding. Bij scheiding door middel van membraanfiltratie noemen Schellekens & Van Gastel (1995) een verbruik van 3 kWh/m^3.

g. Kosten

De firma Algaetec hanteert volgens Schellekens & Van Gastel (1995) een oppervlak van 6,3 m^2 per zeug en 2,5 m^2 per vleesvarkensplaats. Een vijver met een oppervlak van 2000 m^2 zou aldus geschikt zijn voor de mest van 320 zeugen en 800 vleesvarkens. De investering hiervoor bedraagt 84 282 EUR, inclusief een eenvoudige voorscheiding. Voor rente, afschrijving en

onderhoud wordt gerekend met een bedrag van 15 369 EUR per jaar. Dit is per m^3 zeugenmest 15 EUR en per m^3 vleesvarkensmest 23 EUR. Deze bedragen zijn exclusief de kosten voor afzet van dikke fractie en effluent en de inkomsten uit verkoop van algen. De firma Polymetal geeft een prijs van 8 EUR/m^3 voor de verwerking van 7200 m^3 mengmest, wat een investering van 250 000 EUR inhoudt.

De kostenramingen zijn sterk afhankelijk van de uitgangspunten ten aanzien van algenproductiesnelheid per eenheid vijveroppervlak, de scheidingsmethoden en de opbrengsten voor de algen. Veelal wordt uitgegaan van een lage opbrengst voor de algen voor de mestproducent, omdat de afnemer kosten moet maken om de gewenste producten er uit te winnen. Door Algaetec is wel eens een bedrag van 0,12 EUR/kg algen droge stof genoemd. Dit zou een inkomstenbron van 3,10 EUR/m^3 kunnen betekenen.

h. Technische problemen

Het afscheiden van de algen is een algemeen erkend probleem. Het lijkt niet eenvoudig om de mestscheiding en de algenkweek zo te beheersen dat steeds een effluent wordt geproduceerd waaruit zowel de N als de P volledig is verwijderd.

i. Milieumaatregelen

De belasting moet zodanig worden ingesteld dat het ammoniakgehalte in vijver laag is, dit om te voorkomen dat door de hoge pH de emissie van ammoniak belangrijke vormen aanneemt.

j. Capaciteit

De meeste van de in de literatuur beschreven en huidige projecten zijn allen ontwikkeld voor gebruik op de boerderij, maar dit lijkt uit technisch oogpunt niet beslist noodzakelijk. Een aspect dat zwaar gaat wegen bij centrale behandeling is de benodigde grondoppervlakte.

k. Toepasbaarheid in Vlaanderen

De toepasbaarheid in het algemeen hangt in eerste instantie af van de afzetbaarheid van de geproduceerde algen. Voorts is meer inzicht nodig in de emissies naar lucht en de samenstelling van het effluent. Een belangrijk struikelblok is ook de vrij grote oppervlaktebehoefte die vaak niet aanwezig is bij varkensbedrijven. Op basis van de verwachte lage N- en P-gehalten in het effluent kunnen wellicht grote hoeveelheden over het (gras)land worden gebracht. Een begrenzing is dan waarschijnlijk het kaliumgehalte (in verband met kopziekte bij koeien bij extreem hoge kaligiften op grasland).

l. Vergelijkbare technieken

N-componenten kunnen in de dunne fractie van mest ook naar N_2 omgezet worden door natte oxidatie, actief slibzuivering of elektrolyse.

m. Informatiepunt

n. Referenties

1. Depraetere G. (2001) Mestverwerking er is licht in de tunnel! Brochure over mestverwerking in Vlaanderen, pp. 17-18
2. Fallowfield H.J., Svoboda I.F. and Martin N.J. (1994) The treatment of livestock slurry by

aeration and algae. In: Pollution in livestock production systems. Eds: I.A. Dewi, R.F.E. Axford & I.M. Marai. Uitgave CAB International, Wallingford, Engeland, ISBN 0-85198-857-1
3. Schellekens J. en van Gastel J. (1995) Kunnen algenvijvers het mestprobleem oplossen? Info-Bulletin Varkenshouderij, IKC Varkenshouderij, Rosmalen, Nederland, 4-95, pp. 4-7
4. Wiegant W.M., Mulder J.W. en v.d. Veer B. (1995) Toepassing van algen voor nazuivering van afvalwater en behandeling van seizoensgebonden bronnen. H_2O 25, pp. 728-735
5. Stites D. en Bottcher D. (2001) Dairy best available technologies in the Okeechobee basis, South Florida water management district. Contract nr. C-11652. SWET, Inc. en Soil and Water Engineering Technology, Inc.

4.16.2. Actieve koolfiltratie water

a. Doel

Actieve kool zuivering kan als een laatste zuiveringsstap toegepast worden wanneer de kwaliteit van het effluent na de biologische zuivering of omgekeerde osmose nog niet voldoet aan de geldende lozingsnormen, in bijzonder de CZV-norm.

b. Procesbeschrijving

Actieve-kooladsorptie is een effectief behandelingsproces voor het verwijderen van een brede variëteit aan organische verbindingen afkomstig uit diverse industriële bronnen. Actieve-kooladsorptie wordt het meest toegepast voor de verwijdering van lage concentraties niet-afbreekbare organische verbindingen in grondwater, drinkwaterbronnen, proceswater of als polishing-stap na bijvoorbeeld een biologische behandeling. Het principe van actieve-koolfiltratie is gebaseerd op de adsorberende capaciteit van het actieve kool, dankzij het grote interne oppervlak. Tevens is de poriegrootteverdeling van belang. Deze wordt bepaald door het productieproces. Actieve kool wordt gemaakt uit hout, kolen, turf, lignine, notendoppen,....
Een actieve-koolinstallatie bestaat meestal uit twee vast bed kolommen. De beide kolommen worden neerwaarts doorstroomd bedreven en beurtelings periodiek door terugspoeling gewassen indien teveel zwevende stof aanwezig is. Na verloop van tijd raakt de kool verzadigd en vermindert de werking tot de filter uiteindelijk niets meer opneemt en de vervuiling aan het einde met het afvalwater meekomt (doorslaat). Wanneer de kool verzadigd is, kan deze worden geregenereerd door thermische behandeling van de actieve kool in een oven.
Alternatieve uitvoeringsvormen zijn het fluïde bed en het pulserende bed. Bij het fluïde bed wordt het influent in opwaartse richting doorheen de kolom gevoerd, zodat er een dynamisch evenwicht ontstaat tussen de kracht van het stromende water en de gravitatiekracht op de actieve kooldeeltjes. Deze methode gaat echter gepaard met een groter verbruik van actieve kool. Bij het pulserende bed wordt de watertoevoer dan weer periodiek onderbroken.

De hoeveelheid specifieke component die een kolom kan adsorberen, hangt af het type actieve kool, de vervuiling, de concentratie en de temperatuur. De adsorptiecapaciteit bedraagt circa 6-10% van de massa actieve kool. De werking van de filter kan vooraf vrij nauwkeurig bepaald worden aan de hand van laboratoriumtesten.
Het zwevende stof-gehalte in het influent moet beperkt zijn en bij voorkeur niet hoger dan 1 mg/l. Dit is voor permeaten van vb. omgekeerde osmose steeds het geval. Bij dalende influentconcentraties is desorptie mogelijk, waarbij het effluent steeds meer vervuiling uit de kolom meeneemt.

c. Stand van de techniek

Actieve-koolfiltratie is een bewezen en veel toegepaste techniek. Een actieve-koolkolom wordt meestal volautomatisch bedreven en vergt slechts weinig toezicht en onderhoud. Lage effluentconcentraties zijn technisch realiseerbaar.

Door de hoge werkingskosten is de toepassing bij mestverwerkingsprocessen vooral toegespitst op de verregaande verwijdering van relatief lage vrachten, bijvoorbeeld de ‘polishing’ van effluenten van de biologische zuivering of omgekeerde osmose tot loosbare effluenten.
Er wordt eveneens beluchting toegepast op de actievekoolmodules. Hierdoor worden de afbreekbare componenten terug gedesorbeerd van de actievekool en biologisch afgebroken en komt terug capaciteit vrij. Hierdoor wordt het verbruik van actieve kool beperkt.

d. Grondstoffen en eindproducten

De grondstof is het effluent van een voorgaande zuivering van de dunne mest, vb. na biologische zuivering.
Het belangrijkste eindproduct is gezuiverd water, dat over het algemeen kan worden geloosd, over het land kan worden verspreid of kan worden hergebruikt. Daarnaast wordt er ook verzadigde actieve koolstof gevormd, de actieve kool kan geregenereerd worden door thermische behandeling van de actieve kool in een oven. Daarbij treedt een verlies aan koolstof op van 5-10%

Bij actieve kool zuivering vindt geen omzetting van stof plaats, maar is uitsluitend sprake van concentrering van de polluenten in de actieve kool. De beladingsgraad die kan bereikt worden is o.a. afhankelijk van de adsorptiekarakteristieken van de te verwijderen fractie, het type actieve koolstof, de bedrijfsvoering, etc. Realistische beladingsgraden variëren tussen 6 à 10%.

e. Emissies

Omdat het een gesloten proces betreft treedt gasvormige emissie niet op.
De samenstelling van het effluent na actief koolzuivering van effluent van Kalvergier bij Vilatca wordt weergegeven in Tabel 4.46.

Tabel 4.46: Samenstelling van het effluent in mg/l (VMM,2004; persoonlijke mededeling Vilatca)

Parameter	na biologie	na AK
CZV	350 -370	110
BZV		4
Kj-N		4
NO3-N		13
P tot.		0,9
Zwevende stof		2

Voor varkensmest wordt aktieve kool niet toegepast na biologie.

f. Energieverbruik

Het verbruik aan elektrische energie is gering, omdat het te installeren vermogen in de vorm van pompen niet groot is. Er is geen verbruik aan thermische energie.

g. Kosten

De kosten bij aktieve kool bestaan uit variabele kosten die voornamelijk uit koolverbuik bestaan en kosten voor de filter.
Het adsorptierendement van actieve kool bedraagt ongeveer 170-200 g COD/kg AK afhankelijk van de concentratie en type componenten. De kostprijs van actieve kool bedraagt ongeveer 1,3 EUR/kg inclusief reactivatie/terugname.
De installaties kunnen gehuurd worden. De huurprijs bij Desotec bedraagt ongeveer 23-24 EUR/dag. Er moeten twee installaties in serie worden gezet om het rendement steeds te garanderen. Bij doorslag van COD tussen de installaties kan de eerste vervangen worden waarbij de nieuwe silo als tweede filter wordt geplaatst.

Een beluchte actiefkoolfilter zou het verbruik aan actievekool halveren. Een beluchte actievekoolinstallatie kost 1500 EUR per maand aan huur en heeft een elektrisch vermogen van 7,5 kW voor de pomp en 2 kW voor de beluchter wat eveneens een kost is. (Desotec, 2006)

De techniek is duidelijk duur als de influentconcentraties hoog zijn of als de beladingsgraad van de actieve kool laag is.

h. Technische problemen

Actieve kool zuivering is een zeer beproefde techniek en stelt als dusdanig weinig technische problemen meer. De gewenste rendementen kunnen bijna in alle gevallen bereikt worden door de contacttijd met het actieve kool te vergroten. Afhankelijk van de belasting kunnen de filters evenwel snel verzadigd zijn zodat frequente vervanging nodig kan zijn.
Verstopping of desactivatie van de filter moet vermeden worden. Eventuele groei van microorganismen heeft weliswaar een positieve bijdrage tot gevolg voor de verwijdering van biologisch afbreekbare verontreinigingen, maar belemmert de absorptie aan het oppervlak. Uitschuring van actieve kool door het langsstromende water, zorgt ervoor dat er kool in het effluent terechtkomt.

i. Milieumaatregelen

De actieve kool moet geregeld op hoge temperatuur geregenereerd worden. Indien de geadsorbeerde componenten hergebruik niet toelaten, wordt de actief kool vernietigd in een verbrandingsoven.

j. Capaciteit

Actief kool filters kunnen in diverse capaciteiten worden geleverd, waardoor toepassing zowel op kleine, middelgrote als grote schaal mogelijk is.
De hoeveelheid specifieke component die een kolom kan adsorberen, hangt af het type actieve kool, de vervuiling, de concentratie en de temperatuur. De adsorptiecapaciteit bedraagt circa 17-20% van de massa actieve kool maar is sterk afhankelijk van de concentratie en type component. De werking van de filter kan vooraf vrij nauwkeurig bepaald worden aan de hand van laboratoriumtesten.

k. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Waterzuivering met actieve kool zal achteraan in het zuiveringstraject bij mestverwerking worden toegepast. Het effluent kan waarschijnlijk geloosd worden.

l. Vergelijkbare technieken

Om een loosbaar effluent te verkrijgen kan men naast een actieve kool zuivering ook een zuivering met andere adsorptiemiddelen of een ionenuitwisselaar gebruiken als laatste zuiveringsstap.

m. Informatiepunt

Desotec N.V.
Regenbeekstraat 44
B-8800 Roeselare
Tel: 051 24 60 57

Fax: 051 24 59 16
Email: desotec@desotec.be
Internet: www.desotec.be

Norit Belgium N.V.
“Le Beaullieu”
Beaullieulaan 25
b-1160 Oudergem
Tel: 02 675 06 45
Fax: 02 675 11 19
Internet: www.norit.com

Chemviron Carbon
Industrie zone C, Feluy
B-7181 Feluy
Tel: 064 51 18 11
Fax: 064 54 15 91
Email: info@chemvironcarbon.com
Internet: www.chemvironcarbon.com

n. Referenties

1. Aanvraagdossier prototypekeuring mestverwerkingsinstallatie Eco Flanders, 2000
2. Environmental Technology, Monographs handbook, Envi Tech Consult, INC, Den Haag, Handbook on Wastewater
3. Derden A., Van den Broeck E., Vergouwen P., Vancolen D. en Dijkmans R. (2001) Gids Waterzuiveringstechnieken, Vlaams BBT-kenniscentrum, Academia Press, Gent
4. Desotec, persoonlijke mededeling, 2006
5. Van Deynze J., Gevaerts W., Lauryssen K., Vancolen D., Pyls C., Wiepkema J., Dijkmans R. (1998) Gids Bodemsaneringstechnieken, Vlaams BBT-Kenniscentrum, Academia Press, Gent.
6. Vilatca, persoonlijke mededeling 2006
7. VMM, resultaten Vilatca Kasterlee voor 2004

4.16.3. Ionenwisselaar

a. Doel

Ionenwisselaars kunnen als een laatste zuiveringsstap toegepast worden wanneer de kwaliteit van het effluent na de biologische zuivering, indampen (condensaat) of omgekeerde osmose nog niet voldoet aan de geldende lozingsnormen, bvb NH_4^+ of nitraat.

b. Procesbeschrijving

Bij het gebruik van een ionenwisselaar kunnen schadelijke ionen worden uitgewisseld tegen andere, minder schadelijke ionen. Zowel kationen als anionen kunnen uitgewisseld worden.
Bij een *kationenwisselaar* bevat het hars sulfongroepen, waarop natrium- of waterstofionen gebonden zijn, die bij contact met het afvalwater tegen de daarin aanwezige kationen worden uitgewisseld. Een veel gebruikte toepassing van kationenwisselaars is bijvoorbeeld het verwijderen van zware metalen uit een afvalwaterstroom door uitwisseling met natriumionen. In dit voorbeeld is de affiniteit van de drager voor deze zware metalen groter dan de affiniteit van de drager voor de natriumionen. Hierdoor worden langzaam maar zeker alle sulfongroepen opgevuld met een zwaar metaalion. Deze zware metalen worden weer van de dragers verwijderd tijdens de regeneratiefase. Bij de regeneratie wordt (meestal door middel van tegenstroom) een overmaat aan onschadelijke ionen toegevoegd. Hierdoor verschuift het evenwicht en worden de zware metalen weer verwijderd van de hars. Hierbij ontstaat een geconcentreerde oplossing van zware metalen. Het hars is nu weer geschikt gemaakt om zware metalen te verwijderen.
Een voorbeeld van toepassing van *anionenwisselaars* is de verwijdering van nitraat. In het ionenwisselingsproces stroomt het te zuiveren water door een bed van hars, waarbij het de bedoeling is aan het hars gebonden anionen (vb. chloride of bicarbonaat) te wisselen tegen negatief geladen nitraationen. De mate van binding van ionen is afhankelijk van de lading van de ionen en van hun diameter. Eénwaardige en grote ionen hechten zich minder gemakkelijk aan de ionenwisselaar. Meerwaardige en grotere ionen daarentegen hebben een grote affiniteit. Ionen in de waterfase zullen slechts wisselen met ionen op het hars wanneer de affiniteit hoger is of wanneer de concentratie hoog is. Voor de eliminatie van nitraten zijn sterk basische ionenwisselaars nodig met tertiaire en quaternaire ammoniumgroepen. De capaciteit van deze ionenwisselaars bedraagt in de regel 0.8 tot 1 eq/l. Na verloop van tijd zal de uitwisselingscapaciteit van het hars overschreden worden en moet de ionenwisselaar geheel of gedeeltelijk geregenereerd worden met een grote overmaat zout. Dit gebeurt meestal met een geconcentreerde NaCl of $NaHCO_3$-oplossing.
Om een continu zuiveringsproces te verkrijgen kan men bijvoorbeeld twee ionenwisselaars parallel schakelen. Als de capaciteit van het eerste bed volledig benut is, wordt er omgeschakeld naar het tweede bed, waarna het eerste bed wordt geregenereerd. Het proces bestaat uit vier stappen:
1. de ionenwisseling;
2. spoelen van de drager in tegenstroom met water om het proceswater te verwijderen;
3. regeneratie van de ionenwisselaar met regeneratievloeistof (zoutoplossing, zuur of loog);
4. spoelen van de ionenwisselaar om de regeneratievloeistof te verwijderen.

In Duitsland wordt het CARIX (CArbon dioxide Regenerated Ion eXchange) proces gebruikt. Dit procédé realiseert een gecombineerde verwijdering van nitraat, sulfaat en hardheid door het gebruik van een zwak zure ionenwisselaar in vrije zuurvorm en een sterk basische anionwisselaar in bicarbonaatvorm. Tijdens de looptijd van de harsen worden bicarbonaat en protonen

vrijgezet, waardoor vooral CO_2 wordt gevormd. De wisselaars worden geregenereerd met een onder druk verzadigde oplossing van CO_2.

c. Stand van de techniek

Ionenwisseling is een eenheidsbewerking die reeds veelvuldig wordt toegepast voor de aanmaak van proceswater (verwijdering calcium, mangaan etc.). Ook in de afvalwaterzuivering wordt de techniek al tientallen jaren gebruikt, in eerste instantie vooral voor eindzuivering van het effluent.

De techniek wordt ervaren als eenvoudig in installatie en bediening en gemakkelijk te automatiseren. In de VS is ionenwisseling de meest toegepaste techniek voor de eliminatie van nitraten uit drinkwater (Clifford en Liu, 1993). Ook in Frankrijk en Groot-Brittannië zijn volschalige installaties operationeel. Het rendement ligt over het algemeen tussen 80 en 99%. Aangezien zeer lage effluentconcentraties gehaald kunnen worden, wordt meestal slechts een deel van de waterstroom over de ionenwisselaars geleid. Het nitraatvrije effluent wordt achteraf gemengd met ongezuiverd water tot een eindproduct met een aanvaardbare nitraatconcentratie. De haalbare belastingen worden gerekend op 10 m³ water per m³ reactor per uur (http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/xfaweb) met stroomsnelheden van 10 tot 40 m/u. Inkomende concentraties liggen best niet hoger dan 500 mg/l.

In mestverwerkingsprojecten wordt de techniek tot nu toe minder toegepast. Dit komt enerzijds door de specifieke nadelen van ionenwisselaars. Zo vervuilen ionenwisselaars nogal snel bij aanwezigheid van bepaalde stoffen, waardoor de werking aanzienlijk terugloopt. Enkele voorbeelden hiervan zijn vervuiling door microbiologie (zoals slijmvormende bacteriën) en door zwevende stof. Een ander nadeel is de relatief hoge operationele kosten, onder andere voor het regeneraat en in sommige gevallen veel gebruik van spoelwater. Ook de hoge selectiviteit die door het gebruik van verschillende typen hars kan worden bereikt, kan in bepaalde gevallen een nadeel zijn.

d. Grondstoffen en eindproducten

Een zoutoplossing, een zuur of loog wordt gebruikt als regeneratievloeistof.
Als reststof komt spoelwater en verzadigde regeneratievloeistof met de verwijderde ionen vrij. De afzet hiervan kan een probleem vormen (zie 4.16.8).
Bij ionenwisselaars wordt de te verwijderen ionen uitgewisseld tegen de op de hars zittende ionen. Zo kan nitraat uit het effluent verwijderd worden door middel van uitwisseling met chloride. Ook ammonium kan verwijderd worden door uitwisseling met Na^+. Dit laatste proces wordt echter minder toegepast. Het rendement van de verwijdering ligt over het algemeen tussen 80 en 99%.
Het belangrijkste eindproduct is gezuiverd water, dat over het algemeen kan worden geloosd.

e. Emissies

Er worden geen emissie naar de lucht vastgesteld.

f. Energieverbruik

Het energieverbruik is vooral te wijten aan het gebruik van pompen en is relatief laag. Het bedraagt gemiddeld 0,1 kWh/m^3.

g. Kosten

De gemiddelde totale kosten ten opzichte van vergelijkbare technieken zijn relatief hoog, o.a. door de hoge investeringskosten en de kosten voor de behandeling van het regeneraat. Zo bedraagt de investeringskost voor kationische ionenwisselaars circa 2.000 EUR per m^3/h te behandelen water, voor anionische ionenwisselaars is dit circa 5.000 EUR per m^3/h te behandelen water. Operationele kosten bedragen gewoonlijk 5 EUR per m^3 (Derden et al., 2001).
In een Nederlandse studie (Kappelhof, 2000), werden de kosten voor nitraatverwijdering uit grondwater geraamd voor een installatie met een nitraatselectief hars en met hergebruik van het gedenitrificeerde regeneraat. Voor een debiet van 100 m^3/u en nitraatverwijdering van 100 naar 25 mg/l, lagen deze rond 0.1 EUR/m^3. De totale kosten voor een installatie van 155 m^3/u in McFarland, Californië, werden eveneens geschat op minder dan 0.1 EUR/m^3 (Kapoor en Viraraghavan, 1997). Regeneratie vormt een belangrijk aandeel in de kosten en zou bij een levensduur van 20 jaar ongeveer het dubbele bedragen van de initiële investering. Het is goedkoper te werken met een gedeeltelijke regeneratie (60% nitraatelutie) dan met een volledige regeneratie.

h. Technische problemen

Het belangrijkste probleem stelt uiteraard het regeneraat, dat verwerkt moet worden. De hoeveelheid brijn kan oplopen tot 5% van het behandelde water (Hiscock et al., 1991; Van der Hoek en Schippers, 1991) en bevat hoge concentraties aan zouten en nitraat. In Frankrijk en Groot-Brittannië bevinden de installaties zich meestal nabij de zee en wordt het probleem opgelost door het regeneraat eventueel via een rioolwaterzuiveringsinstallatie in zee te lozen. Een andere oplossing voor het regeneraatprobleem is bijvoorbeeld een gekoppelde biologische denitrificatie van het brijn.

Verder leidt ionenwisseling tot een verandering in de kwaliteit van het behandelde water, bijvoorbeeld door een verhoging van het chloridegehalte en een verlaging van de hardheid (McCann, 1991). In bepaalde gevallen kunnen ongewenste stoffen, afkomstig van de harsen zoals resten van stoffen, gebruikt bij de productie van het hars, of stoffen die vrijkomen bij harsveroudering, afgegeven worden aan het behandelde water (van der Hoek en Schippers, 1991).

Een probleem vormen eventueel in het water aanwezige organische stoffen, die de harsen vervuilen en de uitwisselingscapaciteit kunnen verlagen. Een aangepaste voorbehandeling is eveneens nodig om bacteriële groei of neerslagvorming op harsen te vermijden. De techniek van ionenwisseling is dus vooral bruikbaar voor waters met een laag sulfaatgehalte en met een geringe hoeveelheid organisch materiaal (Timmermans en Van Haute, 1984).

Vermits nitraat gewisseld wordt voor het uitwisselingsanion, verandert de samenstelling van het behandelde water. Een verhoogde concentratie aan chloride kan aanleiding geven tot corrosieproblemen en kan een negatief effect hebben op de drinkwaterkwaliteit. In vergelijking met andere nitraatverwijderingsprocessen is ionenwisseling interessant wanneer enkel nitraat verwijderd moet worden en wanneer een verhoging van het chloridegehalte in het water geen problemen geeft.

i. Milieumaatregelen

Spoelen en regeneren van het hars levert een geconcentreerde afvalstroom, die eventueel verder gezuiverd of als afval afgezet moet worden (zie 4.16.8).

j. Capaciteit

In principe kunnen ionenwisselaars voor alle mogelijke debieten geïnstalleerd worden, enkel de kostprijs is hierbij de beperkende factor. De haalbare belastingen worden gerekend op 10 m³ water per m³ reactor per uur met stroomsnelheden van 10 tot 40 m/u. Inkomende concentraties liggen best niet hoger dan 500 mg/l.

k. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Ionenwisselaars kunnen milieu-technisch gezien zonder probleem gebruikt worden in Vlaanderen. Voor de verzadigde regeneratievloeistof dient wel een verdere verwerking of afzet voorzien te worden.

l. Vergelijkbare technieken

Om loosbaar effluent te verkrijgen kan men naast ionenwisselaars ook een zuivering met actieve koolstof of andere adsorptiemiddelen gebruiken als laatste zuiveringsstap. Ammonium kan ook door vb.stripping of aërobe zuivering vooraf uit de mestvloeistof gehaald worden.
Via omgekeerde osmose worden bijna alle zouten verwijderd maar kan eveneens loosbaar water produceren.

m. Informatiepunt

Eurowater Belgium N.V.
Scheldestraat 104-108
B-9040 Gent / St. Amandsberg
Tel: 09 228 18 61
Fax: 09 228 15 03
Email: info@eurowater.be
Internet: www.eurowater.be

n. Referenties

1. De Wever H. (2001) Toetsing van bestaande biologische en membraantechnieken voor nitraatverwijdering uit grondwater bestemd voor de drinkwaterproductie aan het BBT-principe, studie uitgevoerd in opdracht van VMW
2. Derden A., Van den Broeck E., Vergauwen P., Vancolen D., Dijkmans R. (2001) Gids Waterzuiveringstechnieken, Vlaams BBT-kenniscentrum, Academia Press, Gent
3. Environmental Technology, Monographs handbook, Envi Tech Consult, INC, Den Haag, Handbook on Wastewater
4. Hiscock K.M., Lloyd J.W., Lerner D.N. (1991) Review of natural and artificial denitrification of groundwater. Water Research 25 (9): 1099-1111
5. Kapoor A., Viraraghavan T. (1997) Nitrate removal from drinking water – Review. Journal of Environmental Engineering 123 (4): 371-380
6. Kappelhof J.W.N.M. (2000) Ionenwisseling om nitraat uit grondwater te halen nog goedkoper. H_2O 19: 26-27
7. McCann B. 1991. Are nitrates overstated? UK Review. World Water and Environmental Engineer 9: 29-32
8. van der Hoek J.P., Schippers J.C. (1991) Stand van zaken nitraatverwijdering in de drinkwaterbereiding. H_2O 24 (15): 414-422

4.16.4. Andere adsorptiemiddelen

a. Doel

I.p.v. actieve koolfilters kunnen ook filters met andere adsorptiemiddelen toegepast worden om de kwaliteit van het effluent na de biologische zuivering of omgekeerde osmose aan de geldende lozingsnormen aan te passen, bvb m.b.t. CZV en NH_3.

b. Procesbeschrijving

Adsorptie is een effectief behandelingsproces voor het verwijderen van een brede variëteit aan verbindingen. Het meest toegepaste adsorbens is actieve kool dat vooral geschikt is voor meer apolaire verbindingen. Adsorptie aan andere (oxiderende) media worden toegepast voor de verwijdering van meer polaire stoffen uit het effluent. Toegepaste adsorbentia zijn o.a.:

→ Natuurlijke of synthetische zeolieten (aluminasilicaatpolymeren): zeer homogene poriënverdeling en polaire bindingssites. In vergelijking met actief kool zijn zeolieten veel meer selectief.
→ Natuurlijke kleimineralen: zeer polair, in feite vindt ionenwisseling plaats. Kleimineralen kunnen dus gebruikt worden voor adsorptie van zeer polaire organische stoffen en anorganische stoffen (ionen).
→ Silicagel en geactiveerde alumina: zeer polaire adsorbentia, met grote affiniteit voor water; ze worden dan ook meestal gebruikt om water te verwijderen uit een apolair medium.

Een adsorptie-installatie bestaat meestal uit twee fixed bed kolommen. De beide kolommen worden neerwaarts doorstroomd bedreven en beurtelings periodiek door terugspoeling gewassen. Na verloop van tijd raakt het adsorbens verzadigd en vermindert de werking tot de filter uiteindelijk niets meer opneemt en de vervuiling aan het einde met het afvalwater meekomt (doorslaat).

Een voordeel van het toepassen van andere adsorbentia is dat ze vaak meer specifiek zijn en andere stoffen verwijderen dan actieve kool. Verder vergt een adsorptiekolom slechts marginaal toezicht en onderhoud. Met adsorptie is bovendien een lage effluentconcentratie realiseerbaar.

c. Stand van de techniek

Met adsorptie op andere adsorbentia bestaat minder ervaring dan met actieve kool adsorptie. Deze adsorptietechnieken worden dan ook toegepast voor relatief lage concentraties en wanneer selectiviteit gewenst, bijvoorbeeld voor het verwijderen van ammonium via adsorptie met zeolieten.
Een adsorptiekolom wordt meestal volautomatisch bedreven en vergt slechts marginaal toezicht.
Bij mestverwerkingsprojecten wordt tot nu toe enkel actieve koolzuivering als laatste zuiveringsstap van het effluent toegepast. Over het gebruik van andere adsorbentia werden geen gegevens gevonden.

d. Grondstoffen en eindproducten

Het zwevende stof-gehalte in het influent mag niet hoger zijn dan 1 mg/l, eventueel dient eerst een filtratiestap plaats te vinden.
Als belangrijkste eindproduct wordt gezuiverd water bekomen. Daarnaast wordt echter ook verzadigd absorbens gevormd dat dient geregenereerd te worden of indien dit niet mogelijk is elders dient verwerkt te worden.

e. Emissies

Er is geen emissie naar de lucht.

f. Energieverbruik

Het verbruik aan elektrische energie is gering, omdat het te installeren vermogen in de vorm van pompen niet groot is. Er is geen verbruik aan thermische energie.

g. Kosten

De gemiddelde totale kosten ten opzichte van vergelijkbare technieken zijn relatief hoog.
Een adsorptiesysteem bestaande uit twee kolommen voor de verwerking van 100 m^3/uur influent, met een doorsnee van 3 meter en een hoogte van 10 meter, vraagt een investering van circa 7,4 miljoen EUR. De operationele kosten zijn relatief hoog en bestaan voornamelijk uit de aanschaf van adsorbens.

h. Technische problemen

Een belangrijk nadeel is de lage beladingsgraad die in principe behaald wordt (1-5%). Hierdoor is een grote kolom en dus een grote hoeveelheid adsorbens nodig. Dit zorgt weer voor hoge investerings- en operationele kosten. Bij dalende influentconcentraties is desorptie mogelijk, waarbij het effluent steeds meer vervuiling uit de kolom meeneemt.

i. Milieumaatregelen

Het adsorbens moet geregeld geregenereerd worden of indien dit niet mogelijk is elders worden verwerkt. De werking van de filter kan vooraf vrij nauwkeurig bepaald worden aan de hand van laboratoriumtesten.

j. Capaciteit

Adsorptiefilters kunnen in principe zowel op kleine, middelgrote als grote schaal gebruikt worden. De werkingsgraad van deze filters is goed. Door de contacttijd met het adsorbens aan te passen kan het gewenste rendement bijna in alle gevallen bereikt worden.

k. Toepassingen in Vlaanderen

Zuivering met andere adsorbentia kan, milieu-technisch gezien in Vlaanderen als laatste zuiveringsstap bij mestverwerking worden toegepast. Het effluent is waarschijnlijk loosbaar.

l. Vergelijkbare technieken

Om een loosbaar effluent te verkrijgen kan men naast zuivering met andere absorbentia ook een zuivering met actieve koolstof of een ionenwisselaar gebruiken als laatste zuiveringsstap.

m. Informatiepunt

VITO N.V.
Boeretang 200
B-2400 Mol
Tel: 014 33 55 11
Fax: 014 33 55 99
Email: etienne.brauns@vito.be
Internet: www.vito.be

Degussa Benelux B.V.
Het Puike
B-2340 Beerse
Tel: 014 62 49 70
Fax: 014 61 28 86
Email: yves.joukes@degussa.com
Internet: www.degussa.de

n. Referenties

1. Environmental Technology, Monographs handbook, Envi Tech Consult, INC, Den Haag, Handbook on Wastewater.
2. Derden A., Van den Broeck E., Vergauwen P., Vancolen D., Dijkmans, R. (2001) Gids Waterzuiveringstechnieken, Vlaams BBT-kenniscentrum, Academia Press, Gent

4.16.5. (Natte) oxidatie

a. Doel

Het primaire doel is het verbranden van organische stof. Daarnaast kan door oxidatie ammoniumstikstof omgezet worden tot N_2. Een bijkomend doel kan zijn het verbeteren van de scheidings- en ontwateringseigenschappen van de niet-opgeloste stof.

b. Procesbeschrijving

Door toevoeging van oxiderende stoffen kunnen bepaalde chemische omzettingen in de mest gestimuleerd worden. Dit kan door toevoeging van bvb waterstofperoxide (eventueel met Fenton) op normale temperatuur en druk of door toediening van zuurstof op hoge temperatuur en druk. In het laatste geval wordt vloeibare mest of mestdamp samen met zuurstof (lucht of zuivere zuurstof) onder hoge temperatuur en druk aan een oxidatieproces blootgesteld. Er dient onderscheid te worden gemaakt tussen sub- en superkritische oxidatie. Voor oxidatie in de dampfaze wordt verwezen naar stripping (zie 4.5).

Subkritische oxidatie speelt zich af in het temperatuurgebied van 240-320°C en drukken van 40-100 bar. Onder deze omstandigheden worden de organische stoffen geoxideerd tot CO_2, water en eenvoudige organische stoffen zoals azijnzuur. Organische stikstofcomponenten worden omgezet in ammoniak.

Superkritische oxidatie speelt zich af bij meer dan 374°C en een druk hoger dan 221 bar. Bij superkritische omstandigheden is de oplosbaarheid van organische verbindingen en zuurstof in water hoog, terwijl de oplosbaarheid van anorganische stoffen laag is. Van deze eigenschappen wordt gebruik gemaakt om zouten af te scheiden. Er vindt een vrijwel volledige omzetting van organische stof in koolzuur en water plaats en gereduceerde stikstofverbindingen worden eveneens vrijwel geheel in stikstofgas omgezet.

c. Stand van de techniek

Natte oxidatie wordt op het praktijkniveau niet als processtap toegepast bij lopende mestverwerkingsprojecten. Wel zijn er in Europa een 10-tal installaties voor de behandeling van afvalstromen uit de chemische en/of farmaceutische industrie waar subkritische oxidatie gebruikt wordt (Debellefontaine, 2000). Diverse firma's die op dit terrein werkzaam zijn hebben in de jaren 80 en 90 ook testen met mest uitgevoerd.

Volgende initiatieven worden genoemd.

- De Japanse firma Osaka Gas die met een katalysator werkt waardoor ook een deel van de ammoniakale stikstof wordt geoxideerd. Deze firma heeft labotesten uitgevoerd.
- In Nederland wordt de techniek toegepast voor de verwerking van zuiveringsslib door het bedrijf Vartech. Hierbij bestaat de reactor uit een U-vormige buis die verticaal 1 300 m in de grond wordt aangebracht. De hydrostatische druk onderin de reactor is voldoende hoog voor het oxidatieproces. Aan de in- en uitvoerzijde is de reactor drukloos. Op laboschaal is vrij uitgebreid onderzoek verricht.
- Het Nederlandse Scarabee Waste Treatment proces. Het oxidatieproces is "conventioneel", maar gekoppeld aan een indamp- en droogsysteem. In Sevenum staat een proefinstallatie voor 25 000 ton mest per jaar. Deze proefinstallatie heeft van 1992 tot 1995 gewerkt en moest dan wegens gebrek aan middelen gesloten worden.

– In 1986 heeft de Amerikaanse firma Modar in Natick, Massachusetts met Nederlandse varkensmest op labschaal de superkritische oxidatie verkend. De resultaten ten aanzien van de oxidatiegraad voor organische stof en stikstofverbindingen toonden de mogelijkheden aan, maar een complete, continu werkende installatie kon nog niet worden gebouwd. Zo was er nog geen techniek voor de verwijdering van zout uit de reactor. In 1991 bleek ABB Lummus Crest de activiteiten en het ontwikkelingswerk van Modar te hebben overgenomen. Er werd gewerkt aan een installatie voor de vernietiging van organisch afval, maar niet specifiek aan mest. De indruk bestond dat superkritische oxidatie perspectieven heeft voor de verbranding van mest, maar dat er nog een lange ontwikkelingsweg te gaan is voor dit soort processen voor afval in het algemeen (en pas daarna voor mest) beschikbaar is.

d. Grondstoffen en eindproducten

Voor subkritische oxidatie kan in plaats van lucht, zuivere zuurstof nodig zijn. De organische stof in de mest wordt voor maximaal 80% geoxideerd. De organische stikstof is vrijwel geheel in ammoniakale stikstof omgezet.

Tabel 4.47 geeft de samenstelling weer van varkensmest na subkritische oxidatie bij experimenten die VarTech en Scarabee hebben uitgevoerd. Hierbij werd, door de hoeveelheid zuurstof te beperken, een oxidatiepercentage van 40% ingesteld. Uitgaande van mest met 8% droge stof werd 66 kg product bekomen (De Bekker, 1988).

Tabel 4.47: Samenstelling van varkensmest na oxidatie in %

Component	1	2
Organische stof	41,7	39
N organisch	2	
NH_4-N	9,3	
NO_3-N	2,4	
N totaal	13,7	11
P_2O_5	7,4	7
K_2O	10,9	12
CaO	7,5	6

1) Vartech, uitgaande van mest met 8% droge stof, het oxidatiepercentage werd ingesteld op 40% door de hoeveelheid zuurstof te beperken (De Bekker, 1988).
2) Scarabee, geschatte samenstelling van het eindproduct na verdere droging, als mest met 10% droge stof gebruikt wordt.

e. Emissies

Evenals bij zuiveringsslib zal de vloeibare mest na subkritische oxidatie beladen zijn met o.a. azijnzuur en ammoniak, en dient deze fractie verder gezuiverd te worden vooraleer deze kan geloosd worden. De afgassen bevatten organische stoffen en dienen te worden naverbrand. Ze bevatten nagenoeg geen stofdeeltjes wegens de natte aard van het proces. Ook de hoeveelheid NOx, SOx en HCl is beperkt, aangezien in het oxidatieproces N-, S- en Cl-verbindingen grotendeels worden omgezet in wateroplosbare vormen (NH_4^+, SO_4^{2-} en Cl^-) en dus in de vloeibare fase terecht komen.

Bij superkritische oxidatie zullen de emissies uit het natte oxidatieproces voornamelijk bestaan uit koolzuur en water en stikstofgas. De afwezigheid van gassen met stof, stikstof- en zwavelverbindingen is een belangrijk voordeel ten opzichte van droge verbranding.

f. Energiegebruik

Er is geen kwantitatieve informatie beschikbaar, maar elektrische pompenergie zal zeker nodig zijn om de druk te overwinnen die in de reactor heerst. Bij de opstart van de installatie is warmte nodig om de initiële bedrijfstemperatuur van 180°C te bereiken.

Tijdens normaal bedrijf komt warmte vrij tengevolge van het exotherme aard van het proces. Deze warmte (circa 13 m³ koelwater onder druk bij 250 °C per uur) kan worden benut in een lagedrukstoomturbine, waarbij met een generator elektrische energie wordt geproduceerd.

Er dient rekening mee gehouden te worden dat de aanmaak van zuurstof veel energie vergt.

g. Kosten

De Bekker raamde in 1988 de verwerkingskosten voor een verwerkingsproces, waarbij natte oxidatie in een VarTech reactor werd gevolgd door indampen en drogen plus biologische nazuivering van het condensaat, op 11-18 EUR per m^3 varkensmest.

Natte oxidatie vergt hoge investerings- en operationele kosten. Wegens de hoge investeringskost is natte oxidatie zeker niet geschikt voor kleinschalige mestverwerking.

h. Technische problemen

Natte oxidatie is vrij gevoelig aan technische problemen (lekken, corrosie en verstoppingen). Corrosie van de reactorwand is ondermeer het gevolg van het hoge zoutgehalte van mest.

i. Milieumaatregelen

De installatie moet ontworpen zijn rekening houdend met de sterke corrosie en erosie bij hoge temperatuur en druk.

j. Capaciteit

Vanwege de complexiteit en het werken bij hoge temperatuur en druk gelden voor het proces strenge veiligheidseisen. Mede hierdoor is klassieke oxidatie met name geschikt voor centrale toepassing >100 000 t/j.

k. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Volschalige installaties van sub- of supercritische wateroxidatie zijn niet bekend. Wel zijn er tests uitgevoerd met de technologie. De behandelde mest zal niet voldoen aan lozingsnormen. Bij uitrijden van de verwerkte mest treedt minder ammoniakemissie op als bij onbehandelde mest.

Bij gebruik van peroxide met of zonder Fenton zal er een onvolledige oxidatie optreden. Het effluent kan niet worden geloosd. De technologie wordt gebruikt als voorbehandeling voor membraanfiltratie.

l. Vergelijkbare technieken

Er kan gewezen worden op de superkritische behandeling bij ongeveer 600 °C zonder de toevoeging van zuurstof. Het Nederlandse bedrijf Procédé Twente was bezig met de ontwikkeling van een proces dat gebruik maakt van deze procesomstandigheden; zij noemt dit hydrothermolyse. Hierbij wordt organische stof omgezet in koolzuur, methaan en waterstofgas. Het proces

werd mede voor mest ontwikkeld, maar na één jaar onderzoek werd besloten dat de economische haalbaarheid in vergelijking tot andere mestverwerkingstechnieken onvoldoende is. Ook oxidatie door waterstofperoxide (Agramaat) kan als een gelijkaardig systeem beschouwd worden.

Een tegenhanger van natte oxidatie is droge oxidatie ofwel verbranding. In tegenstelling tot de sub- en superkritische processen die hiervoor zijn beschreven kan verbranding van (kippen)mest wel als bewezen technologie worden beschouwd. N-componenten kunnen in de dunne fractie van mest ook naar N_2 omgezet worden door biologische omzetting, algenkweek of elektrolyse.

m. Informatiepunt

VARTECH B.V.
Stadhoudersmolenweg 42
7317 AX APELDOORN
Tel.: 055 526 81 00
Fax: 055 526 81 09
Email: Info@vartech.nl
Internet: www.var.nl

n. Referenties

1. De Bekker P.H.A.M.J. (1988) Natte oxidatie van drijfmest op 1500 m diepte. PT/procestechniek (Nederland) 43, nr. 4, pp. 38-41
2. Debellefontaine H. en Foussard J.N.(2000) Wet air oxidation for the treatment of industrial applications in Europe, Waste Management , pp. 15-25
3. De Waele B. (2002) SBR's: enkele cases van Engineering De Wit. KVIV studiedag "Biologische batch reactoren in de industriële afvalwaterzuivering. Wat kunnen ze en wat niet? Antwerpen, 16 mei 2002
4. Huybrechts D. en Dijkmans R. (2001) Beste Beschikbare technieken voor de verwerking van RWZI- en gelijkaardig industrieel afvalwaterzuiveringsslib. Vlaams BBT-kenniscentrum, Academia press, Gent

4.16.6. Kalkbehandeling

a. Doel

De opwerking tot kalkhoudende bodemverbeteraar heeft tot doel de mest te ontsmetten, te stabiliseren en om te vormen tot een hoogwaardiger product dat beter afzetbaar is.

b. Procesbeschrijving

Tijdens het proces wordt ongebluste kalk (CaO) of ongebluste dolomitische kalk (CaMgO) toegevoegd aan de dikke fractie van varkensmest of aan kippenmest, die al dan niet op stal voorgedroogd is. De toevoeging van ongebluste kalk veroorzaakt een stijging van de pH van de mest tot ca. 10 à 11 en een temperatuurstijging tot ca 40°C. Ten gevolge van deze veranderingen zal een gedeelte van de minerale N die in de mest aanwezig is vrijkomen onder de vorm van ammoniakgas en wordt er bovendien ook een bijkomende kiemdoding verkregen.
Afhankelijk van de hoeveelheid bijgevoegde kalk of dolomiet wordt een hoeveelheid water chemisch gebonden of door verdamping uitgedreven. Hierdoor stijgt het drogestofgehalte van het mengsel met zo'n 10 tot 15%.

c. Stand van de techniek

Het mengen van mest en kalk is zeker geen nieuwe techniek. Zo wordt al in 1971 een beschrijving gegeven van een dergelijk mengproces met behulp van een Duitse machine (De la Lande, Cremer, 1971). In het verleden werd echter weinig aandacht geschonken aan de grote emissie van ammoniak tijdens dit proces. De beperking van de emissie met behulp van luchtbehandeling is een moderne toevoeging.
In Vlaanderen wordt deze techniek op kippenmest toegepast door een Ieperse bedrijf. Het bedrijf verwerkt momenteel 173.000 ton kippenmest per jaar.

d. Grondstoffen en eindproducten

Als hulpstoffen worden CaO of CaMgO gebruikt. Ten behoeve van de absorptie van ammoniak in een zure wasser is zwavelzuur nodig.
Als eindproduct wordt er een organisch-minerale, geurloze meststof bekomen die door zijn neutraliserende en voedende waarde en door zijn microbiologische kwaliteiten aantrekkelijk is voor de landbouw. In

Tabel 4.48 wordt de samenstelling van de meststof HUMOCAL gegeven.

Tabel 4.48: Procentuele samenstelling van HUMOCAL-meststof

%	%					
Org. Stof	N	P_2O_5	K_2O	S	CaO	MgO
35	4	3	10	0,7	6	2,5

e. Emissies

Het mengen van ongebluste kalk en mest gaat gepaard met de omzetting van minerale stikstof naar ammoniak. De hoge pH van het mengsel verhindert bacteriële werking zodat weinig andere, organische geurcomponenten worden gevormd.

f. Energiegebruik

Geen opgave, maar dit zal laag zijn aangezien alleen menging en luchtwassing plaatsvindt.

g. Kosten

Er zijn weinig kostprijzen voor kalkbehandeling van kippenmest bekend, maar de prijs zou ca. 5 EUR per ton bedragen incl luchtbehandeling met zure wasser (Parloo et al, 2000). De kostprijs voor de kalkbehandeling van zuiveringsslib, afkomstig van zowel openbare als industriële waterzuivering bedraagt echter 62 tot 87 EUR per ton slib. In deze kostprijs zijn de kosten voor kwaliteitsopvolging en bodemanalyse bij de eindgebruiker wel inbegrepen (Huybrechts, 2001).

h. Technische problemen

Het principe van de behandeling zelf is nogal eenvoudig en er stellen zich bijgevolg weinig technische problemen. Maar er kunnen zich wel praktische problemen voordoen met betrekking tot de geurhinder die gepaard gaat met de opslag en verwerking van grote hoeveelheden mest. Om de geurhinder te vermijden moet in onderdruk gewerkt worden waarbij de machines en de gebouwen afgezogen worden naar een luchtbehandelingsinstallatie.

i. Milieumaatregelen

De eindproducten van de mestverwerking moeten voldoen aan de sanitaire kwaliteitseisen beschreven in de Europese Verordening 1774.

Deze richtlijn houdt o.a. in dat alle organische meststoffen een zodanige behandeling hebben moeten ondergaan dat het product vrij is van pathogene agentia. Er mogen immers alleen sanitair veilige producten in het handelsverkeer gebracht worden, zonder risico voor verspreiding van dierpathogenen (virussen, bacteriën, parasieten.....).

Als criterium hiervoor zal in de toekomst voor elk procédé moeten worden aangetoond dat de mest minimaal aan 70°C/60 minuten wordt behandeld, elk procédé waarbij een andere maar equivalente temperatuur/tijd curve wordt gevolgd, is eveneens aanvaardbaar. De zuurtegraad (pH), het drogestof gehalte (ds) en de wateractiviteit (aW waarde) zijn eveneens objectief meetbare criteria waarvan gebruik kan en moet gemaakt worden bij de sanitaire beoordeling.

De kalkbehandeling zal via een dossier bij het permanent veterinair comité dus nog moeten erkend worden als een gelijkwaardige behandeling voor de 70°C/60 minuten-norm.

j. Capaciteit

Kalkbehandeling kan eigenlijk in vrijwel alle capaciteiten worden uitgevoerd, zowel op kleine, middelgrote als grote schaal.

k. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Het proces lijkt zeker toepasbaar op (milieu-) technische gronden.

De afzet van het eindproduct is beperkt tot gronden met een kalkbehoefte. Vermits de kalkbehoefte op landbouwgronden kleiner is dan de behoefte aan organisch materiaal kan per ha minder van dit product als humusbron gevaloriseerd worden.

l. Vergelijkbare technieken

Compostering, drogen en verbranden zijn ook technieken om een exporteerbaar droog product af te leveren.

m. Informatiepunt

VCM
Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking
Abdijbekestraat 9
8200 Sint-Andries, Brugge
Tel.: +32 (0)50 40 72 01
Fax: +32 (0)50 40 74 89
Website: www.vcm-mestverwerking.be

Laviedor nv
Rozendaalstraat 48
B-8900 IEPER
Tel.: 057/21 32 99
Fax: 057/21 33 42
E-mail: laviedor@compuserve.com

n. Referenties

1. Cremer, De la Lande (1971), Het reukloos verwerken van drijfmest van kippen tot een strooibaar product met behulp van ongebluste kalk. Rapport Instituut Bodemvruchtbarheid Haren, Nederland, nr. 9
2. Kouar C. (1996) Brief van Laviedor met brochure aan BEMEFA Brussel (Y. Dejaegher) d.d. 23 december 1996
3. Huybrechts D. en Dijkmans R. (2001) Beste Beschikbare Technieken voor de verwerking van RWZI- en gelijkaardig industrieel afvalwaterzuiveringsslib. Academia Press, Gent.
4. Parloo E., Colson G., El Asri R., De Ruyck J. (2000) Technisch economisch onderzoek van de haalbaarheid en de implantatie van emissie reductie strategieën voor CH_4 en N_2O, studie uitgevoerd door de Vrije Universiteit Brussel in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Wetenschap en Innovatie

4.16.7. Constructed wetland

a. Doel

Verder polishing van effluenten van de mestverwerking tot loosbaar effluent door het omzetten van N naar N_2 en het produceren van een mestvloeistof met verlaagde gehaltes BOD, COD, N en P.

b. Procesbeschrijving

Effluent van de biologische behandeling van de dunne mestfractie bevat te hoge vuilvrachten voor lozing op oppervlaktewater. Via een tertiaire behandeling van dit effluent wordt getracht een loosbare eindstroom te bekomen.De behandeling bestaat uit het doorstromen van een con-

structed wetland. De zuivering gebeurt in hoofdzaak door microbiologische metabolismen. Planten spelen een beperktere rol, hoewel zij voorzien in hechtingsoppervlak onder water en in aerobe/anaerobe zones. De bodem speelt een rol van filter.

c. Stand van de techniek

Hoewel plantenzuivering reeds vele jaren gekend is, worden ze slechts sinds enkele jaren frequent toegepast. In Vlaanderen worden ze voornamelijk toegepast voor behandeling van huishoudelijk afvalwater, via rietvelden. Ook als tertiare zuivering van diverse (industriële)afvalwa-

ter worden plantensystemen toegepast. Toch dient telkens de performatie van de techniek geëvalueerd worden.

Er zijn momenteel (2006) geen mestverwerkingsprojecten die constructed wetlands toepassen. Wel loopt er een proefproject om de haalbaarheid van constructed wetland te achterhalen.

d. Grondstoffen en eindproducten

Grondstoffen zijn het effluent van een biologische behandeling van de dunne mestfractie en het wetland op zich. Dit bestaat uit een ecologisch complex van sediment en diverse flora. Mogelijk dient een extra koolstofbron toegediend te worden voor het denitrificatieproces. Onderzoek hiervoor dient nog te gebeuren.

Eindproducten zijn het tertiair gezuiverd afvalwater en biomassa. Er dient onderzoek te gebeuren naar de valorisatie van deze stroom. Tevens zal onderzoek moeten uitwijzen of er bepaalde componenten geaccumuleerd worden in het wetland en wat hiervan de gevolgen zijn naar werking en verwerking.

e. Emissies

Over de emissies naar de lucht is weinig bekend. Mogelijk dat ammoniak wordt gestript, maar waarschijnlijk is dit effect bescheiden omdat de ammoniakconcentratie in het influent laag is. In de voorafgaande biologische zuivering wordt immers alle ammonium omgevormd tot nitraat.

Men kan veronderstellen dat een deel van de stikstofverbindingen via nitrificatie en denitrificatie in het wetland in stikstofgas worden omgezet.

Over de effluentkwaliteit is weinig kwalitatieve informatie beschikbaar. Het type planten, al dan niet oogsten, ...bepalen het rendement dat gehaald kan worden. Er kan worden verwacht dat het gehalte aan N en P relatief laag is.

f. Energiegebruik

Het energieverbruik is laag en bestaat uit elektriciteit voor het verdelen/verpompen van het influent.

g. Kosten

Vermits deze technologie zich nog in onderzoeksstadium bevind, is er nog weinig gekend over de vereiste oppervlak wetland per aanwezig vleesvarken.

h. Technische problemen

Accumulatie van fosfaat, zware metalen, ... van de mest kunnen een impact hebben op de werking van het systeem. Duurtests zijn nodig om dit te achterhalen.

i. Milieumaatregelen

Er dient aandacht uit te gaan naar accumulatie van componenten in het wetland. Tevens zal onderzoek moeten gebeuren naar de valorisatie van slib en integratie van het wetland in het ecosysteem.

j. Capaciteit

Een belangrijk aspect is hier de vereiste verblijftijd in het systeem. Dit samen met de beschikbare oppervlakte, zal een belangrijke invloed hebben op de maximale capaciteit.

k. Toepasbaarheid in Vlaanderen

Een struikelblok voor wetlands zal in Vlaanderen vermoedelijk de grote oppervlaktebehoefte zijn. Deze is veelal niet aanwezig op varkensbedrijven. Zuiveringtechnisch lijkt deze technologie veelbelovend, hoewel dit in praktijk nog dient bevestigd te worden.

l. Vergelijkbare technieken

Omzetting van stikstof tot N_2 gebeurt ook bij natte oxidatie, actiefslibzuivering of electrolyse. Verwijdering van fosfor kan gebeuren via fysico-chemische behandeling.

m. Informatiepunt

VCM
Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking
Abdijbekestraat 9
8200 Sint-Andries, Brugge
Tel.: +32 (0)50 40 72 01
Fax: +32 (0)50 40 74 89
Website: www.vcm-mestverwerking.be

STIM
Stimulering Innovatieve Mestverwerking
Wilgenstraat 32
8800 Roeselare
Tel.: +32 (0)51 23 23 31
Fax.: +32 (0)51 22 82 58
E-mail: info@stim-mestverwerking.be
Website: www.stim-mestverwerking.be

n. Referenties

1. Reaves R.P., Jones D.D. en Sutton A.L., Feasibility of constructed wetlands for swine waste management in Indiana.
2. Reddy G. B. and Phillips R., Nitrogen Cycling in Constructed Wetlands as Related to Swine Wastewater.
3. Boonsai K., Treatment of effluent from pig manure biogas digester by aquatic plants in natural wetland.
4. Meers E., Rousseau D.P.L., Blomme N., Lesage E., Du Laing G, Tack F.M.G. en Verloo M.G., Teriary treatment of liquid fraction of pig manure with *Phragmites australis*

Hoofdstuk 5 BBT-EVALUATIE VAN MESTVERWERKINGS-TRAJECTEN

5.1. Inleiding

Zowel voor het beleid als voor de bedrijven is het van groot belang om bij de keuze of beoordeling van mestverwerkingssystemen aandacht te besteden aan de technische haalbaarheid, de milieuvoor- en nadelen en de economische haalbaarheid. Technieken die technisch haalbaar zijn, het beste milieuresultaat neerzetten en redelijk zijn qua kosten worden als BBT beschouwd (zie hoofdstuk 1). Klassiek gebeurt een BBT-evaluatie als basis voor het opstellen van (sectorale) vergunningsnormen. In de eerste uitgave van de BBT-studie mestwerking (Derden et al., 1998) is op basis van een BBT-analyse van de toen voorgestelde mestverwerkingsinitiatieven een voorstel van sectorale vergunningsvoorwaarden uitgewerkt. Als algemeen schema van een BBT-analyse wordt verwezen naar figuur 5.2, p. 262. Achtereenvolgens wordt gekeken naar de technische haalbaarheid, globale milieuperformantie, de kosteneffectiviteit en de haalbaarheid van de verwerkingskost voor de boer.
De tweede uitgave van de BBT (2002) had tot doel de evoluties bij mestverwerking weer te geven en na te gaan of mestverwerking economisch te dragen was door de veeteeltsector. In deze tweede versie zijn geen BBT aanbevelingen naar emissienormen gedaan.
In deze BBT-analyse is de methodiek van versie 2 grotendeels behouden en zijn de techniekbladen aangepast met nieuwe informatie. Verder zijn er ook nieuwe trajecten gedefinieerd om de ontwikkelingen binnen de sector beter te kunnen beoordelen. Op basis van deze trajecten en de bestaande initiatieven zal getracht worden om BBT aanbevelingen naar lozingsnormen, coverwerking en emissienormen voor verbranding weer te geven (hoofdstuk 6).

Een BBT-analyse van mestverwerking wordt bemoeilijkt door:
- Een evaluatie per afzonderlijke techniek is niet zinvol. De volledige keten van verse mest tot verwerkt product moet beschouwd worden.
- Er is een grote diversiteit in systemen en elk jaar worden weer nieuwe vindingen voorgesteld. Zelfs systemen die op elkaar lijken kunnen door kleine verschillen anders scoren op technische haalbaarheid, milieuperformanties of economische haalbaarheid.
- De samenstelling van de mest heeft een invloed op de technische haalbaarheid.
- De economische evaluatie wordt bemoeilijkt door het feit dat mestverwerking een invloed heeft op de mestoverschotten en daarmee op de mestafzetkosten. Door het toepassen van mestverwerking zullen de kosten van het mestafzet en daarmee de drijvende kracht om aan mestverwerking te doen wegvallen. De superheffing kan voor een blijvende drijvende kracht zorgen als de overschotten afnemen.

Om toch een zinvolle analyse te kunnen uitvoeren spitst dit hoofdstuk zich toe op 4 “typische” verwerkingstrajecten voor vleesvarkenmest en 3 voor de stapelbare fractie van varkensmest en voor kippenmest. In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk wordt onderzocht in hoeverre de conclusies ook gelden voor alternatieve mestverwerkingstrajecten.
Bij de vergelijking van deze systemen wordt er telkens van uitgegaan dat aan de bestaande Vlarem vergunningsnormen, het mestdecreet en de Europese sanitaire normen wordt voldaan (zie hoofdstuk 3). Er wordt uitgegaan dat geen andere rest- of afvalproducten worden meeverwerkt behalve bij vergisting. In dit geval zal het eindproduct ook aan de Vlarea reglementering moeten voldoen (zie hoofdstuk 3).

De dikke fractie of gedroogd product dat ontstaat bij mestverwerking kan op 1 van volgende 4 manieren behandeld worden:
– transport en gebruik in het buitenland zonder verdere behandeling (eventueel via Evoa);
– composteren in een centrale installatie en gebruiken als bodemverbeteraar buiten Vlaanderen;
– drogen op hoge temperatuur om een droog gehygiëniseerd eindproduct te verkrijgen en transport buiten Vlaanderen
– verbranden in een centrale installatie en de resterende asfractie gebruiken als meststof buiten Vlaanderen;
– gebruik van de dikke fractie op niet-cultuurgrond.

Bij de bespreking van de trajecten wordt aangegeven welke van deze 5 vervolgtrajecten in aanmerking komen.

De trajecten voor varkensmest zijn:

Traject "uitrijden": vergelijkingspunt, huidige situatie van uitspreiden van onbehandelde mest op het land waarbij er soms schending is van het mestdecreet met uitspreiding van te grote hoeveelheden mest.

Traject "Covergisting": Covergisten van varkensmest met organisch biologische afvalstromen en energiegewassen. De producten worden voorafgaand aan de vergisting gepasteuriseerd. Het digestaat wordt op een droogtafel ingedroogd met verwarmde koellucht van de WKK en mogelijk gedeeltelijk met stallucht. Het eindproduct kan direct worden geëxporteerd, naar niet-cultuurgrond worden afgezet of kan worden verbrand.

Traject "stalluchtdroging" (enkel voor waterige mest): De mest wordt integraal gedroogd met stallucht. De resterende dikke fractie wordt verder gecomposteerd, verbrand en/of heeft afzet buiten Vlaanderen of op niet-cultuurgrond binnen Vlaanderen.

Traject "biologie" (enkel voor waterige mest): Scheiden van dunne en dikke fractie, zuiveren van dunne fractie door biologische zuivering, gezuiverde dunne fractie wordt uitgereden op het land, behandeling van de dikke fractie via compostering, verbranding, droging en/of heeft afzet buiten Vlaanderen of niet-cultuurgrond binnen Vlaanderen. Het spuislib wordt samen met de dikke fractie verwerkt.

Traject "loosbaar" (enkel voor waterige mest): Scheiden van dunne en dikke fractie, zuiveren van dunne fractie tot Vlarem lozingsnormen (vb. biologie (+ membraanfiltratie) + indamping), gezuiverde dunne fractie wordt geloosd. Het concentraat van de indamping wordt samen met de dikke fractie en spuislib gedroogd. Het eindproduct wordt uitgevoerd of verbrand.

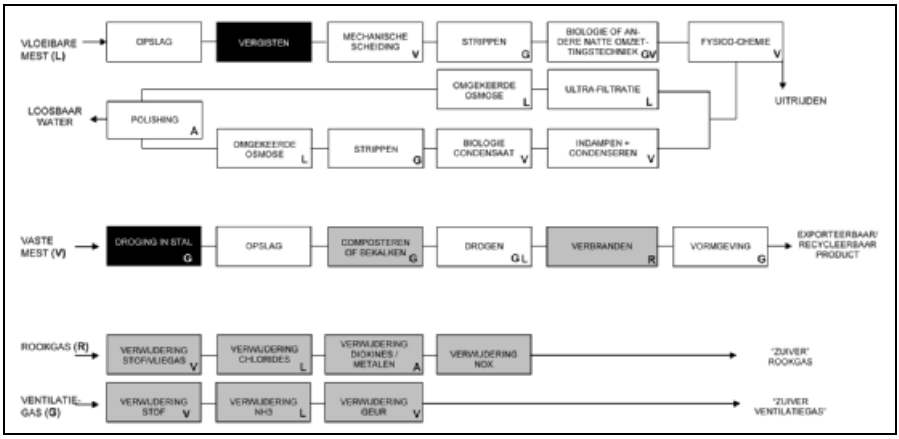
Tabel 5.1: Toegepaste technieken bij de in dit hoofdstuk bestudeerde mestverwerkingstrajecten opp varkensmest. De nummers verwijzen naar de plaats in de mestverwerkingsketen dat de techniek voorkomt

Toegepaste techniek	Mestverwerkingstraject				
	Uitrijden	Co-vergisting	Biologie	Stallucht-drogen	Loosbaar
Verspreiden op het land	1		3		
Biogasproductie		1			
Mechanische scheiding			1		1
Biologie mestvloeistof			2		2
Ultrafiltratie					

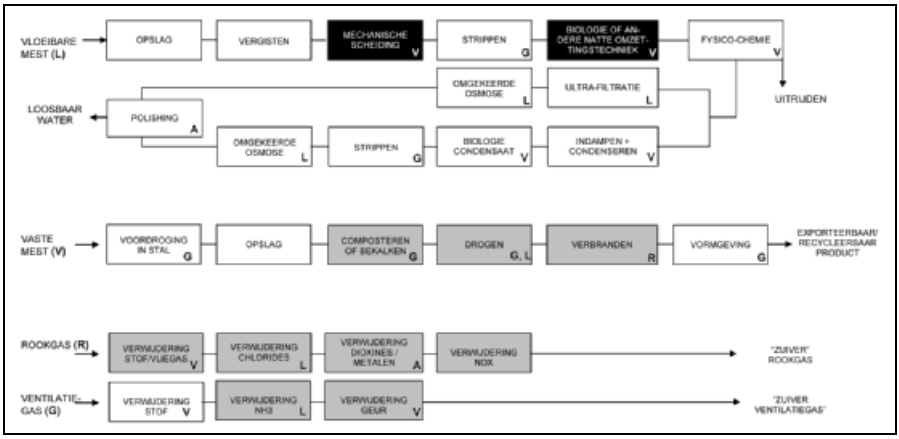
Tabel 5.1: Toegepaste technieken bij de in dit hoofdstuk bestudeerde mestverwerkingstrajecten opp varkensmest. De nummers verwijzen naar de plaats in de mestverwerkingsketen dat de techniek voorkomt (vervolg)

Toegepaste techniek	Mestverwerkingstraject				
	Uitrijden	Co-vergisting	Biologie	Stallucht-drogen	Loosbaar
Omgekeerde osmose					
Ionenwisselaar /actief kool					
Indampen					3
Afzet buiten Vlaanderen, composteren, drogen of verbranden		2	2	1	4
Reinigen ventilatielucht of rookgas		3	3	2	3

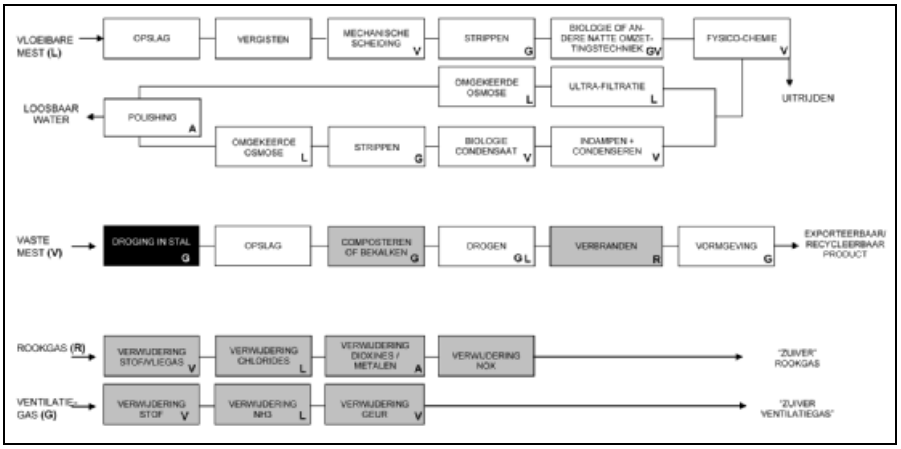
A: Covergisting



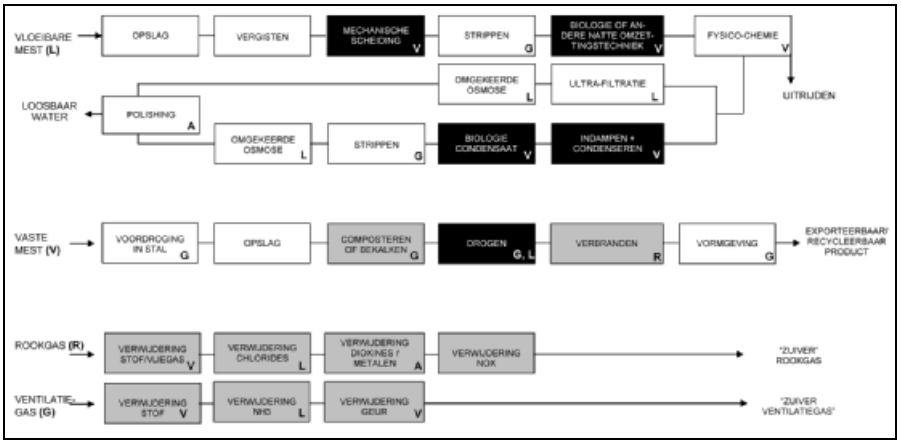
B: Biologie



C: Stalluchtdrogen



D: Loosbaar



Figuur 5.1: Voorstelling van de 4 bestudeerde mestverwerkingstrajecten op varkensmest. Volledig gevulde blokjes zijn verplicht, grijze blokjes betekenen dat er een keuzemogelijkheid is afhankelijk van de gekozen verwerkingsroute van dikke fractie, witte blokjes zijn niet van toepassing

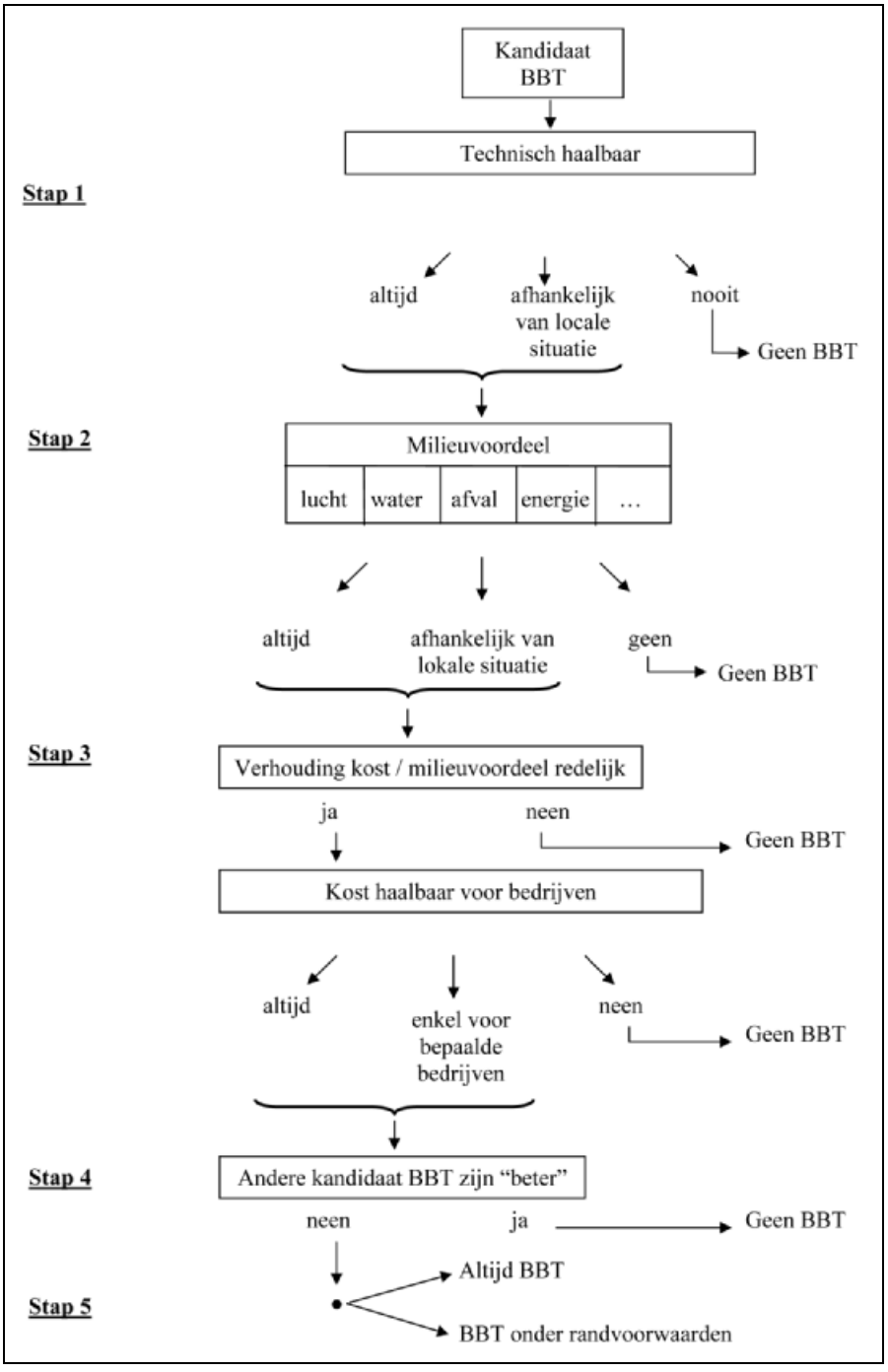
De letters onderin de vakjes geven aan welke stromen in die stap vrijkomen. Deze stromen worden verder verwerkt overeenkomstig de figuur:

- *A: afvalstroom*
- *G: gasvormige emissie*
- *L: vloeibare stroom*
- *R: rookgas wordt gevormd*
- *V: vaste meststroom*

De bestudeerde trajecten voor kippenmest zijn:
– Traject uitrijden
– Traject uitvoer ruwe pluimveemest
– Traject composteren
– Traject verbranden

In kader van een BBT-analyse worden de volgende aspecten bekeken):
– technische haalbaarheid (stap 1 in figuur 5.2, p. 262, besproken in 5.2)
– globaal milieuvoordeel (stap 2 in figuur 5.2, p. 262, besproken in 5.3)
– redelijke kost (stap 3 in figuur 5.2, p. 262, besproken in 5.4)

Om BBT genoemd te kunnen worden moet een traject voor de drie hierboven criteria telkens positief scoren. De finale afweging is besproken in paragraaf 5.5 (stap 4 en 5 in figuur 5.2, p. 262).



Figuur 5.2: Algemeen schema BBT-evaluatie.

5.2. Technische haalbaarheid

Van bijzonder belang bij de evaluatie van de technische haalbaarheid is het antwoord op de vragen of de technieken reeds op praktijkschaal **bewezen** zijn en – voor de trajecten waarbij dit nodig is – of aan de exporteisen voldaan is. Deze exporteisen vertalen zich vooral in het kiemvrij zijn en de stabiliteit van de producten. Beide aspecten worden nader beschreven.

5.2.1. Zijn de gebruikte technieken reeds op praktijk schaal bewezen?

Technieken die zich reeds op bedrijfsschaal bewezen hebben bieden uiteraard meer garanties dan technieken die slechts in proefopstellingen uitgetest zijn. Vaak doen zich problemen voor bij praktijkinstallaties die op pilootschaal niet naar boven komen. Deze hebben te maken met de (wisselende) samenstelling van de mest, het op elkaar afstemmen van verschillende onderdelen in het proces, het schaaleffect, ... Voor de verwerking van kippenmest zijn er een beperkt aantal technieken die zich bewezen hebben in de praktijk (zie tabel 5.2) en op grote schaal worden toegepast. Voor de hier beschouwde mestverwerkingstrajecten voor varkensmest, zijn de eenvoudige trajecten (Stalluchtdroging en biologie) meer praktijkrijk dan bijvoorbeeld het traject loosbaar of covergisting (zie tabel 5.3).

Tabel 5.2: Stand der techniek van de bestudeerde mestverwerkingstrajecten voor kippenmest

Traject	Belangrijkste (bijkomende) technieken	Bewezen?
Uitrijden	Uitspreiden onbehandelde mest	Bestaande praktijk
Composteren	Composteren + luchtbehandeling	Ja, bestaande praktijk.
Verbranden	Verbranden + luchtbehandeling	Ja, bewezen technologie voor grootschalige pluimveemestverbranding. (buitenland)
Ruwe uitvoer	Transport	Bestaande praktijk.

Voor al deze verwerkingsstappen is voldoende ervaring opgedaan.

Tabel 5.3: Stand der techniek van de bestudeerde mestverwerkingstrajecten voor vleesvarkenmest

Traject	Belangrijkste (bijkomende) technieken	Bewezen?
Uitrijden	Uitspreiden onbehandelde mest	Bestaande praktijk. Zal sterk afnemen met 100% kwetsbaar gebeid.
Covergisting	Covergisting van mest met organische afvalstromen en energieteelten	Ja, indien voldoende proceskennis en correcte voedingssamenstelling en debiet
	Drogen van de digestaat via droogvloer (stalluchtdroging)	bewezen bij varkensmest. Aangetoond op pilootschaal. Eerste full-scale installaties op digestaat in opstart. Extra aandacht voor emissie nodig bij droging van digestaat
	Luchtbehandeling	Bewezen technologie, geen problemen te verwachten
	Composteren gedroogde fractie	Voldoende ervaring met pluimveemest en zuiveringsslib. Digestaat is moeilijker composteerbaar. Steeds co-composteren met vb. kippenmest. Transport over middellange afstand mogelijk
	Gehele traject	**bewezen op pilootschaal. Eerste installaties in opstart.**

Tabel 5.3: Stand der techniek van de bestudeerde mestverwerkingstrajecten voor vleesvarkenmest (vervolg)

Traject	Belangrijkste (bijkomende) technieken	Bewezen?
Biologie	Mechanische scheiding van dun en dik door centrifugatie of vijzelpers	Ja, dient goed opgevolgd te worden (schuimen, scheidingsefficiëntie, verstoppen)
	Actief slibzuivering mestvloeistof	Ja, op praktijkschaal, aandacht voor gebruikersondersteuning
	Uitspreiden van effluent van biologische zuivering volgens code van goede landbouwpraktijk	Ja, maar zoutgehalte (K) in de mest kan beperkend werken. Dit is onder andere teeltafhankelijk. Bemesting bij regenachtig weer – normaal de beste periode – kan de grond te nat maken. Bruikbare tijdsperiodes voor uitrijden worden hierdoor nog korter.
	Composteren van dikke mest	Voldoende ervaring met pluimveemest en zuiveringsslib. Dikke fractie vleesvarkenmest is moeilijker composteerbaar. Steeds co-composteren met vb. kippenmest. Transport over middellange afstand mogelijk.
	Drogen van dikke mest	Praktijkervaring voor zuiveringslib, pluimveemest en recent ook dikke fractie vleesvarkenmest. Transport over langere afstand mogelijk.
	Verbranden van dikke mest	Bewezen technologie voor pluimveemest en waterzuiveringsslib. Weinig ervaring voor dikke fracties van andere mestsoorten. Transport van verbrandingsassen over lange afstand mogelijk.
	Luchtbehandeling	Bewezen technologie, geen problemen te verwachten
	Gehele traject	**Ja, indien bemestingsschema's dit toelaten**
Stallucht-droging	Drogen van de mest	Ja, bij varkensmest wordt gebruik gemaakt van een dragermateriaal
	Luchtbehandeling	Bewezen technologie, geen problemen te verwachten
	Composteren gedroogde fractie	Voldoende ervaring met pluimveemest en zuiveringsslib. gedroogde fractie vleesvarkenmest is moeilijker composteerbaar. Steeds co-composteren met vb. kippenmest. Transport over middellange afstand mogelijk
	Gehele traject	**Ja**
Loosbaar	Mechanische scheiding, biologische zuivering, gebruik van dikke fractie en luchtbehandeling	Zie traject biologie
	Indampen effluent biologie	Ja, bewezen technologie. Enkel haalbaar bij grote centrale mestverwerkingsinstallaties
	Gehele traject	**Ja, enkel grootschalig**

De kritische stappen bij het traject covergisting liggen bij de digestaatbehandeling waar de eerste systemen nu in opstart zijn. Op pilootschaal zijn reeds positieve tests uitgevoerd. Op basis van de werking op varkensmest zal de droogvloer vrijwel zeker ook op digestaat werken maar om de emissie van NH_3 te vermijden moet zeker een zure wasser geplaatst worden.

Bij biologie is het ganse traject bewezen en zijn er geen struikelblokken meer. Het traject stalluchtdroging is eveneens bewezen op boerderijschaal. Bij het traject "loosbaar" is het afstemmen van de verschillende processtappen op elkaar het meest kritisch. Er is een zeer goede proceskennis en controle nodig om de installatie stabiel te bedrijven.

Conclusie: praktijkervaring voor de verwerking van vleesvarkenmest daalt voor de verschillende trajecten:

uitrijden > biologie > stalluchtdroging > loosbaar > covergisting

5.2.2. Leveren de gebruikte technieken sanitair veilige en stabiele, dus exporteerbare producten?

Dierlijke mest bevat parasieten en micro-organismen (bacteriën en virussen), waarvan een deel pathogeen zijn. Bij de afzet naar andere bedrijven en de aanwending van deze mest bestaat het gevaar van infectieverspreiding bij mens, dier en plant. Teneinde dit gevaar te beheersen dient voor het transport over lange afstanden een kiemdoding plaats te vinden en moet de vorming van sporen en toxines onderdrukt zijn. Binnen het huidig reglementair kader is een dergelijke kiemdoding voor varkensmest verplicht indien de grenzen van de federale staat België worden overschreden (verordening EG1774/2002). Daarnaast is het nodig dat voor transport het product een zekere mate van stabiliteit heeft.

Het contact met mest heeft in het algemeen een negatief effect op de levensvatbaarheid van pathogene micro-organismen. Het aantal pathogene kiemen in mest loopt daarom tijdens de opslag terug. De reductie is groter naarmate de temperatuur toeneemt. Volgens Moen & Van Leeuwen (1993) duurt het in de winter 6-9 weken voordat het aantal pathogenen een factor 10 is gedaald, terwijl in de zomer een dergelijke reductie al in 1 tot 2 weken plaats vindt.

Naast pathogene kiemen kan mest ook onkruidzaden bevatten. Dit is vooral het geval bij rundveemest. Volgens Elema & Scheepens (1992) wordt het aantal levenskrachtige zaden in mest gereduceerd door langdurige opslag.

Tabel 5.4: Sanitaire kwaliteit van producten van de bestudeerde mestverwerkingstrajecten van vleesvarkensmest

Traject	Belangrijkste (bijkomende) technieken	Voldoende kiemdoding voor verordening EG 1774/2002?
Uitrijden	Uitspreiden onbehandelde mest	Neen
Covergisting	Covergisting van mest met organische afvalstromen en energieteelten	Voldoende mits voorafgaandelijke pasteurisatiestap; anders slechts gedeeltelijk
	Drogen van de digestaat via droogvloer (stalluchtdroging)	enkel indien gecombineerd met compostering of verbranding.
	Composteren gedroogde fractie	Ja, indien voldoende hoge temperatuur kan bereikt worden (o.a. afhankelijk van uitvoering en toediening andere producten, vb. bij co-composteren met kippenmest).
	Gehele traject	**enkel voldoende voor uitvoer indien pasteurisatiestap aanwezig is of het eindproduct wordt gecomposteerd of thermische gehygiëniseerd.**
Biologie	Mechanische scheiding van dun en dik door centrifugatie of vijzelpers	Zeer beperkt. Mobiele scheiders kunnen – indien geen voorzorgen genomen worden – pathogene organismen verspreiden tussen veeteeltinrichtingen.
	Actief slibzuivering mest	Beperkt.

Tabel 5.4: Sanitaire kwaliteit van producten van de bestudeerde mestverwerkingstrajecten van vleesvarkensmest (vervolg)

Traject	Belangrijkste (bijkomende) technieken	Voldoende kiemdoding voor verordening EG 1774/2002?
	Uitspreiden van dunne mest	Neen. Bij verregening van effluent dient men rekening te houden met de mogelijkheid dat op deze wijze schadelijke micro-organismen in de vorm van aërosolen worden verspreid.
	Composteren van dikke mest	Ja, indien voldoende hoge temperatuur kan bereikt worden (o.a. afhankelijk van uitvoering en toediening andere producten, vb. bij co-composteren met kippenmest).
	Drogen van dikke mest	Ja, indien temperatuur en verblijftijd voldoende hoog zijn.
	Verbranden van dikke mest	Ja, gezien de temperatuur mag worden verwacht dat complete sterilisatie plaatsvindt.
	Gehele traject	**Verbrande dikke fractie is zeker voldoende kiemvrij voor uitvoer, gecomposteerde dikke fractie en gedroogde dikke fractie voldoende bij goede procescontrole, onbehandelde dikke fractie en dunne fractie niet.**
Stallucht-droging	Drogen van de mest	enkel indien gecombineerd met compostering of verbranding.
	Gehele traject	**De droging vindt plaats op lage temperatuur waardoor geen hygiënisatie optreedt. Indien het product gecomposteerd of verbrand wordt met goede procescontrole is er voldoende hygiënisatie**
Loosbaar	Indampen	Grotendeels kiemvrij.
	Gehele traject	**Dikke fractie zie traject scheiden, dunne fractie is quasi kiemvrij te maken**

Bij pelletiseren van (gedroogde) mest treden grote schuifkrachten op; hierdoor wordt de temperatuur circa 20-30°C verhoogd. Als gevolg hiervan vindt nog een aanzienlijke reductie van het kiemgetal plaats.

De stabiliteit van mestverwerkingsproducten neemt toe naarmate het watergehalte daalt en de hoeveelheid gemakkelijk metaboliseerbare organische stof daalt. Zo zijn de assen van mestverbranding het stabielst, gevolgd door gedroogde mest. Gecomposteerde mest is minder stabiel vermits het watergehalte nog relatief hoog is. Stapelbare dikke fractie na mechanische scheiding is nog minder stabiel (natter + hoog gehalte gemakkelijk biologisch afbreekbare stoffen).

Samengevat kunnen in de trajecten covergisting, biologie, stalluchtdroging en loosbaar van waterige mest dikke fracties bekomen worden die sanitair veilig zijn en aldus exporteerbaar zijn volgens Europese verordening (EG) 1774/2002. Hiertoe bieden drogen of verbranden van de dikke fractie de beste garanties. Voor drogen dient de temperatuur voldoende hoog te zijn. Voor compostering van de dikke fractie zijn er nog vraagtekens. Voor transport binnen het grondgebied België is een vergaande voorafgaande kiemdoding en stabilisatie niet altijd nodig. De dunne fracties blijven, met uitzondering van het traject loosbaar, redelijk grote hoeveelheden kiemen bevatten.

Loosbaar > covergisting > stalluchtdroging > biologie >> uitrijden
Verbranden > drogen > composteren >> onbehandeld

Tabel 5.5: Sanitaire kwaliteit van producten van mestverwerkingstrajecten voor kippenmest

Traject	Belangrijkste (bijkomende) technieken	Sanitair veilige producten
Uitrijden	Uitspreiden onbehandelde mest	Neen
Composteren	Composteren	Voldoende
Verbranden	Verbranden	Voldoende
Ruwe uitvoer	Transport	Neen

Kippenmest is in de trajecten met compostering / verbranden goed om te zetten in een sanitair veilig product.

5.3. Milieuevaluatie

Bij de beoordeling van de milieuprestaties van mestverwerkingssystemen wordt als referentiepunt de bestaande situatie in Vlaanderen genomen, met name het uitrijden van (te grote hoeveelheden) mest op cultuurgrond. Er wordt uitgegaan van de cijfers in fig 2.8 (hoofdstuk 2, p. 28). Vergeleken met deze situatie worden de emissies die het gevolg zijn van mestverwerking in tabel 5.6, p. 268, en 5.7, p. 269, in kaart gebracht. Voor de berekening wordt uitgegaan van de in bijlage 2 opgenomen randvoorwaarden en berekeningswijzen.

Tabel 5.6: Inschatting van milieuvoor- en nadelen van mestverwerking van vleesvarkenmest. Getoonde cijfers zijn gemiddelden en/of schattingen en worden onderbouwd door de tekst in bijlage 2. Significant geachte milieuverbeteringen zijn als donkergrijs vakje aangegeven, verslechteringen zijn lichtgrijs aangegeven

Milieuaspect	Verwerkingstrajecten				
	uitrijden	covergisting[5]	biologie	loosbaar	stallucht-drogen
% van N geëmitteerd als NH_3	7	<0,1	0,1[1]	0,1[1]	< 0,1[4]
% van N geëmitteerd als N_2O	3,5	<1	1[1]	1[1]	< 1[4]
% van N terecht in bodem /oppervlaktewater /grondwater	40	0	3,2	< 0,1	0
% van P terecht in bodem/oppervlaktewater /grondwater	34	0	3,4	< 0,1	0
Aandeel van zouten dat ten opzichte van referentietraject terechtkomt in bodem, oppervlakte of grondwater	100	0	90	< 0,1	0
Energiebalans (MJ/ton) incl kunstmest[2]					
bij drogen dikke fractie[2]	0 (ref)	+2042	-386	-648	+456
bij composteren dikke fractie[2]		+1974	-74	/	+406
bij verbranden dikke fractie[2,3]		+2738	-268	+116	+1290
Energiebalans (MJ/ton) zonder kunstmest[2]					
bij drogen dikke fractie[2]	0 (ref)	+1286	-537	-902	-148
bij composteren dikke fractie[2]		+1218	-225	/	-198
bij verbranden dikke fractie[2,3]		+2606	-319	-2	+1172
Toename afval	0 (ref)	Ev. uit rookgasreiniging	Ev. uit rookgasreiniging	Ev. uit rookgasreiniging	Ev. uit rookgasreiniging
Relatieve toename of afname hinder + risico's	0 (ref)	Geluid, stofexplosies	Geluid, stofexplosies, minder geur	Geluid, stofexplosies, minder geur	Geluid, stofexplosies, minder geur

(1) Bij nauwgezette uitvoering.
(2) Hierbij wordt ook de energiewinst door minder kunstmestproductie al dan niet in gerekend.
(3) Novem (1999) komt eveneens tot de conclusie dat de verbrandingswaarde van mest niet opweegt tegen het energiegebruik voor de totale verwerking van varkensmest.
(4) De luchtwasser zal naast de NH_3 die in beperkte mate vrijkomt uit de droogbedden ook NH_3 van de stallen verminderen. Dit geeft een extra positief effect op het vlak van de totale emissie van verzurende stikstof naar de lucht vanuit de landbouw.
(5) Indien gecombineerd met andere technieken zullen resultaten sterk verschillen. De nodige omzichtigheid is nodig bij de interpretatie van deze gegevens.

Tabel 5.7: Voor- en nadelen van kippenmestverwerking op milieuvlak. Getoonde cijfers zijn gemiddelden en/of schattingen en worden onderbouwd door de tekst onder de tabel. Significant geachte milieuverbeteringen zijn als donkergrijs vakje aangegeven, verslechteringen zijn lichtgrijs aangegeven.

	Uitrijden	Compost	Verbrand	Ruwe uitvoer
% van N geëmitteerd als NH_3	7	< 0,1	? [1]	? [1]
% van N geëmitteerd als N_2O	3,5	< 1	? [1]	? [1]
% van N terecht in bodem/oppervlaktewater /grondwater	40	0	0	0
% van P terecht in bodem/oppervlaktewater /grondwater	34	0	0	0
Aandeel van zouten dat ten opzichte van referentietraject terechtkomt in bodem, oppervlakte of grondwater	100	0	0	0
Energieproductie (MJ/ton) incl kunstmest[2]		+1454	+7354	+1904
Energieproductie (MJ/ton) excl. kunstmest[2]		-450	+6950	0
Toename afval	Referentie		van rookgasreiniging	
Relatieve toe- en afname hinder	Referentie	Geluid, transport, minder geur	Geluid, transport, minder geur	Geluid, transport, minder geur

(1) afhankelijk van uitvoering, bij goede bedrijfsvoering gevoelig lager dan bij uitrijden
(2) hierbij wordt ook de energiewinst door minder kunstmestproductie gerekend

Besluit

Rekening houdend met de onzekerheid van de gebruikte cijfers kunnen uit tabel 5.6 en 5.7 toch de volgende besluiten getrokken worden.

- Mestverwerking is louter vanuit milieustandpunt gunstiger dan het uitrijden van ruwe mest. Bij bepaalde verwerkingskeuzes gaat de energiebalans negatief uitslaan. Gezien het belang dat het Vlaamse milieubeleid hecht aan de nitraatvervuiling van grond- en oppervlaktewater is ook in die gevallen vaak een globale positieve milieu-evaluatie verantwoord.
- De verwerking van kippenmest geeft relatief gesproken grotere milieuvoordelen.
- Qua NH_3 en N_2O emissies is mestverwerking licht gunstig tot sterk positief. De prestaties zijn sterk afhankelijk van de mate waarin de biologische zuivering ammoniumstikstof omzet naar nitraten / nitrieten en verder naar N_2, de stripping van ammoniak beperkt en de omzetting naar lachgas vermijdt. Om hierover een definitieve uitspraak te doen ontbreken echter voldoende eenduidige meetgegevens.
- In vergelijking met de landbouwkundige toepassing van mest zou de geurhinder moeten afnemen.
- De mate van methaanemissie is sterk afhankelijk van de mestopslag. Indien door mestverwerking de opslagduur verkort ten opzichte van uitrijden, heeft dit meestal een gunstig effect hebben.

Voor vleesvarkenmest:

- Het drogen van de dikke fractie na mestscheiding levert een negatief totaal energieplaatje op. Vanuit het standpunt “besparing op fossiele brandstoffen” hoeft dit geen bezwaar te zijn indien voor de droging restwarmte ingezet kan worden die anders verloren zou gaan. Hierbij denken we aan het gebruiken van dierwarmte in stalgebonden droogsystemen. In dit laatste geval is evenwel de sanitaire kwaliteit van het eindproduct niet gegarandeerd en dient een bijkomende kiemdodende techniek (bv. composteren) ingezet te worden. Het energieresultaat is ook gunstiger bij gebruik van energiezuinige drogers, WKK, gebruik van zonnewarmte,....
- Biologische zuivering van de dunne fractie na mestscheiding heeft een zeer gunstig effect op de emissies van N naar grond- en oppervlaktewater Het spuislib wordt mee verwerkt met de dikke fractie na scheiding.
- Productie van loosbaar effluent verlaagt verder de emissies van N en P en zouten naar grond- en oppervlaktewater maar vraagt meer energie.
- Stalluchtdroging scoort zowel naar N en P emissie als naar energieproductie positiever dan de referentie indien de besparing op kunstmest wordt meegerekend.
- Covergisting gecombineerd met een droogvloer is zeer positief naar zowel N en P emissie als naar energie.

Voor kippenmest:

- Alle trajecten geven een positieve energieopbrengst indien de energiewinst door besparing op kunstmest in rekening wordt gebracht. Zonder besparing op kunstmest heeft enkel het traject verbranden een positieve energieopbrengst.

Globaal milieuoordeel vleesvarkensmest:

Covergisting/Stalluchtdroging > biologie/loosbaar > uitrijden

Globaal milieuoordeel kippenmest of dikke fractie vleesvarkenmest:

verbranden > ruwe export > composteren > uitrijden

Dit globaal milieuoordeel is gebaseerd op de aanname dat het Vlaams beleid een hoger belang hecht aan de reductie van N- en P- verontreiniging dan aan energiebesparing. Dit betekent onder andere dat in andere landen en regio's een andere milieurangschikking kan opgesteld worden.

5.4. Economische evaluatie

Bij de economische evaluatie van milieuvriendelijke technieken hanteert het BBT-kenniscentrum conform de EU IPPC-richtlijn (96/61) 2 criteria:
– Is de kostprijs haalbaar voor de betrokken bedrijven (kostenhaalbaarheid)?
– Is de kostprijs redelijk in verhouding tot het te behalen milieuresultaat (kosteneffectiviteit)?

In deze paragraaf wordt achtereenvolgens een inschatting gemaakt van de kostprijs van de verschillende mestverwerkingstrajecten, de haalbaarheid van deze kostprijzen voor de veehouder bekeken en de redelijkheid van de kostprijs per vermeden kg N en P-vervuiling van bodem, grond- en oppervlaktewater onderzocht.

5.4.1. Kostprijs van mestverwerkingstrajecten

In deze paragraaf worden de kostprijzen voor de verschillende trajecten geschat op basis van een optelling van kosten van de afzonderlijke technieken zoals deze vermeld zijn in hoofdstuk 4. Deze benadering heeft als nadeel dat eventuele besparingen door uitgekiende combinaties van technieken (vb verbranden van biogas in mestdrogers) niet meegerekend worden, maar als groot voordeel dat de kostenstructuur veel doorzichtiger is en ons inziens realistischer. Het resultaat is samengevat in tabel 5.8, p. 273.

Voor het transport van de verwerkte fracties naar het buitenland zijn geen kosten ingerekend in de trajecten. Wel zijn richtwaarden aangegeven voor dit buitenlands transport die echter niet verder zijn ingerekend.
Navraag bij klasse C transporteurs heeft volgende kostprijzen opgeleverd (VLM, 2006):

Varkensmest:

– Binnenlands transport (inclusief administratieve kosten): **11 à 16 euro/ton**
– Verwerking + export van verwerkte dikke fractie varkensmest (inclusief administratieve kosten): **25 euro/ton**
– Export zuivere varkensmest: niet toegelaten

Pluimveemest:

– Binnenlands transport (inclusief administratieve kosten): **11 à 13 euro/ton**
– Verwerking + export van verwerkte pluimveemest (inclusief administratieve kosten): **23 euro/ton**
– Export van ruwe pluimveemest:
  • Administratieve kosten (EVOA-dossier /gezondheidscertificaten FAVV): 4 euro/ton ⇒ vanaf 2007 5,5 euro/ton
  • Transportkosten:
    ▪ Nederland: 10 à 15 euro/ton
    ▪ Frankrijk (ifv afstand – men exporteert al voorbij Parijs –): 10 à 22/ton

- Besluit:
  - Globale kosten naar Nederland: **15 à 20 euro/ton** (in hoeverre deze kosten deels gedragen worden door pluimveehouder en/of Nederlandse afnemer is niet duidelijk)
  - Globale kosten naar Frankrijk variëren van 15,5 tot 27,5 euro/ton ⇒ 50% wordt door de pluimveehouder en 50% wordt door de afnemer betaalt ⇒ **pluimveehouder betaalt tussen 8 à 14 euro/ton**

Tabel 5.8: Kostprijs van de verwerkingstrajecten voor varkensmest op basis van de kostprijzen van de afzonderlijke technieken. Excl. kosten voor superheffing voor niet verwerken nutriënten

Traject	Belangrijkste technieken	Gerapporteerde kostprijzen	Hier gebruikte kostprijs[a]
Uitrijden	Uitspreiden van ruwe mest	Sterk afhankelijk van locale omstandigheden, niet variabel zijn de kosten van het verspreiden zelf door bv. loonwerker 2,5 €/m³ tot 4 €/m³ (injectie), daarboven komen bv. transportkosten, pacht (bv. 200 €/ha), etc. van de grond. In 2001 werden in West-Vlaanderen prijzen tussen 2,5 en 25 € gerekend (K. Maeckelberge, 2001) Een andere gehoorde prijs is 300 €/ha voor maximaal 30 m³ of 10 €/m³. 10 + 3 = 13 €/m³. Hier wordt de prijs tussen 3 en 23 EUR vastgelegd met een waarde bij middelmatige mestdruk van 13 EUR	3-23,0
	Gehele traject		**13,0**
Co-vergisting	Covergisting van mest met organische afvalstromen en energieteelten	Bij vergisten (zie 4.3) wordt biogas geproduceerd. Afhankelijk van de inputstroom wordt meer of minder biogas gevormd. Afhankelijk van het aanvraagdossier en de publicatie van besluiten rond WKK variëren de inkomsten van 5,7 EUR bij het huidige wetgevend kader tot 18,0 EUR bij de toekomstige wetgeving en goed aanvraagdossier (zie 4.3). Hier wordt verder met 5,7 EUR gerekend.	-5,7
	Drogen van de digestaat via droogvloer (stalluchtdroging)	Bij co-vergisting wordt behalve mest ook nog een fractie koolstofrijk materiaal verwerkt. Hierdoor neemt het gehalte digestaat toe. We houden rekening met 1,55 m³ digestaat / m³ ruwe mest.	31,3
	Composteren gedroogde fractie	Deze stap is alleen nodig indien geen pasteurisatie is voorzien op de ingaande producten. Prijs: zie traject biologie; inclusief transport	4,2
	Verbranden dikke fractie	Voor de verbranding wordt een richtprijs gehanteerd, gelijk aan die van kippenmest (min 55% ds) namelijk 10 €/ton gate fee: Er wordt 0,10 ton product per m³ mest x 10 €/ton = 1 €/m³ mest Het transport naar het buitenland wordt niet in rekening gebracht vermist dit sterk afhankelijk is van de transportafstand. Voor het transport naar het buitenland (bv. Frankrijk) kan met een prijs van 18 €/ ton gerekend worden als richtwaarde (Starmans en Verdoes, 2002). Hier zou dit 1,8 EUR/ton extra zijn.	1,0
	Gehele traject per m³ ruwe mest	bij pasteurisatie bij composteren bij verbranden	**25,6** **29,8** **26,6**

Tabel 5.8: Kostprijs van de verwerkingstrajecten voor varkensmest op basis van de kostprijzen van de afzonderlijke technieken. Excl. kosten voor superheffing voor niet verwerken nutriënten (vervolg)

Traject	Belangrijkste technieken	Gerapporteerde kostprijzen	Hier gebruikte kostprijs[a]
Biologie	Scheiden van dun en dik door centrifugatie of vijzelpers	Zie 4.4.7. (centrifuge, 10 000 m³/j, capaciteit 5 m³/h)	2,0
	Transport dikke fractie naar compostering (droging of verbranding)	Meegerekend bij verwerking dikke fractie. In Nederland hanteert men soms 4 €/ton als richtwaarde voor het transport van dikke fractie (bron Praktijkonderzoek Veehouderij, 2001) 4 €/ton x 150/1000 = 0,6	0,6
	Co-composteren van dikke mest samen met kippenmest	Zie 4.13.7: 25 €/ton dikke fractie of per ton ingaande mest: 25 x 150/1000 = 3,6 €. Het product wordt in het buitenland afgeleverd aan nulkost	3,6
	Drogen van dikke mest	Zie 4.12.7: 217 € per ton DS in dikke fractie of teruggerekend naar ruwe mest: 10,9 €/m³. Het product wordt in het buitenland afgeleverd aan nulkost.	10,9
	Verbranden dikke fractie	Voor de dikke fractie van varkensmest zijn nog geen installaties beschikbaar. We rekenen hier met de kostprijs voor verwerking van kippenmest (min 55% ds). Bij varkensmest impliceert dit een voorafgaande droging (zie drogen van dikke mest). Dit levert 0,06 ton te verbranden product aan 10 €/ton gate fee of 0,6 EUR/m³ mest. Het transport naar het buitenland wordt niet in rekening gebracht. Ter informatie kan wel met een richtwaarde van 18 € per ton gerekend worden wat 1,1 €/ton mest geeft als kost (niet meegerekend).	11,5
	Actief slibzuivering mest	Zie 4.6.7. (sterk afhankelijk van grootte): 8 €/ m³ ruwe mest.	8,0
	Uitspreiden van effluent van biologische zuivering	Het N- en P- gehalte in de mest is met factor 10 gereduceerd (kost 1 i.p.v. 10 €/m³) terwijl de loonwerkerskost voor het uitrijden 3 € blijft.	4,0
	Gehele traject	Bij co-composteren: Bij drogen: Bij verbranden:	**18,2** **25,5** **26,1**
	Gehele traject 100% verwerking	Bij co-composteren: Bij drogen: Bij verbranden:	**20,2** **28,3** **29,0**
Stallucht-drogen	Droging	Zie 4.11.7	20,2
	Co-composteren	Zie traject biologie; incl. transport	4,2
	Verbranden dikke fractie	Voor de verbranding wordt een richtprijs gehanteerd, gelijk aan die van kippenmest (min 55% ds) namelijk 10 €/ton gate fee: Er wordt 0,11 ton product per m³ mest x 10 €/ton = 1,1 €/m³ mest Het transport naar het buitenland wordt niet in rekening gebracht. Ter informatie kan wel met een richtwaarde van 18 € per ton gerekend worden wat 2,0 €/ton mest geeft als kost (niet meegerekend).	1,1
	Gehele traject	stalluchtdrogen + composteren stalluchtdrogen + verbranden	**24,4** **21,3**

Tabel 5.8: Kostprijs van de verwerkingstrajecten voor varkensmest op basis van de kostprijzen van de afzonderlijke technieken. Excl. kosten voor superheffing voor niet verwerken nutriënten (vervolg)

Traject	Belangrijkste technieken	Gerapporteerde kostprijzen	Hier gebruikte kostprijs[a]
Loosbaar	Mechanische scheiding	Het traject biologie is niet representatief om de kosten verder te berekenen van traject loosbaar vermits de schaalgrootte van het traject loosbaar veel groter is. Hiervoor kan moeilijk een eenheidprijs gegevens worden. We rapporteren hier de richtprijzen welke door Discover gehanteerd worden voor de totale verwerking van de varkensmest.	21 (8% ds) 26-27 (11-12% ds)
	Biologische behandeling dunne fractie		
	Behandeling dikke fractie en concentraat indamping via droging		
	Indamping effluent biologie		
	Gehele traject	Richtprijs traject loosbaar – 8% ds – 11 à 12% ds	**21** **26-2**7

a. Euro/ton oorspronkelijke mest

Bij het traject biologie zijn twee trajectprijzen opgegeven vermits met biologie geen 100% verwerking mogelijk is bij behandeling van alle mest van het bedrijf. De maximale verwerking is hier 90% (92% voor N en 90% voor P) vermits het effluent dat wordt uitgereden nog circa 10% van de nutriënten bevat. De andere trajecten maken volledige behandeling van de mest mogelijk waarbij er geen nutriënten afgezet worden op cultuurgrond. Deze omrekening is nodig om een correcte vergelijking mogelijk te maken.

Voor de verwerking van kippenmest kan men de cijfers uit onderstaande tabel hanteren.

Tabel 5.9: Kostprijs van de verwerkingstrajecten voor pluimveemest

Uitrijden	3-23 €/ton
Composteren	20 €/ton
Verbranden (gate fee)	10 €/ton (mededeling Eddy Vandycke, Boerenbond West-Vlaanderen)
Uitvoer ruwe pluimveemest	8-27,5 €/ton

De in dit hoofdstuk berekende kosten van mestverwerking zijn realistisch ingeschat o.b.v. gegevens bekomen van de leveranciers/gerealiseerde initiatieven. Mogelijke afwijkingen t.o.v. deze richtprijzen zijn te verklaren door:
– bijkomende kosten voor transport;
– verkoop van de eindproducten. Er is nu geen rekening gehouden met een positieve verkoopprijs van sommige mestverwerkingsproducten;
– schaaleffecten;
– ...

5.4.2. Kostenhaalbaarheid

Voor de analyse van de haalbaarheid van de hierboven gegeven kosten, vergelijken we de kosten van mestverwerking met de verschillende scenario's voor het beschikbaar inkomen voor mestkosten (BI_{mk}) en het bruto saldo. Het BI_{mk} is afgeleid van het arbeidsinkomen (AI) verminderd met een vergoeding voor de geleverde arbeid. Het AI is een maat voor de rendabiliteit van een veehouderij waarbij zowel rekening gehouden is met vaste en variabele kosten. Het bruto saldo houdt enkel rekening met de variabele kosten (zie 2.3.2.).

• *Vleesvarkens*

Het totaal arbeidsinkomen per gemiddeld aanwezig vleesvarken (GAVV) en per jaar bedroeg in de periode 1994-2003 gemiddeld € 40 voor de gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven (zie tabel 2.4). Dit wordt beschouwd als een gemiddelde op lange termijn. Bij een arbeidsinkomen van € 40 bedraagt het BI_{mk} € 7,8/GAVV (zie 2.5.2). Het AI/GAVV is echter onderhevig aan een grote spreiding binnen de sector. Daar de ervaring leert dat betere vleesvarkenbedrijven mestverwerkings-initiatieven opzetten, is het aangewezen ook het BI_{mk} van 'betere' bedrijven te bekijken. Een AI van 60 €/GAVV is de ondergrens van de top 30% bedrijven met het hoogste AI/GAVV. Bij de veronderstelling van een arbeidsvergoeding die 15% boven deze van het gemiddelde bedrijf ligt komt dit neer op een BI_{mk} van 23 €/GAVV.

Het BI_{mk} geeft aan welk budget beschikbaar is voor mestkosten. Mestkosten houden naast eventuele kosten voor mestverwerking, de kosten voor het uitrijden van mest op eigen land en op land van derden in. Wanneer deze laatste worden afgetrokken van het BI_{mk} blijft het beschikbaar

inkomen voor mestverwerking BI_{mv} over. De berekeningswijze wordt meer in detail toegelicht in paragraaf 2.5.5. Daarnaast heeft ook de excretiecoëfficiënt invloed op het BI_{mv}. Bij een lagere efficiëntie (hogere excretiecoëfficiënt) is immers het aantal m^3 te verwerken mest per GAVV hoger.

Op basis van deze variabelen werden in paragraaf 2.5.5 12 scenario's opgesteld met:
- een gemiddeld en hoog AI;
- een uitrijkost van 3, 13 en 23 €/m^3 en
- een excretiecoëfficiënt van 1 en 1,2 m^3/GAVV

Binnen deze scenario's worden de landgebondenheid en het verwerkingspercentage van de geproduceerde mest gevarieerd.

Hieronder hernemen we de scenario's met
- een gemiddeld AI, een excretiecoëfficiënt van 1,2 m^3/GAVV en d.e 3 verschillende uitrijkosten;
- een hoog AI, een excretiecoëfficiënt van 1 m^3/GAVV en de 3 verschillende uitrijkosten.

Deze 6 scenario's zijn voldoende om de variatie binnen de sector weer te geven. De eerste drie geven immers de meest pessimistische situatie weer (met een gemiddeld AI en een hoge excretiecoëfficiënt) terwijl de drie laatste een optimistische situatie weergeven (met een hoog AI en een lage excretiecoëfficiënt).

Om de evaluatie van de kosten van bovenstaande trajecten uit te voeren maken we gebruik van kleurcodes. In tabel 5.10 zijn de verschillende mestverwerkingstrajecten geordend volgens hun kostprijs per m^3. De duurste technieken zijn aangeduid met een donkergrijze tint terwijl de goedkopere technieken een lichtgrijze kleur krijgen toegewezen. Uit de evaluatie bleek dat de trajecten ingedeeld kunnen worden in verschillende prijscategorieën. Op basis hiervan zijn de grijstinten toegewezen aan de trajecten.

Tabel 5.10: Mogelijke mestverwerkingstrajecten volgens kostprijs per m^3

Traject	Kostprijs	Legende
Biologie + co compostering*	20,2	
Loosbaar 8% ds	21,0	
Stalluchtdrogen + verbranden	21,3	
Stalluchtdrogen + composteren	24,4	
Co-vergisting (met pasteurisatie)	25,6	
Loosbaar 11 à 12% ds	26,5	
Co-vergisting + verbranden	26,6	
Biologie + drogen*	28,3	
Biologie + verbranden*	29,0	
Co-vergisting + composteren	29,8	

* gecorrigeerde verwerkingsprijs tot 100% verwerking vermits de trajecten met biologie maximaal 90% verwerking kunnen halen (zie 5.4.1).

In de tabellen 5.11, p. 278, tot 5.16, p. 279, worden de kleurcodes uit tabel 5.10 toegepast op de berekende BI_{mv} per m^3 te verwerken mest. Wanneer in een bepaald scenario een cel – met een gegeven landgebondenheid en verwerkingspercentage – een bepaalde grijstint krijgt toegewezen, betekent dit dat in principe alle mestverwerkingstrajecten uit tabel 5.10 met die tint of een lichtere tint haalbaar zijn.

Gemiddeld arbeidsinkomen en excretiecoëfficiënt van 1,2 m^3/GAVV

Tabel 5.11: Evaluatie van de mestverwerkingstrajecten tegenover het BI_{mv} (€/m^3) bij een BI_{mk} van 7,8 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1,2 m^3/GAVV en een kost van 3 €/m^3 voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	6,5	7,4	10,0	14,7	20,5	38,0	73,0
20%		7,4	10,0	14,7	20,5	38,0	73,0
40%			10,0	14,7	20,5	38,0	73,0
60%				14,7	20,5	38,0	73,0
80%					20,5	38,0	73,0
95%							73,0

Tabel 5.12: Evaluatie van de mestverwerkingstrajecten tegenover het BI_{mv} (€/m^3) bij een BI_{mk} van 7,8 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1,2 m^3/GAVV en een kost van 13 €/m^3 voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	6,5	4,9	0,0	-8,7	-19,5	-52,0	-117,0
20%		7,4	4,0	-2,0	-9,5	-32,0	-77,0
40%			8,0	4,7	0,5	-12,0	-37,0
60%				11,3	10,5	8,0	3,0
80%					20,5	28,0	43,0
95%							73,0

Tabel 5.13: Evaluatie van de mestverwerkingstrajecten tegenover het BI_{mv} (€/m^3) bij een BI_{mk} van 7,8 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1,2 m^3/GAVV en een kost van 23 €/m^3 voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	6,5	2,4	-10,0	-32,0	-59,5	-142,0	-307,0
20%		7,4	-2,0	-18,7	-39,5	-102,0	-227,0
40%			6,0	-5,3	-19,5	-62,0	-147,0
60%				8,0	0,5	-22,0	-67,0
80%					20,5	18,0	13,0
95%							73,0

Hoog arbeidsinkomen en excretiecoëfficiënt van 1 m³/GAVV

Tabel 5.14: Evaluatie van de mestverwerkingstrajecten tegenover het BI_{mv} (€/m³) bij een BI_{mk} van 23 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1 m³/GAVV en een kost van 3 €/m³ voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	23,0	28,0	43,0	69,7	103,0	203,0	403,0
20%		28,0	43,0	69,7	103,0	203,0	403,0
40%			43,0	69,7	103,0	203,0	403,0
60%				69,7	103,0	203,0	403,0
80%					103,0	203,0	403,0
95%							403,0

Tabel 5.15: Evaluatie van de mestverwerkingstrajecten tegenover het BI_{mv} (€/m³) bij een BI_{mk} van 23 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1 m³/GAVV en een kost van 13 €/m³ voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	23,0	25,5	33,0	46,3	63,0	113,0	213,0
20%		28,0	37,0	53,0	73,0	133,0	253,0
40%			41,0	59,7	83,0	153,0	293,0
60%				66,3	93,0	173,0	333,0
80%					103,0	193,0	373,0
95%							403,0

Tabel 5.16: Evaluatie van de mestverwerkingstrajecten tegenover het BI_{mv} (€/m³) bij een BI_{mk} van 23 €/GAVV, een excretiecoëfficiënt van 1 m³/GAVV en een kost van 23 €/m³ voor het uitrijden van mest op het land van derden

landgebondenheid	verwerkingspercentage van totale productie						
	100%	80%	50%	30%	20%	10%	5%
0%	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
20%		28,0	31,0	36,3	43,0	63,0	103,0
40%			39,0	49,7	63,0	103,0	183,0
60%				63,0	83,0	143,0	263,0
80%					103,0	183,0	343,0
95%							403,0

Op basis van de tabellen 5.11 tot en met 5.16 kunnen we reeds een aantal conclusies trekken in verband met de haalbaarheid van mestverwerking voor gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven. Voor de volledige besluiten inzake haalbaarheid van mestverwerking verwijzen we naar paragraaf 5.4.5.

Bij gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven met een gemiddeld AI zien we dat mestverwerking enkel mogelijk is in gebieden met een lage mestdruk (lage uitrijkost op land van derden) of bij een landgebondenheid van minimum 80%. Het maximaal haalbare mestbehandelingspercen-

tage ligt hier rond de 20%. Uit de figuren 2.9, p. 28, en 2.10, p. 29, blijkt echter dat bijna 80% van de gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven niet grondgebonden zijn. Een grondgebondenheid van 80% of meer komt slechts sporadisch voor bij de gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven, bijgevolg stellen enkel de bovenste twee rijen in de tabellen 5.11 tot 5.16 reële situaties voor.

Mestverwerking is bijgevolg enkel haalbaar voor een bedrijf met een gemiddeld AI, wanneer het zich in een gebied met een lage mestdruk bevindt, waar mestverwerking ook minder dringend is.

In het geval van een hoog AI (top 30% van de gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven) geven de tabellen aan dat het mogelijk is de volledige mestproductie te behandelen in een mestverwerking waarbij er geen nutriënten naar cultuurgrond worden afgezet. Dit impliceert niet noodzakelijk 100% verwerking van de nutriënten vermits de verwerking wordt berekend op basis van de analyses van input en producten. Omdat de meetfouten niet in rekening worden genomen bij de berekening van het verwerkingspercentage heeft men soms een verwerkingspercentage lager dan 100% ondanks de behandeling van alle mest zonder afzet naar cultuurgrond en met adequate gasreiniging en waterbehandeling.

- *Pluimvee*

Het bruto saldo per ton mest situeert zich tussen de 88 €/ton mest voor vleeskuikens en 221 € /ton mest voor vleeskuikenouderdieren (zie tabel 2.5, p. 19). Om de kostenhaalbaarheid van de mestverwerkingstrajecten uit Tabel 5.9, p. 276, in te schatten berekenen we in eerste instantie de verhouding van de kost ten opzichte van het bruto saldo per pluimveesoort. Deze percentages zijn weergegeven in Tabel 5.17.

Tabel 5.17: Verhouding van de kost per ton verwerkte pluimveemest op het gemiddelde bruto saldo per ton mest

Bruto saldo/ diersoort / Traject	Vleeskuikens 88 €/ton	Opfok vleeskuiken-ouderdieren 100 €/ton	Leghennen 160 €/ton	Opfok legkippen 184 €/ton	Vleeskuiken-ouderdieren 221 €/ton
Uitrijden 2,5-25 €/ton	**3**-28%	**3-25**%	**2-16**%	**1-14**%	**1-11**%
Composteren 20 €/ton	**23**%	**20**%	**13**%	**11**%	**9**%
Verbranden 10 €/ton	**11**%	**10**%	**6**%	**5**%	**5**%
export ruwe mest 8-27,5 €/ton	**9**-31%	**8**-27,5%	**5-17**%	**4-15**%	**4-12**%

Inzake arbeidsinkomen zijn geen verdere gegevens beschikbaar voor de pluimveesector. Daarom maken we een inschatting van de verhouding van de haalbare mestverwerkingskost en het bruto saldo op basis van de meer gedetailleerde berekeningen voor de gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven en veronderstellen dat dit hetzelfde is bij de pluimveesector. Uit de haalbaarheidsanalyse van de gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven bleek dat het bij een hoog AI (60 €/GAVV) en een excretiecoëfficiënt van 1 m^3/GAVV economisch haalbaar is om de volledige mestproductie af te voeren voor mestverwerking. Uit tabel 2.4, p. 16, blijkt dat met een AI van 54 €/GAVV een bruto saldo van 81 €/GAVV correspondeert. Hieruit berekenen we dat bij een AI van 60 €/GAVV een bruto saldo van 87 €/GAVV wordt behaald. De vaste kosten en

indirect toegerekende kosten per GAVV zijn immers relatief constant (zie tabel 2.4). De haalbare verwerkingskost bedraagt bij vleesvarkens dus 26% of ongeveer één vierde van het geschatte bruto saldo. De grenswaarde voor haalbaarheid voor de pluimveesector wordt eveneens op 25% gehouden.

In Tabel 5.17 is te zien dat de kosten voor verbranden en composteren minder dan één vierde van het bruto saldo bedragen voor elk van de pluimveesoorten. De kosten voor drogen en export van ruwe mest bedragen in een aantal gevallen eveneens minder dan één vierde van het bruto saldo.

5.4.3. Investeringsanalyse

Op basis van de kostengegevens uit hoofdstuk 4 is een investeringsanalyse uitgevoerd van het traject biologie met co-compostering met een capaciteit van 15 000 m^3/jaar. Een investeringsanalyse brengt het initiële investeringsbedrag, de toekomstige kasstromen (inkomsten en uitgaven) en het vereiste rendement in rekening. We gaan voor de investeringsanalyse ervan uit dat het hier gaat om de beslissing om verwerkingsplichtige mest al dan niet te verwerken. Hierbij werden de vermeden kosten van superheffingen en uitrijden van ruwe mest op het land van derden beschouwd als inkomsten van de mestverwerking.

In Tabel 5.18, p. 282, is de terugverdientijd (TVT), netto actuele waarde (NAW) en interne rentevoet (IRR) weergegeven.

De *TVT* geeft de periode (in jaar) waarbinnen een investering terugverdiend kan worden. Deze dient over het algemeen zo kort mogelijk te zijn. Dikwijls wordt in het bedrijfsleven een TVT van drie jaar vooropgesteld. Voor de evaluatie van een milieu-investering kan een langere termijn als criterium aangenomen worden, b.v. 7 jaar.

Bij de berekening van de *NAW* worden alle inkomsten en uitgaven opgeteld maar teruggerekend naar het tijdstip van aanvang van het project. Indien de NAW negatief is, wordt de investering vanuit bedrijfseconomisch oogpunt als onrendabel beschouwd.

De *IRR* geeft aan bij welke hoogte van de discontovoet de NAW voor een project gelijk wordt aan 0 en is een maatstaf voor de rendabiliteit van het project. Een project wordt als winstgevend beschouwd wanneer de IRR groter is dan het rendement op b.v. de financiële markten of een alternatief project.
De berekeningswijzen van bovenstaande evaluatiemethoden zijn meer in detail beschreven in bijlage 5.

De NAW en IRR zijn zowel voor een projectduur van 10 jaar als voor 20 jaar berekend waarbij hergeïnvesteerd werd in de onderdelen die een levensduur korter dan de projectduur hebben. In bijlage 5 is de gebruikte kostprijs en levensduur van de verschillende onderdelen weergegeven. Voor de berekening van de NAW werd een discontovoet van 5% aangehouden.

Tabel 5.18: Resultaten van een investeringsanalyse van het traject biologie met co-compostering met een capaciteit van 15 000 m^3/jaar; de vermeden superheffing door mestverwerking wordt opgenomen als opbrengst

	TVT (jaar)	Projectduur 10 jaar		Projectduur 20 jaar	
		NAW (€)	IRR	NAW (€)	IRR
Lage mestdruk:	14,4	-325 622	-6%	-335 505	-4%
Middelmatige mestdruk:	3,3	716 812	27%	1 367 457	28%
Hoge mestdruk:	1,9	1 759 246	52%	3 049 855	52%

In het geval van een lage mestdruk zijn de vermeden kosten van het uitrijden op land bij mestverwerking minimaal. De TVT van een mestverwerking volgens het traject biologie met co-compostering blijkt hier een zeer lange TVT te hebben. De NAW en het IRR zijn negatief wat aangeeft dat het project onrendabel is.

Bij de scenario's met een middelmatige tot hoge mestdruk zien we echter dat de TVT redelijk is en dat er een positieve NAW en een relatief hoog IRR. Hieruit kunnen we besluiten dat een investering in varkensmestverwerking rendabel kan zijn in gebieden met een middelmatige tot hoge mestdruk ten opzichte van het uitrijden van mest op land van derden en het betalen van de superheffing. Deze evaluatiemethode geeft echter geen oordeel over de mogelijkheden van de betrokken landbouwbedrijven om de nodige fondsen (eigen vermogen of geleend kapitaal) vrij te maken om de investering door te voeren.

Tabel 5.19 geeft de resultaten van de investeringsanalyse wanneer de vermeden superheffing niet in rekening worden gebracht en enkel de vrije markt telt. Deze resultaten geven aan dat mestverwerking in gebieden met hoge mestdruk rendabel kan zijn ten opzichte van het uitrijden van mest op land van derden.

Tabel 5.19: Resultaten van een investeringsanalyse van het traject biologie met co-compostering met een capaciteit van 15 000 m^3/jaar; de vermeden superheffing door mestverwerking wordt niet in rekening gebracht als opbrengst

	TVT (jaar)	Projectduur 10 jaar		Projectduur 20 jaar	
		NAW (€)	IRR	NAW (€)	IRR
Lage mestdruk:	-	-1.592.701	-	-2.297.582	-
Middelmatige mestdruk:	50,3	-550.267	-	-677.499	-
Hoge mestdruk:	4,0	492.168	21%	1.004.900	23%

5.4.4. Kosteneffectiviteit

In deze paragraaf wordt de kosteneffectiviteit van de verschillende trajecten met elkaar vergeleken en wordt getracht een vergelijking te maken met de kosteneffectiviteit van stikstofverwijdering uit huishoudelijk afvalwater. De kosteneffectiviteit wordt berekend als de verhouding tussen de kost van het verwerkingstraject in € per vermeden emissie van N en P_2O_5 in het grond- en oppervlaktewater. In tabel 5.19 en tabel 5.20 wordt dit berekend voor respectievelijk de verwerking van vleesvarkenmest en pluimveemest .

Naast de afzonderlijke berekening van de kosteneffectiviteit voor N en P_2O_5 waarbij telkens de volledige kost van het mestverwerkingtraject wordt toegerekend aan de verwijdering van één nutriënt, is eveneens de globale kosteneffectiviteit berekend aan de hand van equivalentiefactoren die eveneens in LCA analyses worden gebruikt. Volgens deze equivalentiefactoren hebben

1 kg N en 1 kg P_2O_5 dezelfde milieu-impact als respectievelijk 0,42 kg PO_4 en 1,34 kg PO_4 (Guinée, 2001). In tabel 5.19 drukken we de milieu-impact uit in N-equivalenten (N-eq.) waarbij 1 kg P_2O_5 gelijkwaardig is aan 3,19 kg N-eq.

Tabel 5.20: Kosteneffectiviteit van de verwerkingstrajecten voor vleesvarkenmest. Hierbij is telkens de volledige kost toegerekend aan het betrokken milieuaspect en werd een uitrijkost van 13,0 €/m³ gerekend

Milieuaspect	Verwerkingstraject				
	Co-vergisting (met pasteurisatie)	Biologie + composteren	Stalluchtdrogen + composteren	Loosbaar (8% ds)	Loosbaar (11 à 12% ds)
Kg N minder in grond- en oppervlaktewater/m³ mest	3,2	3,0	3,2	3,2	3,2
Kg P_2O_5 minder in grond- en oppervlaktewater/m³ mest	1,4	1,2	1,4	1,4	1,4
Kg N-eq.* minder in grond en oppervlaktewater/m³ mest	7,6	6,9	7,6	7,6	7,6
Kosten mestverwerking	25,6	18,2	24,4	21,0	26,5
€/kg N minder in oppervlaktewater/grondwater	7,9	**6,1**	7,5	6,5	8,2
€ per kg P_2O_5 minder in oppervlaktewater/grondwater	18,8	**14,9**	17,9	15,4	19,5
€ per kg N-eq*. minder in oppervlaktewater/grondwater	3,4	**2,6**	3,2	2,8	3,5

* N-eq.: equivalenten waarbij de totale hoeveelheid P_2O_5 en N omgerekend zijn naar N-eq.

Focuseren we ons op het vermijden van nitraat in het grond- en oppervlaktewater, dan is het traject biologie + composteren het meest kostenefficiënt. Dit traject voorziet eveneens in het meest kosteneffectief verwijderen van fosfaatverontreiniging. Dit wordt bevestigd als men via equivalentiefactoren een globale factor berekend voor N en P emissie. Hierbij blijft biologie de meest kosteneffectieve oplossing.

Tabel 5.21: Kosteneffectiviteit van de verwerking van pluimveemest. Hierbij is telkens de volledige kost toegerekend aan het betrokken milieuaspect

Milieuaspect	Verwerkingstraject		
	Composteren	Verbranden (gate fee)	directe uitvoer
Kg N minder in grond- en oppervlaktewater/ton mest	10	10	10
Kg P_2O_5 minder in grond- en oppervlaktewater/ ton mest	6,8	6,8	6,8
Kg N-eq.* minder in grond en oppervlaktewater /ton mest	31,7	31,7	31,7
Kosten mestverwerking (€ / ton)	20	10	8-27,5
€/kg N minder in oppervlaktewater /grondwater	2,0	**1,0**	**0,8**-2,8
€ per kg P_2O_5 minder in oppervlaktewater /grondwater	2,9	**1,5**	**1,2**-4,0
€ per kg N-eq*. minder in oppervlaktewater /grondwater	0,6	**0,3**	**0,3**-0,9

* kostprijs voor verbranden gate fee bedraagt 10 €/m³. Hierbij moeten de transportkosten aangerekend worden.

De verwerking van kippenmest is kosteneffectiever dan van varkensmest. Het traject verbranden is hierbij inzake de verwijdering van N en P in het algemeen het meest kosteneffectief maar is nog exclusief het transport van de mest naar de verbrandingsinstallatie. De directe uitvoer kan in bepaalde gevallen echter eveneens het meest kosteneffectief zijn.

De hier berekende kosteneffectiviteiten houdt geen rekening met de vermeden kosten voor uitrijden van de mest op eigen land of land van derden. Hierdoor zal de kosteneffectiviteit in gebieden met hoge mestdruk sterk verbeteren.

Er zijn relatief weinig referentiepunten om de redelijkheid van de N-reductiekosten te kunnen inschatten. De kosteneffectiviteit van stikstofverwijdering in RWZI's is de meest voor de hand liggende mogelijkheid die als referentie kan dienen. Een rioolwaterzuiveringsinstallatie – in de veronderstelling dat deze uitsluitend gebouwd is voor de verwijdering van N – wat niet het geval is vermits nog andere componenten worden verwijderd- heeft bij benadering een kostprijs van 11 tot 31 €/kg N. Voor de meerkost voor zuivering van 1 kg N op een rioolwaterzuiveringsinstallatie met voldoende restcapaciteit en waarbij enkel de verhoogde werkingskost wordt gerekend, komt men op 0,87 € (bron T. Van de Peer, Aquafin). Nemen we dit als vergelijkingspunt dan blijkt mestverwerking een betere kosteneffectiviteit te hebben als het bouwen van rioolwaterzuiveringsinstallaties enkel voor N-verwijdering, maar een over het algemeen slechtere als het invullen van bestaande restcapaciteit op een rioolwaterzuiveringsstation. Het verbranden van pluimveemest is echter kostenefficiënter dan gebruik van restcapaciteit wanneer ook de verwijderde P_2O_5 als N-equivalenten in rekening wordt gebracht.

Deze vergelijking is puur economisch waarbij geen technische conclusies mogen worden getrokken. Het behandelen van dunne mestfracties in RWZI's is namelijk niet evident vanwege de recalcitrante COD, slechte BOD/N verhouding, e.a... zodat dit een probleem kan geven voor de technisch-biologische werking van de RWZI alsook de lozingsnormen van de RWZI.

5.4.5. Besluiten economische evaluatie

- *Concurrentiepositie*

De varkens- en pluimveehouders zijn spelers op een perfect competitieve markt, wat hen prijsnemers maakt. Bovendien kan hun product gesubstitueerd worden door tal van andere proteïnebronnen. De evoluties op de internationale markten zijn eveneens van belang voor de sector, de helft van de inlandse productie van varkensvlees is immers bestemd voor export. De concurrentie op wereldvlak neemt toe en in de Europese context zet de hervorming van het gemeenschappelijk landbouwbeleid (MTR – Mid Term Review) concurrentiepositie van de Vlaamse landbouw in het algemeen onder druk. Deze factoren indiceren dat de kost van mestverwerking niet kan doorgerekend worden in de productprijs. De kosten verbonden aan mestverwerking zullen bijgevolg volledig door de varkens- of pluimveehouder gedragen worden.

- *Conclusies uit de praktijk*

Uit de bovenstaande inschattingen en scenario's kunnen we een aantal besluiten afleiden inzake de economische haalbaarheid van mestverwerking voor gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven. Voor hierop in te gaan worden hieromtrent eerst een aantal conclusies gebaseerd op praktijkervaringen weergegeven:

- De praktijk leert ons dat mestverwerking in Vlaanderen haalbaar is voor een gedeelte van de sector, in 2006 deden immers reeds 112 bedrijven aan mestverwerking (zie 2.2.5).
- Eerder de meer efficiënte bedrijven met een toekomstgerichte bedrijfsvoering doen aan mestverwerking.
- Regionale verschillen maken dat minder efficiënte bedrijven kunnen blijven bestaan in regio's met een lage mestdruk.

- Mestverwerking bevindt zich vooral in gebieden met hoge mestdruk (West Vlaanderen).
- Kleine ondernemingen dienen omwille van schaalvoordelen mestverwerking uit te besteden of samenwerkingsverbanden op te zetten.

- *Kostenhaalbaarheidsevaluatie*

Uit de economische haalbaarheidsevaluatie blijkt vervolgens dat de mogelijkheid om aan mestverwerking te doen erg afhankelijk is van een aantal factoren, namelijk:
- Rendabiliteit
- Efficiëntie
- Ligging
- Grootte
- Landgebondenheid

De grote diversiteit binnen de sector op gebied van bovenstaande factoren maakt het onmogelijk een algemeen haalbaar mestverwerkingspercentage voor de sector op te stellen.

De inschatting van de haalbaarheid van mestverwerking voor gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven met een gemiddeld arbeidsinkomen van 40 €/GAVV geeft aan dat een verwerkingspercentage van ongeveer 20% van de totale mestproductie haalbaar kan zijn voor bedrijven in gebieden met een lage mestdruk. In gebieden met gemiddelde en hoge mestdruk dient de landgebondenheid van de bedrijven groter dan 80% te zijn voordat mestverwerking haalbar kan zijn. De meerderheid van de gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven zijn echter niet landgebonden. Deze ondernemingen hebben mogelijk reeds een bestaansprobleem zonder mestverwerking, vooral in gebieden met een hogere mestdruk.

Ongeveer 30% van de gespecialiseerde vleesvarkenbedrijven hebben een arbeidsinkomen hoger dan 60 €/GAVV. De scenario's geven aan dat het bij dit AI haalbaar is de volledige vleesvarkenmestproductie te behandelen in een mestverwerking waarbij er geen nutriënten naar cultuurgrond worden afgezet. Dit impliceert niet noodzakelijk 100% verwerking van de nutriënten vermits de verwerking wordt berekend op basis van de analyses van input en producten. Omdat de meetfouten niet in rekening worden genomen bij de berekening van het verwerkingspercentage heeft men soms een verwerkingspercentage lager dan 100% ondanks de behandeling van alle mest zonder afzet naar cultuurgrond en met adequate gasreiniging.

Deze economische analyse bevestigt een aantal waarnemingen uit de praktijk.
– De aanwezigheid van mestverwerkingsinitiatieven in gebieden met een hoge mestdruk bevestigd dat de meer efficiënte bedrijven met een toekomstgerichte bedrijfsvoering de kosten voor mestverwerking kunnen dragen.
– Boeren met een gemiddeld inkomen kunnen in gebieden met gemiddelde en hoge mestdruk reeds bestaansproblemen hebben.

De kosten voor de verwerking van pluimveemest werden vergeleken met de bruto standaard saldi per ton te verwerken mest. Onder de veronderstelling dat 25% van het bruto standaard saldo een haalbare verwerkingskost is (zie boven), geeft dit aan dat verbranden en composteren haalbaar is voor elk van de pluimveesoorten. Export van ruwe mest is meestal haalbaar behalve bij de pluimveesoorten met een lager bruto saldo en een hoge uitvoerkost.

In de economische analyse is de focus gelegd op de gespecialiseerde vleesvarkensector omdat hier de mestproblematiek als meest acuut wordt ervaren. Bij de gespecialiseerde zeugenbedrijven is er na aftrek van een arbeidsvergoeding geen budget meer voor mestkosten (zie paragraaf 2.5.2), waardoor mestverwerking in deze subsector als niet haalbaar wordt beschouwd. Voor de

gecombineerde varkensfokkerij en -mesterij worden geen conclusies getrokken. De verwerking van pluimveemest tenslotte, lijkt uit de vergelijking van de bruto saldi en kosten van de verschillende trajecten haalbaar te zijn voor elk van de types pluimveebedrijven.

- *Klassieke investeringsanalyse*

Uit de investeringsanalyse blijkt dat in gebieden met een middelmatige of hoge mestdruk, verwerking van het overschot vleesvarkenmest rendabel kan zijn ten opzichte van het uitrijden van mest en het betalen van de huidige superheffing. In gebieden met hoge mestdruk kan mestverwerking eveneens rendabel zijn zonder de vermeden superheffing in rekening te brengen. Deze evaluatiemethode geeft echter geen oordeel over de haalbaarheid van de kosten voor een vleesvarkenbedrijf van zowel het uitrijden van mest en het betalen van een superheffing als voor mestverwerking. Het is ook onzeker of een individueel vleesvarkenbedrijf wel voldoende fondsen (eigen vermogen of geleend) kan vrijmaken om zelfstandig de investering in een (rendabele) mestverwerking aan te gaan.

- *Kosteneffectiviteitsanalyse*

Voor varkensmest is het traject biologie gevolgd door composteren het meest kostenefficiënt, in het geval van pluimveemest is dit verbranden (op basis van gate fee) of export van ruwe mest. Verwerking van pluimveemest is kosteneffectiever dan verwerking van varkensmest. In vergelijking met de kosten van een RWZI blijkt mestverwerking een betere kosteneffectiviteit te hebben dan het bouwen van RWZI's enkel voor N-verwijdering, maar een over het algemeen slechtere dan het opvullen van restcapaciteit van een bestaande rioolwaterzuiveringsinstallatie met voldoende restcapaciteit. **Dit is een puur economische vergelijking waaruit geen technische conclusies mogen getrokken worden.**

5.5. BBT-evaluatie bestudeerde verwerkingstrajecten

In de eerste uitgave van de BBT-studie over mestbe- en verwerking werd een BBT-analyse gedaan op basis van een 30-tal mestverwerkingsprojecten (historisch, in proeffase of in planningsfase) die toen als relevant beschouwd werden. Deze evaluatie had vooral tot doel om tot een voorstel van sectorale normen te komen.
De tweede uitgave van de BBT had tot doel de evoluties bij mestverwerking weer te geven en na te gaan of mestverwerking economisch te dragen was door de veeteeltsector. In deze tweede versie zijn geen BBT aanbevelingen naar emissienormen gedaan.
In deze BBT-analyse is de methodiek van versie 2 grotendeels behouden en zijn de techniekbladen aangepast met nieuwe informatie. Verder zijn er ook nieuwe trajecten gedefinieerd om de ontwikkelingen binnen de sector beter te kunnen beoordelen. Op basis van deze trajecten en de bestaande initiatieven zal getracht worden om BBT aanbevelingen naar lozingsnormen, coverwerking en emissienormen voor verbranding weer te geven (hoofdstuk 6).

De trajecten die zijn onderzocht voor varkensmest zijn:
– Uitrijden: In dit traject wordt de mest oordeelkundig aangebracht op landbouwgrond.
– Biologie: Dit traject bestaat uit een scheiding van de mest in dikke en dunne mest. De dunne mest wordt behandeld in een biologie en het effluent wordt oordeelkundig op landbouwgrond uitgespreid. De dikke fractie wordt gecomposteerd, gedroogd of verbrand.
– Stalluchtdrogen: De mest wordt gedroogd mest op droogtafels met stallucht die door de dieren is opgewarmd.

– Covergisting: De mest wordt samen met costromen vergist met productie van elektriciteit en warmte in een WKK. De vergisting is uitgerust met een pasteurisatiestap. Het digestaat wordt via droogtafels en gebruik makend van de warmte van de WKK gedroogd tot een exporteerbaar product.
– Loosbaar: Dit traject bestaal uit een scheiding van dik en dun. De dikke fractie wordt thermisch gedroogd. De dunne fractie wordt samen met het condensaat van de droger behandeld in een biologie. Het effluent van de biologie wordt ingedampt met een indampingsinstallatie met mechanische damprecompressie. Het condensaat is loosbaar. Het concentraat wordt samen met de dikke fractie gedroogd.

Op basis van de BBT-analyse van de hier bestudeerde mestverwerkingstrajecten komen we samengevat tot de resultaten vermeld in tabel 5.22.

Tabel 5.22: Scores van technische haalbaarheid, milieuperformantie en economische haalbaarheid en -effectiviteit en BBT-conclusie van in dit hoofdstuk bestudeerde mestverwerkingstrajecten voor vleesvarkenmest. Scores werden gegeven van 1 (minst goed) tot 5 (best)

	Technisch haalbaar	Preventie N-en P vervuiling in Vl.	Andere milieuvoordelen[a]	Preventie N-en P vervuiling kosteneffectief[b]	Kostenhaalbaar[c]	BBT (vgtg: van geval tot geval)
Uitrijden	5	1	3	-	1-5	Vgtg[d]
Covergisting						
– Pasteurisatie	4	5	5	4	1-5	Vgtg[d]
– Compostering	4	5	5	4	1-5	Vgtg[d]
– Verbranden	4	5	5	4	1-5	Vgtg[d]
Stalluchtdroging						
– Compostering	5	5	4	4	1-5	Vgtg[d]
– Verbranden	3	5	4	4	1-5	Vgtg[d]
Biologie						
– Dik composteren	5	4	3	4	1-5	Vgtg[d]
– Dik verbranden	3	4	3	4	1-5	Vgtg[d]
Loosbaar						
– Uitvoer	5	5	2	4	1-5	Vgtg[d]
– Verbranden	3	5	3	4	1-5	Vgtg[d]

(a) in bijzonder energiewinst en afval
(b) kosteneffectiviteit N en P verwijdering via Neq: 0-2,5: score 5, 2,5-5: score 4, 5- 10: score 3, 10 -15: score 2, >15 score 1 (zie tabel 5.12)
(c) Uit de economische analyse blijkt dat de gespecialiseerde vleesvarkenssector zeer divers is. Hierdoor kan geen eenduidige kostenhaalbaarheid voorgesteld worden. Dit wordt hieronder in de tekst verder uiteengezet.
(d) De omstandigheden waarbij deze technieken als BBT kunnen worden beschouwd worden in onderstaande tekst uiteengezet

Op basis van de economische analyse blijkt dat mestverwerking voor het gemiddelde gespecialiseerde vleesvarkensbedrijf niet haalbaar is. Op sectoraal niveau kan dan ook geen BBT voor mestverwerking bepaald worden.

Op basis lokale en bedrijfsspecifieke condities kan mestverwerking voor het individuele bedrijf echter wel economisch haalbaar zijn (zie hieronder). In die gevallen gelden volgende voorwaarden voor het bepalen van BBT (op lokaal niveau):

1. Uitrijden:

Uitrijden kan als BBT beschouwd worden indien lokaal voldoende land beschikbaar is. Er mag dus geen mestoverschot zijn op lokaal vlak. Bovendien moet de mest oordeelkundige worden afgezet op het land (zie BBT veeteelt).

2. Covergisting:

Covergisting zonder nabehandeling van het digestaat leidt niet tot verwerking van de nutriënten en is dus geen mestverwerking. Covergisting zonder nabehandeling is BBT onder dezelfde voorwaarden als uitrijden. Dat wil zeggen indien voldoende land beschikbaar is en er geen mestoverschot is op lokaal vlak. Het digestaat moet oordeelkundig afgezet worden op het land (zie BBT veeteelt).

Covergisting met droging van het digestaat leidt wel tot verwerking van nutriënten. De combinatie van covergisting met een droogvloer is op pilootschaalschaal bewezen en de eerste volschalige installaties zijn in opstart. Covergisting met droging is BBT mits demonstratie van de haalbaarheid van deze volschalige installaties. Covergisting biedt vooral een energievoordeel ten opzichte van andere trajecten. In de praktijk is er onvoldoende energie beschikbaar uit het biogas om alle digestaat te drogen zodat steeds een bijkomende warmtebron wordt ingezet.

Dit traject heeft een hogere kost dan biologie en een gelijkaardige kost als stalluchtdroging. De opbrengst van de groene stroomcertificaten en WKK certificaten staat tegenover de extra kosten voor verwerking van de grotere hoeveelheid digestaat. De netto kost/opbrengst van covergisting wordt bepaald door de aard en beschikbaarheid van costromen alsook van het aanvraagdossier vermits dit in grote mate de opbrengsten uit groene stroom en WKK certificaten bepaald. Covergisting kan toegepast worden op kleine, middelgrote en grote schaal.

3. Stalluchtdroging:

Stalluchtdroging biedt een significant milieuvoordeel naar nutrienten en energie. Stalluchtdroging is enkel BBT voor installaties op bedrijfsschaal. Door de naschakeling van de zure wasser op de drooglucht wordt naast de NH_3 die afkomstig is van de mest ook een groot gedeelte van de NH_3 van de stallucht verwijderd. Bij een goed ontwerp van de wasser wordt zo eveneens aan de eisen voor emissiearme stalsystemen (zie BBT Veeteelt) voldaan. Indien alle stallucht door de wasser wordt behandeld kan dan eveneens VLIF steun worden aangevraagd voor de investering van de wasser. De techniek heeft op die manier een zeer hoge kosteneffectiviteit. Om alle mest te drogen is het nodig om via een extra warmtebron (WKK, houtketel, zonneenergie,...) bijkomend energie toe te voeren vermits de warmte uit de stallen meestal ontoereikend is.

4. Biologie:

Het traject biologie heeft een significant milieuvoordeel. Het is BBT indien men de kleine hoeveelheden nutriënten (ongeveer 10%) kan uitrijden. Dit effluent moet als kaliummeststof beschouwd worden waarbij voldoende aandacht moet gaan naar de zoutlast. Het traject biologie is de meest kosteneffectieve oplossing maar er is maximaal 90% verwerking mogelijk. Biologie is mogelijk op zowel kleine als middelgrote schaal. Voor grootschalige projecten wordt de afzet van het effluent te moeilijk en moet naar het traject loosbaar overgegaan worden.

5. Loosbaar:

Het traject loosbaar biedt een significant milieuvoordeel op het vlak van N, P en zouten. Op het vlak van energieverbruik is dit traject minder gunstig dan de andere trajecten. Het traject loosbaar is enkel BBT voor grootschalige mestverwerkingsinstallaties.

6. Behandeling van de dikke of gedroogde fractie:
   a. *verbranden*:
      Verbranden van de dikke of gedroogde fractie is BBT bij gebrek aan afzetmogelijkheden van dit product als organische meststof of bodemverbeteraar op niet cultuurgrond of buiten Vlaanderen. Momenteel is er geen verbrandingscapaciteit in Vlaanderen zodat eerst voldoende verbrandingscapaciteit opgebouwd moet worden in Vlaanderen of daarbuiten;
   b. *co-composteren:*
      Cocomposteren is BBT voor productie van een gestabiliseerd en gehygiëniseerd product voor uitvoer naar het buitenland of afzet op niet cultuurgrond. Door de recuperatie van nutriënten krijgt men globaal een besparing op het verbruik van kunstmeststoffen en een verbetering van het organische stofgehalte in de afzetgebieden.
   c. *drogen:*
      Drogen is BBT bij gebruik van energiezuinige droogprocessen. Enkel indien de droogtemperatuur voldoende hoog is wordt een exporteerbaar product verkregen.

Op basis van bovenstaande bevindingen blijkt dat mestverwerking in Vlaanderen technisch haalbaar is en kan zorgen voor een verbetering van de milieukwaliteit. In vergelijking met de zuivering van het rioolwater kan mestverwerking zelfs als een redelijk kosteneffectieve aanpak voor de verwijdering van stikstof beschouwd worden.
Het grootste knelpunt van de bestudeerde mestverwerkingstrajecten is de verwerkingskost die de boer zal moeten betalen. Uit de economische analyse blijkt dat mestverwerking voor een gemiddeld gespecialiseerd vleesvarkensbedrijf moeilijk haalbaar is. 80% van deze bedrijven heeft geen eigen land en is dus 0% landgebonden. Voor een gemiddeld, niet landgebonden bedrijf in gebieden met een hoge mestdruk is mestverwerking niet haalbaar. Voor een gemiddeld bedrijf dat in een gebied met lage mestdruk ligt, is 20% mestverwerking van de totale productie haalbaar.
Voor de 30% beste bedrijven is behandeling van de volledige mestproductie haalbaar. Dit betekent niet dat 100% mestverwerking haalbaar is vermits bij de berekening van het verwerkingsaandeel geen rekening wordt gehouden met de meetfouten. Hierdoor kan behandeling van mest zonder emissie of uitrijden van mestverwerkingsproducten op cultuurgrond een verwerkingspercentage lager dan 100% geven.
Omwille van de grote inkomstenspreiding binnen de vleesvarkenssector en doordat voor een gemiddeld bedrijf mestverwerking niet steeds mogelijk is, kan geen haalbaar mestverwerkingscijfer voor de ganse sector worden voorgesteld.

Voor wat betreft de verwerking van kippenmest zijn er 4 scenario's bekeken namelijk:
- Uitrijden: In dit traject wordt de mest oordeelkundig aangebracht op landbouwgrond.
- Export ruwe mest: De ruwe kippenmest wordt zonder hygiëniserende behandeling uitgevoerd.
- Composteren: de kippenmest wordt al dan niet samen met andere mest (dikke fractie van varkensmest) via compostering gestabiliseerd en gehygiëniseerd. Het product wordt geëxporteerd.

– Verbranding: de kippenmest wordt in een gespecialiseerde mestverbrandingsinstallatie verbrand met terugwinning van warmte en elektriciteit.

kunnen de resultaten uit dit hoofdstuk als volgt worden samengevat:

Tabel 5.23: Scores van technische haalbaarheid, milieuperformantie en economische haalbaarheid en -effectiviteit van in dit hoofdstuk bestudeerde mestverwerkingstrajecten voor voorgedroogde pluimveemest. Scores werden gegeven van 1 (minst goed) tot 5 (best)

	Technisch haalbaar	Preventie N-en P vervuiling in VL.	Andere milieuvoordelen[a]	Preventie N-en P vervuiling kosteneffectief[b]	Kostenhaalbaar[c]	BBT (vgtg: van geval tot geval)
Uitrijden	5	1	1	-	4-5	Vgtg[d]
export ruwe mest	5	5	1	5	4-5	Vgtg[d]
Composteren	5	5	3	5	5	Vgtg[d]
Verbranden	4	5	5	5	5	Vgtg[d]

(a) in bijzonder energiewinst en afval
(b) gemiddelde kosteneffectiviteit N en P verwijdering op basis van Neq: 0-2,5: score 5, 2,5-5: score 4, 5- 10: score 3, 10 -15: score 2, >15 score 1 (zie tabel 5.12)
(c) kost > 100% van bruto saldo: score 1, 75-100%: score 2, 50-75: score 3, 25-50: score 4, < 25%: score 5 (zie tabel 5.17 en 5.4.2.).
(d) De omstandigheden waarbij deze technieken als BBT kunnen worden beschouwd worden in onderstaande tekst uiteengezet
   1. Uitrijden van kippenmest is BBT indien er voldoende land beschikbaar is en de kippenmest oordeelkundig wordt uitgespreid (zie BBT veeteelt).
   2. Exporteren van de ruwe pluimveemest is BBT indien er voldoende afzetmogelijkheden zijn voor deze mest in het buitenland.
   3. Composteren en verbranden zijn BBT voor pluimveemest. Een knelpunt voor deze trajecten is de beschikbaarheid van voldoende installaties.

Verwerking van pluimveemest is dus technisch minder complex en milieugunstiger dan de verwerking van varkensmest. Het is tevens goedkoper en een groot stuk van het arbeidsinkomen zal in stand gehouden kunnen worden. We kunnen hieruit concluderen dat voor deze mestsoort BBT is:

1. voordrogen van de mest op de boerderij (tot ca 50% ds)
2. export zonder behandeling *of* composteren gevolgd door export (eventueel als pellets) *of* verbranden

5.6. Evaluatie van andere mogelijke trajecten voor de verwerking van varkensmest

De bestudeerde trajecten voor varkensmest zijn uiteraard niet de enig mogelijke. Ter informatie is hieronder in tabel 5.24 voor enkele variante trajecten voor de verwerking van vleesvarkenmest aangegeven of hiervan een betere technische haalbaarheid, een betere milieuperformantie of een lagere kostprijs te verwachten valt.

Tabel 5.24: In hoeverre gelden andere conclusies voor varianten op de hoger besproken trajecten? Varianten met een globale BBT score die even goed is als de in dit hoofdstuk bestudeerde trajecten zijn aangeduid in grijs

Bestudeerd traject	Variant	Technische haalbaarheid beter?	Milieuperformantie beter?	Goedkoper?
Biologie / loosbaar	Voorafgaand vergisten	Moeilijker door tekort aan koolstofbron	Energiewinst maar mogelijk tenietgedaan door extra C-bron	Neen, in meest gevallen niet
Co-vergisten / stalluchtdrogen / biologie / loosbaar	Dikke fractie verhitten (vb. warmtevijzel) i.p.v. composteren, drogen of verbranden (zie 4.20.12)	Mogelijk toepasbaar op bedrijfsniveau maar nog maar weinig ervaring + gebrekkige stabiliteit eindproduct	Zonder maatregelen aanzienlijke emissies van ammoniak en geur, groot energiegebruik	Ja, maar emissiebeperkende maatregelen zullen bijkomende kosten vragen
Biologie / loosbaar	Actief slib vervangen door strippen	Neen, in beste geval even goed; mobiele installatie heeft wel operationele voordelen. Geen afbraak vluchtige CZV die in indamper verdampt	Energiekost gelijkaardig, N-reductie minder (enkel verwijdering ammoniumstikstof)	Neen, in beste geval even duur
Biologie	Actief slib vervangen door natte oxidatie	Neen, meer experimenteel karakter	Neen	Neen
Biologie	Actief slib vervangen door elektrolyse	Neen, minder goed	Neen	Neen
Loosbaar	membranen voor behandeling voor indampen	Neen, blijft (nog) onvoldoende	Verwachte lagere energiekost	Ja, bij goede werking van de membranen
Loosbaar	Bijkomend andere adsorbentia	Kan nodig zijn bij onvoldoende N-verwijdering	Meer afval	Neen, duurder

Hieruit blijkt dat, in algemene zin, alternatieve mestverwerkingstrajecten dan hier besproken eventueel wel even goed maar vermoedelijk globaal niet beter kunnen scoren op gebied van technische haalbaarheid, milieuperformantie en kostenhaalbaarheid dan de hierboven besproken trajecten. Een te volgen evolutie zijn de membranen welke zich in de praktijk nog moeten bewijzen.

Een andere technologie in ontwikkeling zijn constructed wetlands voor de behandeling van het effluent van een biologie. Hier wordt een verdere reductie van N en organische vuilvracht nagestreefd. Deze technologie bevindt zich heden nog in onderzoeksfase.

5.7. Referenties

1. Bestuurlijk Platform Mest Noord-Brabant, 2001, Leidraad Mest – Beleidskader voor mestbewerkingsinitiatieven. Ed. Implementatieteam Mest, ‘s Hertogenbosch, Nederland.
2. Bosmans W., Deuninck J., Smis K., en Viaene J. (2001) Structurele aanpassingen voor de Vlaamse varkenshouderij. Deel 4 Scenario-analyse. Studie in opdracht van de ALT.
3. Briffaerts K. (2000) Reduction potential of nitrous oxide emissions form Flemish agriculture. Proceedings of non-CO2 trace gas emissions form Belgian soils. Gent 24 oktober 2000, p. 71-86.
4. Burton CH., Sneath R.W., Farrent J.W. (1993). The effect of continuous aerobic treatment on the fate of the nitrogen in piggery slurry. Proceedings of symposium nitrogen plan in pig production & environmental consequences, Wageningen 8-11 June, E.A.A.R. publication no. 69: 404-409
5. Ceuterick D. en Sprirrinckx C. (1997). Comparative LCA of biodiesel and fossil diesel fuel. Vito rapport 1997:PPE/R/026.
6. Derden A., Van den Broeck E., Vergouwen P., Vancolen D., en Dijkmans R. (2001) Gids waterzuiveringstechnieken, Academia Press, Gent.
7. Europese Commissie (2001) Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document of Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poulty and Pigs. Draft juli 2001.
8. Elema A.G. en Scheepens P.C. (1992) Verspreiding van onkruidzaden en plantenziekten met dierlijke mest. Een risicoanalyse. Publicatie nr. 62 Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de vollegrond, Lelystad, Nederland.
9. Goossens A., De Visscher A., Pauwels D., Boeckx P., Van Cleemput O., De Wever H., Mussen S., Strong P., Merckx R. and Vlassak K. (2001) Parameterisation and inventarisation of gaseous nitrogen compounds from agriculture sources. Research Agreement nr. (6/DD/07). Program: “Global Change and Sustainable Development
10. Guinée et al., 2001, LCA – *An operational guide to the ISO-standards*, Ministerie van ruimte, wonen, milieu en rijksgebouwen (VROM) , Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden (CML) – Universiteit Leiden
11. ten Hooven M. (2001) Mestbewerking op bedrijf: slechts één systeem kan uit. Boerderij/Varkenshouderij, nr. 29, p. 30.
12. Itokawa H., Hanaka K., en Matsuo T. (1996) Nitrous oxide emission during nitrification in a full-scale night soil treatment plant, Wat. Sci. Tech. 34: 277-284.
13. IPCC (1996) Revised guidelines for national greenhouse gas inventories, OECD/OCDE, Parijs.

14. IPPC (2002) Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs. Europese Commissie (laatste draft).
15. Lauwers L, Van Gijseghem D., Vanongeval L., Van Steertegem M., 1996, Milieu- en Natuurrapport Vlaanderen 1996, Landbouw, p. 123-146
16. Ministerie van Middenstand en Landbouw, Landbouweconomisch Instituut, Technische en economische resultaten van de varkenshouderij op bedrijven uit het LEI-boekhoudnet (25 juni 1997).
17. Moen A.R. en van Leeuwen J.M. (1993) Dierpathogenen in mest. Een overzicht. Rapport Centraal Diergeneeskundig Instituut CDI-DLO Lelystad Nederland.
18. Novem (1999) Energie-efficiënt drogen en verwerken van slib en mest. MINT rapport.
19. Ongeval L., Coppens G., Geypens M., Bodemkundige Dienst van België, Mira-T 1998, Vermesting (Wetenschappelijke rapporten) N en P balans voor 1995 en 1996
20. Parloo E., Colson G., Els Asri R., De Ruyck J. (2000) Technisch economisch onderzoek naar de haalbaarheid en de implementatie van emissiereductiestrategieën van CH_4 en N_2O. Studie i.o.v. Administratie Wetenschap en Innovatie PBO 97/52/78.
21. Steunpunt Duurzame Landbouw (2002) Wegwerken Vlaams Mestoverschot 2003: kosteneffectiviteit, Gontrode.
22. Stevens E., Bries J., en Van Ongeval L. (2001) Mestanalyses blijven een noodzaak met het oog op een goede landbouwpraktijk, Mededeling nr. 103 Landbouw nr. 3. Provinciale Dienst voor Land- en Tuinbouw (www.agris.be/nl/pluimvee/med_103.htm, 22/11/2001)
23. Tollens E., Mathijs E., Gurdebeke H., Rombaut K., Neijens T. (2001) Mogelijkheden, beperkingen, vereisten en impulsen voor de export van dierlijke mest en mestproducten naar het buitenland en overzeese gebieden, VCM studiedag.
24. VCM website: http://www.vcm-mestverwerking.be/
25. Vlaamse Landmaatschappij (2000) Mestgids, Wegwijs in het Vlaamse mestbeleid.
26. VLM (2006), persoonlijke mededeling
27. Vugteveen W. (2001) Leverancier schat kosten mestverwerking te laag. Boerderij, nr. 13, p. 22-23.

Hoofdstuk 6 ALGEMENE CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1. BBT-conclusies

Uit hoofdstuk 5 blijkt dat mestverwerking in Vlaanderen kan zorgen voor een verbetering van de milieukwaliteit en dit in bijzonder op gebied van een vermindering van vervuiling door stikstof en fosfor in oppervlakte- en grondwater en van een spaarzamer omspringen met fossiele energiebronnen. In vergelijking met de zuivering van het rioolwater kan mestverwerking zelfs als een redelijk kosteneffectieve aanpak voor de verwijdering van stikstof beschouwd worden.

Beste Beschikbare Technieken (BBT) zijn technieken die op volschalige installaties bewezen zijn, het beste milieuresultaat neerzetten en redelijk zijn qua kost. Voor verwerking van pluimveemest zijn er BBT trajecten namelijk export van ruwe mest, export na compostering en verbranding.
Voor varkensmest blijken er technisch haalbare verwerkingsinstallaties te bestaan die voor een gedeelte van de sector eveneens economisch te dragen zijn. Een beste beschikbare techniek voor de sector kan niet naar voor geschoven worden vanwege de variabiliteit van de sector (economisch, landgebondenheid, mestdruk,...). Voor de bedrijven die op basis van de lokale omstandigheden mestverwerking kunnen dragen kunnen wel BBT's naar voor geschoven worden namelijk:

- Uitrijden: In dit traject wordt de mest oordeelkundig aangebracht op landbouwgrond. Dit kan als BBT beschouwd worden in gebieden met lage mestdruk waar lokaal voldoende land beschikbaar is.
- Biologie: Dit traject bestaat uit een scheiding van de mest in dikke en dunne mest. De dunne mest wordt behandeld in een biologie en het effluent wordt oordeelkundig op landbouwgrond uitgespreid. De dikke fractie wordt gecomposteerd, gedroogd of verbrand. Het traject biologie is BBT voor kleinschalige en middelgrote installaties met maximaal 90% verwerking bij behandeling van alle bedrijfseigen mest.
- Stalluchtdrogen: met droging van de mest op droogtafels met stallucht die door de dieren is opgewarmd. De gedroogde fractie wordt geëxporteerd, gecomposteerd of verbrand. Dit is BBT voor kleinschalige, bedrijfsgebonden installaties.
- Loosbaar: Dit traject bestaal uit een scheiding van dik en dun. De dikke fractie wordt thermisch gedroogd. De dunne fractie wordt samen met het condensaat van de droger behandeld in een biologie. Het effluent van de biologie wordt ingedampt met een indampingsinstallatie met mechanische damprecompressie. Het condensaat is loosbaar. Het concentraat wordt samen met de dikke fractie gedroogd. De gedroogde fractie wordt geëxporteerd of verbrand. Dit traject is BBT voor grootschalige mestverwerking.

Het traject vergisting dat bestaat uit een covergisting van mest met organische stromen gevolgd door een droging met droogtafels is op dit ogenblijk bewezen op pilootschaal en enkele grootschalige installaties zijn in opstart. Hierdoor kan het nog niet als BBT worden beschouwd. Deze lijst mag niet als limitatief beschouwd worden. Naast deze trajecten kunnen technieken zoals scheiding gevolgd door een fysicochemie of strippen een oplossing bieden voor landbouwers. Deze technieken worden als mobiele installaties in Vlaanderen aangeboden.

De mestverwerkingsector is bovendien nog steeds in ontwikkeling. Nieuwe initiatieven en trajecten moeten een kans krijgen om zich te bewijzen maar moeten eveneens met de nodige omzichtigheid benaderd worden.
Het aanboren van afzetmarkten buiten Vlaanderen voor de verwerkte dikke fractie en gevormde nevenstromen blijft een aandachtspunt.

Naast deze besluiten worden volgende vaststellingen gedaan:

Voor varkensmest:
- Mestverwerking is technisch bewezen. Zowel gedeeltelijke mestverwerking alsook volledige behandeling van de mest zonder noodzaak van uitrijden van verarmde mest is technisch haalbaar.
- De haalbaarheid van de volledige behandeling van mest betekent niet dat 100% mestverwerking haalbaar is. Omdat de berekeningsmethode van het verwerkingsaandeel geen rekening houdt met meetfouten kan volledige verwerking resulteren in minder dan 100% mestverwerking;
- De verwerkingskosten variëren van 18,2 EUR voor biologie gecombineerd met composteren tot ca 29,8 EUR bij trajecten met bijkomende droging en verbranding alsook het traject loosbaar voor dikke drijfmest.
- Mestverwerking heeft een globaal milieuvoordeel dat vooral veroorzaakt wordt door de vermindering van N en P verontreiniging van oppervlakte- en grondwater. De vermindering van de hoeveelheid zouten alsook de energiebesparing of het energieverbruik zijn trajectafhankelijk
- Mestverwerking is een kosteneffectieve techniek om N en P verontreiniging van oppervlakte- en grondwater te reduceren
- Het grote struikelblok is de kostenhaalbaarheid voor de varkenshouder. Voor de 30% beste bedrijven is mestverwerking economisch haalbaar. Voor een gemiddeld bedrijf is een mestverwerkingspercentage van maximum 20% van de totale mestproductie in specifieke gevallen haalbaar. Dit is enkel economisch haalbaar in gebieden met lage mestdruk of in gebieden met gemiddelde en hoge mestdruk gecombineerd met een landgebondenheid van meer dan 80%. De rendabiliteit van de varkenshouderij zal gevoelig dalen waardoor een deel van de boeren op termijn de competitie met varkenshouders in regio's zonder mestoverschot kunnen verliezen.
- Biogaswinning heeft in het berekende geval een nuleffect op de kostprijs van mestverwerking met inachtname van de huidige gangbare financiële tegemoetkoming voor groene stroom en WKK certificaten. Indien het besluit van de Vlaamse regering van 7 juli 2006 rond kwalitatieve WKK en het ministrieel besluit van 6 oktober 2006 rond referentierendementen voor kwalitatieve WKK in het Belgisch Staatsblad verschijnen kan dit een zeer grote impact hebben op de kost van mestverwerking. Indien men een goed aanvraagdossier indient bij de VREG kan de kost voor mestverwerking ongeveer halveren.

Voor pluimveemest:
- Verwerking van alle mest is technisch mogelijk. Ook hier geldt de opmerking dat omwille van de berekening van het verwerkingsaandeel zonder rekening te houden met de meetfouten volledige verwerking kan resulteren in minder dan 100% verwerking.
- Voorafgaande droging met stallucht is een veel toegepaste techniek die zorgt voor een makkelijker te verwerken mest alsook lagere emissies naar de lucht.
- Pluimveemestverwerking heeft een duidelijk globaal milieuvoordeel ten opzichte van het uitrijden op land indien er een mestoverschot is, mestverbranding heeft de beste troeven op gebied van energie.

- Verwerking van pluimveemest is een zeer kosteneffectieve manier om N en P verontreiniging van oppervlakte- en grondwater te reduceren
- De kostenhaalbaarheid is beter dan voor varkensmest mede door het prijsdrukkend effect van export zonder behandeling en de verwerking wordt als haalbaar beschouwd. De extra kosten kunnen toch nog nadelig zijn om de competitie met kippenkwekers in regio's zonder mestoverschot aan te gaan.

6.2. Aanbevelingen voor lozingsnormen

Bij de huidige regelgeving is er een opsplitsing van de lozingsnormen op basis van de gebruikte technologie alsook op basis van de ontvangende waterloop (brak of zoet water). Deze opdeling is niet aangepast aan de werkelijke situatie in het veld. Een andere opsplitsing kan gemaakt worden op basis van grootte van de installatie en type mest omdat deze bepalend zijn voor de haalbare lozingsconcentraties.
De omzendbrief RO/2006/01 gebruikt 60 000 ton als grens voor grote installaties. Deze grens nemen we over voor de aanbevelingen. De grens tussen kleinschalige en middelgrote installaties ligt op 10 000 ton per jaar.
Enkel voor drijfmest is er nood aan waterzuivering. Bij verwerking van pluimveemest is er geen probleem met effluenten (band- of tafeldroogsystemen). Voor drijfmest is er ervaring met varkensmest en kalvergier. Voor rundermest is er zeer weinig ervaring. De aanbevelingen gelden voor varkensmest en kalvergier. Andere mestsoorten moeten verder onderzocht worden als deze belangrijker worden naar mestverwerking.

Grootschalige installaties (> 60 000 ton/jaar) voor varkensmest

parameter	concentratie	
CZV	125	mg/l
BZV	25	mg/l
totale hoeveelheid gesuspendeerde stoffen	35	mg/l
totaal stikstof	15	mg/l
totaal fosfor	2	mg/l
Cl^-	1000	mg/l

Deze lozingsnormen zijn bewezen in de praktijk voor grootschalige mestverwerking.

Kleinschalige en middelgrote installaties (< 60 000 ton/jaar) voor varkensmest

Voor kleinschalige en middelgrote installaties blijken de huidige sectorale lozingsnormen niet haalbaar. Ten gevolge van schaalverschillen alsook technische en economische randvoorwaarden is er geen technologie die loosbaar water produceert. Vermits er geen BBT is om een loosbaar effluent te produceren voor deze kleinschalige en middelgrote installaties is het niet mogelijk andere waarden voor de sectorale normen voor te stellen. De huidige BBT voor deze installaties is het oordeelkundig uitrijden van het effluent op het land of de keuze voor een andere verwerkingstechniek die geen effluent produceert.
Er zijn nog nieuwe ontwikkelingen gaande op het vlak van verdere zuivering van het effluent van de huidige mestverwerking. Op basis van de resultaten van deze technologieën kunnen op termijn aangepaste sectorale normen voor kleine en middelgrote installaties opgesteld worden.

Een aanpassing van de huidige sectorale lozingsnormen, eventueel in combinatie met beperkingen voor de geloosde vracht, kan overwogen worden, maar het is op dit moment niet mogelijk daarvoor een geschikte waarde te suggereren. Hierbij heeft een aanpassing van de normen voor parameters CZV en Cl^- minder snel een impact op de waterloop dan voor de parameters BZV, N, P en gesuspendeerde stoffen. Deze laatste parameters hebben een belangrijker milieu-impact op de waterloop waardoor een aanpassing van de lozingsnormen voor deze parameters met meer omzichtigheid moet worden bestudeerd.

– De norm voor CZV kan opgetrokken worden indien deze recalcitrant is en niet toxisch voor het biologische leven in de waterloop. Deze CZV is dan inert en heeft een beperkte invloed op de waterloop.
– Voor chloriden geven biologische technieken geen noemenswaardige vermindering. Hier wordt voorgesteld om het chloridegehalte van het effluent gelijk te stellen aan de ruwe mest vermeerderd met een marge die toelaat om defosfatering uit te voeren alsook pieken in zoutconcentratie in de varkensmest op te vangen. Verder mag de lozing geen negatieve impact hebben op de ontvangende waterloop.

Zowel membraanfiltratie als constructed wetland zijn technieken die in de toekomst mogelijkheden bieden om tot een loosbaar effluent te komen (al dan niet mits aanpassing van de normen). Het is onduidelijk op welke termijn deze ontwikkelingen zullen doorbreken. Het opvolging van de resultaten van deze technieken wordt aanbevolen.

Installaties voor kalvergier (alle groottes):

parameter	concentratie	
CZV	125	mg/l
BZV	25	mg/l
totale hoeveelheid gesuspendeerde stoffen	35	mg/l
totaal stikstof	15	mg/l
totaal fosfor	2	mg/l
Cl^-	2800	mg/l

Deze waarden zijn bewezen in de praktijk voor mestverwerking van kalvergier.
Op basis van toekomstige gegevens ivm afbreekbaarheid en toxiciteit van de CZV moet de optie open blijven om een eventuele verhoging van de CZV-norm door te voeren. Er waren onvoldoende gegevens beschikbaar om in deze BBT een verhoging van de sectorale norm op CZV voor te stellen. Bij kalvergierverwerking zou bij een CZV norm van 400 mg/l de laatste behandelingsstap met actievekoolfiltratie wegvallen wat op het vlak van grondstoffenverbruik (actievekoolverbruik), transporten en kostenoogpunt voordelen biedt. Verder onderzoek is nodig om de impact van een eventuele verhoging na te gaan.

6.3. Aanbevelingen voor covergisting

Vergisting van uitsluitend varkensmest blijkt economisch niet haalbaar. Ook niet indien men groene stroom- en WKK-certificaten in rekening brengt. Het toevoegen van costromen is nodig om vergisting rendabel te maken alsook vanuit technisch oogpunt om de koolstof (C) over stikstofverhouding (N) te verhogen. Deze C/N verhouding ligt ideaal tussen 20 en 30. Bij een lage C/N verhouding (zuivere mest) is de vergisting minder stabiel en is een goede processturing cruciaal om de vergisting stabiel te houden.

De hoeveelheid costromen die nodig zijn om vergisting rendabel te maken hangt af van de biogasproductie van de costromen, kosten en opbrengsten van de costromen en de verwerkings- en/of afzetkosten voor het digestaat. Om deze reden is het niet mogelijk een optimale mengverhouding af te bakenen.
Zoals uit het traject vergisting (hoofdstuk 5.4.1) blijkt is het mogelijk dat de winst door de groene stroom- en WKK-certificaten volledig gecompenseerd wordt door de extra verwerkingskost van het digestaat. De hoeveelheid digestaat neemt immers toe omwille van toevoeging van de costromen. Bij de berekening van de rendabiliteit van vergisting is de afzet en/of verwerking van het digestaat een cruciale parameter alsook de opbrengsten uit groene stroom en WKK certificaten. De opbrengsten uit groene stroom en WKK certificaten hangen sterk af van het aanvraagdossier. Om deze redenen moeten vergistingsprojecten individueel beoordeeld worden omdat het type costromen en de lokale omstandigheden een grote impact kunnen hebben op de haalbaarheid van vergisting. Voor eerstelijnsadvies rond covergisting bij mestverwerking wordt naar VCM en Biogas-e doorverwezen.

De omzendbrief **RO/2006/01** rond inplanting van mestver- en bewerkingsinstallaties geeft een werkbaar kader om covergistingsinstallaties aan te toetsen.

6.4. Aanbevelingen voor verbranding

Verbranding van pluimveemest is bewezen in het buitenland voor grootschalige installaties. Voor de dikke fractie van varkensmest of gedroogde varkensmest zijn er geen werkende verbrandingsinstallaties gekend. Enkele grootschalige initiatieven voor verbranding van varkensmest zijn op het laatste moment afgesprongen omwille van bevoorradingsproblemen.
Grootschalige verbranding van kippenmest is technisch haalbaar en economisch concurrentieel, waarbij aan de Europese emissienormen voor afvalverbranding wordt voldaan. Grootschalige verbranding van varkensmest (dikke fractie of gedroogde) is vermoedelijk eveneens technisch haalbaar en economisch concurrentieel. Deze stoffen kunnen immers, zoals kippenmest, in een wervelbedinstallatie worden verbrand.
Verbranding van mest op kleine schaal is technisch haalbaar. Hierbij moet eveneens aan de normen voor afvalverbranding voldaan worden. Dit verhoogt sterk de kosten van een installatie. Verder dienen ook hier continue emissiemetingen uitgevoerd worden om aan de Europese normen te voldoen, wat de kosten verder verhoogt.

De coverbranding van mest in elektriciteitscentrales is eveneens onderzocht. Omwille van de aanwezigheid van chloriden en het feit dat de assen een te laag assmeltpunt hebben is coverbranding in een elektriciteitscentrale niet haalbaar. Bij nieuwere elektriciteitscentrales is coverbranding nog problematischer omdat de stoomtemperaturen in deze centrales nog hoger zijn.

De sector vraagt de normen en meetverplichtingen voor kleinschalige mestverbranding te versoepelen om zo kleinschalige mestverwerking haalbaar te maken. Varkensmest bevat voldoende chloriden en koper om een substantieel risico te hebben op dioxinevorming. Het ontwerp van de verbrandingsinstallatie is zeer belangrijk als dioxinevorming een risico is. De verbranding zelf moet zeer goed zijn om de vorming van primaire dioxines in de vuurhaard te vermijden. Daarnaast moet de rookgasreiniging goed ontworpen worden om de-novo synthese van dioxines te vermijden in het afkoeltraject. Er zijn geen emissiecijfers verkregen voor deze kleinschalige verbrandingsinstallaties zodat de werkelijke emissie niet kan worden ingeschat.

In het kader van deze Europese richtlijn dienen volgende stoffen continu gemeten te worden: NO_x, CO, totale hoeveelheid stof, TOC, HCl, HF en SO_2. Indien mest onder de noemer 'afval' valt en op die manier verbrand wordt, is deze richtlijn blijvend van toepassing. Enkel voor HCl en HF kunnen uitzonderingen verkregen worden indien blijkt dat de normen gedurende een jaar steeds gehaald worden. Op de andere 5 componenten kunnen geen afwijkingen verkregen worden.
Bovenop deze bovenstaande continue metingen is in Vlarem een bijkomende continue bemonstering van dioxines en furanen opgelegd. Dit is strenger dan de Europese richtlijn waardoor de exploitant van de verbrandingsinstallatie eventueel een afwijking zou kunnen verkrijgen na akkoord van de vergunningverlenende overheid. Momenteel kunnen afwijkingen aangevraagd worden indien gedurende een jaar geen overschrijding van de emissiegrenswaarden zijn vastgesteld.

Omwille van deze Europese eisen op vlak van rookgasreiniging en -monitoring is mestverbranding op kleine schaal niet haalbaar zolang mest als afvalstof wordt beschouwd. De indeling van mest als afvalstof is een beleidskeuze. Hierover kan op basis van BBT geen verdere beoordeling worden gedaan. Er wordt aanbevolen om deze overwegingen verder te onderzoeken indien er nieuwe informatie is van initiatieven en/of onderzoeksprojecten rond (kleinschalige) verbranding van mest.

6.5. Algemene aanbevelingen mestverwerking

a. voor de overheden:

- In het MAP II-bis wordt er geen rekening gehouden met meetfouten bij het berekenen van het verwerkingsaandeel. Hierdoor veroorzaken meetfouten soms voor een verkeerde berekening van het verwerkingsaandeel waardoor een landbouwer op papier onvoldoende verwerkt heeft. Er wordt aanbevolen om de methodiek van de nutriëntenbalansen en berekening van het verwerkingsaandeel te onderzoeken in het kader van impact van meetfouten en aanvaarbare foutenmarges. Een onderzoek naar de nutriëntenbalans en aanvaarbare foutenmarges is eind 2006 door VLM opgestart.
- Momenteel is er geen sectorale lozingsnorm voorgesteld voor de kleinschalige en middelgrote mestverwerkingsinitiatieven. De norm voor CZV, BZV, N, P en chloride dient echter op basis van nieuwe ontwikkelingen geëvalueerd worden zodat een aangepaste sectorale norm kan worden opgesteld.
- Informatieuitwisseling tussen actoren op gebied van mestverwerking blijven stimuleren bv. via het Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking (VCM), STIM.
- Stimuleren van informatieoverdracht en communicatie rond mestverwerking met lokale besturen en burgers alsook informeren bij VCM en/of STIM om objectieve informatie te verkrijgen rond vergunningsdossiers.
- Exploreren van subsidieerbaarheid van mestverwerking bv. in het kader van groene energie, WKK-certificaten, ammoniakemissiereductie, methaanemissiereductie, het ter beschikking stellen van veilige organische bemestingsmiddelen voor de biologische landbouw,....
- Maximaal substitueren van verwerkingsaandelen waarbij de focus op het verwerken van makkelijker verwerkbare pluimveemest behouden blijft.
- Een omvorming van het BTW tarief voor mestverwerking van 21% naar 6% zal mestverwerking verder promoten. Momenteel geldt voor uitrijden van ruwe mest 6% BTW en voor mestverwerking 21% BTW.

b. voor de initiatiefnemers van mestverwerkingsprojecten

- Baseer u op de BBT-evaluatiemethodiek in hoofdstuk 5 om een geschikte combinatie van technieken te vinden.
- Leer maximaal uit ervaring bij andere projecten voor de verwerking van mest. Hoofdstuk 4 kan u hierbij helpen alsook contacten met VCM en STIM.
- Behoud een kritische houding t.o.v. nieuwe technologieën.
- Geef voorkeur aan bewezen technieken voor mestverwerking.
- De behoeften aan mestverwerking, de samenstelling van de mest (owv voedersamenstelling) en het wetgevende kader zijn in andere regio's en landen verschillend van deze in Vlaanderen: hou hiermee rekening bij de introductie van een nieuwe technologie in Vlaanderen.
- Keep it simple: eenvoudige technieken hebben meeste kans op slagen.
- Pilootproeven met expertondersteuning zijn sterk aan te bevelen.
- Ontwikkel een communicatiestrategie met de lokale overheid en de omwonenden. VCM en STIM kunnen hierbij ondersteuning bieden.
- Werk op basis van een duidelijk handboek en volg de instructies voor bedrijfsvoering nauw op om de efficiënte werking en beperking van emissies te verzekeren.

c. voor de veehouders:

- Informeer u goed bij de aanvang van uw mestverwerkingsproject. Verschillende organisaties kunnen u ervaring en informatie bieden, waaronder VCM, VLM, STIM, vzw Mestverwerkers,...
- Voorgestelde prijzen stijgen vaak in de loop van nieuwere projecten: hou hiermee rekening. Voor bewezen mestverwerkingstrajecten is de kostprijs meestal goed gekend en stabiel.
- Wees kritisch voor nieuwe technologieën.
- Maak sluitende contracten met de verwerker omtrent het verwerkingsaandeel.
- Hou rekening met grote invloed van verwerkingskosten op uw rendabiliteit: overweeg of kosten opwegen tegen landbouwinkomen.
- Zorg voor een efficiënte bedrijfsvoering die gericht is op onder meer verbeteren van de voederconversie, verminderen van de mesthoeveelheid per GAVV, verminderen van de N en P productie per GAVV, ... Door een goede brongerichte aanpak kan men specifieke nutriëntproductie en specifieke mestproductie beperken waardoor kan de impact van mestverwerking op het bedrijf wordt beperkt.

LIJST DER AFKORTINGEN

ALT	Administratie Land- en Tuinbouw
AMINAL	Administratie voor Milieu-, Natuur-, Land en Waterbeheer
Bemefa	Beroepsvereniging van de Mengvoederfabrikanten
BBT	Beste beschikbare Technieken
BREF	BBT-referentiedocument (gepubliceerd in kader van de IPPC richtlijn)
BOD	Biological Oxygen Demand (= BZV)
BTF	Biotricklingfilter
BZV	Biochemische ZuurstofVraag (= BOD)
CAFR	Chemische Ammonium Fällung und Rezyklierung
CFB	Circulerend wervelbed (Circulating Fluid Bed)
C/N	verhouding van aanwezige koolstof ten opzichte van totaal aanwezige stikstof
C_xH_y	koolwaterstoffen
CZV	Chemische zuurstofvraag
DS, ds	Droge Stof
GAVV	Gemiddeld Aanwezig VleesVarken
GE	Geureenheden
GFT	Groente-, fruit- en tuinafval
ILVO	Instituut voor landbouw- en visserijonderzoek
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control (Geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging, Europese richtlijn 96/61.
IWT	Vlaams Instituut voor de bevordering van het Wetenschappelijk Technologisch Onderzoek in de Industrie
Kj. N	Kjeldahlstikstof
KWS	Koolwaterstoffen
MAP	Naargelang de context: – Mestactieplan – Magnesiumammoniumfosfaat (= struviet)
NIS	Nationaal Instituut voor de Statistiek
Nm^3	normaal kubieke meter (d.i. het volume gas herleid tot de genormaliseerde temperatuur (0°C, 273°K) en druk (101,3 kPa) na aftrek van het waterdampgehalte
NO_x	verzamelnaam voor stikstofoxiden

OVAM	Openbare Afvalstoffenmaatschappij van het Vlaamse Gewest
P_2O_5	fosfaat
PVC	polyvinylchloride (= soort plastic)
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
SNCR	Selectieve Niet-katalytische Reductie (van NO_x)
SCR	Selectieve katalytische reductie (van NO_x)
TEQ	Dioxine toxisch equivalent
TOC	Total Organic Carbon (Totaal Organische Koolstof)
Veva	Vereniging Varkenshouders
VCM	Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking
Vgtg	van geval tot geval
Vilt	Vlaams Informatiecentrum over Land- en Tuinbouw
Vito	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
Vlarea	Besluit van de Vlaamse regering tot vaststelling van het Vlaams reglement inzake afvalvoorkoming en -beheer
Vlarebo	Vlaams Reglement betreffende Bodemsanering
Vlarem I	Besluit van de Vlaamse Regering houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning
Vlarem II	Besluit van de Vlaamse Regering houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne
VLM	Vlaamse Landmaatschappij
VMM	Vlaamse Milieumaatschappij
VOS	Vluchtige Organische Stoffen
WKK	Warmtekrachtkoppeling

BEGRIPPENLIJST

Arbeidsinkomen	Dit is het bruto saldo minus de vaste of structurele kosten.
Beste Beschikbare Technieken	Meest milieuvriendelijke techniek die nog betaalbaar is. Basis voor het opstellen van vergunningsnormen. De officiële definitie is (Vlarem I): het meest doeltreffende en geavanceerde ontwikkelingsstadium van de activiteiten en exploitatiemethoden, waarbij de praktische bruikbaarheid van speciale technieken om in beginsel het uitgangspunt voor de emissiegrenswaarden te vormen is aangetoond, met het doel emissies en effecten op het milieu in zijn geheel te voorkomen, of wanneer dat niet mogelijk blijkt algemeen te beperken: a) "technieken": zowel de toegepaste technieken als de wijze waarop de installatie wordt ontworpen, gebouwd, onderhouden, geëxploiteerd en ontmanteld; b) "beschikbare": op zodanige schaal ontwikkeld dat de technieken, kosten en baten in aanmerking genomen, economisch en technisch haalbaar in de industriële context kunnen worden toegepast, onafhankelijk van de vraag of die technieken al dan niet op het grondgebied van het Vlaamse Gewest worden toegepast of geproduceerd, mits ze voor de *exploitant* op redelijke voorwaarden toegankelijk zijn; c) "beste": het meest doeltreffend voor het bereiken van een hoog algemeen niveau van bescherming van het milieu in zijn geheel.
Bewerken (van dierlijke mest):	Het behandelen van dierlijke mest en/of andere meststoffen, met het oog op recyclage van de nutriënten stikstof en difosforpentoxyde op in het Vlaamse Gewest gelegen grond. (Mestdecreet Art 2). Zie ook verwerken.
Bruto saldo of marge	Het verschil tussen totale opbrengst en directe kost is het bruto saldo of bruto marge.
Bruto totale opbrengst	Dit zijn de bedragen die de boer ontvangt bij de verkoop van afgemeste varkens, biggen, slachtkuikens, eieren, …
BZV	Biochemische Zuurstof Vraag: de hoeveelheid zuurstof per liter verontreinigd water die micro-organismen nodig hebben om de afbreekbare organische stoffen in het afvalwater af te breken (biochemische reactie).
Cash flow of het verteerbaar inkomen of het beschikbaar inkomen	Dit is het bruto saldo minus de daadwerkelijke betaalde vaste kosten en daadwerkelijk uitbetaald loon aan landbouwmedewerkers. Dit bedrag omvat dus niet de afschrijvingen.

Dierlijke mest:	– Door vee uitgescheiden natuurlijke afvalstoffen of een mengsel van strooisel en door vee uitgescheiden natuurlijke afvalstoffen ongeacht of het vee wordt geweid of op intensieve veehouderij wordt gehouden, alsmede de natuurlijke afvalstoffen van visteeltbedrijven. (Vlarem I, indelingsrubriek 28.2). – Excrementen van vee of een mengsel van strooisel en excrementen van vee, alsook producten daarvan. (Mestdecreet Art. 2). – Overeenkomstig art. 4 van het Afvalstoffendecreet is dierlijke mest GEEN AFVALSTOF.
Dikke mestfractie	Vaste, stapelbare mestfractie die overblijft na mechanische scheiding van mengmest (centrifuge, vijzelpers, zeven, …), heeft een ds gehalte van ca. 30%.
Directe of operationele kost	Dit zijn de werkingskosten die samenhangen met de dierproductie, vb voederkosten en veeartskosten.
Droge stof	Gewichtshoeveelheid die overblijft na droging bij een temperatuur van 105 °C, bestaat uit een organisch en een anorganisch gedeelte.
Droge stofgehalte	Hoeveelheid droge stof per gewichtseenheid.
Dunne mestfractie	Vloeibare mestfractie na mechanische scheiding van mengmest (centrifuge, vijzelpers, zeven, …).
Kjeldahl N	Kjeldahlstikstof is de som van de organisch gebonden stikstof en de ammoniumstikstof en wordt uitgedrukt in mg.
Kosteneffectiviteit of kostenefficiëntie	Mate waarin kosten opwegen tegen over het milieuresultaat. In deze studie uitgedrukt als EUR per kg N of P die minder in Vlaamse bodem, oppervlakte- en grondwater terechtkomen.
Kunstmest:	Elke speciaal vervaardigde, één of meer mineralen bevattende stof die op de grond wordt gebracht ter bevordering van de gewasgroei, andere dan dierlijke mest. (Vlarem I indelingsrubriek 28.1).
Loonkost	Deze bestaat uit het (hypothetisch) loon van de bedrijfsleider en de gezinsleden plus het daadwerkelijk uitbetaald loon aan landbouwmedewerkers die in dienst zijn genomen.
Mengmest:	Dierlijke mest in vloeibare vorm met een gehalte aan droge stof lager dan 20% ds. (Vlarem II Art 1.1.2.).
Meststof:	Elke één of meer stikstof- en/of fosforverbindingen bevattende stof die op het land wordt gebruikt ter bevordering van de gewasgroei, met inbegrip van dierlijke mest, afval van visteeltbedrijven en zuiveringsslib; deze meststoffen omvatten aldus inzonderheid de dierlijke mest, de chemische meststoffen en de andere meststoffen (mestdecreet Art. 2).
Netto resultaat of winst /verlies of ondernemingsloon	Dit is het arbeidsinkomen minus de loonkosten voor bedrijfsleiders en alle medewerkers.

Nutriënten	(Planten)voedingstoffen waaronder stikstof, fosfor en kalium. Als de hoeveelheid stikstof, fosfor en kalium in het milieu te hoog wordt, treed vermesting op.
Permeaat	Deel (van de mest) dat doorheen filter gaat (ook filtraat genoemd).
Retentaat	Deel (van de mest) dat door filter wordt tegengehouden.
steekvastheid	Omvat de stortbaarheid en de weerstand tegen afschuiving, zoals gemeten door de vintest (meetmethode uit de grondmechanica).
Totaal N	Het totaal stikstofgehalte is de som van de anorganische stikstof (ammonium, nitraat en nitriet) en de organische stikstof en wordt uitgedrukt in mg/l.
Totale kost	Dit is de directe kost + vaste kost + loonkost (inclusief loonkost bedrijfsleider + gezinsleden).
Traject	Bepaalde opeenvolging van (mestverwerkingstechnieken) met duidelijk gedefiniëerde begin- en eindproducten.
Vaste dierlijke mest:	Dierlijke mest andere dan mengmest. (Vlarem II Art 1.1.2).
Vaste of structurele kosten	Deze bestaan uit deels daadwerkelijk betaalde kosten (onderhoudskosten, pacht) en deels berekende of toegerekende kosten (o.a. afschrijvingen). In deze studie wordt gewerkt met vaste kosten exclusief arbeidskosten.
Verwerken (van dierlijke mest):	Het behandelen en/of verwerken van dierlijke mest zodat de nutriënten vervat in de dierlijke mest: a) ofwel, worden gemineraliseerd en de vaste residu's, die na de mineralisatie overblijven, niet op in het Vlaamse Gewest gelegen cultuurgrond worden opgebracht, tenzij deze residu's eerst zijn behandeld tot kunstmest; b) ofwel, worden gerecycleerd en het gerecycleerde eindproduct niet op in het Vlaamse Gewest gelegen grond wordt opgebracht. (Mestdecreet Art 2).

In deze studie wordt de term "mestverwerking" ook gebruikt voor operaties die wettelijk gezien in bepaalde gevallen als "mestbewerking" worden gekenmerkt.

BIJLAGEN

Bijlage 1 LEDEN VAN HET BEGELEIDINGSCOMITÉ

VN	NM	IST	E-mail
Bert	Bohnen	Boerenbond	albert_bohnen@boerenbond.be
Kristof	Bol	DLV Milieuadvies	kb@dlv.be
Lindy	Callewaert	STIM-mestverwerking	lindy.callewaert@katho.be
Jeroen	Debruyne	Trevi	jdebruyne@trevi-env.com
Jozef	Delaporte	Landbouwkrediet	j.delaporte@crelan.be
Ralf	Eppinger	AMINAL – afd. water	ralf.eppinger@lin.vlaanderen.be
Lieve	Gielis	AMV	godelieve.gielis@lin.vlaanderen.be
Annick	Goossens	VLM Afdeling Mestbank	annick.goossens@vlm.be
Bart	Matthijs	VEVA	info@veva.be
Paul	Ockier	Technology Manager TNAV	paul.ockier@tnav.be
Myriam	Rosier	VMM	m.rosier@vmm.be
Gunther	Van Broeck	Aminabel Cel Lucht	gunther.vanbroeck@lin.vlaanderen.be
Kor	Van Hoof	VMM	k.vanhoof@vmm.be
Walter	Van Houtte	ANRE	walter.vanhoutte@ewbl.vlaanderen.be
Katrien	Van Rompu	INVE	k.van_rompu@inve.be
Kristel	Vandenbroek	Vlaco vzw	Kristel.vandenbroek@vlaco.be
Katrien	Vander Sande	AMV	katrien.vandersande@lin.vlaanderen.be
Eddy	Vandycke	Boerenbond West-Vlaanderen	Eddy_Vandycke@Boerenbond.Be
Luc	Vansteelant	Danis	luc.vansteelant@danis.be
Raf	Verlinden	OVAM	raf.verlinden@ovam.be
Isabelle	Vermander	VCM	isabelle.vermander@vcm-mestverwerking.be
Sibylle	Verplaetse	VLM Centrale Directie	sibylle.verplaetse@vlm.be
Bart	Verstrynge	VCM	bart.verstrynge@vcm-mestverwerking.be
Bert	Lemmens	VITO	bert.lemmens@vito.be
Karl	Vrancken	VITO	karl.vrancken@vito.be
Stella	Vanassche	VITO	stella.vanassche@vito.be
Johan	Ceulemans	VITO	johan.ceulemans@vito.be

Bijlage 2 BEREKENINGEN VOOR DE MILIEU-ANALYSE VAN MESTVERWERKINGS-SCENARIO'S

Tabel 5.6, p. 268 en 5.7, p. 269, in hoofdstuk 5 zijn gebaseerd op de volgende berekeningen:

2.1. Samenstelling van de mest

Te verwerken mest: 1 ton mest van volgende samenstelling:

Tabel 1: Gebruikte samenstelling van mestsoorten in BBT-analyse van mestverwerkingsscenario's), zie ook tabellen 2-7 en 2-8

	Slachtvarkens	Kippen	
	kg/m³	kg/m³	kg/ton
Massa	1040	605	1000
Droge stof	90	300	500
Organische stof	60	222	370
Minerale stof	30		
BZV	40		
N-totaal	8,1	15	25
P_2O_5	4,0	12	20
K_2O	7,2	7,8	13

2.2. Emissies bij uitrijden

- Bij het uitrijden van mest wordt gerekend met een ontwijking ca. 7% van de N als NH_3, 3,5% als N_2O en 40% komt terecht in bodem, grond- en oppervlaktewater. Bij overbemeste gronden kunnen deze percentages nog hoger liggen.
- Bij uitrijden wordt gerekend dat ca. 34% van de P in de mest uiteindelijk in bodem, grond- en oppervlaktewater terecht komt (zie hoofdstuk 2).
- Vermoedelijk zal het percentage chlorides en andere zouten dat naar grondwater en oppervlaktewater doorsijpelt even groot of hoger zijn dan dat van N. Het uitlogen van zouten is namelijk afhankelijk van de oplosbaarheid van de zouten. Cloriden zijn meestal goed oplosbaar zoals nitraten. Fosfaten spoelen minder uit vermits deze zich aan de gronddeeltjes hechten en zijn representatief voor moeilijker oplosbare componenten.

2.3. Emissies bij biogas productie

- Alle gassen gevormd bij de vergisting worden opgevangen en behandeld. De emissie van ammoniak en lachgas wordt als verwaarloosbaar beschouwd (Parloo et al., 2000).
- Het totaal N gehalte van het digestaat is groter dan de mest door het toevoegen van costromen aan de mest. Ook deze extra hoeveelheid N dient afgezet te worden. Hiervoor is extra

afzetruimte in de akkerbouw nodig. Bij vergisting worden geen nutriënten verwerkt. De organische stikstof is ook voor een groot deel omgezet naar ammoniumstikstof. Omwille van het hoge ammoniakgehalte wordt de vergiste mest in het veld geïnjecteerd. De resulterende ammoniakemissie worden procentueel even groot beschouwd als bij klassiek uitrijden van onvergiste mest.

- De hoeveelheid fosfor en zouten veranderen ook overeenkomstig de toegevoegde costromen.
- Bij coverwerking van 40% groentenresten bij 60% varkensdrijfmest is de extra N en P in het digestaat tov de mest respectievelijk 29% en 23%. Hiervoor is voor de groentenresten gerekend op 15% DS, 3,5 kgN/ton groenten en 1,4 kg P_2O_5 per ton groenten. Er is met een biogasopbrengst van 85 m³ biogas/ton groentenresten gerekend (60% methaan).

	digestaat (kg)
Massa	1550
Droge stof	78
Organische stof	-
BZV	-
N-totaal	10,4
P_2O_5	4,9
K_2O	-

2.4. Mechanische scheiding

- Na mechanische scheiding van de mest krijgen we 2 fracties, een dikke, vaste fractie en een dunne vloeibare fractie. We gaan uit van scheiding door middel van een centrifuge die zorgt voor een dikke fractie van ca 30-35% droge stof en captatie van 75% van de fosfor en 20% van de stikstof in de dikke fractie.

Tabel 2: Samenstelling dikke en dunne fractie na mechanische scheiding door middel van een centrifuge

	Input (kg)	Dik (kg)	Dun (kg)
Massa	1000	150	850
Droge stof	90	50	40
Organische stof	60	36	24
BZV	40	30	10
N-totaal	8,1	1,62	6,48
P_2O_5	4,0	3,0	1,0
K_2O	7,2	0,72	6,48

Bron: Hoofdstuk 4, paragraaf 4.4

2.5. Biologische zuivering

Bij biologische zuivering is er een verlies geschat van 0,01% van de aanwezige N als NH_3 en 1% als N_2O. Op deze emissiecijfers zit een grote onzekerheid, bv. binnen een zelfde proefopstelling zijn N_2O emissies van 0,2 tot 55% gemeten (Itokawa *et al.*, 1996). In goed gecontroleerde omstandigheden op een pilootinstallatie werden verliezen van 1% N_2O en 0,01% NH_3 gemeten (bron: Trevi). Deze laatste waarden worden hier overgenomen.

Het totaal N-gehalte in de mestvloeistof vermindert met ca. 90% (grotendeels omgezet naar N_2). Het P-gehalte vermindert met 60% (volledig in spuislib). Het spuislib wordt samen met de dikke fractie verder verwerkt. Na de biologie krijgen we een effluent met als volgende samenstelling.

Tabel 3: Samenstelling van het effluent na biologische zuivering

	Effluent (kg)
Massa	750
Droge stof	17,1
Organische stof	4,2
BZV	< 0,075
N-totaal	0,65
P_2O_5	0,40
K_2O	6,48

2.6. Indamping

Bij een verregaande zuivering van dunne fractie wordt het effluent van een biologische behandeling verder ingedampt. Het water verdampt en de zoutfractie wordt ingedikt. Door afkoeling van de waterdamp ontstaat een zoutvrij (loosbaar) condensaat. Het concentraat (ca. 25% DS) in nog steeds vloeibaar en dient verder verwerkt (drogen, bijdoseren bij dikke fractie) te worden.

Naast geur ontstaan bij indampen ook ammoniakale emissies. Doordat in de voorafgaande biologische behandeling nagenoeg alle ammoniumstikstof werd verwijderd, zal deze echter beperkt zijn.

Tabel 4: Samenstelling van de producten na indamping van het effluent van de biologie

	condensaat (kg)	**concentraat (kg)**
Massa	665	85
Droge stof	-	17,1
Organische stof	-	4,2
BZV	< 0,0035	< 0,075
N-totaal	< 0,010	0,65
P_2O_5	-	0,40
K_2O	-	6,48

2.7. Droging dikke fractie

Door droging van de dikke fractie na mechanische scheiding of kippenmest gecombineerd met captatie en behandeling van de dampen, bekomt men verhandelbare fracties met een samenstelling zoals weergegeven in de volgende tabel.

Voor het traject loosbaar worden het concentraat van de indamping alsook het zuiveringsslib bij de dikke fractie gevoegd. De P_2O_5 stijgt dan naar 4,0 kg. Het stikstofgehalte en het K_2O gehalte worden dan respectievelijk 2,15 kg en 7,2 kg. Het stikstofgehalte van het biologisch slib is berekend op 1 kg N/ 1000 kg mest. De bijkomende lucht- en wateremissies worden als onbeduidend beschouwd, rekening houdend met de installatie van de noodzakelijke emissiereducerende maatregelen.

Tabel 5: Samenstelling dikke fractie varkensmest na droging. Getallen tussen haakjes zijn de samenstelling na toevoeging van de slibs van de biologische zuivering en concentraat van indamping bij het traject "loosbaar"

	gedr. dikke fractie (kg)
Massa	55
Droge stof	50
Organische stof	36
BZV	-
N-totaal	0,5 (2,15)
P_2O_5	3,0 (4,0)
K_2O	0,72 (7,2)

2.8. Compostering dikke fractie

Door compostering van de dikke fractie na mechanische scheiding gecombineerd met captatie en behandeling van de dampen bekomt men verhandelbare fracties met een samenstelling zoals weergegeven in de volgende tabel. We gaan uit van een afbraak van 30% van de droge stof en een reductie van het vochtgehalte tot 40% (60% droge stof). De bijkomende lucht- en wateremissies worden als onbeduidend beschouwd, rekening houdend met de installatie van de noodzakelijke emissiereducerende maatregelen.
Voor de berekeningen is enkel de dikke fractie van varkensmest beschouwd om de massabalans voor varkensmest door te rekenen. In de praktijk zal steeds een co-compostering met kippenmest uitgevoerd worden.

Tabel 6: Samenstelling van enkel de dikke fractie na compostering. Getallen tussen haakjes zijn de samenstelling na toevoeging van de slibs van de biologische zuivering

	gecomp. dikke fractie (kg)
Massa	58
Droge stof	35
Organische stof	-
BZV	-
N-totaal	1,62 (2,62)
P_2O_5	3,0 (4,0)
K_2O	0,72 (7,2)

2.9. Stalluchtdroging

Bij deze techniek wordt de ruwe mest mbv stallucht gedroogd tot een eindproduct met een drogestofgehalte van 80%. Emissies van ammoniak worden gecapteerd in een gaswasser en opnieuw op de droogtafel gebracht.

Tabel 7: Tabel 7: Samenstelling eindproduct na stalluchtdroging van varkensmest

	eindproduct (kg)
Massa	110
Droge stof	90
Organische stof	-
BZV	-
N-totaal	8,1
P_2O_5	4,0
K_2O	7,2

Tabel 8: Samenstelling eindproduct na stalluchtdroging van digestaat

	eindproduct (kg)
Massa	98
Droge stof	78
Organische stof	-
BZV	-
N-totaal	10,4
P_2O_5	4,9
K_2O	-

2.10. Verbranding dikke fractie

Door verbranding van de dikke fractie na mechanische scheiding of van kippenmest gecombineerd met captatie en behandeling van de dampen bekomt men een verhandelbare asfractie met een samenstelling zoals weergegeven in de volgende tabel.

Deze gegevens zijn deels afgeleid uit een proefexperiment van mestverbranding door Seghers BetterTechnology (B. Adams, persoonlijke mededeling) waarbij de samenstelling van de as als volgt was: 140 mg/kg N, 213 g/kg P_2O_5, 32 g/kg K en 99,8% droge stof. Uitgaande van een input van 34 000 kg/h mest (30% DS) werd een vliegas bekomen van 2517 kg/h. De bijkomende lucht- en wateremissies worden als onbeduidend beschouwd, rekening houdend met de installatie van de noodzakelijke emissiereducerende maatregelen.

Tabel 9: Samenstelling dikke fractie na verbranding. Getallen tussen haakjes zijn de samenstelling na toevoeging van de slibs van de biologische zuivering en concentraten van omgekeerde osmose

	kg
Massa	16
Droge stof	16
Organische stof	
BZV	
N-totaal	0,002 (0,002)
P_2O_5	3,6 (5,0)
K_2O	0,36 (7,2)

2.11. Energiebesparing

Voor het berekenen van de energiebesparing (gebaseerd op hoofdstuk 4 en bijlage 4) worden de volgende cijfers gehanteerd. De resultaten zijn opgenomen in de tabel 8 (varkensmest) en 9 (pluimveemest). Bij wijze van voorbeeld hieronder de berekening voor vleesvarkenmest. De berekeningen worden gemaakt naar primair energieverbruik.

- Mechanische scheiding (centrifugatie) vraagt 0,3 MJ/kg ds of 27 MJ/ton mest.
- Biologische behandeling vraagt 12-18 kWh per m³ dunne fractie. Per m³ ruwe mest is dit een verbruik van 92-138 MJ/m³. We rekenen verder met 130 MJ/m³ mest.
- Covergisting van 60% mest met 40% groentenresten levert 46 m³ biogas per ton input of circa 77 m³ biogas per ton mest. Met een eigenverbruik van 15% kan netto 1434 MJ per ton mest geleverd worden.
- Indamping van het effluent van een biologie met mechanische damprecompressie tot een concentraat met ca. 20% ds vraagt 0,012 ton stoom en 15 kWh per ton te verdampen water. Primair is dit 169 MJ per ton water verdampt. Na scheiding is het energieverbruik 110 MJ/m³ mest en na biologie is het energieverbruik 115 MJ/ton mest.
- Composteren vraagt na scheiding 68 MJ/ton ruwe mest en na stalluchtdroging 50 MJ/ton ruwe mest.
- Drogen van dikke fractie van 30% naar 90% droge stof vraagt 380 MJ/ton mest. Bij het traject loosbaar wordt de ingedampte fractie eveneens gedroogd. Er is dan 630 MJ/ton mest nodig.
- Stalluchtdrogen vraagt ca. 148 MJ/ton ruwe varkensmest. Om kippenmest verder te drogen van 60 naar 90%DS via een droogssysteem is 900 MJ/ton mest nodig.
- Verbranden van dikke fractie van 30% droge stof en 17 MJ/kg droge stof verbrandingswaarde levert geen netto energie. Er is enkel een verbruik van elektrische energie die overeenkomt met -162 MJ/ton ruwe mest. Voor mest gedroogd met stalluchtdroging is dit 1320 MJ/ton ruwe mest. Voor het scenario loosbaar is dit 900 MJ/m³ ruwe mest. Voor kippenmest kan 6950 MJ/ton gerecupereerd worden.
- Bij het berekenen van de energiewinst wordt tevens rekening gehouden met de vervanging van chemische meststoffen door de verwerkingproducten van mest. We gaan er van uit dat de mestverwerkingsproducten worden afgezet in gebieden waar deze het gebruik van kunstmest zullen vervangen. De productie van kunstmest vraagt immers veel energie. We hanteren de volgende cijfers: productie N-meststof: 60 MJ per kg N, productie P-meststof: 15 MJ/kg P_2O_5, productie K_2O: 8 MJ/kg (Ceuterick en Spirinckx, 1997). Energieverlies dat

gepaard gaat met het transport van meststoffen wordt noch voor mestverwerkingsproducten noch voor kunstmest meegerekend. Ook de emissies gepaard gaande met de productie van kunstmest blijven buiten beschouwing. In hoofdstuk 5 is zowel de energiebalans met en zonder de energiewinst door meststoffen weergegeven.

Tabel 10: Energiewinst in MJ bij de verwerking van 1 ton vleesvarkenmest

Traject	Scheiden	Biologie	Indampen	Drogen	Compost	Verbranden	Bonus N kunstm.	Bonus P-kunstm.	Bonus K-kunstm.	Totaal
biogas (pasteurisatie)				-148		1434	624	74	58	2042
biogas (compost.)				-148	-68	1434	624	74	58	1974
biogas (verbranden)				-148		2754		74	58	2738
Biologie (drogen)	-27	-130		-380			100	45	6	-386
Biologie (compost.)	-27	-130			-68		100	45	6	-74
Biologie (verbrand.)	-27	-130				-162		45	6	-268
Loosbaar (drogen)	-27	-130	-115	-630			136	60	58	-648
Loosbaar (verbrand.)	-27	-130	-115	-630		900		60	58	116
Stalluchtdr. (droging)				-148			486	60	58	456
Stalluchtdr. (compost.)				-148	-50		486	60	58	406
Stalluchtdr. (verbranden.)				-148		1320		60	58	1290

Tabel 11: Energiewinst in MJ bij de verwerking van 1 ton kippenmest

Traject	Compost	Verbranden	Bonus N kunstm.	Kunstm. bonus P	Bonus K kunstm.	Totaal
Composteren	-450		1500	300	104	1454
Verbranden		6950		300	104	7354
export			1500	300	104	1904

2.12. Algemene bemerkingen

- De gehanteerde cijfers moeten met de nodige omzichtigheid gehanteerd worden. Afwijkingen in de technische constellatie, bv. zuinigere filtraties, biologische zuiveringen en productie van kunstmest kunnen het resultaat beïnvloeden.
- De milieulast die veroorzaakt wordt door de constructie van mestverwerkingsinstallaties wordt niet mee in rekening gebracht. Uit de meeste LCA analyses blijkt dat dit een acceptabele vereenvoudiging is, tenminste indien de gebruikte installaties gedurende voldoende lange tijd functioneel zijn.

2.13. Referenties

1. Briffaerts K. (2000) Reduction potential of nitrous oxide emissions form Flemish agriculture. Proceedings of non-CO2 trace gas emissions form Belgian soils. Gent 24 oktober 2000, p. 71-86.

2. Ceuterick D. en Sprirrinckx C. (1997). Comparative LCA of biodiesel and fossil diesel fuel. Vito rapport 1997: PPE/R/026.
3. Goossens A., De Visscher A., Pauwels D., Boeckx P., Van Cleemput O., De Wever H., Mussen S., Strong P., Merckx R. & Vlassak K. (2001) Parameterisation and inventarisation of gaseous nitrogen compounds from agriculture sources. Research Agreement nr. (6/DD/07). Program: "Global Change and Sustainable Development.
4. Itokawa H., Hanaka K., en T. Matsuo, 1996, Nitrous oxide emission during nitrification in a full-scale night soil treatment plant, Wat. Sci. Tech. 34: 277-284.
5. IPCC (1996) Revised guidelines for national greenhouse gas inventories, OECD/OCDE, Parijs.
6. Lauwers L., Van Gijseghem D., Vanongeval L., Van Steertegem M., 1996, Milieu- en Natuurrapport Vlaanderen 1996, Landbouw, p. 123-146.
7. Novem (1999) Energie-efficiënt drogen en verwerken van slib en mest. MINT rapport.
8. Ongeval L., Coppens G., Geypens M., Bodemkundige Dienst van België, Mira-T 1998, Vermesting (Wetenschappelijke rapporten) N en P balans voor 1995 en 1996.
9. Parloo E., Colson G., Els Asri R., De Ruyck J. (2000) Technisch economisch onderzoek naar de haalbaarheid en de implementatie van emissiereductiestrategieën van CH_4 en N_2O. Studie i.o.v. Administratie Wetenschap en Innovatie PBO 97/52/78.
10. Stevens E., Bries J., en Van Ongeval L. (2001) Mestanalyses blijven een noodzaak met het oog op een goede landbouwpraktijk, Mededeling nr 103 Landbouw nr 3. Provinciale Dienst voor Land- en Tuinbouw (www.agris.be/nl/pluimvee/med_103.htm, 22/11/2001)
11. Vlaamse Landmaatschappij (2000) Mestgids, Wegwijs in het Vlaamse mestbeleid.
12. VCM website: http://www.vcm-mestverwerking.be/

Bijlage 3 INKOMENSBEGRIPPEN VEETEELT

Er worden verschillende cijfers gehanteerd om het inkomen en de marges van de landbouwer uit te drukken.

Totale opbrengst of bruto opbrengst

Dit zijn de bedragen die de boer ontvangt bij de verkoop van afgemeste varkens, biggen, slachtkuikens, eieren, …

Directe of operationele kost

Dit zijn de werkingskosten die samenhangen met de dierproductie, vb voederkosten en veeartskosten.

De vaste of structurele kosten (exclusief arbeidskosten)

Deze bestaan uit deels daadwerkelijk betaalde kosten (onderhoudskosten, pacht) en deels berekende of toegerekende kosten (o.a. afschrijvingen). Lonen horen hier niet bij.

Loonkost

Deze bestaat uit het (hypothetisch) loon van de bedrijfsleider en de gezinsleden plus het daadwerkelijk uitbetaald loon aan landbouwmedewerkers die in dienst zijn genomen.

Totale kost

Dit is de directe kost + vaste kost + loonkost (inclusief loonkost bedrijfsleider + gezinsleden)

Bruto saldo of bruto marge

Het verschil tussen totale opbrengst en directe kost is het bruto saldo of bruto marge.

De cash flow of het verteerbaar inkomen of het beschikbaar inkomen

Dit is het bruto saldo minus de daadwerkelijke betaalde vaste kosten en daadwerkelijk uitbetaald loon aan landbouwmedewerkers. Dit bedrag omvat dus niet de afschrijvingen

Het arbeidsinkomen

Dit is het bruto saldo minus de vaste of structurele kosten.

Het ondernemingsloon of het netto resultaat of winst /verlies

Dit is het arbeidsinkomen minus de loonkosten voor bedrijfsleiders en alle medewerkers.

netto resultaat (winst of verlies)	bruto opbrengst – alle daadwerkelijke en toegerekende kosten
	bruto opbrengst – directe kosten – alle vaste kosten[1] – alle lonen
arbeidsinkomsten van het landbouwgezin	netto resultaat + toegerekende lonen van bedrijfshoofd + gezinsleden
	bruto opbrengst – directe kosten – alle vaste kosten[1] – lonen niet-gezinsleden
totaal arbeidsinkomen	netto resultaat + alle lonen
	bruto opbrengst – directe kosten – alle vaste kosten[1]
cash flow	netto resultaat + toegerekende lonen landbouwgezin + toegerekende vaste kosten (afschrijvingen + interesten kapitaal)
	bruto opbrengst – directe kosten – daadwerkelijk betaalde vaste kosten[1] – lonen niet-gezinsleden
bruto saldo	netto resultaat + alle lonen + alle toegerekende en daadwerkelijk betaalde vaste kosten[1]
	bruto opbrengst – directe kosten
bruto opbrengst	netto resultaat + alle lonen + alle toegerekende en daadwerkelijk betaalde vaste kosten[1] + directe kosten
	totale opbrengst van verkoop dieren en producten

(1) vaste kosten steeds exclusief arbeidskosten

Bijlage 4 ENERGIEWINNING UIT MEST – THEORETISCHE BESCHOUWINGEN

Inleiding

Mest bevat een deel koolstofhoudend materiaal onder de vorm van organische stoffen. Organische koolstof kan verbrand worden en energie leveren. De hoeveelheid energie die 1 kg stoffen kan leveren wordt de verbrandingswaarde genoemd en is bijvoorbeeld voor varkensmest 15-19 MJ/kg droge stof. Om deze verbranding in praktijk te realiseren moet het water in varkens en kalvermest hetzij voorafgaand aan de verbranding hetzij gedurende de verbranding zelf verwijderd worden. Dit verwijderen van water vraagt uiteraard energie. De hoeveelheid gevraagde energie is afhankelijk van de toegepaste techniek. Zo vraagt het mechanisch verwijderen van water relatief weinig energie en het thermisch drogen veel. Ook de productie van biogas uit mest is in feite een techniek om koolstof en water te scheiden. Door inwerken van bacteriën wordt de organische koolstof omgezet in gasvormige organische koolstof (methaan). Het gas ontwijkt uit de mestvloeistof (wordt als het ware ontwaterd) en kan makkelijk verbrand worden. Het omzetten van organische koolstof naar methaan vergt uiteraard ook energie. Een deel van het organisch materiaal wordt door de bacteriën opgeofferd om deze energie te leveren. Eventueel moet de mest ook worden opgewarmd.

Bij mestverwerking in Vlaanderen zal de energiewinning nooit het hoofddoel van mestverwerking zijn en zijn bijkomende stappen nodig om de eindproducten een goede bestemming te geven. Elk van deze bijkomende stappen eisen energie, die eventueel deels geleverd kan worden door de energie-inhoud van de mest. Door de energiewinning uit mest is uiteraard het organisch stof gehalte in de mestverwerkingproducten verminderd. Dit is niet altijd een voordeel.

In deel 5.2 van deze bijlage worden een aantal energiekengetallen voorgesteld die kunnen gebruikt worden om de netto energiebalans (geproduceerde energie – verbruikte energie) van een mestverwerkingssysteem in te schatten. Deze energiekengetallen worden bepaald op het niveau van de diverse basistechnieken die deel (kunnen) uitmaken van een mestverwerkingssysteem, en zijn steeds uitgedrukt in $MJ_{primair}$ per m³ ruwe mest. Bij de omrekening zijn de hoeveelheden gebruikt in de tabellen in bijlage 2. Om de energiebalans van een mestverwerkingssysteem in zijn geheel te bepalen, volstaat het in principe om de energiekengetallen van de betrokken basistechnieken bij elkaar op te tellen. Optimalisaties bij het combineren van verschillende systemen worden niet in rekening gebracht om een overzichtelijk beeld te behouden. In 5.3 wordt hieraan een korte bespreking gewijd en in 5.4 worden enkele conclusies getrokken.

Het spreekt voor zich dat de energiecijfers in dit document slechts een indicatieve, theoretische waarde hebben, en dat de werkelijke energiebalans van een mestverwerkingssysteem afhankelijk zal zijn van de aard van de technologie-uitvoering.

Energiebalans per basistechniek

Vergisten

Bij vergisten wordt biogas gewonnen. De specifieke gasproductie van enkele mestsoorten bedraagt typisch [hoofdstuk 4]:

- melkkoeien: 0,2 m³/kg organische stof
- varkens: 0,3-0,5 m³/kg organische stof
- leghennen: 0,7 m³/kg organische stof

Rekenend met een verbrandingswaarde van 22 MJ/m³ biogas en een organische stofgehalte van 0,7 kg/kg DS, geeft dit voor de diverse mestsoorten een energieproductie van:
- runderen: 3,1 MJ/kg DS
- varkens: 4,6-7,7 MJ/kg DS
- kippen: 10,8 MJ/kg DS

Het vergistingsproces verbruikt warmte om de vereiste reactietemperatuur te realiseren en elektrische energie ten behoeve van mengers en toevoegpompen. De warmtebehoefte is sterk afhankelijk van de procesvoering (mesofiele versus thermofiele vergisting) en van het seizoen (winter versus zomer). De totale energiebehoefte wordt geschat op 15% van de gasproductie. Dit is echter bij rendabele installaties met hogere gasopbrengsten. We schatten het verbruik op 2 MJ/kg DS[8], doch dit cijfer is erg onzeker.

De netto energieproductie voor het vergistingsproces (biogasproductie – energiebehoefte) wordt hierdoor voor de verschillende mestsoorten ruwweg geschat op:
- runderen: 1 MJ/kg DS
- varkens: 4 MJ/kg DS (2,6-5,7)
- kippen: 9 MJ/kg DS

Ook op deze cijfers heerst een grote onzekerheid.

In de praktijk zal steeds covergisting worden toegepast van mest met reststromen of energiegewassen. De energieopwekking verschilt zeer sterk met de gebruikte inputstromen. Een universele berekening die voor alle installaties geldt is niet mogelijk. Iedere installatie moet apart doorgerekend worden om de energie en economische balans te bepalen.
Als voorbeeld wordt een situatie genomen met 60% varkensmest en 40% groentenresten. Als op 20 m³ biogas/m³ mest en 85 m³ biogas per ton groentenresten wordt gerekend is de biogasopbrengst 46 m³/ton input. Per m³ mest die in de reactor gaat is de gasproductie 77 m³ biogas. Dit is 1687 MJ/m³mest. Indien we een eigenverbruik van 15% aannemen is de netto energieproductie 1434 MJ/m³ mest.

Mechanische scheiding

Het energiegebruik van de diverse mechanische scheidingssystemen is laag. Het gebruik aan elektrische energie bedraagt ongeveer 0,5 kWh/m³ voor bezinken of stoffiltratie en 3 à 4 kWh/m³ mest voor centrifugeren [hoofdstuk 4].

Opgerekend naar primaire energie is dit:
– Bezinken stoffiltratie: 4,5 MJ/m³ ruwe mest
– Centrifuge: 27-36 MJ/m³ ruwe mest

[8] Op basis van volgende gegevens: energiebehoefte mestvergisting = 12-40% van de biogasproductie [Hoofdstuk 4], energiebehoefte slibvergisting = 2050 MJ warmte/ton droge stof en 165 kWh elektriciteit per ton DS (Huybrechts en Dijkmans, 2001]. Als optimistische energiebehoefte wordt hier gerekend met 2000 MJ/ton droge stof.

Strippen en absorberen van ammoniak

Het energiegebruik bij luchtstrippen bedraagt circa 2,3 kWh/m³ vloeistof bij 20°C en 0,85 kWh/m³ bij 50°C. Bij stoomstrippen bedraagt het elektriciteitsverbruik 0,45 kWh/m³, terwijl het stoomverbruik neerkomt op circa 100 kg/m³ (+/- 300 MJ/m³) [Hoofdstuk 4].

Rekenend met 850 liter dunne fractie per m³ mest, en na terugrekening van de elektrische energie naar thermische energie[9] levert dit een energiegebruik van ongeveer:
- 17,6 MJ/m³ ruwe mest voor luchtstrippen bij 20°C
- 6,5 MJ/m³ ruwe mest voor luchtstrippen bij 50°C
- 258 MJ/m³ ruwe mest voor stoomstrippen

Voor luchtstrippen bij 50°C moet vermoedelijk nog het energiegebruik voor het opwarmen bijgeteld worden. Rekening houdend met de soortelijk warmte van water (4,18 J/kg K), en met een opwarming van 20 tot 50°C kan dit geschat worden op:

30°C * 4,18 kJ/kg K = 125,4 MJ/m³ dunne fractie = 106,6 MJ/ m³ mest

Biologische behandeling van dunne mest

Het elektriciteitsverbruik bedraagt voor twee Vlaamse systemen tussen 12 en 18 kWh/m³ dunne fractie (hoofdstuk 4).
Omgerekend naar primaire energie is het verbruik 108-162 MJ/m³ dunne fractie. Rekening houdend met 850 liter dunne fractie per m³ ruwe mest is het verbruik 92-138 MJ per m³ mest.

Composteren

Bij compostering met beluchting is elektriciteit nodig voor de ventilatoren. Voor tunnelcompostering is het elektriciteitsgebruik 50 kWh/ton organische massa [Hoofdstuk 4]. Er komt 150 kg dikke fractie per ton ruwe mest vrij bij scheiding en 110 kg organische massa bij stalluchtdroging. Na terugrekening van de elektrische energie naar primaire energie[10] levert dit een energiegebruik van:
- 67,5 MJ/ton ruwe mest bij scheiding
- 49,5 MJ/ton ruwe mest bij stalluchtdroging
- 450 MJ/ton voor kippenmest

Drogen

De warmtebehoefte voor het drogen van mest is sterk afhankelijk van het%DS voor en na droging. Voor de berekening van de warmtebehoefte kunnen volgende cijfers gehanteerd worden (hoofdstuk 4):
- Thermisch: 3250 MJ/ton verdampt water
- Elektrisch: 60 kWh/ ton verdampt water

Primair bedraagt het energieverbruik dan 3790 MJ/ton water.

[9] 1 kWh = 3,6 MJ_{el} = 9 MJ_{pr} (bij een rendement van 40% voor de elektriciteitsopwekking)
[10] 1 kWh = 3,6 MJ_{el} = 9 MJ_{pr} (bij een rendement van 40% voor de elektriciteitsopwekking)

Rekenend met bovenstaande cijfers worden volgende energiegebruiken voor droging berekend:

Tabel 12: Energiegebruik voor droging (in MJ/ton ingaand)

% DS in te drogen mest	% DS in gedroogde mest					
	50%	60%	70%	80%	90%	100%
10%	3032	3158	3249	3316	3369	3411
20%	2274	2527	2707	2843	2948	3032
30%	1516	1895	2166	2369	2527	2653
40%	758	1263	1624	1895	2106	2274
50%		632	1083	1421	1684	1895
60%			541	948	1263	1516

In het rekenvoorbeeld van deze BBT-studie wordt een droge stof gehalte van 30% aan de ingang (dikke fractie van scheiding) en een product met 90% droge stof aangenomen. Het energieverbruik is dan 2527 MJpr/ton dikke fractie. Omgerekend naar ruwe mest is dit een energieverbruik van 380 MJpr/m³ ruwe mest.

Voor het traject loosbaar wordt ook het concentraat van de indamping gedroogd. De extra energiekost om het concentraat van 21% naar 90% in de drogen bedraagt 250 MJpr/m³ ruwe mest. De totale droogenergie is in dit geval 630 MJpr/m³ ruwe mest.

Indampen

De minimale energiebehoefte voor indampen kan in principe op analoge manier berekend worden als deze voor drogen. Bij indampen is er echter de mogelijkheid van meertraps indampen en het gebruik van mechanische damprecompressie MVR. Bij grootschalige installaties zal MVR gebruikt worden omdat de energiekosten sterk worden gedrukt.

In hoofdstuk 4 zijn volgende energieverbruiken opgegeven:
– Eentraps: 1,1-1,25 ton stoom/ton verdampt water + 2 kWh/ton verdampt water
– 5 traps: 0,25 ton stoom per ton verdampt water + 2 kWh/ton verdampt water
– MVR: 0,012 ton stoom/ton verdampt water + 15 kWh/ ton verdampt water.

Aan primaire energie geeft dit volgende resultaten:
– Eentraps: 3100-3520 MJ per ton verdampt water
– 5 traps: 720 MJ per ton verdampt water
– MVR: 169 MJ per ton verdampt water.

Voor de toepassing met MVR hebben we het energieverbruik berekend in functie van inlaat- en uitgangsconcentraties.

Tabel 13: Energiegebruik voor indamping (in MJ/ton ingaand)

% DS in te dampen mest	% DS in gedampte mest					
	15%	17%	19%	21%	23%	25%
1%	158	159	160	161	162	162
2%	146	149	151	153	154	155
3%	135	139	142	145	147	149
4%	124	129	133	137	140	142
5%	113	119	125	129	132	135
6%	101	109	116	121	125	128

De waarden voor indampen na scheiding en na biologie zijn aangeduid in het vet.

Omgerekend naar ruwe mest is het energieverbruik dan:
– Na scheiding: 110 MJ per m³ ruwe mest
– Na biologie: 115 MJ per m³ ruwe mest

Membraanfiltratie

Voor het energiegebruik voor membraanfiltratie (micro- of ultrafiltratie + de daarop aansluitende omgekeerde osmose) worden cijfers opgegeven variërend tussen 7 en 28 kWh/m³ mestvloeistof [hoofdstuk 4]. Na terugrekening van de elektrische energie naar thermische energie[11] levert dit een energiegebruik van ongeveer:
• 54-214 MJ/ m³ ruwe mest

Stalluchtdrogen

Het verbruik voor stalluchtdroging van varkensmengmest is 16,4 kWh/m³ mest. Dit komt overeen met 148 MJpr/m³ ruwe mest.

Droging van kippenmest tot 50-60% DS is reeds een normaal toegepaste techniek. Hier wordt ingegaan op het verder drogen van de mest tot 80% DS. Uit hoofdstuk 4 blijkt dat dit ongeveer 1 kWh/kip verbruikt. Een kip produceert circa 10 kg mest bij 55% DS (hoofdstuk 2). Het energieverbruik per ton mest is dan 100 kWh/ton. Dit komt overeen met 900 kWh/ton kippenmest

Precipitatie

Er zijn geen gegevens beschikbaar omtrent het energiegebruik, doch dit wordt verondersteld eerder laag te zijn.

Productvormgeving

Er zijn geen gegevens beschikbaar omtrent het energiegebruik, doch dit wordt verondersteld eerder laag te zijn.

Verbranding

Bij verbranding van mest wordt in de verbrandinsginstallatie een hoeveelheid energie, gelijk aan de verbrandingswaarde van de mest, vrijgesteld. Deze verbrandingswaarde wordt enerzijds bepaald door de aanwezige droge stof (positieve bijdrage tot de verbrandingswaarde) en anderzijds door het in de mest aanwezige water (negatieve bijdrage tot de verbrandingswaarde).

Deze verbrandingswaarde van de droge stof bedraagt typisch [Hoofdstuk 4]
• 15-19 MJ/kg voor varkensmest
• 16-19 MJ/kg voor rundermest
• 14-16 MJ/kg voor pluimveemest

Deze waarden zijn onderste verbrandingswaarden (LHV) voor de droge stof. Om naar de onderste verbrandingswaarde te rekenen bij het werkelijke vochtgehalte wordt gerekend met

$$\text{LHV (dikke fractie)} = \text{HHV (DS basis)} \times \text{DS gehalte} - \text{watergehalte} \times 2424 \text{ kJ/kg}$$

[11] 1 kWh = 3,6 MJ_{el} = 9 MJ_{th} (bij een rendement van 40% voor de elektriciteitsopwekking)

Rekenend met bovenstaande cijfers worden volgende verbrandingswaarden voor mest berekend:

Tabel 14: Onderste verbrandingswaarden mest (in MJ/kg dikke fractie)

% ds	Verbrandingswaarde van de droge stof (MJ/kg)					
	14	15	16	17	18	19
10%	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3
20%	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9
30%	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0
40%	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1
50%	5,8	6,3	6,8	7,3	7,8	8,3
60%	7,4	8,0	8,6	9,2	9,8	10,4
70%	9,1	9,8	10,5	11,2	11,9	12,6
80%	10,7	11,5	12,3	13,1	13,9	14,7
90%	12,4	13,3	14,2	15,1	16,0	16,9
100%	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0

Bij gebruik van wervelbedverbranding kunnen stromen vanaf een verbrandingswaarde van 3-4 MJ/kg nat materiaal zonder toevoeging van extra energie verbrand worden. bij lagere gehaltes is extra steunbrandstof nodig om een voldoende hoge verbrandingstemperatuur te verkrijgen. Uit Tabel 3 volgt dat een minimum drogestofgehalte van 30-40% nodig is vooraleer autotherme verbranding mogelijk is. vanaf dat er autotherme verbranding wordt gerealiseerd kan er ook netto energie gerecupereerd worden uit de rookgassen.

Een verbrandingsinstallatie vereist een hoeveelheid elektrische energie, met name voor de ventilatoren die de verbrandingslucht aanvoeren. Dit elektriciteitsverbruik wordt geschat op 300 kWh/ton DS [Huybrechts en Dijkmans, 2001], wat na terugrekening van de elektrische energie naar thermische energie[12] en een DS gehalte van 40% van slib overeenkomt met 1080 MJ/ ton te verbranden product.

De warmterecuperatie uit verbranding is hoger of lager ifv de verbrandingswaarde van de brandstof. Bij hoge verbrandingswaarden kan veel warmte gerecupereerd worden en bij lage minder. Bij lage verbrandingswaarden wordt de warmterecuperatie gebruikt om de oven op temperatuur te houden en autotherm te werken. Er kan pas autotherm verbrand worden als de verbrandingswaarde groter is dan 3-4 MJ/ton mest. Bij deze lagere verbrandingswaarden zal de warmterecuperatie intern worden gebruikt om het proces autotherm te maken. We rekenen pas met netto warmteproductie vanaf een verbrandingswaarde van 5 MJ/kg. Verder is geen rendement van energieherwinning ingerekend waardoor de getallen een overschatting zijn.. De werkelijke energierecuperatie zal lager liggen. Verder is rekening gehouden met het elektriciteitsverbruik van de ventilatoren (zie boven).

[12] 1 kWh = 3,6 MJ_{el} = 9 MJ_{th} (bij een rendement van 40% voor de elektriciteitsopwekking)

Tabel 15: Energiebalans verbranding (productie – gebruik)[13] (in MJ/ton)

% ds	Verbrandingswaarde van de droge stof (MJ/kg)					
	14	15	16	17	18	19
10%	NA	NA	NA	NA	NA	NA
20%	NA	NA	NA	NA	NA	NA
30%	NA	NA	-1080	-1080	-1080	-1080
40%	-1080	-1080	-1080	4266	4666	5066
50%	4708	5208	5708	6208	6708	7208
60%	6350	6950	7550	8150	8750	9350
70%	7993	8693	9393	10093	10793	11493
80%	9635	10435	11235	12035	12835	13635
90%	11278	12178	13078	13978	14878	15778
100%	12920	13920	14920	15920	16920	17920

NA: niet autotherme verbranding waarbij extra energie nodig is. verbranding is niet aangewezen in dit gebied.

Ter vergelijking, een industriële installatie voor kippenmest met 60% DS (zie hoofdstuk 4) produceert 500 kWh elektrisch per ton kippenmest. Teruggerekend naar de warmte aan een elektrisch rendement van 25% (laag rendement owv biomassacentrale) levert 7200 MJth/ton mest in plaats van de hier theoretisch berekende waarde van 6350-7550 MJ/kg waarbij het eigen elektriciteitsverbruik reeds in mindering is gebracht. De bruto warmteproductie bedraagt 7,4-8,6 MJ/kg. Dit toont aan dat bij kippenmest reeds een goede recuperatie plaatsvindt. Voor installaties die mest met vb. 30% DS verbranden zal het verschil met het theoretisch rendement vermoedelijk veel groter zijn.

Voor varkensmest van 30% DS en een verbrandingswaarde van 17 MJ/kgDS is de onderste verbrandingswaarde 3,4 MJ/kg. De varkensmest kan autotherm verbrand worden maar hiermee kan geen netto energie geproduceerd worden. Bijmengen met een hoger calorisch massa (kippenmest, hout,…) is nodig om energierecuperatie mogelijk te maken. Het energieverbruik is dan -162 MJ/m³ ruwe mest.
Voor gedroogde varkensmest van 90% DS en 17 MJ/kgDS is de onderste verbrandingswaarde 15,5 MJ/kg. Hiermee kan circa 14 000 MJ/ ton input gerecupereerd worden. Voor gedroogde dikke fractie is dit 778 MJpr/m³ mest.
Indien stalluchtdroging wordt voorgeschakeld is het product 80% DS. De verbrandingswaarde is dan 13,1 MJ/kg gedroogde fractie en er kan 12 000 MJpr/ton gedroogde fractie gerecupereerd worden. Hiermee kan 1320 MJpr/m³ mest gerecupereerd worden.
Bij het traject loosbaar is er afbraak van organische stof in de biologie waardoor er op het einde van de behandeling minder massa over is met een hoger zoutgehalte en lager organische stofgehalte. Hierdoor is minder energie beschikbaar uit het gedroogd materiaal. We rekenen op 90% DS en 15 MJ/kgDS. Er kan dan 12 180 MJ per ton input gerecupereerd worden. Er kan dan 900 MJpr/kg DS gerecupereerd worden.
Voor kippenmest van 60% DS en een verbrandingswaarde van 15 MJ/kg DS is de onderste verbrandingswaarde 8,0 MJ/kg. Hiermee kan energie worden gerecupereerd namelijk 6950 MJ/ ton .

[13] Hierbij is nog geen rekening gehouden met het rendement van de energiewinning uit de rookgassen.

Bespreking

Uit paragraaf 4.2 van deze bijlage blijkt dat m.b.t. de inschatting van de globale energiebalans vooral volgende processtappen van belang zijn:
- vergisten (netto energieproductie)
- drogen / indampen (netto energieverbruik)
- verbranding (netto energieproductie bij voldoende hoge ingangs%DS)

Daarnaast kan ook membraanfiltratie een significante bijdrage tot het energiegebruik leveren. De overige processtappen (mechanische scheiding, strippen en absorberen (uitgezonderd stoomstrippen), biologische behandeling en composteren) verbruiken in vergelijking met de overige relatief kleine hoeveelheden energie en kunnen in eerste instantie buiten beschouwing gelaten om de energiebalans in te schatten.

Wat betreft het energetisch effect van vergisten, drogen en verbranden op de energiebalans wordt het volgende vastgesteld:

- Vergisten heeft in principe steeds een positief effect op de energiebalans. Dit effect is des te meer uitgesproken voor mestsoorten met een hoge specifieke biogasproductie en mengen van costromen. Voor mestverwerkingssystemen die zowel een vergistingsstap als een verbrandingsstap omvatten, moet wel rekening gehouden worden met de negatieve invloed van vergisting op de energiebalans van het verbrandingsproces. Door de vergisting verlaagt immers de verbrandingswaarde van de droge stof in de mest.

- Thermisch drogen/indampen vergt grote hoeveelheden energie. Vooral het % DS in de te drogen mest is bepalend voor de energiebehoefte omdat de hoeveelheid te verdampen water zeer groot wordt bij lage DS gehaltes. Het eind drogestofgehalte heeft weinig invloed omdat dit slechts een kleine hoeveelheid water vertegenwoordigt. Hieruit volgt ook dat het uit energetische overwegingen de voorkeur verdient het mestwater zoveel mogelijk d.m.v. mechanische scheiding te verwijderen alvorens over te gaan tot droging. Het thermisch drogen van mest met lage droge stofgehaltes (b.v. 10%) vereist trouwens veel meer energie dan wat door een latere verbranding kan teruggewonnen worden. Stalluchtdroging daarentegen gebruikt de dierwarmte om de mest te drogen. Het energieverbruik is dan laag en er kan dan wel een positieve balans verkregen worden in een mestverbranding.

- Mestverbranding kan, afhankelijk van het drogestofgehalte van de verbrande mest, de verbrandingswaarde van de droge stof en het rendement van de energieterugwinning uit de rookgassen, ofwel netto energie verbruiken ofwel netto energie opleveren. Bij droge stofgehaltes beneden 30% is er in het algemeen sprake van een netto energieverbruik. Vanaf 30-40% droge stof kan in theorie energie teruggewonnen worden in een goed ontworpen verbrandingsinstallatie. Uit energetische overwegingen verdient het dan ook aanbeveling om het mestwater zoveel mogelijk d.m.v. mechanische scheiding te verwijderen alvorens over te gaan tot verbranding.
  Bij nog hogere droge stofgehaltes, b.v. 60%, wordt de mogelijkheid tot energieterugwinning groter. Voor kippenmest, dat zonder voorbehandeling reeds vrij hoge droge stofgehaltes bevat, is verbranding hierdoor steeds energetisch interessant. Voor runder- of varkensmest, zijn dergelijke droge stofgehaltes slechts haalbaar mits voorgaande droging. Het hoge energiegebruik voor de droging kan echter de verbeterde energiebalans bij de verbranding geheel of gedeeltelijk teniet doen. Of het al dan niet de voorkeur geniet eerst te drogen en dan te verbranden, dan wel om rechtstreeks te verbranden, dient per installatie bekeken te worden. De beschikbaarheid van restwarmte (b.v. afkomstig van de verbranding) voor de droging kan hierbij van doorslaggevend belang zijn.

Conclusies

Om daadwerkelijk energie te winnen uit mest zijn theoretisch gezien verschillende scenario's mogelijk, zoals:

- Direct verbranden van mest (= waterverwijdering en verbranding organische stof in 1 stap)
  In dit geval is energiewinning uit het verbrandingsproces enkel mogelijk als het droge stofgehalte hoger dan 30-40% is. Om de bijkomend noodzakelijke processen als rookgasreiniging, zuivering condensaat[14], productvormgeving verbrandingsresten nog van energie te kunnen voorzien zou het initieel droge stof gehalte al snel 40-50% moeten zijn.
- Mechanisch scheiden + verbranden van vaste mestdelen (= verwijdering van resterend water + verbranding in 1 stap).
  Op basis van deze technologie kan theoretisch gezien meer energie gewonnen worden dan met de vorige, zeker voor mest met een initieel laag gehalte aan droge stof. De gewonnen energie wordt evenwel minstens gedeeltelijk opgeslorpt door de bijkomende noodzakelijke processen zoals behandeling dunne mestfractie[15], rookgasreiniging[16], zuivering condensaat, productvormgeving verbrandingsresten.
- Mechanisch scheiden + drogen + verbranden van droge mest (= verwijdering van water + verbranding in aparte stappen). Deze technologie geeft theoretisch gezien een gelijkaardig energetisch resultaat als de vorige.
- Stalluchtdroging + verbranding. Door het lage energieverbruik van de stalluchtdroging kan via deze weg meer energie gewonnen worden dan via directe verbranding of via thermische droging. Decentrale stalluchtdroging stalluchtdroging gecombineerd met een centrale verbrandingsinstallatie zou een mogelijkheid kunnen zijn.
- Biogasproductie + verbranding. De opgewekte energie zal voor het grootste deel van de costromen komen. Op basis van deze technologie kan energie uit varkensmest gewonnen worden. Ook hier wordt deze energie minstens gedeeltelijk gebruikt om de verdere behandeling van de uitgegiste mest[17] en de rookgaszuivering te dekken.

Samenvattend kan gesteld worden dat energiewinning uit mest mogelijk is, doch dat de gewonnen energie minstens gedeeltelijk gebruikt wordt om de overige behandelingsstappen van energie te voorzien. Op basis van de theoretische beschouwingen kan geen duidelijke voorkeur worden uitgesproken voor energiewinning door middel van verbranding van gedroogde mest van stalluchtdroging, of voor energiewinning door middel van biogasproductie en -verbranding. De hoeveelheid te winnen energie is in beide gevallen van gelijkaardige grootte-orde.

In het geval van verbranding verdient het vanuit energetisch standpunt wel de voorkeur om mest met lage droge stofgehaltes vooraf mechanisch te scheiden en pas dan, eventueel na tussentijdse droging, te verbranden of via stalluchtdroging te drogen. Verbranding zonder voorafgaande mechanische scheiding laat voor dergelijke mestsoorten geen energiewinning toe.

Referenties

1. Huybrechts D. en Dijkmans R., (2001) *Beste Beschikbare Technieken voor de verwerking van RWZI- en gelijkaardig industrieel afvalwaterzuiveringsslib*, Academia Press en Vlaams BBT-kenniscentrum Vito.

[14] vb. door biologische zuivering, membraanfiltratie,
[15] vb. Door biologische zuivering, membraanfiltratie, ammoniak stripping,
[16] vb. Door stoffilters, gaswassers, biofilters, ….
[17] Vb. Door stalluchtdroging, indamping, membraanfiltratie,

Bijlage 5 INVESTERINGSANALYSE TRAJECT BIOLOGIE

1. Scheiden	Capaciteit 5 m^3/h (paragraaf 4.3.7)			
Investeringskosten:				
Loods:			€ 20.000	(20 jaar)
Scheider:			€ 82.000	(7 jaar)
Totaal:			*€ 102.000*	
Operationele kosten:				
Elektriciteit:	0,275	€/m3	€ 4.125	
Onderhoud:	3%	I (scheider)	€ 2.460	
Verzekering:	0,2%	I (totaal)	€ 204	
Totaal			*€ 6.789*	
2. Biologie	Capaciteit 15000 m3/jaar			
Investeringskosten:				
Aanvraag+bouwwerken:			€ 257.500	(20 jaar)
Sturing:			€ 225.000	(10 jaar)
Totaal			*€ 482.500*	
Operationele kosten:				
Onderhoud:	2,50%	I (sturing)	€ 5.625	
Energie			€ 24.750	
Toeslagstoffen			€ 14.000	
Contracten			€ 6.000	
Verzekering	0,2%	I	€ 965	
Arbeid			€ 2.250	
Totale OK			*€ 53.590*	
3. Uitspreiden van het effluent				
Lage mestdruk:	3	€/m3	€ 45.000	
Middelmatige mestdruk:	4	€/m3	€ 60.000	
Hoge mestdruk:	5	€/m3	€ 75.000	
4. Composteren dikke fractie				
	4,2	€/m3	€ 63.000	
5. Vermeden kosten gehele traject				
111.750	kg N verwerkt			
54.000	kg P2O5 verwerkt			
Vermeden heffing:				
	N		€ 0,99/kgN	€ 110.633
	P2O5		€ 0,99/kgP	€ 53.460
Vermeden uitrijkosten:				
Lage mestdruk:	3	€/m3	€ 45.000	
Middelmatige mestdruk:	13	€/m3	€ 195.000	
Hoge mestdruk:	23	€/m3	€ 345.000	

In onderstaande tabel zijn deze gegevens samengevat

Samenvatting gegevens	
Investeringskost:	
7 jaar	€ 82.000
10 jaar	€ 225.000
20 jaar	€ 277.500
Totaal:	€ 584.500
Jaarlijkse netto operationele kosten (kost: – opbrengst: +):	€ 40.714
Lage mestdruk:	€ 40.714
Middelmatige mestdruk:	€ 175.714
Hoge mestdruk:	€ 310.714

Op basis van deze cijfers zijn de terugverdientijd (TVT), Netto Actuele Waarde (NAW) en de internal rate of return (IRR) berekend voor dit mestverwerkingstraject.

De *TVT* geeft de periode (in jaar) waarbinnen een investering terugverdiend kan worden. De lengte van de periode wordt bepaald door het tijdstip waarop de – niet verdisconteerde – som van de inkomsten de uitgaven overtreft. Deze maatstaf geeft een voorkeur aan projecten waarmee het geïnvesteerde kapitaal zo snel mogelijk wordt terugverdiend en dat kan vooral voor riskante investeringen interessant zijn.

Bij de berekening van de *NAW* worden alle inkomsten en uitgaven opgeteld maar teruggerekend naar het tijdstip van aanvang van het project. Deze terugrekening gebeurd aan de hand van een actualisatie- of discontovoet (r) die de opportuniteitskost van het geïnvesteerde kapitaal. Deze opportuniteitskost dient zowel de tijdswaarde van het geld[18] als het risico van het project in rekening te brengen. Indien de NAW negatief is, wordt de investering vanuit bedrijfseconomisch oogpunt als onrendabel beschouwd. De volgende formule wordt gebruikt:

$$NAW = K_0 + \sum_{i=0}^{n} \frac{K_i}{(1+r)^i}$$

K_0: het investeringsbedrag bij aanvang van het project of de initiële (meestal negatieve) kasstroom.
$K_1, \ldots, K_n$: Kasstroom (inkomsten – uitgaven) van jaar 1 tot jaar n
n: Projectduur (jaren)
r: Actualisatie- of discontovoet

De *IRR* geeft aan bij welke hoogte van de discontovoet de NAW voor een project gelijk wordt aan 0. De IRR is dus gelijk aan r waarvoor geldt dat:

$$K_0 + \sum_{i=0}^{n} \frac{K_i}{(1+r)^i} = 0$$

[18] De tijdswaarde van het geld drukt het basisprincipe van de financiering uit dat een euro vandaag meer waard is dan een euro in de toekomst, aangezien een euro vandaag geïnvesteerd kan worden en onmiddellijk interesten zal opbrengen.

Wanneer onzekerheid bestaat over de juiste discontovoet of de waardering van risico, kan de interne rentevoet een nuttige indicatie geven voor het te verwachten rendement. De IRR geeft immers de hoogste waarde van de discontovoet aan waarbij het project nog juist rendabel is.

Dit geeft volgende resultaten:

TVT		
Lage mestdruk:	14,4	jaar
Middelmatige mestdruk:	3,3	jaar
Hoge mestdruk:	1,9	jaar

NAW en IRR (projectduur 10 jaar) met herinvesteringen		
	NAW (5%)	**IRR**
Lage mestdruk:	€ -325.622	-10%
Middelmatige mestdruk:	€ 716.812	27%
Hoge mestdruk:	€ 1.759.246	52%

NAW en IRR (projectduur 20 jaar) met herinvesteringen		
	NAW (5%)	**IRR**
Lage mestdruk:	€ -335.505	-4%
Middelmatige mestdruk:	€ 1.367.457	28%
Hoge mestdruk:	€ 3.049.855	52%

Indien de vermeden superheffing niet in rekening gebracht wordt als opbrengst geven dezelfde berekeningen de volgende resultaten:

TVT		
Lage mestdruk:	-	jaar
Middelmatige mestdruk:	50,3	jaar
Hoge mestdruk:	4,0	jaar

NAW en IRR (projectduur 10 jaar) met herinvesteringen		
	NAW (5%)	**IRR**
Lage mestdruk:	€ -1.592.701	-
Middelmatige mestdruk:	€ -550.267	-
Hoge mestdruk:	€ 492.168	21%

NPV en IRR (projectduur 20 jaar) met herinvesteringen		
	NPV (5%)	**IRR**
Lage mestdruk:	€ -2.297.582	-
Middelmatige mestdruk:	€ -677.499	-
Hoge mestdruk:	€ 1.004.900	23%