



---

# Emissies en kosten van verschillende scenario's voor verwaarding van varkensmest

NL Next Level Mestverwaarden

Luuk Gollenbeek, Jos van Gastel, Flavia Casu en Nico Verdoes

Rapport 1331



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---



---

# Emissies en kosten van verschillende scenario's voor verwaarding van varkensmest

NL Next Level Mestverwaarden

Luuk Gollenbeek<sup>1</sup>, Jos van Gastel<sup>2</sup>, Flavia Casu<sup>1</sup>, Nico Verdoes<sup>1</sup>

1 Wageningen Livestock Research

2 Promillicon

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research en Promillicon, in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Agrifirm, Darling Ingredients International, De Heus Voeders, VanDrie Group, FrieslandCampina en ForFarmers

Wageningen Livestock Research

Wageningen, september 2021

---

Openbaar

Rapport 1331

---

Gollenbeek L.R., J.P.B.F. van Gastel, F.A.M. Casu, N. Verdoes, 2021. Emissies en kosten van verschillende scenario's voor verwaarding van varkensmest; *NL Next Level Mestverwaarden*. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1331.

Naar aanleiding van de resultaten van een eerdere studie naar varkensmestverwaarding in het kader van het project NL Next Level mestverwaarden zijn een aantal verdiepende onderzoeken uitgevoerd. Hiervoor zijn een emissiemodel en een massabalans en kostenraming voor mestverwerking opgesteld. Er zijn scenario's doorgerekend, waarbij vooral gekeken is naar verschillende stalsystemen (sneller mest afvoeren, emissie reducerende maatregelen en scheiding urine en feces) en de effecten op ammoniak en broeikasgasemissies en de haalbaarheid van de mestverwerking.

Succeeding the results of an earlier study into pig manure valorization in the context of the NL Next Level manure valorization project, a number of in-depth studies have been carried out. An emission model and a mass balance and cost estimate for manure processing have been drawn up for this purpose. Scenarios have been calculated, mainly looking at different housing systems (faster manure disposal, emission-reducing measures and separation of urine and faeces) and the effects on ammonia and greenhouse gas emissions and the feasibility of manure processing.

Dit rapport is gratis te downloaden van <http://dx.doi.org/10.18174/550823> of op [www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research) (onder Wageningen Livestock Research publicaties).



Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel 4.0 Internationaal-licentie.

© Wageningen Livestock Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2021

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

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

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Openbaar Wageningen Livestock Research Rapport 1331

---

# Inhoud

<b>Inhoud</b>	<b>3</b>
<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>6</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>10</b>
1.1 Aanleiding	10
1.2 Doel	11
<b>2 Methode</b>	<b>12</b>
2.1 Algemeen	12
2.2 Doorgerekende scenario's	13
2.3 Uitwerken massabalansen en kostenramingen	13
2.4 Berekening emissies	14
<b>3 Optimalisatie biogasproductie</b>	<b>16</b>
<b>4 Beschrijving varianten en uitgangspunten organische stof gehalten</b>	<b>20</b>
<b>5 Resultaten massabalansen, economie en emissies</b>	<b>24</b>
5.1 Regulier (referentiescenario) zonder mestverwerking	24
5.1.1 Emissies	24
5.2 Regulier + luchtwasser zonder mestverwerking	24
5.2.1 Emissies	24
5.3 Regulier + verwerking	25
5.3.1 Emissies	25
5.3.2 Massabalansen	25
5.3.3 Investerings- en poorttarief	25
5.4 Regulier + verwerking verse mest	27
5.4.1 Emissies	27
5.4.2 Massabalansen	28
5.4.3 Investerings- en poorttarief	28
5.5 Dagontmesting zonder verwerking	30
5.5.1 Emissies	30
5.6 Dagontmesting met verwerking	30
5.6.1 Emissies	30
5.6.2 Massabalansen	31
5.6.3 Investerings- en poorttarief	31
5.7 Gescheiden urine en feces + verwerking	31
5.7.1 Emissies	31
5.7.2 Massabalansen	31
5.7.3 Investerings- en poorttarief	32
5.8 Reguliere vleesvarken- en zeugenmest (gemengde mest) en verwerking	33
5.8.1 Emissies	33
5.8.2 Massabalansen	33
5.8.3 Investerings- en poorttarief	33
5.9 Verse vleesvarken- en zeugenmest (gemengde mest) en verwerking	34
5.9.1 Emissies	34
5.9.2 Massabalans	34

---

5.9.3	Investerings en poorttarief	34
5.10	Overzicht resultaten scenario's	35
5.10.1	Emissies	35
5.10.2	Kostenramingen	38
<b>6</b>	<b>Overige onderzoeksvragen</b>	<b>40</b>
6.1	Voermaatregelen	40
6.2	Mogelijkheden afzetten 'andere mestproducten' in Nederland	41
6.3	Innovaties in staltechniek	41
6.4	Innovaties in mestverwaardingstechnieken	42
<b>7</b>	<b>Discussie</b>	<b>43</b>
7.1	Methaan	43
7.2	Varianten	45
7.3	Nauwkeurigheid ramingen en emissiemodel	46
<b>8</b>	<b>Conclusies</b>	<b>48</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>50</b>

---

# Woord vooraf

De Nederlandse veehouderij produceert niet alleen hoogstaande producten zoals vlees en zuivel, maar ook de in potentie waardevolle reststroom mest. Dierlijke mest van goede kwaliteit is met name van groot belang voor het sluiten van kringlopen, in een klimaatvriendelijke, circulaire voedselproductie. Zes bedrijven in de agrarische sector (Agrifirm, Darling Ingredients International, ForFarmers, Royal Friesland Campina, Van Drie Group en De Heus) hebben, samen met Wageningen University & Research, het Nederlands Centrum Mestverwaarding (NCM) en het ministerie van LNV, de handschoen opgepakt om tot een transitie rond mest en bemesting te komen. Deze transitie is gericht op het verwaarden van mest tot marktrijpe organische en anorganische bemestingsproducten voor afzet in de land- en tuinbouw in Nederland en daarbuiten.

Het onderzoeksprogramma NL Next Level Mest Verwaarden is een Publiek Private Samenwerking. Op basis van de inzichten tot nu toe en de verwachte ontwikkelingen in de verschillende dossiers (N, CO<sub>2</sub>, methaan, gasproductie, kringlooplandbouw) onderzoeken we binnen dit project op welke wijze mestverwaarding kan bijdragen aan deze ontwikkelingen, wat daarvan de kosten zijn en hoe dat georganiseerd moet worden. De kernvraag binnen het project is: Op welke wijze kan mestverwaarding bijdragen aan kringlooplandbouw, en aan de reductie van N, CO<sub>2</sub> en methaan emissie?

Het voorliggende onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research en Promillicon. De auteurs danken de financiers voor hun deskundige begeleiding van het onderzoek. Die dank geldt ook voor alle mensen en personen die in het kader van deze studie zijn geconsulteerd.

Namens het onderzoeksteam,

Nico Verdoes, projectleider





---

# Samenvatting

Het doel van dit onderzoek is het beantwoorden van de verdiepende vragen die voortkwamen uit de studie *Verkenning mogelijke mestverwerkingsroutes en duurzaamheidsaspecten* (Gollenbeek et al., 2020).

Het betrof de volgende vragen:

1. Kan de biogasvariant economisch gunstiger worden bij verhoogde productie of bij productie groengas?
2. Welk gevolg heeft het gebruik van dagverse vleesvarkensmest op de mestvervaardingsketen?
3. Wat betekent het gebruik van gescheiden urine en feces fracties voor het verwaarden van de mest?
4. Als de input wordt aangepast naar een mengsel van zeugen- en vleesvarkensmest wat betekent dit voor de mestvervaardingsketen?
5. Daarnaast is gevraagd om inzicht te geven in te verwachten effecten op emissies van ammoniak en broeikasgassen voor alle gedefinieerde mestvervaardingsroutes. Wat is het effect van aanpassingen in het rantsoen op de te verwachten ammoniakemissie?
6. Wat is het effect op de businesscase als we niet uitgaan van de vastgestelde Product Markt Combinaties maar van direct afzetten van de dikke fractie, of zijn er nog andere producten interessant buiten de geformuleerde product-markt-combinaties (PMC's) (uit van Dijk et. al, 2020)?
7. In Frankrijk wordt het Cooperl systeem gebruikt. Wat lering kan mestverwerking Nederland daaruit trekken?
8. En wat kunnen innovaties als Electro Osmotic Dewatering (MEZT) en Forward Osmosis betekenen voor de businesscase?

De werkzaamheden voor dit onderzoek bestonden uit:

- Opstellen aanvullende scenario's (onderzoeksvragen 1 t/m 4);
- Uitwerken massabalansen en kostenramingen (onderzoeksvragen 1 t/m 4);
- Modelleren emissies ammoniak en broeikasgassen (onderzoeksvragen 1 t/m 5);
- Aanvullende informatie is verzameld om onderzoeksvragen 6, 7 en 8 te beantwoorden.

Er is een massabalansmodel mestverwerking en een emissie model opgesteld die gekoppeld zijn aan elkaar (zie figuur S1). Uit de gemodelleerde mestverwerking komen dan de gegevens voor 'emissies uit mestverwerking' en de samenstellingen van de producten met betrekken tot emissies tijdens het aanwenden. Op basis van de mestverwerking massabalansen zijn de economische berekeningen uitgevoerd. De emissies zijn berekend op basis van 250 kton drijfmest, voor de massabalansen en economische berekeningen is naast de 250 kton ook gerekend met 750 kton om het effect van schaalvergroting op de mestverwerking inzichtelijk te maken.

Er zijn 9 scenario's uitgewerkt, in tabel S1 staan deze met een aantal uitgangspunten benoemd. Scenario's 1, 2 en 5 zijn referentie situaties zonder mestverwerking, hiervoor zijn de emissies berekend maar zijn geen massabalansen en kostenraming opgesteld. Van de overige scenario's (3, 4, 6, 8 en 9) zijn wel emissies, massabalansen en kostenramingen opgesteld. Voor de mestverwerking is voor enkele relevante scenario's ook gekeken naar het produceren van groengas (in plaats van elektriciteitsopwekking door middel van WKK), en met het afzetten van de dikke fractie zonder verdere bewerking. Met het emissie model is separaat voor alle scenario's bepaald wat het effect is van minder eiwit in het rantsoen op de te verwachten emissies.

**Tabel S1** Samenvatting uitgewerkte scenario's en belangrijkste verschillen in uitgangspunten

Scenario	Mestverwerking	Gemiddelde ouderdom mest bij vergisten (dagen)	Stalsysteem
1 Regulier Vleesvarkensmest, geen verwerking	Nee	99	Regulier
2 Regulier Vleesvarkensmest + luchtwasser, geen verwerking	Nee	99	Regulier
3 Regulier Vleesvarkensmest + verwerking	Ja (BAG) <sup>#</sup>	33	Regulier
4 Regulier Vleesvarkensmest + verwerking verse mest	Ja (BAG) <sup>#</sup>	10	Regulier
5 Dagontmesting stal, geen verwerking	Nee	91	Emissiearm
6 Dagontmesting stal + verwerking	Ja (B) <sup>#</sup>	10	Emissiearm
7 Scheiding urine/feces + verwerking	Ja (B) <sup>#</sup>	19	Emissiearm
8 Regulier mengsel Vleesvarkensmest met zeugenmest + verwerking	Ja (B) <sup>#</sup>	33	Regulier
9 Regulier mengsel Vleesvarkensmest met zeugenmest + verwerking verse mest	Ja (B) <sup>#</sup>	10	Regulier

<sup>#</sup> Voor dit scenario zijn de volgende varianten doorgerekend:

B = Basisvariant dikke fractie / faeces en dunne fractie / urine verwaarden

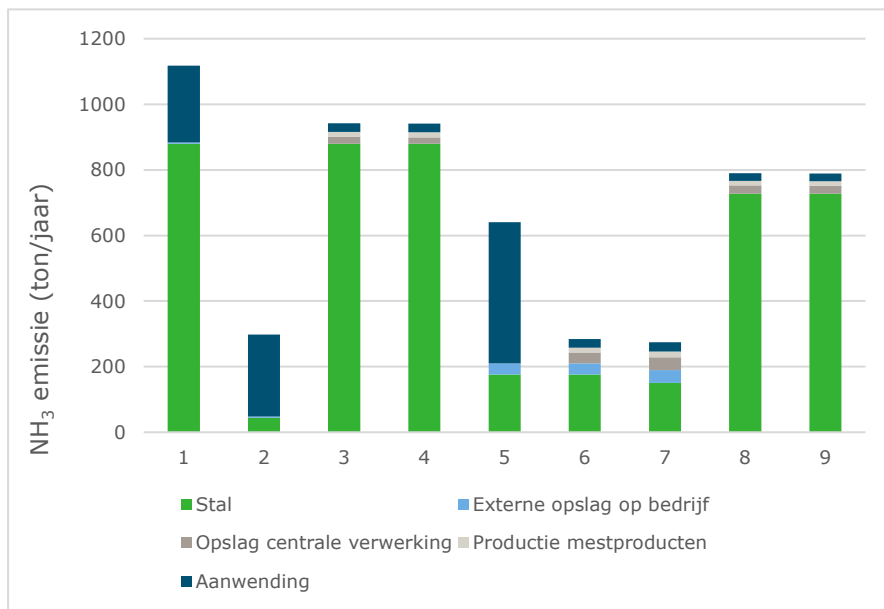
A = Dikke fractie afzetten en dunne fractie verwaarden

G = Basisvariant maar dan met groengas productie in plaats van een WKK

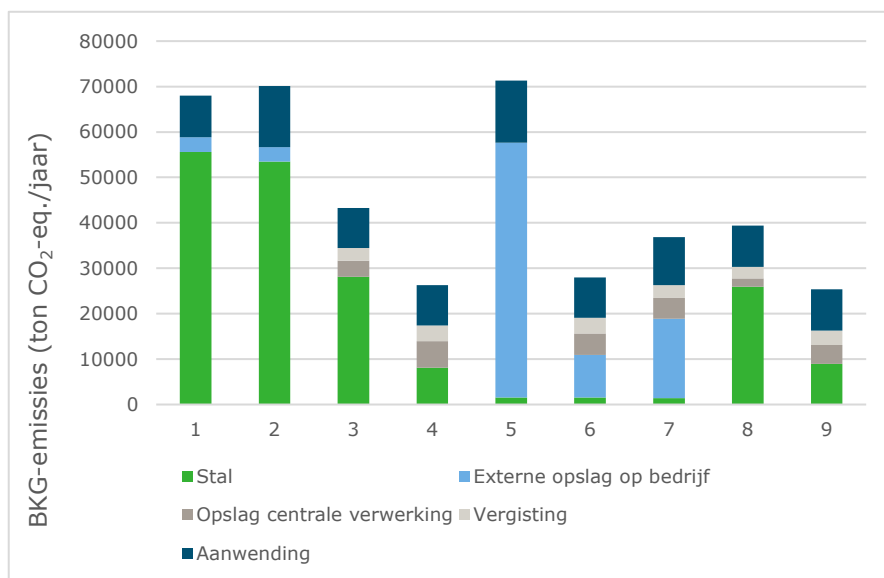
Om de effecten van verschillende stalsystemen op de gehele keten van mest te kunnen modelleren was het nodig om de afbraak van organische stof en daarmee de vorming van methaan te berekenen. Voor de omstandigheden in de mestopslag en in de vergister zijn hydrolyseconstanten bepaald. Hiermee kon tevens teruggerekend worden welke samenstelling de mest heeft als deze net geproduceerd is. Normaliter wordt gemodelleerd met bekende mestwaarden die vastgesteld worden tijdens bemonstering ten behoeve van transport, wat veelal 'oude' mest is. Het gebruik van berekende data voor verse mest heeft een grote meerwaarde in het zichtbaar maken van effecten van stalsystemen op zowel de emissies als de haalbaarheid van de mestverwerking.

Op basis van de uitgevoerde emissie modelleringen wordt geconcludeerd dat de emissies van ammoniak en methaan uit de varkensdrijfmest te reduceren zijn door middel van een combinatie van stalmaatregelen gevolgd door mestverwerking. De grootste reductie van ammoniakemissie op het boerenbedrijf wordt verkregen met emissiearme stalsystemen (zowel vloer als keldermaatregelen) (scenario's 5, 6 en 7) of een luchtwasser (scenario 2) (zie figuur S2). Terwijl voor de broeikasgas emissies mestverwerking (vergisting) (scenario's 3,4,6,7,8,9) leidt tot grootste reductie (zie figuur S3). Waarbij de reductie het grootst is bij scenario 4, 6, en 9 met een snelle afvoer van mest naar de vergister.

Een verlaging van eiwit in het rantsoen heeft een ammoniakemissie reductie tot gevolg van 13-17% bij een verlaging van 10 % N in het voer en van 28-33% bij een verlaging van 20 % in het voer. Het effect van deze voermaatregel op de broeikasgasemissie is minimaal, namelijk <4%.



**Figuur S2** Ammoniakemissies (ton NH<sub>3</sub>/jaar) per scenario.



**Figuur S3** Totale broeikasgasemissie (ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/jaar) per scenario.

Uit de economische berekeningen blijkt dat het aanvoeren van verse mest naar de centrale productieplaat leidt tot lagere minimaal benodigde poorttarieven dan wanneer oudere mest wordt aangevoerd. Dit komt door de hogere biogasopbrengsten die met de versere mest worden gehaald. Gescheiden aanvoer van urine en feces leidt niet tot lagere poorttarieven dan wanneer verse drijfmest wordt aangevoerd (zie tabel S2).

Bij een schaalgrootte van 250 kton aanvoercapaciteit per jaar is doorgerekend dat de benodigde minimale poorttarieven voor de productie van mestkorrels, 5%mineraal-N en 5% mineraal-K producten tussen de 10 tot 22 €/ton is. Bij een schaalgrootte van 750 kton aanvoercapaciteit per jaar liggen de benodigde minimale poorttarieven van de doorgerekende varianten voor de productie van mestkorrels, 5% mineraal-N en 5% mineraal-K producten tussen -2 tot 13 €/ton. Deze relatief lage poorttarieven kunnen worden gerealiseerd wanneer de productie van hernieuwbare energie wordt ingezet voor de vergroening van transportbrandstoffen (HBE) in plaats van SDE regeling.

Bij een schaalgrootte van 250 kton aanvoercapaciteit per jaar is het gunstiger om de dikke fractie verkregen bij scheiding van het digestaat als zodanig in de landbouw af te zetten, dan om de fractie te

drogen en te korrelen. Bij de aanvoercapaciteit van 750 kton aanvoer is het juist gunstiger om korrels te produceren. De schaalgrootte waarbij de omslag plaatsvindt is voornamelijk afhankelijk van de prijs voor afzet van de dikke fractie.

**Tabel S2** *Samenvattend overzicht van investeringen en benodigde poorttarieven van doorgeredende varianten voor een productieplan van mestkorrels, mineraal-N (5%) en mineraal-K (5% K2O) producten bij een aanvoercapaciteit van 250 en 750 kton per jaar. Bij greenfield realisatie en realisatie als aanvullende activiteit op ontsloten terrein.*

Scenario	Biogas		OS gehalte input vergister kg/ton	Capaciteit	250 kton		750 kton			
	m <sup>3</sup> /kg OS				Realisatie project	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit	
3	<b>Regulier verwerking</b>	+	0,30	85,1	Investering	M€	25,4	21,1	53,7	44,4
	Basis				Benodigd poorttarief	€/ton	22	18	13	10
	Variant groen gas		0,30	85,1	Investering	M€	25,0	20,6	52,8	43,6
					Benodigd poorttarief	€/ton	21	17	13	10
	Variant groen gas HBE		0,30	85,1	Investering	M€	25,0	20,6	52,8	43,6
					Benodigd poorttarief	€/ton	14	10	5	3
	Variant afzet dikke fractie		0,30	85,1	Investering	M€	15,6	13,0	33,9	28,1
					Benodigd poorttarief	€/ton	19	17	14	12
4	<b>Regulier verwerking vers</b>	+	0,36	89,3	Investering	M€	25,9	21,3	54,3	44,9
	Basis				Benodigd poorttarief	€/ton	19	15	11	8
	Variant groen gas		0,36	89,3	Investering	M€	25,3	20,8	53,3	44,1
					Benodigd poorttarief	€/ton	19	15	10	8
	Variant groen gas HBE		0,36	89,3	Investering	M€	25,3	20,8	53,3	44,1
					Benodigd poorttarief	€/ton	10	6	1	-2
	Variant afzet dikke fractie		0,36	89,3	Investering	M€	16,3	13,4	35,1	29,1
					Benodigd poorttarief	€/ton	17	14	12	10
6	<b>Dagontmesting + verwerking</b>		0,36	89,0	Investering	M€	25,9	21,3	54,3	44,9
					Benodigd poorttarief	€/ton	19	15	10	8
7	<b>Scheiding urine feces + verwerking</b>		0,34	186,8	Investering	M€	23,0	19,1	48,2	39,8
					Benodigd poorttarief	€/ton	19	15	11	9
8	<b>Regulier mengsel +verwerking</b>		0,30	78	Investering	M€	24,9	20,5	52,2	43,2
					Benodigd poorttarief	€/ton	22	18	13	11
9	<b>Regulier mengsel +verwerking vers</b>		0,36	78	Investering	M€	25,1	20,7	52,8	43,6
					Benodigd poorttarief	€/ton	20	16	11	8

Op basis van de resultaten van de emissie modelering, mestverwerking massabalans en kostenraming komen het aanvoeren van verse drijfmest (scenario 6) en gescheiden urine en feces fracties (scenario 7) als meest gunstige scenario's naar boven. Over de gehele keten leidt dit tot de laagste stikstof- en broeikasgasemissies, de hoogste biogasopbrengst en het laagste minimaal benodigde poorttarief.

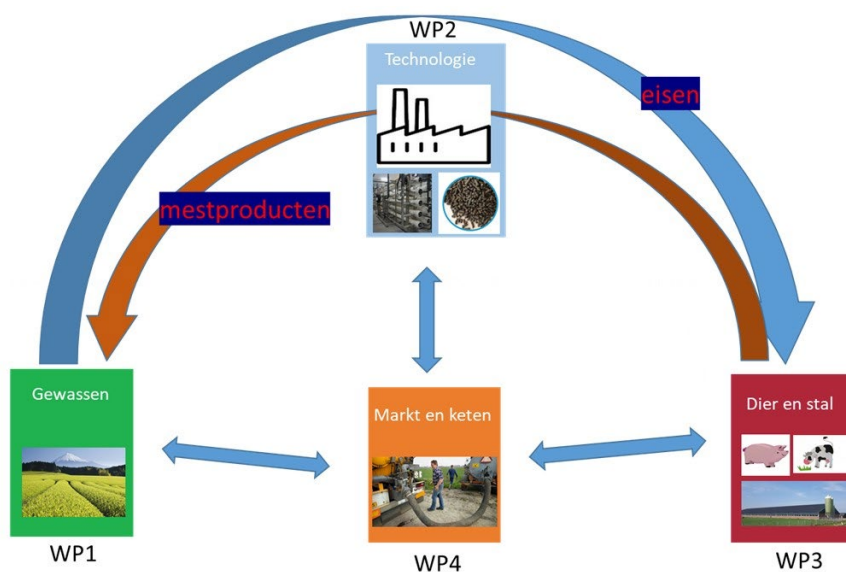
# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

In het onderzoeksprogramma Next Level Mest Verwaarden wordt gewerkt vanuit de vraag naar producten uit dierlijke mest. Het programma wil emissiearme bemestingsproducten ontwikkelen die bijdragen aan een goede bodemkwaliteit, waarmee de noodzaak van aanvullend bemesten met kunstmest afneemt

He onderzoeksprogramma is opgedeeld in de volgende werkpakketten (zie ook figuur 1.1):

- WP1 Gewassen: welke productmarktcombinaties (PMC's) hebben – landbouwkundig gezien – toekomst in binnen- en buitenland?
- WP2 Technologie: welke technologie en technologische ontwikkelingen zijn nodig om die producten te maken?
- WP3 Dier en stal: welke behandeling van mest op de boerderij is nodig om een goede grondstof te kunnen leveren voor hoogwaardige producten?
- WP4 Markt en keten: welke interventies zijn nodig in de huidige markt en mestketen om een stabiele mest verwaardingsketen te ontwikkelen?



**Figuur 1.1** Schematische weergave van werkpakketten in programma Next Level Mest Verwaarden

Deze rapportage valt onder werkpakket 2 'Technologie' en borduurt voort op de rapportage *Verkenning mogelijke mestverwerkingsroutes en duurzaamheidsaspecten* (Gollenbeek et al., 2020). Naar aanleiding van Gollenbeek et al. (2020) zijn een aantal verdiepende vragen gesteld. Deze vragen worden in dit voorliggend rapport behandeld. Gollenbeek et al. (2020) wees namelijk uit dat er geen voor de hand liggende technische, marktkundige of economische oplossingen beschikbaar zijn om het poorttarief voor mestverwaarden op korte termijn structureel te verlagen. Alleen het verwaarden van dagverse mest en het gescheiden afvoeren van urine en feces uit de stal kan de business case voor mestverwaarden verbeteren. De snelle afvoer van mest uit stallen bevordert ook de emissiereductie van methaan en ammoniak.

---

## 1.2 Doel

Het doel van dit onderzoek is het beantwoorden van de verdiepende vragen die voortkwamen uit de studie *Verkenning mogelijke mestverwerkingsroutes en duurzaamheidsaspecten* (Gollenbeek et al., 2020).

Het betreft de volgende vragen:

1. Welk gevolg heeft het gebruik van dagverse vleesvarkensmest op de mestvervaardingsketen?
2. Wat betekent het gebruik van gescheiden urine en feces fracties voor het verwaarden van de mest?
3. Als de input wordt aangepast naar een mengsel van zeugen- en vleesvarkensmest wat betekent dit voor de mestvervaardingsketen?
4. Daarnaast is gevraagd om inzicht te geven in te verwachten effecten op emissies van ammoniak en broeikasgassen voor alle gedefinieerde mestvervaardingsroutes. Wat is het effect van aanpassingen in het rantsoen op de te verwachten ammoniakemissie?
5. Wat is het effect op de businesscase als we niet uitgaan van de vastgestelde Product Markt Combinaties maar van direct afzetten van de dikke fractie, of zijn er nog andere producten interessant buiten de geformuleerde product-markt-combinaties (PMC's) (uit van Dijk et. al, 2020)?
6. In Frankrijk wordt het Cooperl systeem gebruikt. Wat lering kan mestverwerking Nederland daaruit trekken?
7. En wat kunnen innovaties als Electro Osmotic Dewatering (MEZT) en Forward Osmosis betekenen voor de businesscase?

In Gollenbeek et al. (2020) is een eerste beoordeling gedaan van milieueffecten van de verschillende routes. In het voorliggende rapport zijn de te verwachten emissies vanuit de mest gekwantificeerd.

Bij deze verdiepende vragen wordt zoveel mogelijk de mestvervaardingscombinatie 5 (route 1a en route 1b) zoals beschreven in Gollenbeek et al. (2020) aangehouden. Dit betreft het verwerken van de mest tot een mineraal N product (5% N), een mineraal K product (5% K<sub>2</sub>O) en een mestkorrel (NPK 2-5-5).

## 2 Methode

### 2.1 Algemeen

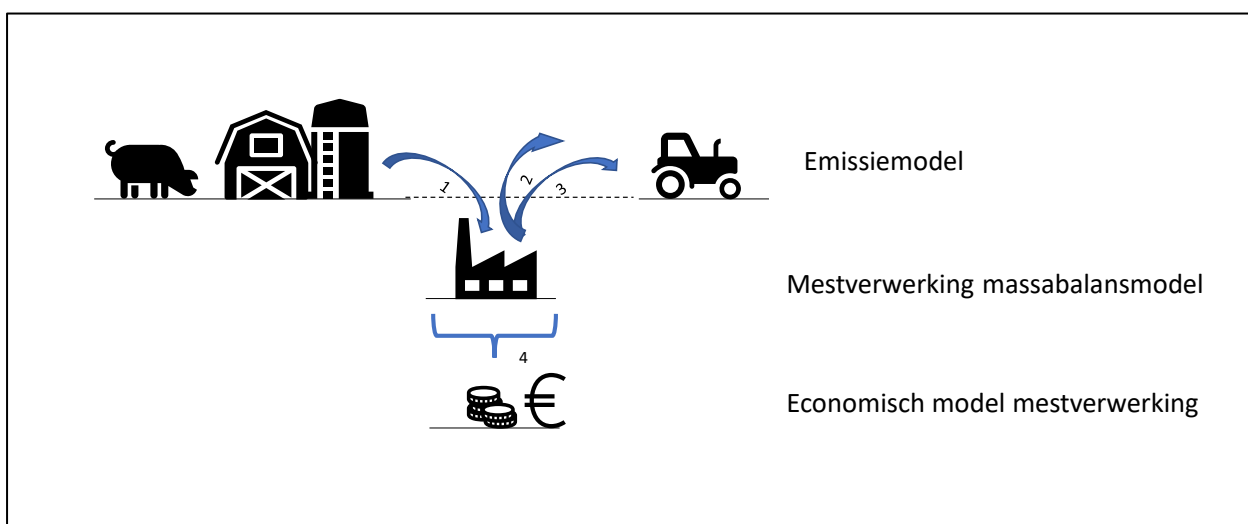
De werkzaamheden voor dit onderzoek bestonden uit:

- Opstellen aanvullende scenario's (onderzoeksvragen 1 t/m 4);
- Uitwerken massabalansen en kostenramingen (onderzoeksvragen 1 t/m 4);
- Modelleren emissies ammoniak en broeikasgassen (onderzoeksvragen 1 t/m 5);
- Aanvullende informatie is verzameld om onderzoeksvragen 6, 7 en 8 te beantwoorden.

Bij de uitwerkingen van de massabalansen, economische berekeningen en de emissieberekeningen zijn gelijke scenario's aangehouden. Echter van enkele scenario's zijn de economische berekeningen niet uitgevoerd als dat niet relevant was.

Omdat de effecten van bijvoorbeeld versere mest op de vergisting (en daarmee het financiële voordeel) niet goed inzichtelijk werden als gerekend werd met standaard samenstellingen van de drijfmest is ervoor gekozen om te starten met samenstellingen van feces en urine onder de staart van het dier. Dit wijkt af van benaderingen in andere modellen waar veelal gerekend wordt met gemiddelde samenstellingen drijfmest omdat deze samenstelling ten behoeve van mesttransporten veelvuldig bepaald wordt in Nederland.

Het emissie model, de massabalans en de economische berekening zijn (na separaat opgezet te zijn) gekoppeld aan elkaar. Dit houdt in dat de samenstelling van de mest die naar de verwerker gaat zoals is berekend in het emissiemodel als input wordt gebruikt in het massabalansmodel (zie figuur 2.1 pijl 1). De emissies van de mestverwerking worden andersom weer bepaald op basis van de gegevens uit de berekening van het massabalansmodel (pijl 2) en ook de samenstelling van de producten bij aanwenden (pijl 3) volgen uit de massabalans berekeningen. De gedetailleerde uitwerking van de mestbewerking en bijbehorende producten is de input voor de economische berekeningen. In paragrafen 2.3 en 2.4 is de werkwijze voor beide modellen beschreven. De emissies zijn berekend op basis van 250 kton drijfmest, voor de massabalansen en economische berekeningen is naast de 250 kton ook gerekend met 750 kton om het effect van schaalvergroting op de mestverwerking inzichtelijk te maken.



**Figuur 2.1** Schematische weergave modelleringen. Pijl 1 gegevens samenstelling mest uit emissiemodel als input voor massabalansmodel, pijl 2 output massabalansmodel voor berekening emissies mestverwerking, pijl 3 samenstellingen mestproducten uit mestverwerking input voor emissiemodel berekeningen emissies bij aanwenden en 4 input voor economische model.

## 2.2 Doorgerekende scenario's

Op basis van de kennis vergaard in Gollenbeek et al. (2020) en met een aanvullende deskstudie zijn de scenario's verder uitgewerkt en zijn parameters verzameld voor verdere berekeningen. In tabel 2.1 zijn de verschillende scenario's weergegeven. De scenario's zijn zo gekozen dat de onderzoeksvragen hiermee onderzocht worden en dat een goede vergelijking met referentie situaties, (zonder verdere mestverwerking) gemaakt kan worden (scenario's 1, 2 en 5). In paragraaf 3.2 zijn deze varianten uitgebreider beschreven waarbij in het bijzonder is ingegaan is op het organische stofgehalte en het biogaspotentieel op het moment van invoeren in de vergister.

**Tabel 2.1** Samenvatting uitgewerkte scenario's en belangrijkste verschillen in uitgangspunten

Scenario	Mestverwerking	Gemiddelde ouderdom mest bij vergisten (dagen)	Stalsysteem
<b>1 Regulier Vleesvarkensmest, geen verwerking</b>	Nee	99	Regulier
<b>2 Regulier Vleesvarkensmest + luchtwasser, geen verwerking</b>	Nee	99	Regulier
<b>3 Regulier Vleesvarkensmest + verwerking</b>	Ja (BAG) <sup>#</sup>	33	Regulier
<b>4 Regulier Vleesvarkensmest + verwerking verse mest</b>	Ja (BAG)	10	Regulier
<b>5 Dagontmesting stal, geen verwerking</b>	Nee	91	Emissiearm
<b>6 Dagontmesting stal + verwerking</b>	Ja (B)	10	Emissiearm
<b>7 Scheiding urine/feces + verwerking</b>	Ja (B)	19	Emissiearm
<b>8 Regulier mengsel Vleesvarkensmest met zeugenmest + verwerking</b>	Ja (B)	33	Regulier
<b>9 Regulier mengsel Vleesvarkensmest met zeugenmest + verwerking verse mest</b>	Ja (B)	10	Regulier

<sup>#</sup> B= Basisvariant dikke fractie/ feces en dunne fractie /urine verwaarden

A=dikke fractie afzetten en dunne fractie verwaarden

G=Basisvariant maar dan met groengas productie in plaats van een WKK

## 2.3 Uitwerken massabalansen en kostenramingen

De parameters voor de nieuwe scenario's zijn bepaald en zijn ingevoerd in het model zoals deze voor Gollenbeek et al. (2020) zijn ontwikkeld. Voor deze nieuwe scenario's zijn de flowschema's opgesteld en zijn nieuwe massabalansen doorgerekend. Het model is, zoals benoemd in paragraaf 2.1, gekoppeld aan het emissie model waardoor de ingevoerde mestsamenstellingen zullen afwijken van de gemiddelde mestsamenstelling zoals gebruikt in het voorgaande onderzoek.

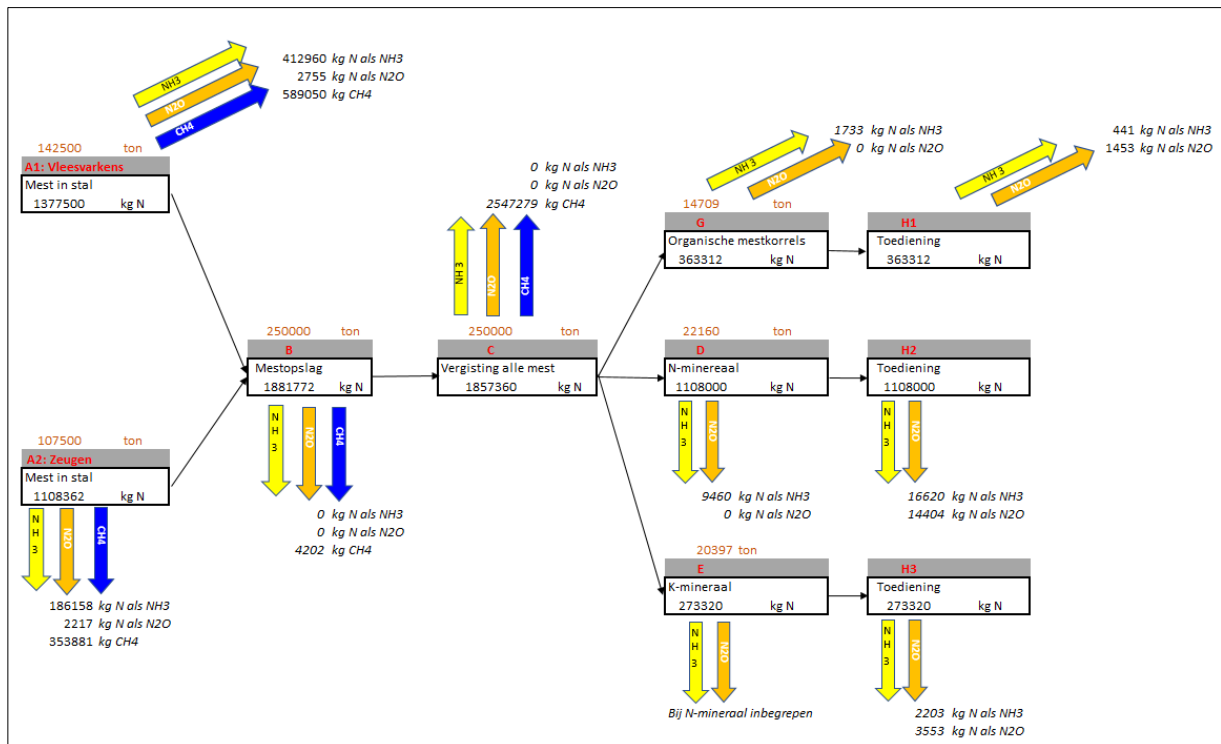
Op basis van de vastgestelde mestverwerkingsroutes zijn kostenramingen opgesteld. Bij de kostenramingen is zoveel mogelijk aangesloten bij de methode die is beschreven in het handboek



Chemical Engineering (Sinnot & Towler, 2012). In deze methode worden met basis-ontwerpgegevens van procesonderdelen de aankoopkosten bepaald van de benodigde apparatuur. Vervolgens worden de investeringen geraamd door gebruik te maken van opslagfactoren. Deze opslagfactoren zijn afgeleid van gerealiseerde fabrieken in de chemische procesindustrie. Op basis van kostenramingen van bestaande mestverwerkingsinitiatieven zijn de kostenramingen aangescherpt. In Gollenbeek et al. (2020) is deze werkwijze uitgebreider beschreven. Investerings in stalsystemen liggen niet bij de mestverwerker en zijn dan ook niet opgenomen in deze kostenramingen.

## 2.4 Berekening emissies

Om de massabalansen en emissies voor het gehele mestverwerkingsproces te bepalen, is gewerkt met een modelstudie waarin de hoeveelheden en samenstelling van de mestproducten worden weergegeven en bij elke stap in het mestverwerkingsproces de emissies berekend worden (zie figuur 2.2 voorbeeld). Het model is opgebouwd uit verschillende blokken, waarbij elk blok een (verwerkings)stap representeert. Het model start bij de uitscheiding van mest in de stal en eindigt met het moment dat mestproducten op het land worden aangewend. Bij deze laatste stap worden emissies tijdens toediening van mestproducten meegenomen, maar worden verdere bodemprocessen buiten beschouwing gelaten. In deze modelstudie zijn alleen de emissies die ontstaan uit de mest, of uit het dier berekend. Emissies die ontstaan door het gebruik van fossiele brandstoffen, elektriciteit of grondstoffen zijn niet meegenomen.



**Figuur 2.2** Voorbeeld schematische weergave voor berekening emissies (In bijlage 2 zijn de schematische weergaven van de hoofdroutes weergegeven).

Om de verschillende mestverwerkingsscenario's modelmatig in kaart te brengen, is gewerkt met een vaste input van 250.000 ton drijfmest per jaar. Het startpunt van het model is de samenstelling van drijfmest (of urine en feces) 'onder de staart', de vrachten stikstof, fosfor (fosfaat), koolstof en organische stof (N, P, C en OS) op basis van 250.000 ton drijfmest/jaar en de methaan- en stikstofhoudende emissies die hierbij vrijkomen. In bijlage 1 zijn de uitgangspunten voor de modelstudie per scenario beschreven. Voor alle scenario's zijn per stap in het mestverwerkingsproces de stikstofhoudende emissies berekend middels emissiefactoren. Voor het scenario met dagontmesting is gebruik gemaakt van een reductiepercentage voor de ammoniakemissie welke is vastgesteld in praktijkonderzoek. Dit percentage is gebruikt om de emissiefactoren uit de literatuur aan te passen (zie bijlage 1 voor de gebruikte emissiefactoren). De methaanemissie is berekend op basis van het

---

OS-gehalte dat veranderd/afhangt van de ouderdom van de mest (zie hoofdstuk 3.1 en 3.2 en uitgangpunten in bijlage 1). Methaan emissie als gevolg van enterische uitstoot is niet opgenomen in deze modelberekening.

### 3 Optimalisatie biogasproductie

Naarmate de mest op de veehouderijbedrijven langer in opslag wordt gehouden, wordt een groter deel van de organische stof omgezet door de in de mest aanwezige bacteriën. De hoeveelheid biogas die bij het vergisten van mest gewonnen kan worden neemt daarom af naarmate de ouderdom van de mest toeneemt.

Teneinde de emissie van broeikasgassen te beperken en methaanwinning uit mest te optimaliseren is het zinvol de methaanverliezen die in de praktijk optreden zoveel mogelijk te beperken. Door de mest zo kort mogelijk in opslag te houden op de varkensbedrijven en deze zo snel mogelijk te behandelen kunnen de methaanverliezen worden gereduceerd.

Ten behoeve van de modelberekeningen is de methaanproductie bij een bepaalde ouderdom van de mest berekend met onderstaande vergelijking (1):

$$(1) \text{ CH}_4(t) = \text{CH}_4, \text{max} \times \left(1 - \frac{1}{1 + Kh \times t}\right)$$

Waarbij:

$\text{CH}_4(t)$  = Methaanproductie bij ouderdom mest van  $t$  dagen ( $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{kg}$  organische stof)

$\text{CH}_4, \text{max}$  = Maximale methaanproductie (constante) bij ouderdom mest  $t$  is 0 dagen ( $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{kg}$  organische stof)

$Kh$  = Hydrolyse constante in  $\text{d}^{-1}$

$t$  = Ouderdom van de mest in dagen

Op  $t = 0$  is nog geen methaan gevormd,  $\text{CH}_4(t)$  is nog 0. Naarmate meer tijd verstrijkt zal een groter deel van  $\text{CH}_4 \text{ max}$  gevormd worden en zal  $\text{CH}_4(t)$  de  $\text{CH}_4 \text{ max}$  benaderen in de tijd.

De afbraak van organische stof en de vorming van methaan verloopt in een vergistingstank sneller dan in een mestkelder of mestopslag. Dit komt onder meer door de hogere temperatuur in de vergister en doordat in de vergister bacteriën en voedingsstoffen goed gemengd worden.

Deze verschillen vertalen zich in verschillende waarden van de hydrolyse constante  $Kh$  voor de situatie in mestkelders en opslagen en voor de situatie in vergisters.

#### Hydrolyseconstante vorming methaan in stal en opslag

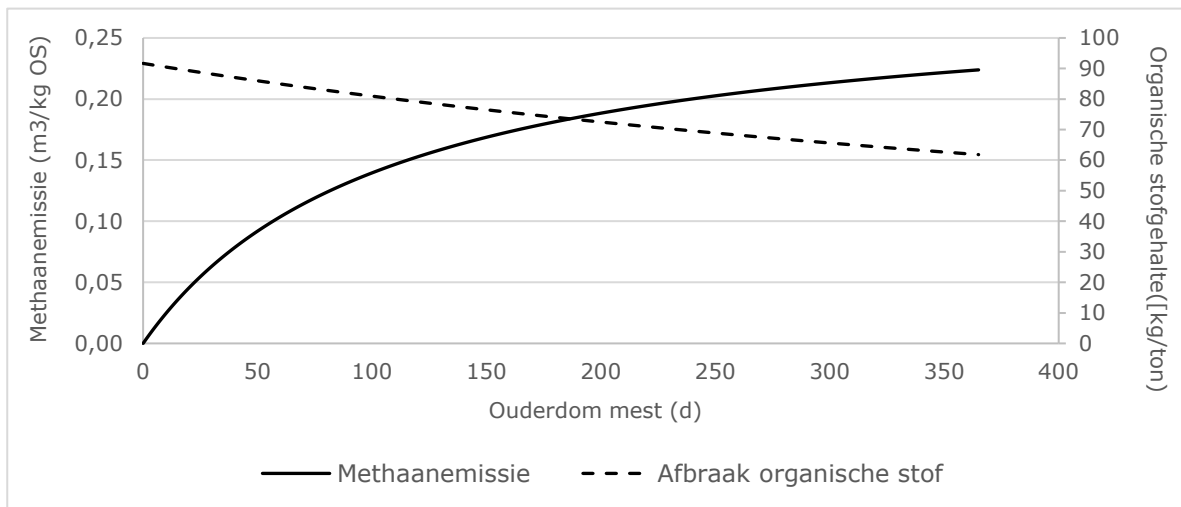
Mosquera et al. (2010) rapporteerden de emissies uit vier locaties voor vleesvarkens met traditionele huisvesting en uit vier locaties met emissiearme huisvesting van vleesvarkens. Voor traditionele huisvesting bedroeg de gemiddelde  $\text{CH}_4$ -emissie 15,7 kg per dierplaats per jaar.

Groenestein et al. (2016) leidden op basis van de bevindingen van Mosquera et al. 2010 een specifieke methaanemissie uit mest van 0,129 kg  $\text{CH}_4/\text{kg OS}$  en een methaanconversiefactor van 0,622 af. Hierbij is uitgegaan van een OS-productie van 110 kg/jaar/dier, een Biochemisch Methaan Potentieel (BMP) van 0,31  $\text{m}^3 \text{CH}_4$  per kg OS en een enterische  $\text{CH}_4$ -productie van 1,5 kg/jaar/dierplaats. Dit betekent dat de potentieel maximale methaanemissie uit mest voor traditionele huisvesting van vleesvarkens kan worden berekend op 0,21 kg  $\text{CH}_4$  per kg OS (0,129/0,622).

De hydrolyseconstante voor de vorming van methaan uit stal en opslag die is gebruikt voor de modelberekeningen is afgeleid op basis van de aanname dat 62,2% van de potentieel maximale methaanemissie van 0,21 kg  $\text{CH}_4$  per kg OS (ofwel 0,29  $\text{N m}^3 / \text{kg OS}$ ) vrijkomt bij een gemiddelde ouderdom van de mest van 180 dagen bij traditionele huisvesting van vleesvarkens.

Op basis van het gekozen uitgangspunt bedraagt de hydrolyseconstante die van toepassing is voor de vorming van methaan bij traditionele huisvesting van vleesvarkens 0,009  $\text{d}^{-1}$ .

Figuur 3.1 toont het berekende verloop van de methaanemissie bij traditionele huisvesting van vleesvarkens in relatie tot de ouderdom van de mest en de afname van het organische stofgehalte in de mest als gevolg van de productie van biogas.



**Figuur 3.1** Berekende methaanemissie bij traditionele huisvesting van vleesvarkens afbraak van organische stof in relatie tot de ouderdom van de mest bij een maximale potentiële methaanemissie van  $0,29 \text{ m}^3$  per kg organische stof en een hydrolyseconstante  $K_h = 0,009 \text{ d}^{-1}$ .

### Hydrolyseconstante vorming methaan in het vergistingsproces

Timmerman et al. (2009) onderzocht met behulp van batchproeven het verloop van de biogasproductie gedurende de vergisting van varkensdrijfmest, mestfracties na scheiding van varkensmest en mest van specifiek zeugen, biggen en vleesvarkens.

In het onderzoek van Timmerman et al. (2009) zijn voor verschillende soorten varkensmest de hydrolyseconstanten bepaald die van toepassing waren bij vergisting in batchproeven bij  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ . De waarde van de hydrolyseconstanten varieerde hier bij de verschillende soorten varkensmest tussen  $0,09$  en  $0,27 \text{ d}^{-1}$ , met een gemiddelde van  $0,156 \text{ d}^{-1}$ .

In dit onderzoek is de methaanproductie bij het vergisten van mest berekend met de gemiddelde waarde van de hydrolyseconstante uit het onderzoek van Timmerman et al. (2009).

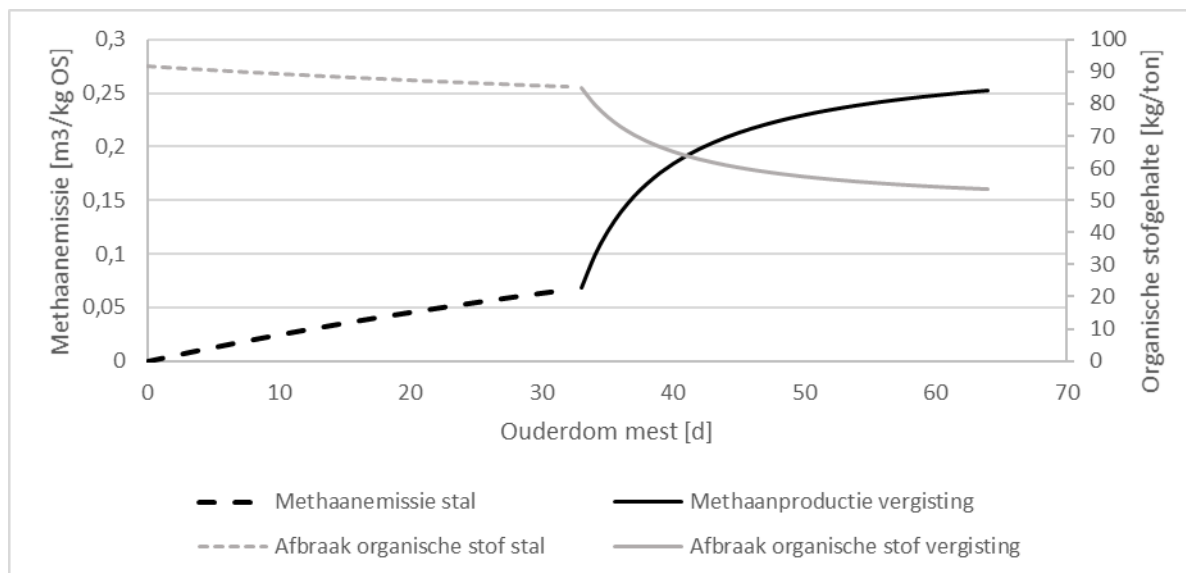
De hydrolyseconstante van  $0,156 \text{ d}^{-1}$  voor methaanvorming in een biogasreactor van  $37 \text{ }^\circ\text{C}$  is aanzienlijk hoger dan de waarde van de hydrolyseconstante voor methaanvorming onder de condities in stal en opslag  $0,009 \text{ d}^{-1}$ .

Voor de berekening van de haalbare methaanproductie in het vergistingsproces is de methaanemissie uit stal en opslag afgetrokken van de maximale potentiële methaanproductie van de mest van  $0,29 \text{ N m}^3 \text{ CH}_4$  per kg OS.

Figuur 3.2 toont een voorbeeld van het berekende verloop van de methaanproductie tijdens het verblijf van de mest in stal en opslag en gedurende de verblijftijd in de vergister. In het voorbeeld heeft de mest die gevoed wordt aan de vergister een gemiddelde ouderdom van 33 dagen. Hierbij is uitgegaan van een gemiddelde ouderdom van de mest van 30 dagen uit de stal en 3 dagen opslag op de locatie van de vergister. Een gemiddelde ouderdom van de mest uit de stal van 30 dagen houdt in, dat bij het ophalen van de mest van het bedrijf de oudste mest 60 dagen oud is en de jongste mest op de dag van ophalen is geproduceerd.

In dit voorbeeld emitteert  $0,07 \text{ m}^3$  methaan per kg organische stof in stal en opslag voordat de mest in de vergister wordt gebracht. Het organische stofgehalte van de uitgescheiden mest neemt hierbij af van  $91,7 \text{ kg/ton}$  naar  $85,1 \text{ kg/ton}$ . Gedurende een vergistingsperiode van 30 dagen kan vervolgens  $0,18 \text{ m}^3$  methaan per kg organische stof worden gewonnen, ofwel circa  $0,3 \text{ m}^3$  biogas per kg organische stof.

Conform het beschreven voorbeeld zijn de methaanemissies berekend voor de verschillende scenario's. De omzetting van organische stof is niet alleen van belang voor de berekening van de methaanemissies en de mogelijke winning van methaan, maar deze afbraak van organische stof is ook van invloed op berekende stikstofemissies. Door de omzetting van organische stof komt de organische stikstof vrij in de vorm van ammoniumstikstof. Hogere gehalten ammoniumstikstof in de mest dragen bij aan een hogere emissie van ammoniak vanuit de stal, opslagen en bij aanwending van de meststroom.



**Figuur 3.2** Berekend verloop van de methaanproductie en afbraak van organische stof in mest bij verblijf van 30 dagen in stal en vervolgens 30 dagen in vergister.

### Uitgangspunten ouderdom mest, samenstelling mest en biogasproductie

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de ouderdom van de mest die is aangehouden voor de verschillende scenario's van het emissiemodel. Naarmate de mest langer in stal en opslag verblijft daalt het organische stofgehalte en neemt ook de hoeveelheid biogas af die gewonnen kan worden bij vergisting van de mest.

In de modelberekeningen is uitgegaan van uitscheiding van 110 kg organische stof per vleesvarkensplaats en een mestproductie van 1,2 ton per vleesvarkensplaats. Dit resulteert in een berekend organische stofgehalte van de uitgescheiden mest van 91,7 kg/ton. Op basis van de berekende methaanemissie is afgeleid hoeveel gewicht biogas, CH<sub>4</sub> en CO<sub>2</sub>, uit de mest is vervluchtigd. In de modelberekeningen is er vanuit gegaan dat het gewicht aan biogas dat is geëmitteerd bij benadering gelijk is aan de afname van het gewicht organische stof in de mest.

Op deze wijze is het organische stofgehalte berekend van de mest op het moment van voeren van de vergister of op het moment van aanwending. De samenstelling van de mest die wordt aangevoerd naar de centrale productielocatie voor meststoffen varieert dus afhankelijk van de ouderdom van de mest. Niet alleen het organische stofgehalte wijzigt met de ouderdom, maar ook de hoeveelheid stikstof (meer of minder emissie in stal en opslag) en de verhouding van de gehalten minerale stikstof en organische gebonden stikstof (meer of minder omzetting van organische stof in stal en opslag).

De berekende organische stof en stikstofgehalten van de mest in de verschillende scenario's van het emissiemodel zijn gebruikt als inputgegevens voor de massabalans voor het productieproces van mestkorrels, mineraal-N en mineraal-K meststoffen uit dierlijke mest.

**Tabel 3.1** Gemiddelde ouderdom van de mest, organische stofgehalte van mest bij invoer in het vergistingsproces en biogasproductie

Scenario	Gemiddelde ouderdom van de mest (dagen)	Organische stofgehalte bij invoer vergister (kg/ton)	Biogasproductie (m <sup>3</sup> biogas/kg OS)
<b>1 Regulier VVM<sup>1</sup></b>	99	76 <sup>3</sup>	Geen verwerking
<b>2 Regulier VVM + luchtwasser</b>	99	76 <sup>3</sup>	Geen verwerking
<b>3 Regulier VVM + verwerking</b>	33	86	0,30
<b>4 Regulier VVM + verwerking verse mest</b>	10	89	0,36
<b>5 Dagontmesting stal, geen verwerking</b>	91	79 <sup>3</sup>	Geen verwerking
<b>6 Dagontmesting stal +verwerking</b>	10	89	0,36
<b>7 Scheiding urine/feces + verwerking</b>	19	187 <sup>4</sup>	0,34
<b>8 Regulier mengsel VVM+ZM<sup>2</sup> + verwerking</b>	33	78	0,30
<b>9 Regulier mengsel VVM+ZM + verwerking vers</b>	10	82	0,36

<sup>1</sup> VVM=vleesvarkensmest; <sup>2</sup> ZM=zeugenmest; <sup>3</sup> Bij aanwending; <sup>4</sup> Alleen feces wordt vergist

---

## 4 Beschrijving varianten en uitgangspunten organische stof gehalten

In dit hoofdstuk zijn de verschillende scenario's beknopt beschreven. Samenvattende tabellen zijn te vinden in hoofdstuk 2 en 3 (tabellen 2.1 en 3.1). In tabel 2.1 zijn de uitgangspunten weergegeven betreffende mestverwerking, ouderdom mest bij vergisten en de stalsystemen. In tabel 3.1 zijn de parameters gegeven die van belang zijn voor de biogasproductie (ouderdom mest, organische stofgehalte van mest bij invoer in het vergistingsproces en biogasproductie).

### **Regulier vleesvarkensmest geen verwerking (1)**

Om te kunnen bepalen in hoeverre het verwerken van mest via verschillende routes invloed heeft op de emissies van ammoniak en boeikasgassen, zijn in deze studie verschillende referentiescenario's opgenomen. In het scenario 'regulier vleesvarkensmest' wordt mest voor 6 maanden onder een standaard roostervloer (volledig onderkelderde, <math><1\text{ m}^2\text{/dierplaats}</math>) opgeslagen. Een gedeelte van de mest wordt in een externe mestopslag op het bedrijf opgeslagen voordat het wordt afgevoerd voor aanwending (er vindt dus geen mestverwerking plaats). Voor deze studie is het gemiddelde van 19% extern opgeslagen mest aangehouden (Bruggen et al., 2019).

### **Regulier vleesvarkensmest + luchtwasser geen verwerking (2)**

Dit referentiescenario is gelijk aan het reguliere scenario, echter met toevoeging van een luchtwasser in de stal, aangezien dit een veelgebruikte maatregel is in vleesvarkensstallen tegen ammoniakemissie. Hierbij is aangenomen dat er een ammoniakemissiereductie van 95% behaald wordt. Opslagtermijnen en aandeel extern opgeslagen mest zijn gelijk aan het reguliere referentiescenario, tevens wordt de mest niet verwerkt.

### **Regulier vleesvarkensmest + verwerking (3)**

Dit scenario is gelijk aan het reguliere scenario (qua stalsysteem en opslag). Het toegepaste verwerkingsproces is overgenomen uit Gollenbeek et al. (2020) en betreft de procesroute voor de productie van organische mestkorrels (NPK 2-5-5), vloeibare minerale stikstofmeststof (5% N) en kalimeststof (5%  $\text{K}_2\text{O}$ ). Het berekende benodigde poorttarief voor deze procesroute was relatief gunstig in vergelijking tot andere in Gollenbeek et al. (2021) beschreven routes.

De aangevoerde vleesvarkensmest wordt in deze route eerst vergist, waarbij het gewonnen biogas wordt ingezet voor de opwekking van elektriciteit en warmte. Bij de massabalansen en exploitatieberekeningen is uitgegaan van een biogasopbrengst van  $0,3\text{ m}^3$  per kg aangevoerde organische stof en een methaangehalte van 60%. Dit komt overeen met een methaanopbrengst van  $0,18\text{ m}^3$  per kg OS. Het digestaat wordt vervolgens gescheiden met behulp van een combinatie van een zeebandpers en een flotatie unit. Uit de dunne fractie worden ammoniumsulfaat (mineraal-N 5%) en een kaliumconcentraat (mineraal-K 5%) geproduceerd, door middel van strippen, reversed osmosis en indampen. De dikke mestfractie wordt op droogbanden gedroogd en vervolgens gekorrelde.

#### *Groengas variant*

Ter vergelijking met de procesroute waarbij het gewonnen biogas wordt omgezet in elektriciteit en warmte met behulp van een warmte-kracht installatie, wordt in de groen gas variant het biogas opgewaardeerd tot aardgaskwaliteit.

Bij de groen gas variant wordt de benodigde elektriciteit en warmte voor het productieproces ingekocht en wordt het geproduceerde groengas op het openbare aardgasnet gebracht. Gekozen is voor de opwaardering van biogas naar groengas met behulp van membraantechnologie, aangezien deze technologie voor meerdere recente hernieuwbaar-gasprojecten is toegepast.

---

Voor het bepalen van de investeringskosten voor de groen gas variant, zijn de investeringskosten van de wkk installatie afgetrokken van de basisvariant en is de investering voor het proces voor de opwaardering van biogas opgeteld bij de totale investeringskosten voor het vergistingsproces. Voor het bepalen van de investeringskosten van de opwaardering van biogas naar groen gas is gerekend met een bedrag van 350 euro per kW outputvermogen groen gas. Dit is het referentiebedrag dat door het PBL is gehanteerd in het eindadvies basisbedragen SDE++ 2020, voor monovergisters in de categorie > 400 kW, hernieuwbaar gas (Nijmeijer en Borneman, 2021).

#### *Groengas en HBE certificaten*

Een producent van groengas kan de groenwaarde van het gas ontkoppelen van de fysieke levering en in de vorm van groencertificaten aanbieden aan leveranciers van transportbrandstoffen.

Een producent van groengas registreert de productie bij Vertogas. Vertogas kan hiervoor certificaten aanmaken en koppelen aan een partij die aardgas in de transportsector brengt. Bij de levering van aardgas als transportbrandstof kunnen de certificaten van Vertogas worden gebruikt om Hernieuwbare brandstofeenheden (HBE's) aan te maken. Een HBE staat voor 1 gigajoule (GJ) hernieuwbare energie die is geleverd aan de Nederlandse vervoersmarkt.

De prijs van een HBE wordt bepaald door vraag en aanbod. Daarnaast is het type grondstof waaruit de duurzame energie is geproduceerd van belang. Grondstoffen vermeld in bijlage IX (A en B) van de Richtlijn Hernieuwbare Energie komen in aanmerking voor dubbeltelling. Dit betekent dat de inboeking van biobrandstof uit de daarin genoemde grondstoffen, leidt tot de bijschrijving van een dubbele hoeveelheid HBE's. De dubbeltelling is van toepassing voor productie van biogas uit dierlijke mest.

Onderzocht is hoe het verwaarden van groengas via de SDE regeling zich verhoudt tot het verwaarden van groengas via HBE's. In beide gevallen wordt groengas op het openbare net gebracht. In het geval van verwaarding via de SDE regeling wordt subsidie ontvangen, een vergoeding voor de fysieke levering van het gas en een vergoeding voor de groenwaarde van de garanties van oorsprong (GVO's). In het geval van verwaarding via HBE's wordt een vergoeding voor de fysieke levering van het gas ontvangen en een vergoeding voor de HBE's. In deze studie is uitgegaan van een waarde van 13 euro per HBE<sup>1</sup>.

#### *Variant afzet dikke fractie*

Uit het onderzoek van Gollenbeek et al. (2020) is gebleken dat het rendabel produceren van mestkorrels uit dikke fractie varkensmest een relatief grote schaalgrootte vraagt. Om te kunnen bepalen vanaf welke schaalgrootte het produceren van mestkorrels uit dikke fractie varkensmest financieel interessanter is dan het onbehandeld afzetten van de dikke fractie in de landbouw, is een variant beschouwd waarbij enkel uit de dunne mestfractie mestproducten worden geproduceerd.

#### **Regulier vleesvarkensmest + verwerking verse mest (4)**

Dit scenario komt overeen met het voorgaande scenario (qua stalsysteem en mestverwerking) maar houdt rekening met snellere afvoer van de mest van het varkensbedrijf en aanvoer van versere mest naar de centrale productie locatie.

In dit scenario is uitgegaan van een gemiddeld ouderdom van de mest van 10 dagen bij invoer in de vergistingsinstallatie op de centrale productieplant. De verwachte biogasproductie van de versere mest bedraagt 0,36 m<sup>3</sup>/kg OS.

#### **Dagontmesting, geen verwerking (5)**

In dit scenario wordt drijfmest dagelijks uit de stal verwijderd en extern op het bedrijf opgeslagen. Het betreft een stalsysteem waarin dagelijkse afvoer mogelijk is en waarbij emissie reducerende maatregelen zijn genomen boven en onder de roosters. Bij dit stalsysteem met dagelijks verwijderen van mest uit de stal is aangenomen dat er een reductie van ammoniakemissie van 80% kan worden behaald, op basis van praktijkmetingen (zie bijlage 1). De mest wordt verder niet verwerkt en blijft buiten de stal opgeslagen totdat het kan worden afgevoerd voor aanwending. Hiervoor is een gemiddelde opslagduur van 90 dagen op het bedrijf aangehouden. Dit scenario is toegevoegd aan de

---

<sup>1</sup> Lensink, S. 2021. Voorlopige correctiebedragen 2021 en basisprijzen voor categorieën in de SDE++ 2021. Planbureau voor de Leefomgeving. Publicatie 4574. P.15 en 16.



---

emissieberekeningen om het effect op emissies tussen het wel of niet verder verwerken van dagelijks verwijderde mest uit te stal te bepalen.

### **Dagontmesting + verwerking (6)**

Dit scenario is gelijk aan het voorgaande scenario qua stalsysteem en mestopslag. In dit scenario is als uitgangspunt gehanteerd dat de drijfmest elke 14 dagen van het varkensbedrijf wordt opgehaald en naar de centrale productielocatie wordt gebracht. De ouderdom van de mest bij afvoer van het varkensbedrijf varieert van 0-14 dagen. De gemiddelde ouderdom van de mest is dan 7 dagen. Rekening houdend met een opslag van 3 dagen op de centrale productielocatie bedraagt de gemiddelde ouderdom van de mest bij invoer in het vergistingsproces 10 dagen. De verwachte biogasproductie van de versere mest bedraagt 0,36 m<sup>3</sup>/kg OS. Het reductiepercentage voor ammoniakemissie in de stal is gelijk aan het scenario 'dagontmesting, geen verwerking' (80%).

### **Scheiding urine en feces + verwerking (7)**

Vanuit het perspectief om emissies uit varkensstallen te verminderen kunnen huisvestingssystemen worden toegepast waarbij urine en feces apart worden opgevangen of worden gescheiden in de stal. Het scheiden van urine en feces dient zo veel mogelijk te voorkomen dat de ureum in de urine wordt omgezet naar ammoniak door de enzymen die in de feces aanwezig zijn. In deze studie is aangenomen dat beide fracties dagelijks uit de stal worden afgevoerd naar een externe opslag op het bedrijf. Voor de ammoniakemissie in de stal die hierbij plaatsvindt is aangenomen dat er een reductie van 85% kan worden behaald ten opzichte van een gangbaar systeem. Het snel afvoeren van urine en feces draagt er tevens toe bij dat emissie van methaan vanuit het huisvestingssysteem afneemt.

Onderzocht is wat het effect is van gescheiden aanvoer van urine en feces naar een centrale productielocatie op de investeringen en de exploitatiekosten ten opzichte van het scenario waarbij drijfmest wordt aangevoerd. Op de centrale productielocatie wordt alleen de aangevoerde feces vergist.

Voor het bepalen van de verwachte biogasproductie uit feces op basis van de ouderdom van de mest dient rekening te worden gehouden dat ten minste voldoende volume feces op het bedrijf wordt verzameld voor de afvoer van één volledige vracht.

Bovendien moet op de centrale productielocatie rekening worden gehouden met voorzieningen voor het lossen van de feces en het in tijdelijke opslag brengen van de feces om een continue voeding van de vergisting te kunnen realiseren. Dit vraagt meer handling en geeft minder flexibiliteit dan bij gebruik van drijfmest.

Ten opzichte van de variant waarbij de drijfmest zo vers mogelijk van het bedrijf wordt afgevoerd leidt het scheiden van urine en feces op het varkensbedrijf niet tot een kortere periode tussen excretie en invoer van de mest in de vergistingsinstallatie op een centrale productielocatie.

Voor de exploitatieberekening is uitgegaan van een gemiddeld te verwachten biogasproductie bij een gemiddelde ouderdom van de feces van 19 dagen bij invoer in de vergister. De te verwachten biogasproductie bedraagt bij deze ouderdom 0,34 m<sup>3</sup> biogas per kg OS.

### **Regulier mengsel vleesvarkensmest + zeugenmest + verwerking (8)**

In dit scenario wordt uitgegaan van aanvoer van een mengsel van zeugenmest en vleesvarkensmest naar de productielocatie voor meststoffen. Deze variant is ingegeven vanuit de mogelijke toekomstige beleidsoptie dat alle mest van een varkenshouderijbedrijf verwerkt moet worden. Hierbij is uitgegaan van dezelfde verhouding van zeugen- en vleesvarkensmest in de mengmest als de verhouding van de productievolumes in Nederland in 2019 volgens CBS cijfers. Ten opzichte van de situatie bij aanvoer van uitsluitend vleesvarkensmest wordt in dit scenario minder organische stof (zie ook tabel 3.1) aangevoerd naar de productielocatie voor meststoffen. Het stalsysteem (regulier) opslag (6 maanden) is gelijk aan scenario 'Regulier vleesvarkensmest + verwerking'.

De hoeveelheid aangevoerde organische stof is niet alleen van belang in relatie tot de te verwachten biogasproductie, maar heeft ook effect op de verhouding dunne en dikke mest na scheiding en de hoeveelheden eindproducten en de daaraan gerelateerde kosten en opbrengsten

---

Bij de massabalansen en de berekening van de benodigde poorttarieven is een organische stofgehalte van 79 kg/ton en een biogasproductie van 0,30 m<sup>3</sup>/kg OS gehanteerd. Zie tabel 3.1.

**Regulier mengsel vleesvarkensmest + zeugenmest + verwerking verse mest (9)**

In dit scenario is eveneens uitgegaan van aanvoer van een mengsel van zeugenmest en vleesvarkensmest naar de productielocatie voor meststoffen, maar is rekening gehouden met aanvoer van versere mest naar de productielocatie, waarbij de mest gemiddeld 7 dagen in de stal is opgeslagen alvorens het naar de centrale mestverwerking wordt getransporteerd (vergelijkbaar met scenario 'Regulier vleesvarkensmest + verwerking verse mest').

Bij de massabalansen en de berekening van de benodigde poorttarieven is een organische stofgehalte van 82 kg/ton en een biogasproductie van 0,36 m<sup>3</sup>/kg OS gehanteerd. Zie tabel 3.1 .

# 5 Resultaten massabalansen, economie en emissies

In dit hoofdstuk zijn de resultaten uit het emissiemodel, massabalansmodel en economische model beschreven per scenario. In paragraaf 5.10 zijn de uitkomsten van de verschillende scenario's vergeleken. De economische berekening leidt tot een poorttarief, let op de in dit rapport weergegeven poorttarieven zijn exclusief winst (dus minimale poorttarief).

## 5.1 Regulier (referentiescenario) zonder mestverwerking

### 5.1.1 Emissies

In tabel 5.1 zijn de ammoniak- en methaanemissies weergegeven voor het referentiescenario waarbij varkensdrijfmest 6 maanden wordt opgeslagen in de kelder onder de roostervloer. Een deel van de mest (19%) wordt opgeslagen in een externe opslag op het bedrijf. De totale ammoniak- en methaanemissie is respectievelijk 1117 ton en 2251 ton uitgaande van 250 kton vleesvarkensmest. De ammoniakemissie in dit scenario (voor stal + opslag op het bedrijf) is omgerekend 4,2 kg/dierplaats/jaar. Deze resultaten worden in paragraaf 5.10 vergeleken met de emissies van de verschillende mestverwerkingsscenario's. Dit scenario komt in uitgangspunten het meest overeen met D3.2.1 van de emissiefactorenlijst van Infomil<sup>2</sup> diercategorie vleesvarkens gehele dierplaats onderkelderd. Voor dit systeem wordt een emissiefactor gehanteerd van 4,5 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar. Dit is vergelijkbaar met de berekende waarde van 4,2 kg/dierplaats/jaar voor dit scenario.

**Tabel 5.1** Emissie van methaan en ammoniak (ton/jaar) voor het reguliere referentiescenario.

Emissie	Mest in stal	Externe opslag	Aanwenden	Totaal
NH <sub>3</sub>	880	4	234	1117
CH <sub>4</sub>	2134	117		2251

## 5.2 Regulier + luchtwasser zonder mestverwerking

### 5.2.1 Emissies

In tabel 5.2 zijn de ammoniak- en methaanemissies weergegeven voor het reguliere scenario met luchtwasser. De opslagduur van de mest in stal en externe opslag zijn gelijk aan het reguliere scenario. De totale ammoniak- en methaanemissie is respectievelijk 298 ton en 2251 ton uitgaande van 250 kton mest. De ammoniakemissie in dit scenario (voor stal + opslag op locatie) is omgerekend 0,2 kg/dierplaats/jaar. Deze resultaten worden in paragraaf 5.10 vergeleken met de emissies van de verschillende mestverwerkingsscenario's.

**Tabel 5.2** Emissie van methaan en ammoniak (ton/jaar) voor regulier scenario met luchtwasser.

Emissie	Mest in stal	Externe opslag	Aanwenden	Totaal
NH <sub>3</sub>	44	4	251	298
CH <sub>4</sub>	2134	117		2251

<sup>2</sup> <https://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/emissiearme-stalsystemen/emissiefactoren-per/map-staltypen/3-diercategorie-0/>

## 5.3 Regulier + verwerking

### 5.3.1 Emissies

In tabel 5.3 zijn de ammoniak- en methaanemissies weergegeven voor het scenario waarbij varkensdrijfmest een maand wordt opgeslagen in de stal en vervolgens naar een centrale mestverwerking wordt getransporteerd. De totale ammoniak- en methaanemissie is respectievelijk 880 ton en 1224 ton uitgaande van 250 kton vleesvarkensmest. De ammoniakemissie in dit scenario (voor stal plus opslag op locatie) is omgerekend 4,2 kg/dierplaats/jaar.

**Tabel 5.3** Emissie van methaan en ammoniak (ton/jaar) voor verwerking oude mest.

Emissie	Mest in stal	Externe opslag	Opslag centrale verwerking	Productie mestproducten	Vergisten	Aanwenden	Totaal
NH <sub>3</sub>	880		21	15		26	942
CH <sub>4</sub>	1033		79		111		1224

### 5.3.2 Massabalansen

Het productieproces bestaat uit de vergisting van de aangevoerde vleesvarkensmest, waarna het digestaat wordt gescheiden met behulp van een zeefbandpers en een flotatieproces. De ammoniumstikstof wordt uit de dunne fractie gedreven via een stripkolom en vervolgens opgevangen in een zwavelzuuroplossing in een luchtwasser. Hierbij ontstaat de ammoniumsulfaat meststof. De dunne fractie wordt vervolgens via omgekeerde osmose en indamping geconcentreerd. Hierbij ontstaat het kaliumconcentraat en water / waterdamp.

De organische mestkorrels ontstaan na droging en korrelen van de dikke mestfractie. Door toevoeging van vinasse kali aan de gedroogde dikke fractie wordt een mestkorrel geproduceerd met een gelijk gehalte P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O. Tijdens het drogen van de mest verluchten ammoniak en geurcomponenten. De drooglucht wordt daarom in twee stappen gereinigd. Met behulp van een zure wassing wordt de ammoniak afgevangen onder vorming van ammoniumsulfaat. De resterende geurcomponenten worden afgevangen met behulp van een nageschakeld biofilter.

Uit de massabalansberekeningen volgen de hoeveelheden en samenstelling van de eindproducten en benodigde hoeveelheden hulpstoffen. In bijlage 3 is een flowschema van de processtappen opgenomen met de massastromen van de verschillende producten.

Bij een aanvoer van 250 kton vleesvarkensmest worden de volgende hoeveelheden eindproducten geproduceerd:

Mineraal N (5%)	20,6 kton (16 kton stripproces + 4,6 kton droogproces)
Mineraal K (5%)	18,5 kton
Organische mestkorrels	20,6 kton

Tevens wordt 6,4 miljoen m<sup>3</sup> biogas geproduceerd.

Wanneer uit de dikke mestfractie geen korrels worden geproduceerd, dient 55,6 kton dikke fractie in de landbouw te worden afgezet.

### 5.3.3 Investeringskosten en poorttarief

Tabel 5.4 toont de berekende investeringskosten en de benodigde minimale poorttarieven voor de basisvariant bij een aanvoercapaciteit van 250 en 750 kton vleesvarkensmest per jaar. De greenfield

realisatie van een plant met een aanvoercapaciteit van 250 kton per jaar vraagt een investering van 25,4 miljoen euro en resulteert in een minimaal benodigd poorttarief van 22 €/ton. Indien de plant gerealiseerd wordt op reeds ontsloten terrein, waarbij reeds is voorzien in terreinvoorzieningen en faciliteiten vraagt dit een minder grote investering, waardoor het poorttarief afneemt tot 18 €/ton. Een verdrievoudiging van de capaciteit leidt tot grofweg een verdubbeling van de investeringsbehoefte. Het berekende minimale poorttarief bedraagt bij de aanvoercapaciteit van 750 kton per jaar 13 €/ton bij greenfield realisatie en 10 €/ton bij realisatie op ontsloten terrein.

In bijlage 4 is een overzicht opgenomen van de investeringskosten per procesonderdeel en zijn de verschillende kosten en opbrengsten weergegeven voor de berekening van het benodigde poorttarief.

**Tabel 5.4** *Basis variant. Investeringskosten en minimale poorttarieven voor productie van organische mestkorrels NPK 2-5-5 uit dikke fractie en Mineraal N en Mineraal K uit dunne fractie, bij aanvoer van vleesvarkensmest met een gemiddelde ouderdom van 33 dagen.*

Basisvariant	250 kton		750 kton		
	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit	
Investering	M€	25,4	21,1	53,7	44,4
Poorttarief <sup>#</sup>	€/ton	22	18	13	10

<sup>#</sup> Let op de in dit rapport weergegeven poorttarieven zijn exclusief winst (minimale benodigde poorttarief)

In de basisvariant (B) is er vanuit gegaan dat het geproduceerde biogas wordt omgezet in warmte en elektriciteit met behulp van een wkk installatie. In de 'groengas' (G) variant wordt het geproduceerde biogas opgewaardeerd naar aardgaskwaliteit en op het openbare gasnet gebracht. Voor de hoeveelheid groengas die op het gasnet wordt gebracht ontvangt de producent subsidie uit de SDE regeling, een vergoeding voor de groenwaarde door verkoop van garanties van oorsprong (GVO's) en een vergoeding voor verkoop van het gas. De investeringen en minimaal benodigde poorttarieven van de groengas variant wijken niet significant af van de basis variant waarbij een warmte-kracht installatie wordt ingezet (zie tabel 5.5).

**Tabel 5.5** *Groengas variant. Investeringskosten en minimale poorttarieven voor productie van organische mestkorrels NPK 2-5-5 uit dikke fractie en Mineraal N en Mineraal K uit dunne fractie, bij aanvoer van vleesvarkensmest met een gemiddelde ouderdom van 33 dagen.*

Groengas	250 kton		750 kton		
	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit	
Investering	M€	25,0	20,6	52,8	43,6
Poorttarief	€/ton	21	17	13	10

Tabel 5.6 toont de investeringen en minimaal benodigde poorttarieven voor de situatie waarbij de groenwaarde van de groengasproductie wordt verkocht in de vorm van hernieuwbare brandstofeenheden aan leveranciers van transportbrandstoffen. De producent van het groengas ontvangt hierbij een vergoeding voor de fysieke levering van het gas en voor de waarde van de HBE's. Omdat de transportbrandstof is geproduceerd uit mest vindt bij inboeking van de groencertificaten verdubbeling plaats van het aantal geproduceerde HBE's. De dubbeltelling en het prijsniveau van 13 euro per HBE leidt tot substantieel hogere opbrengsten ten opzichte van het gebruik van de SDE++ regeling. Hierdoor daalt het minimaal benodigde poorttarief bij toepassing van de groengas HBE variant met 7 euro/ton ingaande mest ten opzichte van de groengas SDE variant. Omdat het bij beide varianten om dezelfde installatie gaat zijn de benodigde investeringen gelijk.

**Tabel 5.6** Groengas HBE variant. Investerings en minimale poorttarieven voor productie van organische mestkorrels NPK 2-5-5 uit dikke fractie en Mineraal N en Mineraal K uit dunne fractie, bij aanvoer van vleesvarkensmest met een gemiddelde ouderdom van 33 dagen.

		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Investering	M€	25,0	20,6	52,8	43,6
Poorttarief	€/ton	14	10	5	3

In de basis variant worden mestkorrels geproduceerd van de dikke mestfractie die ontstaat na mechanische scheiding van het digestaat. In de variant 'Afvoer dikke fractie' (A) wordt de vaste mestfractie niet gebruikt voor de productie van mestkorrels, maar als zodanig afgezet op de mestmarkt. Omdat niet geïnvesteerd hoeft te worden in het productieproces voor organische mestkorrels ligt het investeringsbedrag beduidend lager dan bij de basis variant (zie tabel 5.7). De benodigde poorttarieven liggen bij de aanvoercapaciteit van 250 kton en afzet van onbehandelde dikke fractie 1-3 €/ton lager (zie tabel 5.7) dan wanneer korrels worden geproduceerd. Bij de capaciteit van 750 kton is het juist gunstiger om korrels te produceren. Voor de afzet van dikke fractie is gerekend met afzetkosten van 20 €/ton af fabriek.

**Tabel 5.7** Variant Afzet dikke fractie. Investerings en minimale poorttarieven voor productie van dikke fractie, Mineraal N en Mineraal K uit dunne fractie, bij aanvoer van vleesvarkensmest met een gemiddelde ouderdom van 33 dagen.

		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Investering	M€	15,6	13,0	33,9	28,1
Poorttarief	€/ton	19	17	14	12

## 5.4 Regulier + verwerking verse mest

### 5.4.1 Emissies

In tabel 5.8 zijn de ammoniak- en methaanemissies weergegeven voor het scenario waarbij varkensdrijfmest kort wordt opgeslagen in de stal (7 dagen) en vervolgens naar een centrale mestverwerking wordt getransporteerd. De totale ammoniak- en methaanemissie is respectievelijk 941 ton en 542 ton uitgaande van 250 kton vleesvarkensmest. De ammoniakemissie in dit scenario is omgerekend 4,2 kg/dierplaats/jaar.

**Tabel 5.8** Emissie van methaan en ammoniak (ton/jaar) voor verwerking van kort opgeslagen mest.

Emissie	Mest in stal	Externe opslag	Opslag centrale verwerking	Productie mestproducten	Vergisten	Aanwenden	Totaal
NH <sub>3</sub>	880	0	20	15		26	941
CH <sub>4</sub>	234	0	169		139		542

---

## 5.4.2 Massabalansen

In het scenario Regulier + verwerking vers bedraagt de gemiddelde ouderdom van de mest bij intrede in het productieproces 10 dagen. De verse mest heeft een organische stofgehalte van 89,3 kg/ton en levert een biogasproductie van 0,36 m<sup>3</sup>/kg OS.

Door de toegenomen omzetting van organische stof naar biogas bevat het digestaat minder organische stof en komt bij de scheiding van het digestaat minder dikke fractie vrij, ondanks het hogere organische stofgehalte van de verse mest. Dientengevolge neemt de hoeveelheid organische mestkorrels die in deze variant geproduceerd kan worden af ten opzichte van scenario waarbij geen verse mest wordt aangevoerd. Als gevolg van de toegenomen omzetting van organische stof komt in deze variant meer organische gebonden stikstof vrij in de vorm van ammoniak ten opzichte van de basis variant. Om die reden kan meer ammoniak worden herwonnen uit de dunne fractie. Met de toegenomen hoeveelheid geproduceerd biogas kan meer warmte en elektriciteit worden opgewekt.

In bijlage 3 is een flowschema van de processtappen opgenomen met de massastromen van de verschillende producten.

Bij een aanvoer van 250 kton verse vleesvarkensmest worden de volgende hoeveelheden eindproducten geproduceerd:

Mineraal N (5%)	21,1 kton (16,6 kton stripproces + 4,5 kton droogproces)
Mineraal K (5%)	18,6 kton
Organische mestkorrels	19,7 kton

Tevens wordt 8,0 miljoen m<sup>3</sup> biogas geproduceerd.

Wanneer uit de dikke mestfractie geen korrels worden geproduceerd, dient 53,1 kton dikke fractie in de landbouw te worden afgezet.

## 5.4.3 Investeringsen en poorttarief

De benodigde investeringsbedragen voor realisatie van de plant bij aanvoer van (uitsluitend) verse vleesvarkensmest blijft vrijwel gelijk aan de berekende investeringsbedragen voor het scenario waarin geen verse mest wordt aangevoerd. Op het niveau van procesonderdelen zijn er echter wel verschillen. Zie bijlage 4. Bij aanvoer van 'verse mest' is een wkk installatie met een grotere capaciteit nodig, omdat meer biogas wordt geproduceerd. Dit vraagt een grotere investering. Anderzijds wordt minder dikke fractie geproduceerd en neemt de berekende investering voor het drogen en korrelen af.

De benodigde minimale poorttarieven liggen bij de variant 'verse mest' beduidend lager ten opzichte van de situatie waarbij 'oudere' mest wordt aangevoerd. Met name als gevolg van vermeden energiekosten, levering van stroom en opbrengsten uit subsidie voor de productie van duurzame energie daalt het poorttarief met circa 3 €/ton (poorttarieven van 19 en 15 €/ton) vleesvarkensmest bij aanvoer van verse mest uitgaande van 250 kton drijfmest.

In tabel 5.9 staan de benodigde investeringsbedragen en benodigde poorttarieven weergegeven bij 250 kton en 750 kton aanvoercapaciteit en bij greenfield realisatie en realisatie als aanvullende activiteit op reeds ontsloten terrein.

**Tabel 5.9** Basisvariant. Investerings en minimale poorttarieven voor productie van organische mestkorrels NPK 2-5-5 uit dikke fractie en Mineraal N en Mineraal K uit dunne fractie, bij aanvoer van vleesvarkensmest met een gemiddelde ouderdom van 10 dagen.

Basisvariant		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Investering	M€	25,9	21,3	54,3	44,9
Poorttarief	€/ton	19	15	11	8

In de 'groengas' variant wordt het geproduceerde biogas opgewaardeerd naar aardgaskwaliteit en op het openbare gasnet gebracht. De investeringen en minimaal benodigde poorttarieven van de groengas variant wijken niet significant af van de basisvariant waarbij een warmte-kracht installatie wordt ingezet (zie tabel 5.10).

**Tabel 5.10** Groengasvariant. Investerings en minimale poorttarieven voor productie van organische mestkorrels NPK 2-5-5 uit dikke fractie en Mineraal N en Mineraal K uit dunne fractie, bij aanvoer van vleesvarkensmest met een gemiddelde ouderdom van 10 dagen.

Groengas variant		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Investering	M€	25,3	20,8	53,3	44,1
Poorttarief	€/ton	19	15	10	8

Tabel 5.11 toont de investeringen en minimaal benodigde poorttarieven voor de situatie waarbij de groenwaarde van de groengasproductie wordt verkocht in de vorm van hernieuwbare brandstofeenheden aan leveranciers van transportbrandstoffen. De dubbeltelling van het aantal HBE's bij productie van hernieuwbare brandstoffen uit mest en de prijsniveau van 13 euro per HBE leidt tot een substantieel hogere opbrengst ten opzichte van het gebruik van de SDE regeling. Het benodigde poorttarief neemt hierdoor af met circa 9 €/ton (van 19 naar 10 €/ton) aangevoerde verse mest ten opzichte van de basisvariant waar met SDE subsidie is gerekend.

**Tabel 5.11** Groengasvariant HBE. Investerings en minimale poorttarieven voor productie van organische mestkorrels NPK 2-5-5 uit dikke fractie en Mineraal N en Mineraal K uit dunne fractie, bij aanvoer van vleesvarkensmest met een gemiddelde ouderdom van 10 dagen.

Groengas variant		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Investering	M€	25,3	20,8	53,3	44,1
Poorttarief	€/ton	10	6	1	-2

In de doorrekening van de variant waarbij de dikke fractie onbehandeld wordt afgezet in plaats van dat de meststroom als grondstof voor de productie van organische mestkorrels wordt ingezet, blijkt dat bij aanvoer van 250 kton verse vleesvarkens het gunstiger is om de dikke fractie als zodanig af te zetten en bij aanvoer van 750 kton het juist gunstiger is om mestkorrels uit de dikke fractie te produceren. Het benodigde poorttarief bij de aanvoercapaciteit van 750 kton ligt circa 2 €/ton lager wanneer korrels uit de dikke fractie worden geproduceerd dan wanneer de dikke fractie als zodanig wordt afgezet in de landbouw.



**Tabel 5.12** Variant afzet dikke fractie. Investerings en minimale poorttarieven voor productie van organische mestkorrels NPK 2-5-5 uit dikke fractie en Mineraal N en Mineraal K uit dunne fractie, bij aanvoer van vleesvarkensmest met een gemiddelde ouderdom van 10 dagen.

		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Afzet dikke fractie					
Investering	M€	16,3	13,4	35,1	29,1
Poorttarief	€/ton	17	16	12	10

## 5.5 Dagontmesting zonder verwerking

### 5.5.1 Emissies

In tabel 5.13 zijn de ammoniak- en methaanemissies weergegeven voor het scenario waarbij varkensdrijfmest dagelijks wordt verwijderd uit de stal en vervolgens in een externe opslag op het bedrijf wordt opgeslagen voordat het wordt aangewend. De externe opslagtermijn is 6 maanden. De totale ammoniak- en methaanemissie is respectievelijk 880 ton en 1224 ton uitgaande van 250 kton vleesvarkensmest. De ammoniakemissie in dit scenario (voor stal plus opslag op locatie) is omgerekend 1,0 kg/dierplaats/jaar, bij het aanwenden komt echter een deel van de in de stal vermeden emissies weer vrij.

**Tabel 5.13** Emissie van methaan en ammoniak (ton/jaar) voor dagontmesting zonder verwerking.

Emissie	Mest in stal	Externe opslag	Aanwenden	Totaal
NH <sub>3</sub>	176	34	431	641
CH <sub>4</sub>	44	2160		2203

## 5.6 Dagontmesting met verwerking

### 5.6.1 Emissies

In tabel 5.14 zijn de ammoniak- en methaanemissies weergegeven voor het scenario waarbij drijfmest dagelijks uit de stal wordt verwijderd en wordt opgeslagen op het bedrijf voor 14 dagen (gemiddelde ouderdom 7 dagen) alvorens het naar een centrale verwerkingsplaats wordt getransporteerd. De jaarlijkse totale ammoniak- en methaanemissie is respectievelijk ruim 284 ton en 577 ton uitgaande van 250 kton vleesvarkensmest. De ammoniakemissie in dit scenario (voor stal plus opslag op locatie) is omgerekend 1,0 kg/dierplaats/jaar.

**Tabel 5.14** Emissie van methaan en ammoniak (ton/jaar) voor verwijderen dagverse mest uit de stal.

Emissie	Mest in stal	Externe opslag	Opslag centrale verwerking	Productie mestproducten	Vergisten	Aanwenden	Totaal
NH <sub>3</sub>	176	34	33	15		26	284
CH <sub>4</sub>	44	289	106		138		577

## 5.6.2 Massabalansen

In het scenario dagontmesting + verwerking vers bedraagt de gemiddelde ouderdom van de mest bij intrede in het productieproces 10 dagen. De verse mest heeft een organische stofgehalte van 89,3 kg/ton en levert een biogasproductie van 0,36 m<sup>3</sup>/kg OS.

De massabalans van dit scenario komt overeen met de massabalans van het scenario 'Regulier + verwerking vers'. Echter het stikstofgehalte is hoger in verband met de ammoniak emissie reducerende maatregelen.

Bij een aanvoer van 250 kton verse vleesvarkensmest worden de volgende hoeveelheden eindproducten geproduceerd:

Mineraal N (5%)	30,9 kton (24,3 kton stripproces + 6,6 kton droogproces)
Mineraal K (5%)	18,7 kton
Organische mestkorrels	19,8 kton

Tevens wordt 8,0 miljoen m<sup>3</sup> biogas geproduceerd.

Wanneer uit de dikke mestfractie geen korrels worden geproduceerd, dient 53,1 kton dikke fractie in de landbouw te worden afgezet.

## 5.6.3 Investerings en poorttarief

Omdat de samenstelling en ouderdom van de aangevoerde mest in dit scenario gelijk is aan die van het scenario 'Regulier + verwerking vers' (behalve de gehalten aan N totaal en N mineraal) kunnen dezelfde investeringen en benodigde poorttarieven worden aangehouden die voor dit scenario zijn berekend. Zie tabellen 5.9 t/m 5.12.

# 5.7 Gescheiden urine en feces + verwerking

## 5.7.1 Emissies

In tabel 5.15 zijn de ammoniak- en methaanemissies weergegeven voor het scenario waarbij urine en feces in de stal wordt gescheiden. Hierbij is aangenomen dat er 10% feces bij de urine komt en 10% urine bij de feces. De fracties worden dagelijks uit de stal verwijderd en naar een externe opslag op het bedrijf geleid alvorens naar een centrale verwerking te worden getransporteerd. De totale ammoniak- en methaanemissie is respectievelijk 273 ton en 869 ton per jaar uitgaande van 250 kton vleesvarkensmest. De ammoniakemissie in dit scenario is de ammoniakemissie omgerekend 0,9 kg/dierplaats/jaar.

**Tabel 5.15** Emissie van methaan en ammoniak (ton/jaar) voor scheiden van feces en urine in de stal.

Emissie	Mest in stal	Externe opslag	Opslag centrale verwerking	Productie mestproducten	Vergisten	Aanwenden	Totaal
NH <sub>3</sub>	150	39	39	17		27	273
CH <sub>4</sub>	44	613	98		114		869

## 5.7.2 Massabalansen

In dit scenario hanteert het vleesvarkensbedrijf een huisvestingssysteem waarbij de geproduceerde urine en feces apart worden opgevangen en opgeslagen. De afzonderlijke stromen worden vervolgens naar de productieplant getransporteerd. Hierbij is uitgegaan van een massaverhouding van 40% feces en 60% urine.

De gescheiden aanvoer van urine en feces naar de centrale productieplant vraagt om een aanpassing van het productieproces. De urine die vrijkomt uit het stalsysteem is niet zuiver en dient te worden ontdaan van suspended solids alvorens het kan worden ingedikt met omgekeerde osmose en indamping. Vanwege de relatief lage vracht suspended solids is gekozen voor een combinatie van een grove voorfiltratie met behulp van een zeefinstallatie gevolgd door microfiltratie. Hierbij zijn geen hulpstoffen nodig.

De aangevoerde feces wordt eerst vergist. Uitgegaan is van zo vers mogelijke aanvoer van de feces. Het digestaat wordt gescheiden met een decanter, waarbij de dunne fractie wordt gebruikt om de aangevoerde feces te verdunnen. Het overschot dunne fractie wordt toegevoegd aan de urine fractie en opgewerkt tot mineraal-N en mineraal-K product. De vaste mestfractie van het gescheiden digestaat van de feces wordt vervolgens gedroogd en gekorrelt op dezelfde wijze als dat in de basisvariant gebeurt.

In bijlage 3 is het flowschema met de stofstromen opgenomen.

Bij een aanvoer van 150 kton urine en 100 kton feces worden de volgende hoeveelheden eindproducten geproduceerd:

Mineraal N	30,03 kton (26,92 kton stripproces + 3,1, kton droogproces)
Mineraal K	20,6 kton
Organische mestkorrels	15,9 kton

Tevens wordt 6,4 miljoen m<sup>3</sup> biogas geproduceerd.

### 5.7.3 Investerings en poorttarief

Bij een schaalgrootte van 150 kton urine en 100 kton feces neemt de investeringsbehoefte af met 2-3 miljoen euro ten opzichte van de situatie waarbij 250 kton verse vleesvarkensdrijfmest wordt aangevoerd (zie paragrafen 5.6.3 en 5.4.3). Dit verschil komt met name voort door het kleinere volume urine (+dunne fractie digestaat feces) ten opzichte van het aanvoervolumevolume van drijfmest en -in mindere mate- door de gewijzigde processtappen. Bij een schaalgrootte van 750 kton per jaar loopt dit verschil op naar 5-6 miljoen euro in het voordeel van gescheiden aanvoer van urine en feces.

De benodigde poorttarieven liggen ondanks de lagere investeringen ongeveer op gelijk niveau als bij de aanvoer van verse vleesvarkensmest. Dat komt hoofdzakelijk doordat de biogasopbrengst uit de vergisting van enkel feces lager is dan wanneer het totale volume aangevoerde verse vleesvarkensmest wordt vergist en de feces bij invoer in de vergister vanwege de opslagtermijn op het varkensbedrijf, iets ouder is.

In bijlage 4 is een overzicht opgenomen van de investeringskosten per procesonderdeel en zijn de verschillende kosten en opbrengsten weergegeven voor de berekening van het benodigde poorttarief. Tabel 5.16 toont de berekende totale investeringsbehoefte en benodigde poorttarieven.

**Tabel 5.16** Basisvariant. Investerings en minimale poorttarieven voor productie van organische mestkorrels NPK 2-5-5 uit feces en Mineraal N en Mineraal K uit urine fractie bij aanvoer van urine en feces met een gemiddelde ouderdom van 19 dagen.

Basisvariant		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Investering	M€	23,0	19,1	48,2	39,8
Poorttarief	€/ton	19	15	11	9

## 5.8 Reguliere vleesvarken- en zeugenmest (gemengde mest) en verwerking

### 5.8.1 Emissies

In tabel 5.17 zijn de ammoniak- en methaanemissies weergegeven voor het scenario waarbij vleesvarkens- en zeugenmest op een centrale verwerkingsplaats wordt gemengd en vergist. Hierbij is aangenomen dat de drijfmest van zowel vleesvarkens en zeugen eerst gedurende een maand wordt opgeslagen op het bedrijf alvorens het naar de centrale verwerking wordt getransporteerd. De totale ammoniak- en methaanemissie is respectievelijk ruim 790 ton en 1049 ton per jaar uitgaande van 250 kton vleesvarken- en zeugendrijfmest. De ammoniakemissie in dit scenario (voor stal plus opslag op locatie) is omgerekend 3,5 kg/dierplaats/jaar.

**Tabel 5.17** Emissie van methaan en ammoniak (ton/jaar) voor gemengde vlees- en zeugenmest.

Emissie	Mest in stal	Externe opslag	Opslag centrale verwerking	Productie mestproducten	Vergisten	Aanwenden	Totaal
<b>NH<sub>3</sub></b>	728	0	25	14		23	790
<b>CH<sub>4</sub></b>	943	0	4		102		1049

### 5.8.2 Massabalansen

In dit scenario wordt in plaats van enkel vleesvarkensmest een mengsel van vleesvarkensmest en zeugenmest aangevoerd naar de centrale productieplant, waarbij de beide stromen in de verhouding worden aangevoerd van de productie in Nederland volgens CBS cijfers. Omdat het mengsel van vleesvarkens- en zeugenmest een lager organische stofgehalte heeft dan vleesvarkensmest, wordt in dit scenario minder organische stof aangevoerd. De hoeveelheid aangevoerde organische stof is van invloed op de biogasproductie, de benodigde capaciteit van het drogen en korrelen van de organische stof en de hoeveelheid mestkorrels die geproduceerd kunnen worden.

In bijlage 3 is een flowschema van de processtappen opgenomen met de massastromen van de verschillende producten. Uitgegaan is van een gemiddelde ouderdom van de aangevoerde mest van 33 dagen, waarbij de biogasproductie is berekend op 0,30 m<sup>3</sup>/kg OS.

Bij een aanvoer van 250 kton mengsel van vleesvarkens- en zeugenmest worden de volgende hoeveelheden eindproducten geproduceerd:

Mineraal N (5%)	23,6 kton (18,7 kton stripproces + 4,9 kton droogproces)
Mineraal K (5%)	19,2 kton
Organische mestkorrels	19,2 kton

Tevens wordt 5,9 miljoen m<sup>3</sup> biogas geproduceerd.

### 5.8.3 Investeringsen en poorttarief

De lagere aanvoer van organische stof ten opzichte van de situatie waarbij enkel vleesvarkensmest wordt aangevoerd, leidt tot een lagere biogasproductie en een lagere hoeveelheid dikke fractie na scheiding. Hierdoor kan worden volstaan met een lagere capaciteit voor de wkk installatie, de drooginstallatie en korrelpers. Ten opzichte van het scenario waarbij enkel vleesvarkensmest wordt aangevoerd neemt de totale investeringsbehoefte af met circa 0,5-1,5 miljoen euro afhankelijk van de schaalgrootte en wijze van realisatie (tabel 5.18).

Het benodigde poorttarief bij aanvoer van 250 kton mengsel bedraagt bij greenfield realisatie 22 €/ton en komt overeen met de situatie waarbij alleen vleesvarkensmest wordt aangevoerd. De iets lagere investeringskosten leiden tot lagere lasten die gerelateerd zijn aan de investeringsomvang, maar daartegenover staan ook lagere opbrengsten uit energieproductie en verkoop van mestkorrels.

**Tabel 5.18** Basisvariant. Investerings- en minimale poorttarieven voor productie van organische mestkorrels NPK 2-5-5 uit dikke fractie en Mineraal N en Mineraal K uit dunne fractie van een mengsel van vleesvarkensmest en zeugenmest.

Basisvariant		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Investing	M€	24,9	20,5	52,2	43,2
Poorttarief	€/ton	22	18	13	11

## 5.9 Verse vleesvarken- en zeugenmest (gemengde mest) en verwerking

### 5.9.1 Emissies

In tabel 5.19 zijn de ammoniak- en methaanemissies weergegeven voor het scenario waarbij vleesvarkens- en zeugenmest kort op het bedrijf wordt opgeslagen en op een centrale verwerkingsplaats wordt gemengd en vergist. Hierbij is aangenomen dat de drijfmest van zowel vleesvarkens en zeugen eerst gedurende 14 dagen wordt opgeslagen op het bedrijf alvorens het naar de centrale verwerking wordt getransporteerd. De totale ammoniak- en methaanemissie is respectievelijk 788 ton en 488 ton per jaar uitgaande van 250 kton vleesvarken- en zeugendrijfmest. De ammoniakemissie in dit scenario (voor stal plus opslag op locatie) is omgerekend 3,5 kg/dierplaats/jaar.

**Tabel 5.19** Emissie van methaan en ammoniak (ton/jaar) voor gemengde vlees- en zeugenmest.

Emissie	Mest in stal	Externe opslag	Opslag centrale verwerking	Productie mestproducten	Vergisten	Aanwenden	Totaal
NH <sub>3</sub>	728	0	24	14		23	788
CH <sub>4</sub>	264	0	97		127		488

### 5.9.2 Massabalans

In bijlage 3 is een flowschema van de processtappen opgenomen met de massastromen van de verschillende producten. Uitgegaan is van een gemiddelde ouderdom van de aangevoerde mest van 10 dagen, waarbij de biogasproductie is berekend op 0,36 m<sup>3</sup>/kg OS.

Bij een aanvoer van 250 kton mengsel van vleesvarkens- en zeugenmest worden de volgende hoeveelheden eindproducten geproduceerd:

Mineraal N	24,4 kton (19,5 kton stripproces + 4,9 kton droogproces)
Mineraal K	19,3 kton
Organische mestkorrels	18,4 kton

Tevens wordt 7,3 miljoen m<sup>3</sup> biogas geproduceerd.

### 5.9.3 Investerings- en poorttarief

De greenfield investering voor de realisatie van een plant van 250 kton per jaar ligt bij aanvoer van een mengsel van verse vleesvarkens- en zeugenmest 0,5-1,0 miljoen euro lager dan in geval dat uitsluitend vleesvarkensmest zou worden aangevoerd. Het benodigde poorttarief ligt bij de aanvoer

van verse vleesvarkensmest toch een fractie lager (<0,50 €/ton) dan bij de aanvoer van verse mengsel van vleesvarkensmest en zeugenmest. Dit verschil is toe te schrijven aan de verschillen in energieproductie.

In bijlage 4 is een overzicht opgenomen van de investeringskosten per procesonderdeel en zijn de verschillende kosten en opbrengsten weergegeven voor de berekening van het benodigde poorttarief. Tabel 5.20 toont de berekende totale investeringsbehoefte en benodigde poorttarieven.

**Tabel 5.20** *Investeringskosten en minimale poorttarieven voor productie van organische mestkorrels NPK 2-5-5 uit dikke fractie en Mineraal N en Mineraal K uit dunne fractie van een mengsel van vleesvarkensmest en zeugenmest.*

Basisvariant		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Investering	M€	25,1	20,7	52,8	43,6
Poorttarief	€/ton	20	16	11	8

## 5.10 Overzicht resultaten scenario's

### 5.10.1 Emissies

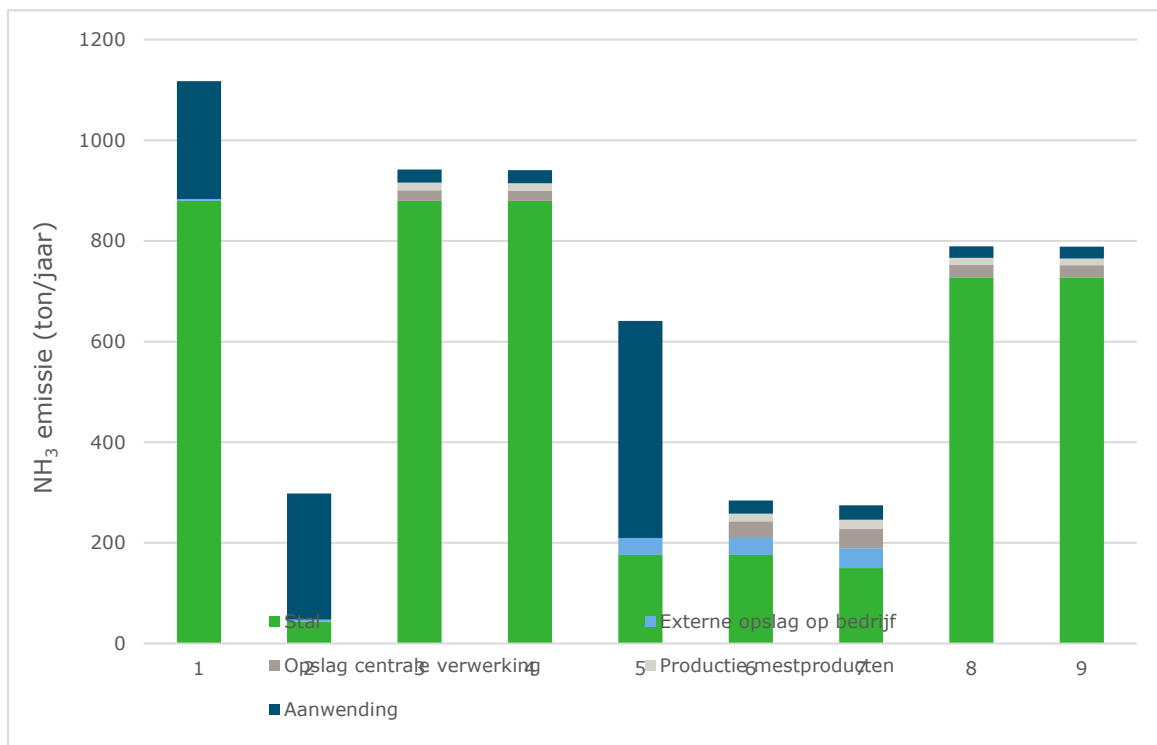
In tabel 5.21 zijn de ammoniakemissies per verwerkingsstap voor alle scenario's weergegeven.

**Tabel 5.21** *Ammoniakemissie voor verschillende scenario's van verwerking varkensmest (ton/jaar).*

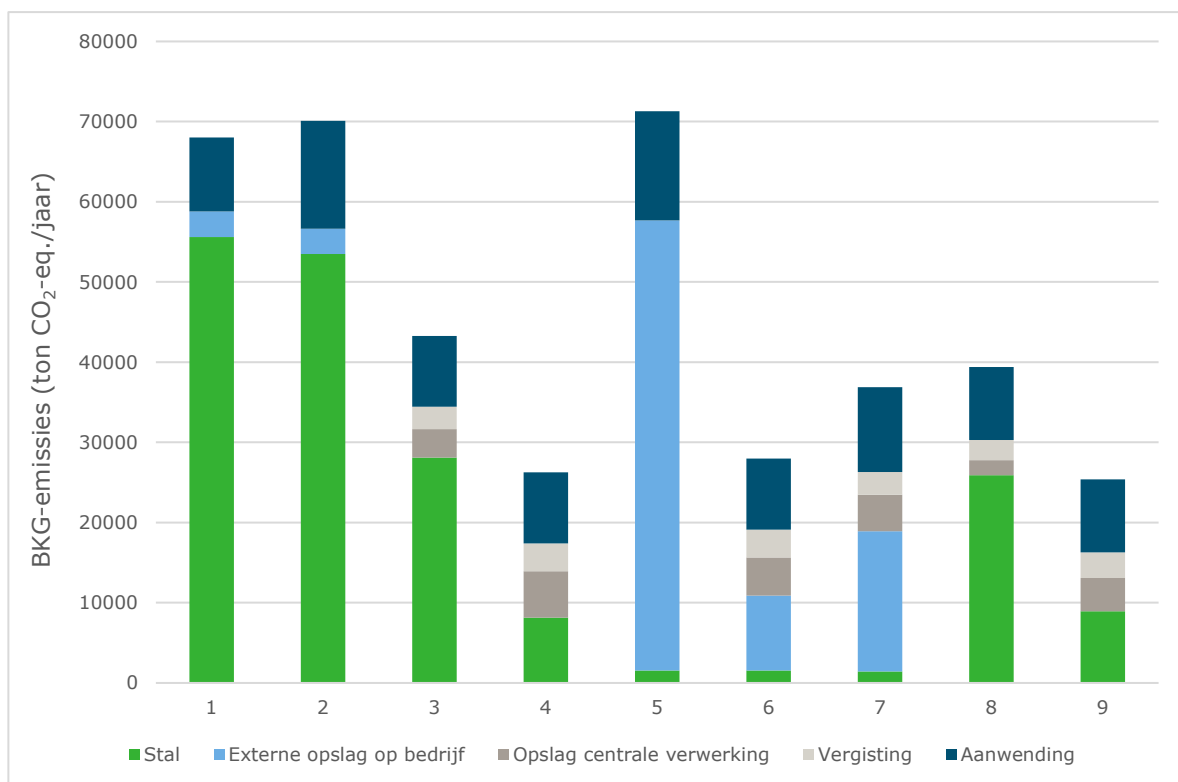
Nr.	Scenario	Mest in stal	Externe opslag bedrijf	Opslag centrale verwerking	Productie mest-producten	Aanwending	Totaal
1	Regulier	880	4			234	1117
2	Regulier + luchtwasser	44	4			251	298
3	Regulier + verwerking	880	0	21	15	26	942
4	Regulier + kort opslaan + verwerking	880	0	20	15	26	941
5	Dagontmesting zonder verwerking	176	34			431	641
6	Dagontmesting met verwerking	176	34	33	15	26	284
7	Gescheiden Urine feces met verwerking	153	39	39	17	29	277
8	Gemengde mest	728	0	25	14	23	790
9	Gemengde mest vers	728	0	24	14	23	788

Voor ammoniak liggen de gasvormige verliezen van het scheiden van urine en feces en verdere verwerking van de fracties (scenario 7) het laagst met een totaalverlies van 277 ton NH<sub>3</sub>/jaar. De ammoniak emissie van het dagelijks verwijderen van drijfmest uit de stal en verdere verwerking (scenario 6) is nagenoeg gelijk aan scenario 7 (284 ton/jaar). Ten opzichte van het vergisten van oude drijfmest (scenario 3) is er een afname van 70% ammoniak emissie. Vergeleken met het reguliere scenario waarbij drijfmest niet wordt verwerkt en na een half jaar opslag wordt aangewend (scenario 1) neemt de totale ammoniak emissie met gemiddeld 75% af bij scenario's 6 en 7. Vergisten van gemengde vleesvarken- en zeugenmest (zowel oude als verse mest) leidt tot een jaarlijkse emissie van bijna 800 ton ammoniak wat minder is dan als alleen uitgegaan wordt van vleesvarkensmest (scenario's 3 en 4). De ammoniakmissie uit de stal kan aanzienlijk worden verlaagd door het plaatsen van een luchtwasser, zonder andere maatregelen te hoeven doorvoeren (zoals het dagelijks verwijderen van mest uit de stal). Uit de resultaten blijkt dat vooral de stal een belangrijke rol speelt in het reduceren van ammoniak en dat de emissie bij verwerking van de mest(fracties) relatief laag zijn. Het verwerken van de mest in de gewenste mestproducten heeft tot gevolg dat de emissies bij aanwenden fors dalen. In figuur 5.1 is zijn de ammoniak emissies grafisch weergegeven. Duidelijk te zien is dat het inzetten van een luchtwasser (scenario 2) en het nemen van bronmaatregelen (scenario's 5, 6 en 7) de grootste daling van de ammoniak emissies in de stal tot gevolg hebben. Het uitvoeren van mestverwerking zorgt er juist voor dat de emissies bij aanwenden dalen (scenario's 3, 4, 5, 7, 8, 9).

**Figuur 5.1** Ammoniakemissies (ton NH<sub>3</sub>/jaar) per scenario.



Het effect van vergisten van verschillende soorten varkensmest op de broeikasgasemissies is weergegeven in figuur 5.2 (zie ook tabel 5.22). Hier is te zien dat scenario 1, 2, en 5 de hoogste broeikasgas (BKG) emissies hebben, welke nagenoeg gelijk zijn aan elkaar (68.000 – 71.000 ton CO<sub>2</sub>-eq./jaar). Deze BKG emissies zijn vooral te relateren aan langdurige opslag. Zowel het vergisten van kort opgeslagen drijfmest (scenario 4), vergisten van dagelijks verwijderde mest uit de stal (scenario 6) en kort opgeslagen gemengde mest (scenario 9) zorgt voor een flinke afname in broeikasgasemissies (gemiddeld ruim 60% ten opzichte van het reguliere scenario). Het vergisten van de fecesfractie en het vergisten van (oude) gemengde mest (scenario 7 en 8) zorgen voor een emissiereductie van respectievelijk 46% en 42% ten opzichte van scenario 1.



**Figuur 5.2** Totale broeikasgasemissie (ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/jaar) per scenario.

Wanneer zowel ammoniak- als broeikasgasemissies worden vergeleken, geven scenario 6 en 7 de laagste totale emissies per jaar van stal tot mestverwerking en aanwending van de mestproducten. Een samenvatting van broeikasgas en ammoniak emissies voor deze scenario's is in tabel 5.23 weergegeven. Hieruit blijkt dat het dagelijks verwijderen van drijfmest of feces- en urinefracties (scenario's 5,6 en 7) zowel voor de ammoniak- als broeikasgasemissies voor een aanzienlijke reductie zorgt in de stal. Het verder verwerken van de mest zorgt met name voor een reductie van de ammoniakemissie tijdens aanwending van de mestproducten. Gemiddeld emitteren mestproducten tijdens aanwending 26 ton NH<sub>3</sub>/jaar ten opzichte van 305 ton/jaar wanneer drijfmest wordt aangewend; een reductie van ruim 90%.

**Tabel 5.22** Broeikasgasemissies voor verschillende scenario's van verwerking varkensmest (ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/jaar)

Scenario	Mest in stal	Externe opslag op bedrijf	Opslag centrale verwerking	Vergisting	Aanwending	Totaal
1	55624	3183	0	0	9209	68016
2	53474	3184	0	0	13433	70091
3	28099	0	3558	2777	8856	43290
4	8125	0	5793	3484	8856	26257
5	1543	56123	0	0	13627	71294
6	1543	9363	4758	3446	8856	27966
7	1430	17484	4557	2845	10562	36878
8	25901	0	1867	2547	9090	39406
9	8931	0	4179	3181	9090	25380



**Tabel 5.23** Scenario's met de laagste emissies voor ammoniak en broeikasgassen.

Nr.	Scenario	NH <sub>3</sub> emissie (ton/jaar)	NH <sub>3</sub> emissie (kg/dierplaats/jaar) <sup>1</sup>	Broeikasgasemissie (ton CO <sub>2</sub> -eq./jaar)
6	Dagontmesting met verwerking	284	1,4	27966
7	Urine feces met verwerking	277	1,3	36883

<sup>1</sup> Berekend over de gehele keten: van uitscheiding mest in stal tot en met aanwending mestproducten

### 5.10.2 Kostenramingen

Tabel 5.24 toont de resultaten van de raming van de investeringskosten en berekende poorttarieven van de in dit hoofdstuk beschreven varianten voor een productieplant voor de productie van organische mestkorrels, vloeibaar ammoniumsulfaat met 5% N en mineralenconcentraat met 5% K<sub>2</sub>O.

**Tabel 5.24** *Samenvattend overzicht van investeringen een benodigde poorttarieven van doorgerekende varianten voor een productieplan van mestkorrels, Mineraal N 5% en Mineraal K (5% K<sub>2</sub>O) bij een aanvoercapaciteit van 250 en 750 kton per jaar, bij greenfield realisatie en realisatie als aanvullende activiteit op ontsloten terrein.*

Scenario	Biogas  m <sup>3</sup> /kgOS	OS gehalte input vergister kg/ton	Capaciteit  Realisatie project	250 kton		750 kton			
				Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit		
3 <b>Regulier + verwerking</b>	0,30	85,1	Investering	ME	25,4	21,1	53,7	44,4	
			Basis	Benodigd poorttarief	€ /ton	22	18	13	10
	Variant groen gas	0,30	85,1	Investering	ME	25,0	20,6	52,8	43,6
				Basis	Benodigd poorttarief	€ /ton	21	17	13
	Variant groen gas HBE	0,30	85,1	Investering	ME	25,0	20,6	52,8	43,6
				Basis	Benodigd poorttarief	€ /ton	14	10	5
Variant afzet dikke fractie	0,30	85,1	Investering	ME	15,6	13,0	33,9	28,1	
			Basis	Benodigd poorttarief	€ /ton	19	17	14	12
4 <b>Regulier + verwerking vers</b>	0,36	89,3	Investering	ME	25,9	21,3	54,3	44,9	
			Basis	Benodigd poorttarief	€ /ton	19	15	11	8
	Variant groen gas	0,36	89,3	Investering	ME	25,3	20,8	53,3	44,1
				Basis	Benodigd poorttarief	€ /ton	19	15	10
	Variant groen gas HBE	0,36	89,3	Investering	ME	25,3	20,8	53,3	44,1
				Basis	Benodigd poorttarief	€ /ton	10	6	1
Variant afzet dikke fractie	0,36	89,3	Investering	ME	16,3	13,4	35,1	29,1	
			Basis	Benodigd poorttarief	€ /ton	17	14	12	10
6 <b>Dagontmesting + verwerking</b>	0,36	89,0	Investering	ME	25,9	21,3	54,3	44,9	
			Basis	Benodigd poorttarief	€ /ton	19	15	10	8
7 <b>Scheiding urine feces + verwerking</b>	0,34	186,8	Investering	ME	23,0	19,1	48,2	39,8	
			Basis	Benodigd poorttarief	€ /ton	19	15	11	9
8 <b>Regulier mengsel +verwerking</b>	0,30	78	Investering	ME	24,9	20,5	52,2	43,2	
			Basis	Benodigd poorttarief	€ /ton	22	18	13	11
9 <b>Regulier mengsel +verwerking vers</b>	0,36	78	Investering	ME	25,1	20,7	52,8	43,6	

De laagste poorttarieven kunnen worden gerealiseerd wanneer de productie van duurzame energie plaatsvindt ten behoeve van de transportsector. Bij gebruik van de SDE regeling zijn de opbrengsten van de duurzame energieproductie beduidend lager. Het maakt bij gebruik van de SDE regeling geen significant verschil of groengas wordt geproduceerd of warmte en elektriciteit uit het gewonnen biogas. Het scheelt 7 tot 10 euro in het poorttarief bij de scenario's waarbij gewerkt wordt met verse mest als uitgegaan wordt van groengasproductie en verwaarding via HDE's en opzichte van de basisvariant (opwerken gas tot elektriciteit en warmte met SDE subsidie).

Het scheiden van mest en urine op de veehouderijbedrijven leidt in vergelijking tot aanvoer van verse drijfmest engszins lagere investeringen en vergelijkbare poorttarieven. Bij de schaalgrootte van 250 kton is het gunstiger om de vaste mestfractie onbehandeld af te zetten dan om te investeren in de productie van organische mestkorrels. Bij een schaalgrootte van 750 kton aanvoer is het juist gunstiger om korrels te produceren dan om de dikke fractie onbehandeld af te zetten. De schaalgrootte waarbij de verwaarding tot organische mestkorrels leidt tot lagere benodigde poorttarieven is mede afhankelijk van de prijs waartegen de dikke fractie in de markt kan worden afgezet.

Bij alle varianten is een duidelijk schaaffect waarneembaar. Bij alle varianten nemen de poorttarieven af bij verhoging van de aanvoercapaciteit van 250 naar 750 kton per jaar.

## 6 Overige onderzoeksvragen

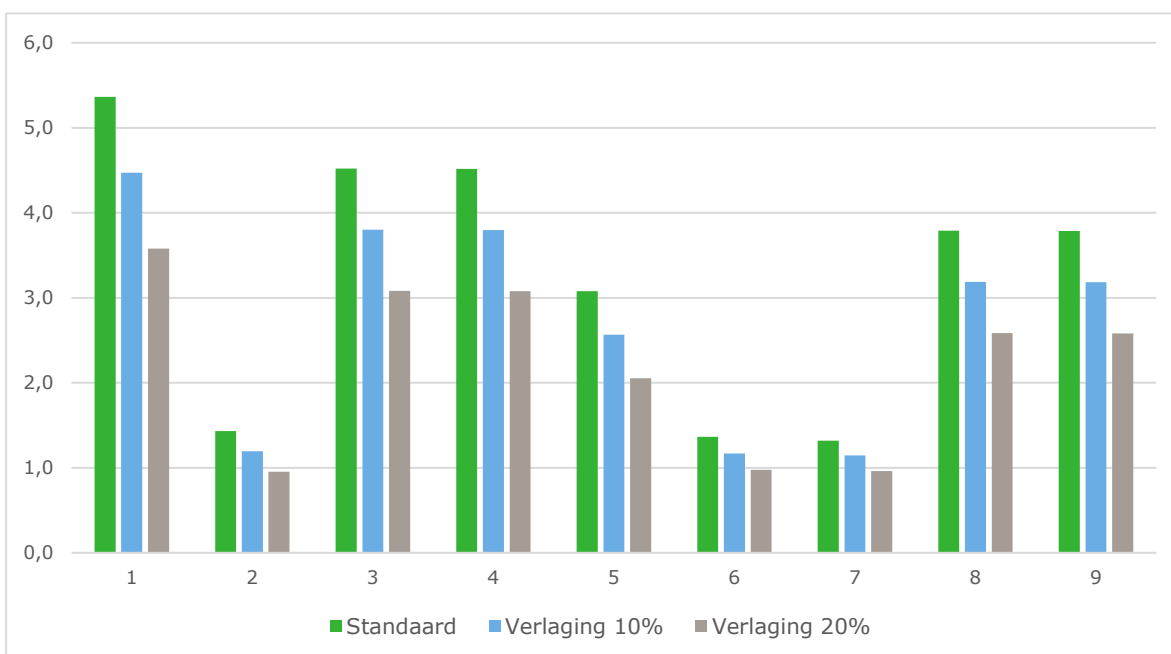
### 6.1 Voermaatregelen

Om het effect van de inname van stikstof op de uiteindelijke totale ammoniak emissies te berekenen, is er in het emissiemodel gevarieerd met de inname van stikstof en fosfaat via het voer. Voor alle scenario's is gerekend met een gemiddelde inname, vastlegging en excretie van N en P (als P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), waaruit de samenstelling 'onder de staart' is berekend. Deze inname is verlaagd met 10% en 20% stikstof om het effect op de ammoniak- en broeikasgasemissies (lachgas) in kaart te brengen. In onderstaande tabel 6.1 zijn de ammoniakemissies samengevat. Voor de voermaatregel zijn de massabalansen en economische berekeningen niet uitgevoerd.

**Tabel 6.1** NH<sub>3</sub>-emissie (ton/jaar) bij verschillende N-inname voor de gehele keten

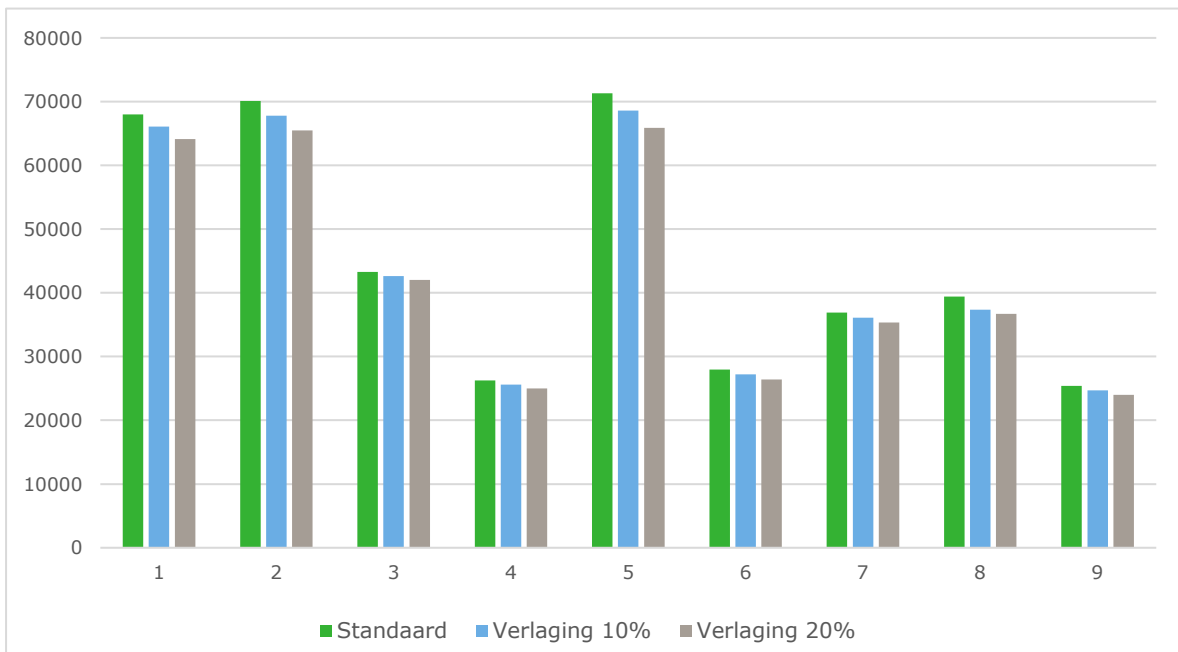
Scenario	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Standaard</b>	1 117	298	942	941	641	284	277	790	788
<b>Verlaging 10%</b>	931	249	792	791	534	244	238	664	663
<b>Verlaging 20%</b>	746	199	642	641	428	203	200	538	538

In figuur 6.1 zijn de ammoniakemissies bij verschillende N-inname weergegeven in kg NH<sub>3</sub>-emissie per dierplaats per jaar gerekend over de hele keten. De afname in emissie bij 10% lagere N-inname via het voer ligt voor alle scenario's tussen de 13-17%, waarbij een lagere N-inname bij scenario 2 en 5 voor het grootste effect zorgt in totale ammoniakemissie (verlaging van 17%). Bij een 20% lagere N-inname liggen de emissies 28-33% lager. De ammoniakemissie van scenario 2, 6 en 7 liggen het laagst (1,0-1,4 kg/dierplaats/jaar).



**Figuur 6.1** Ammoniakemissies (kg/dierplaats/jaar) per scenario bij verschillende N-inname.

Het effect van een lagere N-inname heeft effect op de broeikasgasemissies (ton CO<sub>2</sub>-eq./jaar) door een verlaging van de lachgasemissie. Uit figuur 6.2 is te zien dat dit effect echter zeer beperkt is en een verschil tussen de verschillende voeropnames niet meer dan 4% bedraagt.



**Figuur 6.2** Broeikasgasemissies (ton CO<sub>2</sub>-eq./jaar) per scenario bij verschillende N-inname.

## 6.2 Mogelijkheden afzetten 'andere mestproducten' in Nederland

Er is geïnventariseerd of er mestproducten binnen Nederland kansrijk zijn die we nog niet tijdens het onderzoek (Van Dijk et al., 2020) als PMC hebben benoemd. Hieruit blijkt dat binnen de Nederlandse landbouw geen andere producten als kansrijk worden geacht, anders dan variaties op de eerder door Van Dijk et al. (2020) vastgestelde PMC's. Echter de status van stikstof producten als RENURE kan wel van belang zijn. Indien bemestingsproducten voldoen aan bepaalde eisen dan mogen deze in de toekomst waarschijnlijk gebruikt worden als kunstmestvervanger. De volgende eisen zijn nu voorgelegd ter beoordeling aan de Europese Commissie: of 90 % van het aanwezig stikstof moet mineraal stikstof moet zijn of de verhouding koolstof stikstof kleiner is dan 3 daarnaast moet de dierlijke mest bewerkt zijn.

## 6.3 Innovaties in staltechniek

Cooperl is een Franse coöperatie waarin varkenshouders verenigd zijn en deze coöperatie draagt zorg voor voeding, slacht en vermarkten van varkensproducten, en tegenwoordig is er ook een mestverwerkingsysteem. Varkenshouders kunnen hiervoor hun stal laten aanpassen of nieuwbouw plegen, waarmee verse faeces snel wordt afgevoerd naar een centrale vergister. Hiervoor wordt onder de roosters een schuifstelsel aangebracht. Van dit Cooperl systeem hebben we onvoldoende gegevens ontvangen om emissies, massabalansen en economische berekeningen uit te voeren. Het scenario waarbij de urine en feces fracties gescheiden naar de mestverwerking worden afgevoerd (zie paragrafen 5.7 en 5.8) zal het dichtst in de buurt komen van de te verwachten haalbaarheid en effecten op emissies bij het Cooperl systeem. Cooperl is een coöperatie en heeft zijn mestverwerking in dit verband opgepakt. In de uitgewerkte scenario's gaan we ervanuit dat de varkenshouders in de regio (die leveren aan de mestverwerking) de maatregelen op hun boerderij doorvoeren (bijvoorbeeld

---

scheiden feces en urine). Geleerd kan worden van de Cooperl aanpak waarbij in een samenwerkingsverband de verwaarding van mest wordt geoptimaliseerd.

## 6.4 Innovaties in mestverwaardingstechnieken

In Gollenbeek et al., 2020 is geconcludeerd dat een scala aan innovatieve technieken momenteel in ontwikkeling zijn (bijvoorbeeld forward osmosis en electric osmotic dewatering). Dergelijke ontwikkelingen kunnen een positief effect hebben op de businesscase. Echter vaak zijn dit onderdelen van het grote proces en zal het effect op het uiteindelijke minimale poorttarief beperkt zijn bij volledig verwerken van de mest tot de gewenste mestproducten. Dergelijke technieken zijn in voorliggend onderzoek niet nader opgenomen in de ramingen aangezien deze technieken nog verder ontwikkeld moeten worden. Bovendien zijn de technieken voor zover bij ons bekend nog niet getest bij verschillende mestkwaliteiten (bijvoorbeeld verse mest, gescheiden urine en feces). In Verdoes et al., 2020 is een inventarisatie gemaakt van de technieken die anno 2020 in ontwikkeling zijn.

# 7 Discussie

## 7.1 Methaan

### Maximale potentiële methaanproductie

In deze studie is uitgegaan van de maximale potentiële methaanproductie die is gerapporteerd door Groenestein et al. (2016). Het betreft een schatting op basis van literatuuronderzoek van de maximale methaanemissie die kan plaatsvinden onder de gemiddelde omstandigheden in stal en opslag. De methaanemissie die gedurende de verblijftijd van de mest in stal en opslag optreedt is in het emissiemodel afgetrokken van de maximaal potentiële methaanproductie om te kunnen berekenen hoeveel methaan bij vergisting van de mest vervolgens kan worden gewonnen.

De hoeveelheid methaan die maximaal kan worden gevormd per kg organische stof onder de condities in stal en opslag is mogelijk lager dan de hoeveelheid methaan die maximaal kan worden gevormd onder de meer optimale omstandigheden in een vergistingsinstallatie.

In tabel 7.1 zijn de resultaten van de maximale methaanproductie van vergistingsproeven van Buisonjé en Verheijen (2014) en Timmerman et al. (2009) vergeleken met de BMP schatting van Groenestein et al. (2016).

De gerapporteerde waarden in m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> per kg OS zijn omgerekend naar normaal omstandigheden (0°C, 1 atm) en vervolgens naar kg CH<sub>4</sub> per kg OS.

**Tabel 7.1** *Vergelijking resultaten maximale methaanproductie varkensmest per kg organische stof.*

Referentie	Methode	BMP			
		m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg OS	(°C)	N m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg OS	kg CH <sub>4</sub> /kg OS
Groenestein et al. (2016)	Literatuur onderzoek	0,31	(20)	0,29	0,21
Buisonjé en Verheijen (2014) (Vleesvarkens)	Metingen vergistingsproeven <sup>1</sup>	0,33	(30)	0,30	0,21
Timmerman et al. (2009) (gemiddelde)	Metingen Vergistingsproeven <sup>2</sup>	0,37	(37)	0,33	0,23
Timmerman et al. (2009) (Vleesvarkens)	Metingen Vergistingsproeven <sup>3</sup>	0,47	(37)	0,41	0,29

<sup>1</sup> Resultaat vergistingsproef vleesvarkensmest van 3 dagen oud.

<sup>2</sup> Gemiddelde waarde maximale methaanproductie van alle typen varkensmest. Ouderdom mest bij inzet vergistingsproeven is onbekend.

<sup>3</sup> Gemiddelde waarde maximale methaanproductie van vleesvarkensmest. Ouderdom mest bij inzet vergistingsproeven is onbekend.

De maximale methaanproductie bij de vergistingsproeven van Buisonjé en Verheijen (2014) komt vrijwel exact overeen met de schatting van Groenestein et al. (2016). De resultaten van Timmerman et al. (2009) liggen redelijk in lijn met de resultaten van Groenestein et al. (2016) en Buisonjé en Verheijen (2014) wanneer gerekend wordt met de gemiddelde waarde voor alle onderzochte varkensmestproducten. Specifiek voor vleesvarkensmest komt Timmerman et al. (2009) tot een ruim 40% hogere maximale methaanemissie ten opzichte van Groenestein.

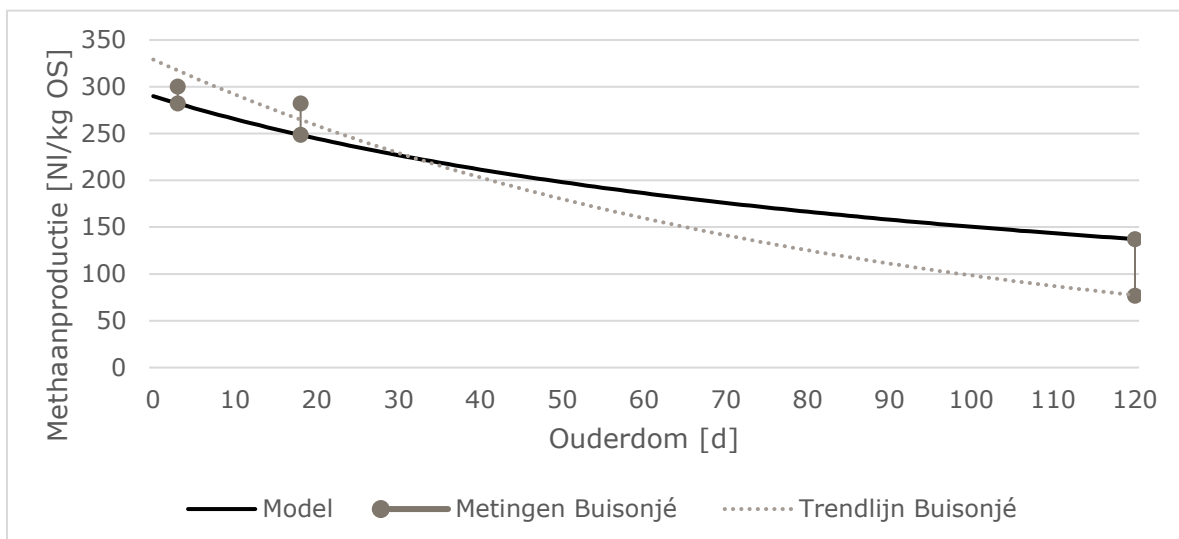
Omdat in het onderzoek van Timmerman et al. (2009) slechts twee monsters vleesvarkensmest zijn onderzocht en gelet op de relatief grote spreiding in resultaten bij de verschillende onderzochte meststromen, kunnen hier geen zwaarwegende conclusies aan worden verbonden. Een uitgebreidere literatuurstudie zou daar verandering in kunnen brengen.

De maximale methaanproductie die is vastgesteld in de onderzoeken van Buisonjé en Verheijen (2014) en Timmerman et al. (2009) liggen gelijk of boven de BMP waarde van Groenestein. Op basis van de beperkte vergelijking zoals weergegeven in tabel 7.1, lijkt het in deze studie gehanteerde maximum voor de methaanproductie niet te zijn overschat en mogelijk te zijn onderschat.

### Methaanproductie in relatie tot ouderdom mest

In hoofdstuk 3 is de hydrolyseconstante afgeleid voor de methaanemissie die plaatsvindt gedurende de verblijftijd van de mest in stal en opslag. De maximale methaanproductie per kg OS vermindert met de emissie in stal en opslag levert de methaanproductie die kan worden gerealiseerd bij het vergisting van de mest.

Er zijn weinig onderzoeken bekend die de relatie tussen biogasopbrengst en ouderdom van de mest hebben onderzocht. In het onderzoek van Buisonjé en Verheijen (2014) is de potentiële biogasopbrengst bepaald van monsters vleesvarkensmest die zijn genomen op verschillende momenten gedurende de opslagperiode in de stal. De periode gedurende welke de haalbare biogasproductie van de mestmonster werd vastgesteld bedroeg 4-6 weken. Figuur 7.1 toont de trendlijn van resultaten van Buisonjé en het berekende verloop van de methaanopbrengst volgens het emissiemodel.



**Figuur 7.1** Het verloop van de methaanproductie bij vergisting van mest volgens het emissiemodel in deze studie en volgens de trendlijn door de metingen van het onderzoek van Buisonjé en Verheijen (2014).

De trendlijn door de meetresultaten van het onderzoek van Buisonjé loopt enigszins steiler dan het berekende verloop van de biogasopbrengst volgens het emissiemodel. Dit duidt op een snellere afbraak van organische stof, waardoor een groter deel van emissie plaatsvindt in de eerste dagen na excretie. Door wisselende omstandigheden in de praktijk in tijd en seizoen zal in de praktijk een grote variatie optreden in de afbraak. Met het model wordt zo goed mogelijk aangesloten bij de praktijk. Voor de variaties in gemiddelde ouderdom van de in de vergister aangevoerde mest van 33 dagen (scenario Regulier + verwerking) en 10 dagen (scenario Regulier + verwerking vers) bestaat relatief goede overeenkomst tussen model en metingen.

### Hernieuwbare brandstofeenheden HBE

De opbrengsten die kunnen worden gegenereerd door de productie van groengas in te zetten voor het vergroenen van transportbrandstoffen zijn op dit moment aanzienlijk hoger dan de vergoedingen uit de SDE (2020) regeling. De prijs van HBE's wordt bepaald door vraag en aanbod en is daarom niet

---

langjarig gegarandeerd. Afhankelijk van hoe vraag en aanbod zich in de loop van de jaren ontwikkelen kan de prijs stijgen of dalen. Van invloed op de HBE prijs zijn ook de prijsontwikkelingen van fossiele brandstoffen en biobrandstoffen.

Voor het businessmodel van de productieplant kan de onzekerheid ten aanzien van de prijs van de HBE's een probleem vormen. Indien geswitcht kan worden tussen gebruik van de SDE regeling en het aanmaken van HBE's, brengt de SDE regeling een ondergrens in het vergoedingenniveau. Voor de productieplant geeft deze ondergrens een belangrijke zekerheid op basis waarvan de financiering kan worden ingericht.

## 7.2 Varianten

### **Variant gescheiden feces en urine**

Het gescheiden opvangen van feces en urine op de veehouderijbedrijven kan bijdragen aan een vermindering van de ammoniakuitstoot op de veehouderijbedrijven. Als bijkomend voordeel wordt vaak genoemd dat de scheiding op bedrijfsniveau in principe de mechanische scheidingsstap bij verdere verwerking overbodig maakt. Die conclusie wordt niet gedeeld op basis van de resultaten van dit onderzoek. De urinefractie die op het veehouderijbedrijf vrijkomt is in de praktijk nooit volledig zuiver. Veelal vindt enige mate van vermenging met de feces plaats. Voor toepassing van omgekeerde osmose bij de verdere verwerking van de urinefractie dienen deze verontreinigingen te worden verwijderd. In een onderzoek naar de geschiktheid van zuivere en onzuivere urine voor RO membranen, concluderen Borneman en Nijmeijer (2021) ook dat altijd een voorbewerking of filtratie noodzakelijk is. Er dient alsnog geïnvesteerd te worden in de voorzuivering / filtratie van de urine fractie.

Bij de vergisting van de feces komt vloeibaar digestaat vrij dat vervolgens alsnog gescheiden moet worden om een vaste fractie te verkrijgen die als grondstof kan dienen voor het drogen en korrelen.

Kortom, de investeringskosten bij gescheiden aanvoer van feces en urine naar de productieplant zijn slechts beperkt lager ten opzichte van de situatie waarbij drijfmest wordt aangevoerd en leidt niet tot lagere poorttarieven ten opzichte van de aanvoer van verse drijfmest.

### **Variant afzet dikke fractie**

De resultaten van dit onderzoek laten zien dat het bij een schaalgrootte van 250 kton aanvoer per jaar gunstiger is om de dikke fractie onbehandeld af te zetten dan om mestkorrels te produceren van de dikke fractie. Bij de aanvoer van 250 kton vleesvarkensmest komt na scheiding orde grootte 50 kton dikke fractie vrij. De schaalgrootte van 50 kton dikke fractie is te beperkt om rendabel dikke fractie te drogen en te korrelen.

Bij een schaalgrootte van 150 kton dikke fractie, - de hoeveelheid die vrijkomt bij scheiding van 750 kton vleesvarkensmest-, leidt de productie van mestkorrels wel tot een verlaging van het benodigde poorttarief ten opzichte van de situatie waarbij de dikke fractie onbehandeld dient te worden afgezet.

Bij het bepalen van het poorttarief van de variant 'Afzet van dikke fractie' is gerekend met kosten voor de afzet van dikke fractie van 20 €/ton. Hierbij dient rekenschap te worden gegeven aan de extra kosten buiten het bemestingsseizoen voor opslag, transport naar de opslag en bemonstering. Deze kosten kunnen oplopen tot 10 €/ton dikke fractie. Op basis van de in dit rapport gehanteerde uitgangspunten blijft korrelproductie gunstiger bij de aanvoercapaciteit van 750 kton drijfmest, zolang de kosten voor onbehandeld afzetten van de dikke fractie boven 10 €/ton blijven.

Bij een aanvoercapaciteit van 250 kton drijfmest blijft onbehandelde afzet van dikke fractie gunstiger zolang de kosten voor onbehandeld afzetten van dikke fractie beneden 30 €/ton blijven.

Op basis van bovenstaande resultaten is het een gedachte om meerdere kleinere plants voor de verwaarding van dunne fractie te koppelen aan één grote plant voor de verwaarding van de dikke fractie van de kleinere plants. Dit levert wel extra transport, maar geeft voor de kleinere plants tegelijkertijd ook zekerheid van afzet gedurende het gehele jaar.



---

### **Maximale emissie reductie**

Over het totaal beschouwd leiden scenario's 6 en 7 (dagverse mest verwerking en scheiding urine en faeces en verwerking) tot de hoogste emissie reductie aan ammoniak (gemiddeld 75%) en broeikasgassen uit de mest (gemiddeld 60%). Echter de hoogste reductie aan ammoniak emissies uit de stal valt te behalen bij het scenario met een luchtwasser (scenario 2). Voor scenario 2 is alleen gerekend zonder verdere mestverwerking maar het gebruik van een luchtwasser sluit dit niet uit, en bij verdere verwerking zal de ammoniak emissie tot en met het aanwenden nog verder gereduceerd kunnen worden (ingeschatte ammoniak emissie reductie voor het hele traject: 95%). Voor methaan worden de hoogste reducties berekend voor scenario's 4 (regulier verwerken verse mest), scenario 6 (emissiearme dagontmesting en verwerken mest) en scenario 7 (emissiearm scheiding urine en faeces en verwerken verse urine en faeces) waarbij de mest snel de stal uitgaat (broeikasgas emissie reductie 60 %). Combinatie van deze scenario's met het scenario regulier + luchtwasser zouden de hoogste reducties aan ammoniak (95%) en broeikasgassen (60%) kunnen hebben. Nog niet bepaald is wat dit betekent voor de werking van de verschillende emissiearme systemen en hoe dergelijke systemen op elkaar afgestemd moeten worden. Bij een dergelijk scenario wordt het nog belangrijker om ook inzicht te krijgen in de investeringskosten voor de boer. De combinatie van scenario 4 met een luchtwasser zal bijvoorbeeld leiden tot minimale investeringen in bronmaatregelen (alleen dagelijkse afvoer drijfmest) maar maximale investering in een luchtwasser. Terwijl scenario's 6 en 7 leiden tot maximale investeringen in bronmaatregelen en mogelijk gaan de kosten voor de luchtwasser omlaag in verband met een lagere belasting van de luchtwasser.

## **7.3 Nauwkeurigheid ramingen en emissiemodel**

### **Afbakening emissiemodel**

De emissies die zijn berekend in deze studie richten zich op de ammoniakemissie en broeikasgasemissies (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> en N<sub>2</sub>O) die vrijkomen bij de verschillende stappen van mestver- en bewerking. Hierbij staat de mest centraal en zijn alleen de verliezen berekend die vanuit de mest emitteren. Berekening van de emissies start op het moment dat de mest wordt uitgescheiden door de dieren en eindigt op het moment dat mestproducten op het land worden aangewend. Bij deze laatste stap worden emissies tijdens toediening van mestproducten meegenomen, maar worden verdere bodemprocessen, en daarbij behorende emissies, buiten beschouwing gelaten. Ook de broeikasgasemissies die zijn gelinkt met de energieverbruiken van met name het vergisten en produceren van de mestproducten zijn niet meegenomen in deze studie.

### **Reductie ammoniakemissies bij dagontmesting en scheiden feces en urine**

De stikstofhoudende gasvormige verliezen worden door het emissiemodel berekend met emissiefactoren (EF) die worden gehanteerd in Van Bruggen et al. (2019). Voor gangbare en emissiearme stalsystemen zijn verschillende EF gedefinieerd, echter ontbreken er specifieke EF voor relatief nieuwe stalsystemen zoals dagontmesting en scheiden van urine en feces in de stal. Om in deze studie een inschatting te maken van het effect van bovenstaande stalsystemen op de stikstofemissies is daarom gerekend met reductiepercentages die in de praktijk zijn gemeten (zie bijlage 1 voor de uitgangspunten). Dit betreffen echter stalsystemen met specifieke elementen (gedeeltelijk metalen rooster- en dichte vloer, schuine wanden in de mestkelder, V-vormige mestband onder roostervloer) die eveneens bijdragen aan de emissie(reductie). De emissiereductie die in de modelberekeningen voor deze systemen is gehanteerd is niet alleen toe te rekenen aan het snel afvoeren van de mest uit de stal. De resultaten van de emissieberekeningen voor het deel van de emissie dat uit de stal afkomstig is, geldt daarom niet voor alle praktijksituaties waarbij de dagontmesting of feces en urine in de stal worden gescheiden.

Of de gebruikte reductiepercentages in deze studie daadwerkelijk gerealiseerd kunnen worden, hangt daarom af van de specifieke uitvoeringsvorm van het stalsysteem dat in de praktijk gebruikt wordt. Voor het scenario waarin drijfmest voor korte tijd wordt opgeslagen in de stal (14 dagen) alvorens het wordt vergist is in deze studie aangenomen dat de kortere opslagtijd in de stal geen effect heeft op de ammoniakemissie, aangezien het emitterend oppervlak gelijk blijft en niet duidelijk is in hoeverre er reductie optreedt in de eerste 14 dagen van opslag in de stal.

---

Omdat de wisselwerking tussen korte opslag en emissiereductie of -verhoging niet duidelijk is, is ook voor dit scenario gebruik gemaakt van de emissiefactor uit Van Bruggen et al. (2019).

### **Emissies tijdens vergisting**

Tijdens vergisting van mestproducten zijn naast de productie van CH<sub>4</sub> en CO<sub>2</sub> ook de verliezen uit de vergister en WKK meegenomen. Hierbij is aangenomen dat er 3% verlies optreedt uit de vergistingsinstallatie en 1% uit de WKK. Echter is het door de diversiteit aan verliesbronnen tijdens vergisting (en het wel of niet opwaarderen van het biogas middels een WKK) en de gebruikte meetmethoden om de CH<sub>4</sub>-emissies te meten, lastig om een vaste factor voor deze verliezen te bepalen. Groenestein et al., (2020) geven een overzicht van de beschikbare publicaties die informatie geven over het CH<sub>4</sub>-verlies uit vergistingsinstallaties, waarbij waarden van 1-15% CH<sub>4</sub>-verlies voorkomen. Per vergistingsinstallatie, unit voor het opwaarderen van biogas en/of WKK-installatie zal moeten worden gekeken of de gebruikte waarden in deze studie representatief zijn voor de specifieke installatie.

### **Emissies tijdens aanwending**

De laatste stap in elk scenario is aanwending van de mest(producten), waarbij het model de NH<sub>3</sub>- en N<sub>2</sub>O-emissies berekent. Dit is op eenzelfde manier opgebouwd als de voorgaande stappen in het model: de stikstofhoudende emissies worden berekend met een specifieke emissiefactor die voor het betreffende stikstofgas tijdens aanwending is bepaald (uit Van Bruggen et al., 2019). Hierbij vormen emissies die vrijkomen tijdens aanwending de grootste onzekerheid: er zijn geen specifieke emissiefactoren bepaald voor mestproducten zoals mestkorrels of N- en K-concentraten. Producten die in de scenario's van deze studie worden gevormd, zijn op basis van expert judgement vergeleken met emissiefactoren voor ammoniak van kunstmestproducten, om zo een emissiefactor toe te kennen die het beste aansluit op het mestproduct (Van Dijk et al., 2020). Voor emissies van lachgas tijdens aanwending is nog minder bekend en de meest recente emissiefactoren kennen voor alle mestproducten of kunstmestproducten eenzelfde emissiefactor toe, welke is gebruikt in deze modelstudie. Dit vergroot de onzekerheid van de emissies tijdens aanwending die zijn berekend. Aangezien de resultaten uit deze studie nu laten zien dat er een aanzienlijke reductie (90%) kan worden behaald bij het aanwenden van mestproducten in plaats van drijfmest, is meer onderzoek naar deze stap nodig om aan te tonen of dergelijke reducties daadwerkelijk kunnen worden behaald.

---

## 8 Conclusies

Op basis van de uitgevoerde modelleringen wordt geconcludeerd dat de emissies van ammoniak en methaan uit de varkensdrijfmest te reduceren zijn door middel van een combinatie van stalmaatregelen gevolgd door mestverwerking. De grootste reductie op ammoniak emissie op het boerenbedrijf wordt verkregen met emissiearme stalsystemen (zowel vloer als keldermaatregelen) (scenario's 5, 6 en 7) of een luchtwasser (scenario 2), terwijl voor de broeikasgas emissies mestverwerking (vergisting) (scenario's 3,4,6,7,8,9) leidt tot verlaging. Waarbij de verlaging het grootst is bij scenario 4, 6, en 9 met een snelle afvoer van mest naar de vergister.

Wanneer wordt gekeken naar zowel de totale broeikasgas- en ammoniakemissie, kan met scenario 6 (het verwerken van dagelijks verwijderde drijfmest uit de stal) de grootste reductie van gasvormige verliezen worden behaald (75% voor NH<sub>3</sub>-emissie en 59% voor BKG-emissies t.o.v. scenario 1). Hierbij moet gezegd worden dat bij scenario 6 ook emissie reducerende maatregelen zijn meegenomen als vloer en keldermaatregelen. Scenario 7 scoort op emissies vergelijkbaar met scenario 6, dit betreft het scheiden van urine en feces gevolgd door snelle mestverwerking. Ook blijkt uit de modelberekeningen dat ammoniak emissies bij het aanwenden substantieel verlaagd worden als door middel van de mestverwerking de gedefinieerde producten gemaakt worden (N-product, K-product en mestkorrel). De emissies bij aanwenden liggen bij mestverwerking grofweg een factor 10 lager dan bij scenario 1. Indien versere mest aangewend wordt (zonder mestbewerking) op het land dan gaan de emissies bij aanwenden juist omhoog met grofweg een factor 2.

Een verlaging van eiwit in het rantsoen heeft een ammoniakemissie reductie tot gevolg van 13-17% bij een verlaging van 10 % N in het voer en van 28-33% bij een verlaging van 20 % in het voer. Het effect van deze voermaatregel op de broeikasgasemissie is minimaal namelijk <4%. Er is niet bepaald of een dergelijke verlaging mogelijk is zonder productie verlies.

Het aanvoeren van verse mest naar de centrale productieplant leidt tot lagere minimaal benodigde poorttarieven dan wanneer niet verse mest wordt aangevoerd. Dit komt door de hogere biogasopbrengsten die uit de versere mest kunnen worden gegenereerd. Ten aanzien van de investering en het benodigde poorttarief maakt het geen verschil of de verse mest afkomstig is van een regulier huisvestingssysteem of uit een huisvestingssysteem met dagontmesting. Gescheiden aanvoer van urine en feces leidt niet tot lagere poorttarieven dan wanneer verse drijfmest wordt aangevoerd.

Bij een schaalgrootte van 250 kton aanvoercapaciteit per jaar liggen de benodigde minimale poorttarieven van de doorgerekende producten mestkorrels, mineraal-N 5% en mineraal-K 5% tussen de 10-22 €/ton. Waarbij de relatief lage poorttarieven kunnen worden gerealiseerd wanneer de productie van hernieuwbare energie wordt ingezet voor de vergroening van transportbrandstoffen. De inkomsten die voortvloeien uit de vergroening van transportbrandstoffen liggen bij het huidige prijsniveau van de hernieuwbare brandstofeenheden substantieel hoger dan vergoedingen die voortvloeien uit het gebruik van de SDE regeling. De HBE prijs wordt echter bepaald door vraag en aanbod en is daarom niet gegarandeerd. Bij een schaalgrootte van 750 kton aanvoercapaciteit per jaar liggen de benodigde minimale poorttarieven van de doorgerekende varianten voor de productie van mestkorrels, mineraal-N 5% en mineraal-K 5% tussen de -2 tot 13 €/ton.

Bij een schaalgrootte van 250 kton aanvoercapaciteit per jaar is het gunstiger om de dikke fractie verkregen bij scheiding van het digestaat als zodanig in de landbouw af te zetten, dan om de fractie te drogen en te korrelen. Bij de aanvoercapaciteit van 750 kton aanvoer is het juist gunstiger om korrels te produceren. De schaalgrootte waarbij de omslag plaatsvindt is mede afhankelijk van de prijs voor afzet van de dikke fractie.

---

Op basis van bovenstaande bevindingen komen het aanvoeren van verse drijfmest (scenario 6) en gescheiden urine en feces fracties (scenario 7) als meest gunstige scenario's naar boven. Over de gehele keten leidt dit tot de laagste stikstof- en broeikasgasemissies, de hoogste biogasopbrengst en het laagste minimaal benodigde poorttarief.

---

# Literatuur

- Borneman, Z. en D.C. Nijmeijer. 2021. Potential for pig urine filtration in existing reverse osmosis membrane installations for manure treatment, rapportage voor NL Next Level Mestverwaarden, Technische Universiteit Eindhoven, in druk
- Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof en J. Vonk. 2019. Emissies naar lucht uit de landbouw in 2017. Berekeningen met het model NEMA. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOt-technical report 147.
- Buisson F.E. de en R. Verheijen. (2014). Drijfmest verliest snel zijn waarde voor biogas. V-focus april 2014.
- Dijk Van, W. van, R. Postma en J. Roefs. 2020. Landbouwkundige waarde mestbewerkingsproducten; Aanvoer van nutriënten en organische stof met geselecteerde product-markt-combinaties. Wageningen Research, Rapport WPR-1012.
- Gollenbeek L.R., J.P.B.F. van Gastel, P.J.T.H. Bussmann, R.W. Melse, N. Verdoes. 2020. Verkenning mogelijke mestverwerkingsroutes en duurzaamheidsaspecten; NL Next Level Mestverwaarden WP2. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1270.
- Groenestein, C.M., J. Mosquera, R.W. Melse. 2016. Methaanemissie uit mest; Schatters voor biochemisch methaan potentieel (BMP) en methaanconversiefactor (MCF). Wageningen Livestock Research, Rapport 961.
- Groenestein, K., R.W. Melse, J. Mosquera, M. Timmermans. 2020. Effect mestvergisting op de emissies van broeikasgassen uit mest van melkvee: een literatuur- en scenariostudie. Wageningen, Rapport 1235.
- Mosquera, J., Hol, J.M.G., Winkel, A., Lovink, E., Ogink, N.W.M., Aarnink, A.J.A. 2010. Fijnstofemissie uit stallen: Vleesvarkens. Wageningen Livestock Research, Rapport 292.
- Nijmeijer, D.C. en Z. Borneman. 2021. Optimalisatie mineralenconcentraten, Technische Universiteit Eindhoven, in druk1 PBL Planbureau voor de Leefomgeving (2020). Eindadvies basisbedragen SDE++ 2020, publicatienummer 3526.
- Timmerman, M., Van Riel, J.W., Bisschops, I., Van Eekert, M. 2009. Optimaliseren van mestvergisting. Wageningen Livestock Research, Rapport 243.
- Verdoes, N., R. Maasdam, R.W. Melse, J.P.B.F. van Gastel, L.R. Gollenbeek, P. Bussmann, J.J.M. Schellekens en J. Roefs. (2021). Overzicht en beoordeling van vernieuwde technologie voor verwaarden van mest. Wageningen Livestock Research, Rapport 1290.

# Bijlage 1 Emissie berekeningen uitgangspunten

In deze bijlage zijn de uitgangspunten voor de berekening van de meststromen uitgewerkt. De eerste tabel geeft de uitgangspunten weer die voor alle mestverwerkingsscenario's gelijk zijn. In de daaropvolgende tabellen zijn scenario-specifieke uitgangspunten samengevat.

**Tabel B3.1** *Uitgangspunten modelstudie voor alle mestverwerkingsscenario's.*

<b>Mest in stal</b>	
BMP = 0.29 m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg OS aanwezig	Massabalans
Kh = 0.009276	Massabalans
Verhouding volume % CH <sub>4</sub> -CO <sub>2</sub> = 85-15	Groenestein et al., 2020
<b>Opslag mest</b>	
MCF 6 maanden = 0.36	Groenestein et al., 2016
Verhouding volume % CH <sub>4</sub> -CO <sub>2</sub> = 85-15	Groenestein et al., 2020
<b>Vergisten met</b>	
Kh = 0.1555556	Massabalans
<b>Toediening mestproducten</b>	
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 0%	Aanname dat alle mineralisatie is opgetreden na vergisting
<i>Emissies mestkorrel</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 5% van TAN	Van Dijk et al., 2020
N <sub>2</sub> O-N = 0.4% van N-totaal	Bruggen et al., 2019
<i>Emissies N-mineraal</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 1.5% van TAN	Van Dijk et al., 2020
N <sub>2</sub> O-N = 1.3% van N-totaal	Bruggen et al., 2019
<i>Emissies K-mineraal</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 2% van TAN	Van Dijk et al., 2020
N <sub>2</sub> O-N = 1.3% van N-totaal	Bruggen et al., 2019

**Tabel B3.2** *Uitgangspunten modelstudie regulier en regulier + luchtwasser*

<b>Mest in stal</b>	<b>Bron/aanname</b>
Gemiddelde opslagtermijn mest = 90 dagen	
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 14%	
<i>Emissies</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 47.3% van TAN	Bruggen et al., 2019, <i>EF Volledig onder gekelderde stal, &lt; 1 m<sup>2</sup>/dierplaats</i>
N <sub>2</sub> O-N = 0.2% van N-totaal	Bruggen et al., 2019
Aangenomen reductiepercentage voor scenario met luchtwasser	95%
<b>Mest in opslag</b>	
Gemiddelde opslagtermijn = 135 dagen	
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 20%	Massabalans

**Tabel B3.3** *Uitgangpunten modelstudie voor scenario regulier + verwerking*

<b>Mest in stal</b>	<b>Bron/aanname</b>
Gemiddelde opslagtermijn mest = 30 dagen	
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 7%	
<i>Emissies</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 43.7% van TAN	Bruggen et al., 2019
N <sub>2</sub> O-N = 0.2% van N-totaal	Bruggen et al., 2019
<b>Mestopslag op centrale verwerking</b>	
Opslagtermijn = 3 dagen	Aanname dat mest nog 3 dagen wordt opgeslagen vóór vergisting
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 1%	

**Tabel B3.4** *Uitgangpunten modelstudie voor scenario regulier + korte opslag + verwerking*

<b>Mest in stal</b>	<b>Bron/aanname</b>
Gemiddelde opslagtermijn mest = 7 dagen	
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 2%	
<i>Emissies</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 43.7% van TAN	Bruggen et al., 2019
N <sub>2</sub> O-N = 0.2% van N-totaal	Bruggen et al., 2019
<b>Mestopslag op centrale verwerking</b>	
Opslagtermijn = 3 dagen	Aanname dat mest nog 3 dagen wordt opgeslagen vóór vergisting
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 1%	

**Tabel B3.5** *Uitgangpunten modelstudie voor scenario's dagontmesting*

<b>Mest in stal</b>	<b>Bron/aanname</b>
Gemiddelde opslagtermijn mest = 1 dag	
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 0.3%	
<i>Emissies</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 9.5% van TAN	Reductie van 80% t.o.v. EF referentiescenario (aanname o.b.v. praktijkmetingen)
N <sub>2</sub> O-N = 0.04% van N-totaal	Reductie van 80% t.o.v. EF referentiescenario (aanname o.b.v. praktijkmetingen)
<b>Externe opslag op bedrijf</b>	
Gemiddelde opslagtermijn mest = 90 dagen	Zonder verwerking
Gemiddelde opslagtermijn mest = 7 dagen	Met verwerking
<b>Mestopslag op centrale verwerking</b>	Alleen voor dagontmesting met verwerking
Opslagtermijn = 3 dagen	Aanname dat mest nog 3 dagen wordt opgeslagen vóór vergisting
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 1%	

**Tabel B3.6** *Uitgangpunten modelstudie voor scenario met scheiden van feces en urine fracties in de stal.*

<b>Urine en feces in stal</b>	<b>Bron/aanname</b>
Opslagtermijn mest = 1 dag	
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 0.3%	
<i>Emissies</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 7.1% van TAN	Reductie van 85% t.o.v. EF referentiescenario
N <sub>2</sub> O-N = 0.03% van N-totaal	Reductie van 85% t.o.v. EF referentiescenario

<b>Externe opslag feces en urine op bedrijf</b>	
Opslagtermijn = 2 weken	
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 4%	
<b>Feces en urineopslag centrale verwerking</b>	
Opslagtermijn = 3 dagen	Aanname dat mest nog 3 dagen wordt opgeslagen vóór vergisting
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 0.7%	

**Tabel B3.6** *Uitgangpunten modelstudie voor scenario met zeugen- en vleesvarkensmest (lange en korte opslagtermijn).*

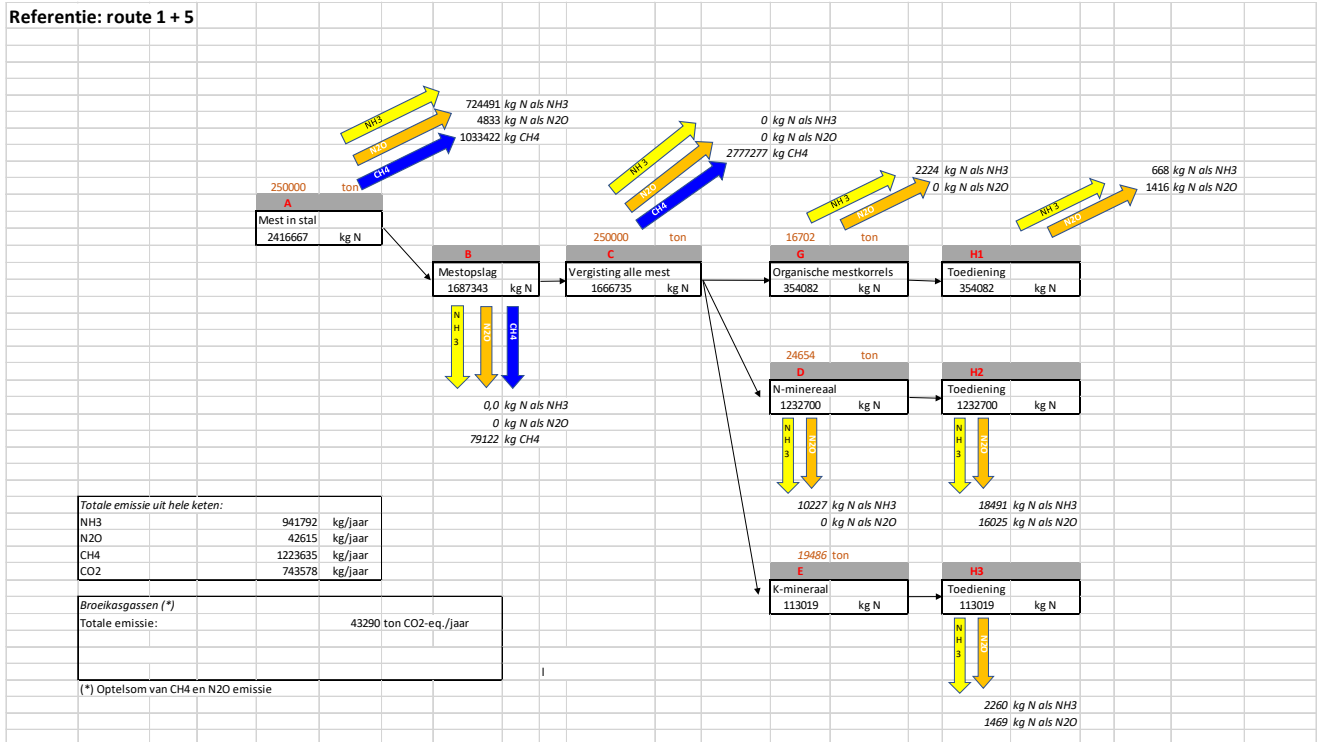
<b>Drijfmest vleesvarkens in stal</b>	<b>Bron/aanname</b>
Gemiddelde opslagtermijn mest lang = 30 dagen	
Gemiddelde opslagtermijn mest kort = 7 dagen	
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> (lang) = 7%	Massabalans
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> (kort) = 2%	Massabalans
<i>Emissies</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 47.3% van TAN	Bruggen et al., 2019, <i>EF Volledig onder gekelderde stal, &lt; 1 m<sup>2</sup>/dierplaats</i>
N <sub>2</sub> O-N = 0.2% van N-totaal	Bruggen et al., 2019
<b>Drijfmest zeugen in stal</b>	
Gemiddelde opslagtermijn mest = 30 dagen	
Gemiddelde opslagtermijn mest kort = 7 dagen	
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> (lang) = 7%	Massabalans
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> (kort) = 2%	Massabalans
<i>Emissies</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 26.5% van TAN	Bruggen et al., 2019, <i>EF Reguliere huisvesting zeugen</i>
N <sub>2</sub> O-N = 0.2% van N-totaal	
<b>Mestopslag centrale verwerking (gemengde mest)</b>	
Opslagtermijn = 3 dagen	Aanname dat mest nog 3 dagen wordt opgeslagen vóór vergisting
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 0.03%	Massabalans



# Bijlage 2 Emissieberekeningen resultaten

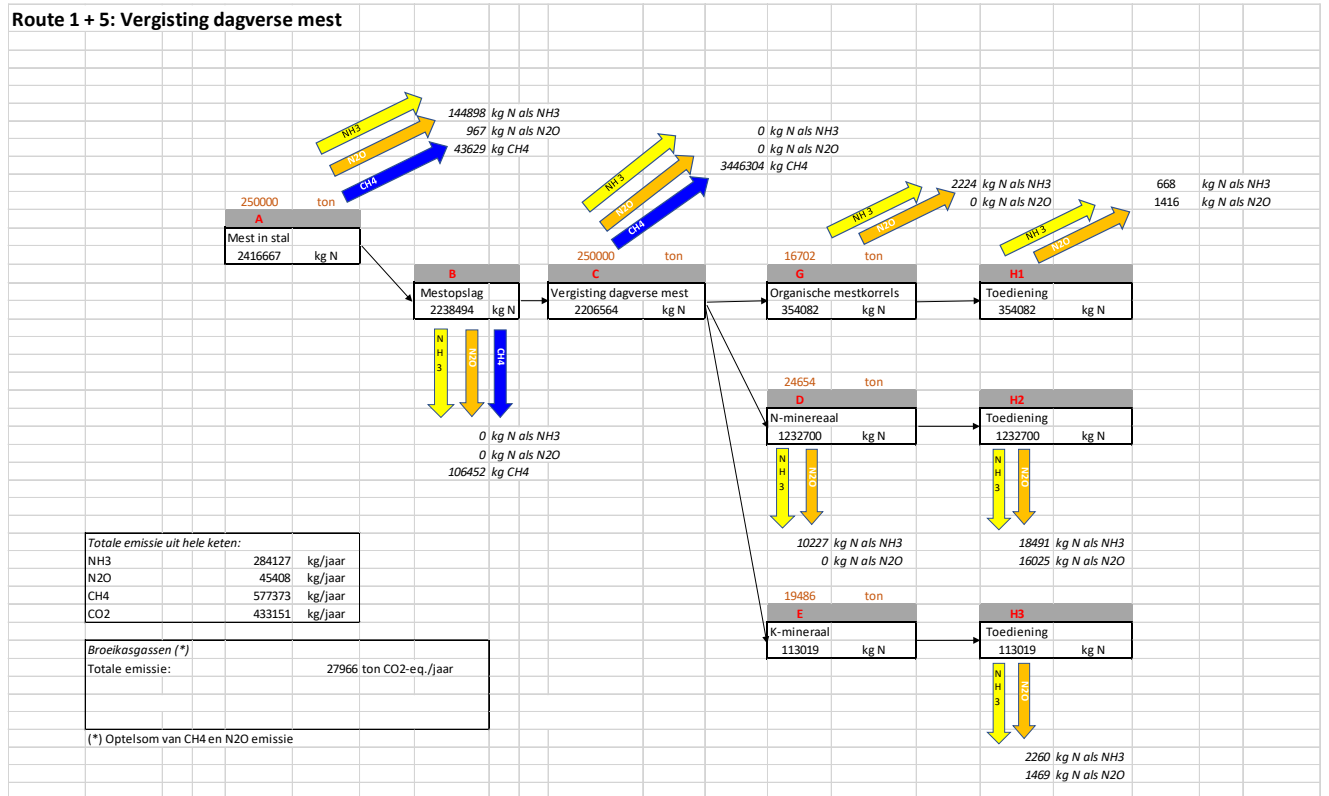
Scenario 3 Regulier met verwerking

Referentie: route 1 + 5

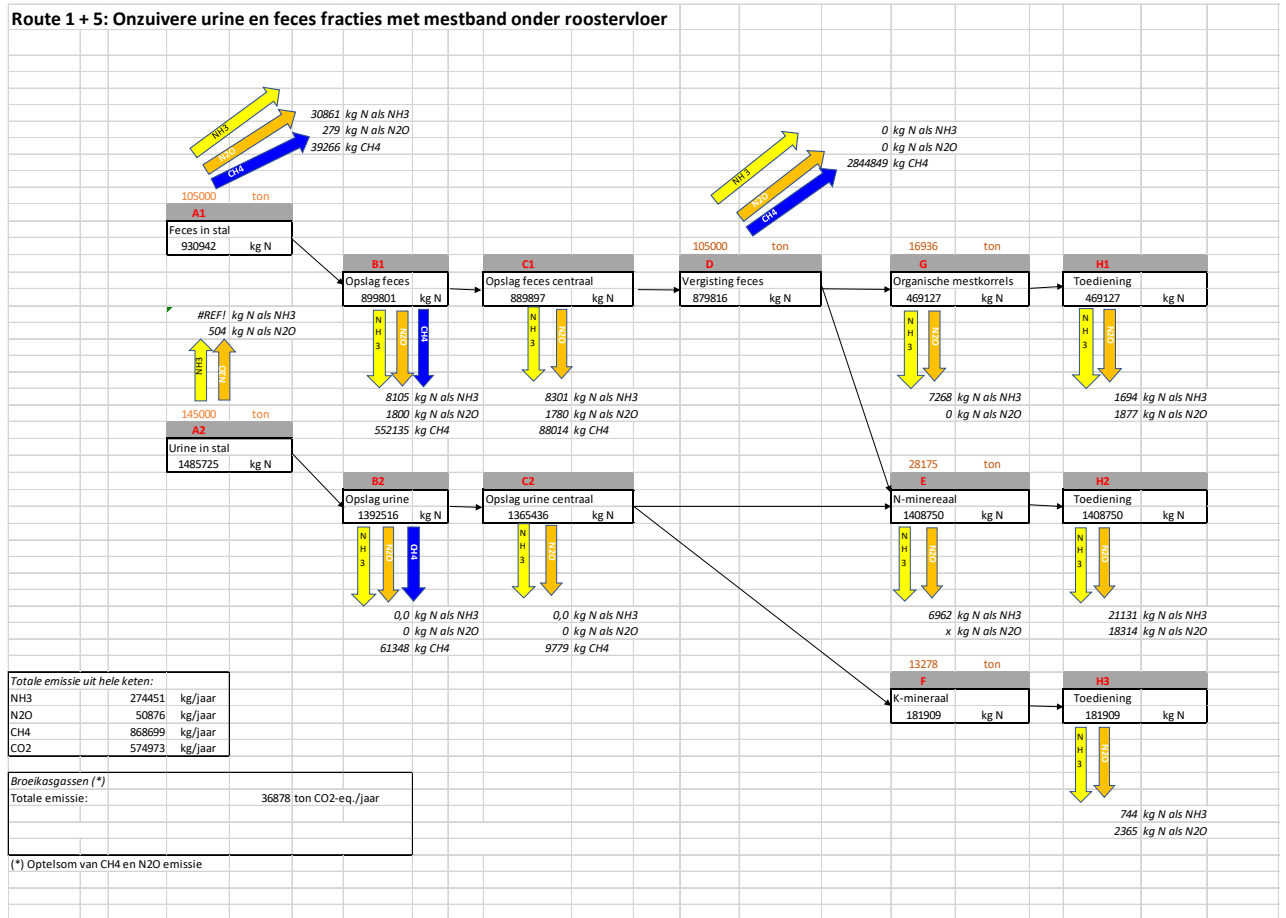


Scenario 4 Regulier met verwerking verse mest

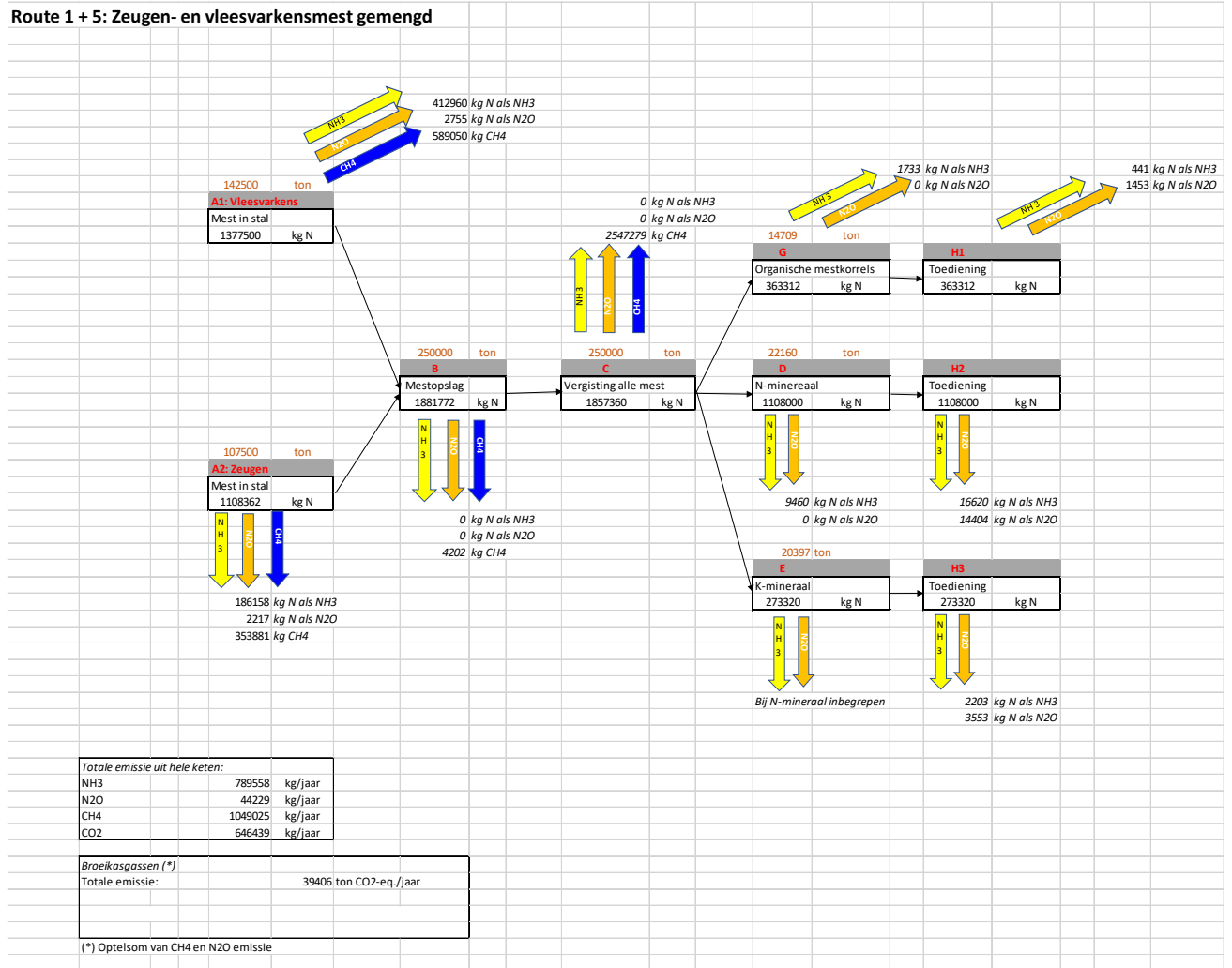
Route 1 + 5: Vergisting dagverse mest



Scenario 7 Scheiding urine en faeces met verwerking



Scenario 8 Regulier zeugen en vleesvarkensmest met verwerking

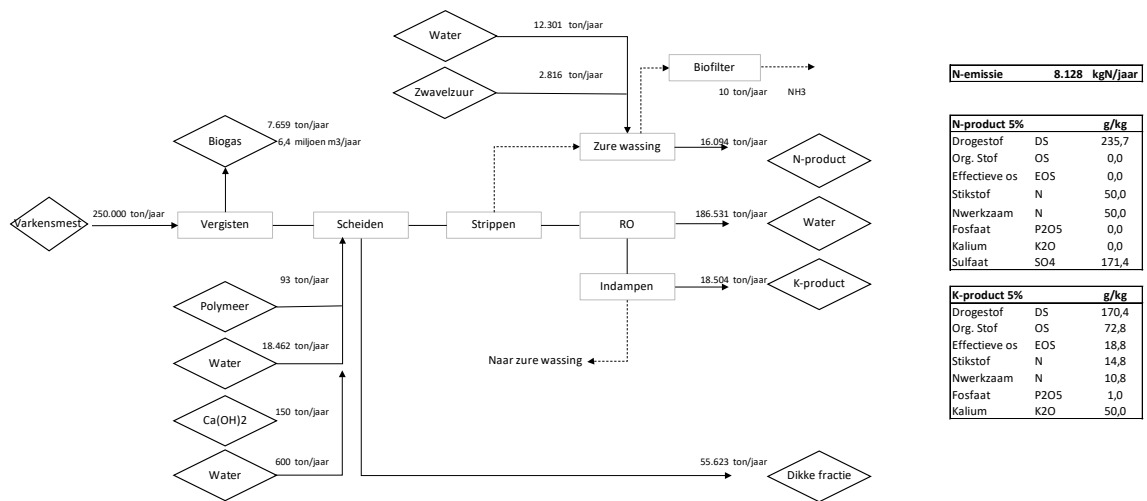


# Bijlage 3 Processchema's mestverwerkingsroutes en Massabalansen

## Scenario 3: Regulier + verwerking

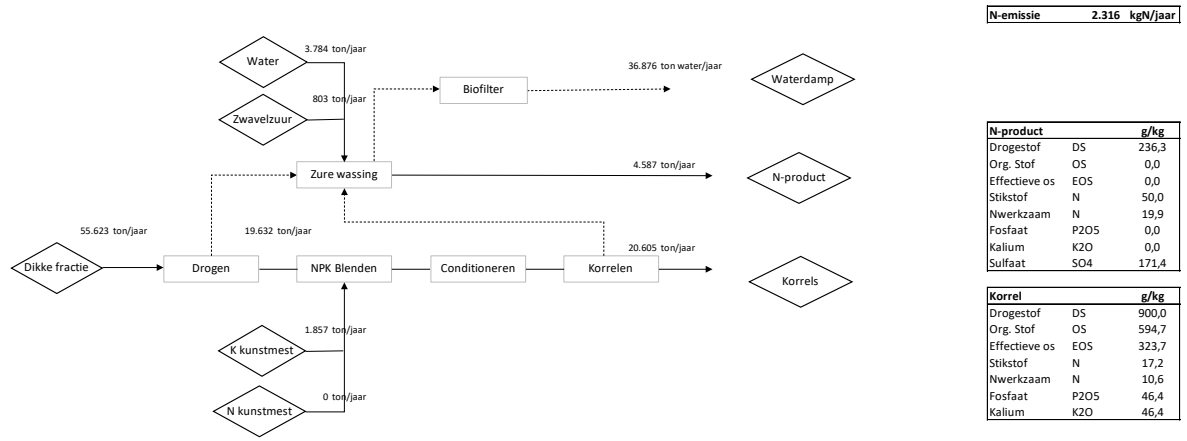
Grondstof: Vleesvarkensmest  
 Organische stof: 85,1 kg/ton  
 Ouderdom mest: 33 dagen

Processchema 1: Productie mineraal-N 5% en Mineraal-K 5% uit dunne fractie



Stof	Massabalans	In		Uit				
		Varkensmest	Water	N-product	K-product	Water	Dikke fractie	Emissie
Stikstof N	ton/jaar	1.675		805	273	3	586	8
Fosfaat P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ton/jaar	975		0	19	0	956	0
Kalium K <sub>2</sub> O	ton/jaar	1.175		0	925	0	250	0

Processchema 2: Productie organische mestkorrels uit dikke fractie schema 1

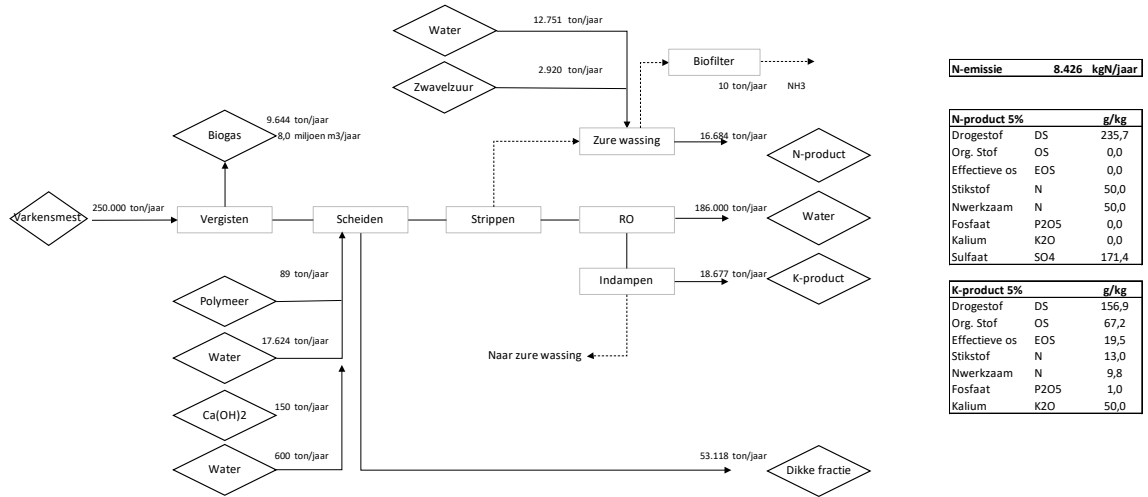


Stof	In			Uit		
	Dikke fractie	Vinasse kali	N-product	Korrels	Emissie	
Stikstof N	586 ton/jaar	37	229	392	2	
Fosfaat P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	956 ton/jaar	0	0	956	0	
Kalium K <sub>2</sub> O	250 ton/jaar	706	0	956	0	

**Scenario 4: Regulier + verwerking vers**

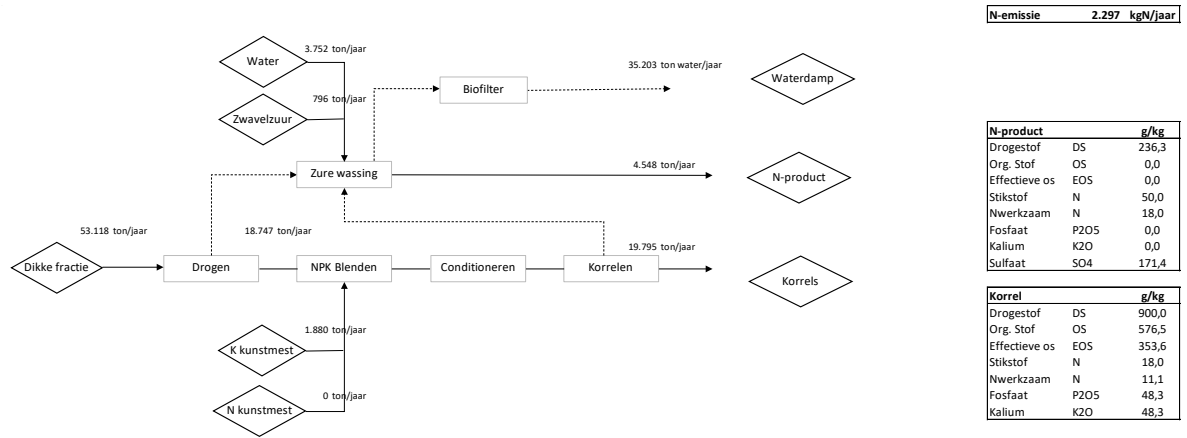
Grondstof: Vleesvarkensmest  
 Organische stof: 89,3 kg/ton  
 Ouderdom mest: 10 dagen

Processchema 1: Productie mineraal-N 5% en Mineraal-K 5% uit dunne fractie



Stof	Massabalans	In		Uit			Emissie
		Vleesvarkensmest	N-product	K-product	Water	Dikke fractie	
Stikstof N	ton/jaar	1.675	834	244	2	586	8
Fosfaat P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ton/jaar	975	0	19	0	956	0
Kalium K <sub>2</sub> O	ton/jaar	1.175	0	934	0	241	0

Processchema 2: Productie organische mestkorrels uit dikke fractie schema 1



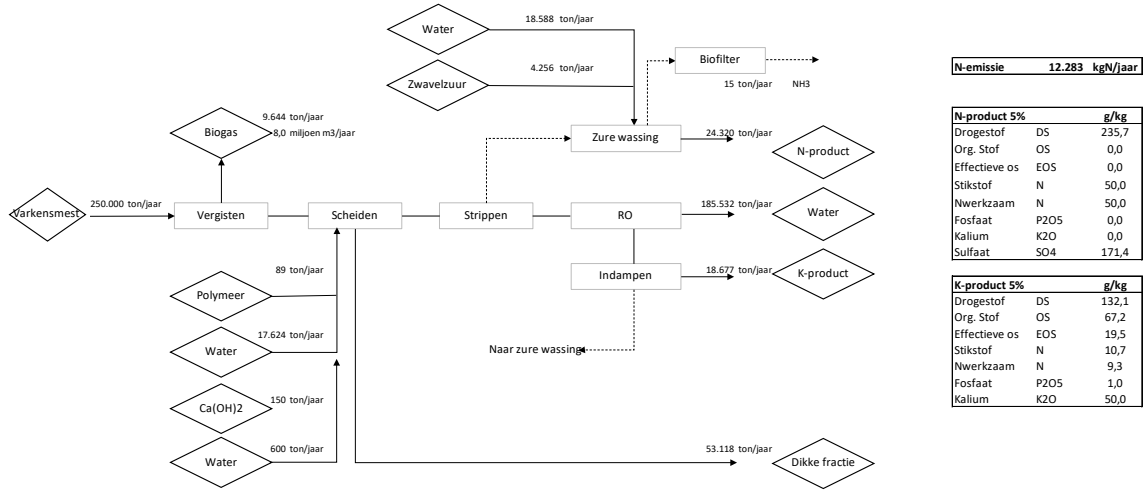
Massabalans		In		Uit		
Stof		Dikke fractie	Vinasse kali	N-product	Korrels	Emissie
Stikstof N	ton/jaar	586	38	227	394	2
Fosfaat P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ton/jaar	956	0	0	956	0
Kalium K <sub>2</sub> O	ton/jaar	241	714	0	956	0



**Scenario 6: Dagontmesting + verwerking**

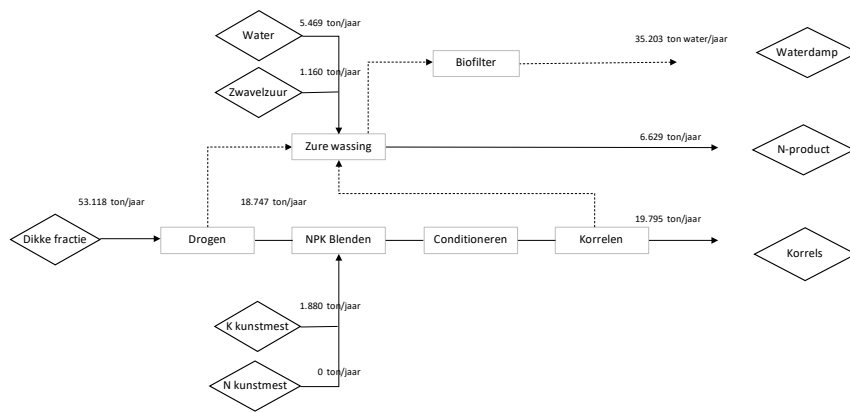
Grondstof: Vleesvarkensmest  
 Organische stof: 89,3 kg/ton  
 Ouderdom mest: 10 dagen

Processchema 1: Productie mineraal-N 5% en Mineraal-K 5% uit dunne fractie



Massabalans		In	Uit				
Stof		Vleesvarkensmest	N-product	K-product	Water	Dikke fractie	Emissie
Stikstof N	ton/jaar	2.200	1.216	200	2	770	12
Fosfaat P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ton/jaar	975	0	19	0	956	0
Kalium K <sub>2</sub> O	ton/jaar	1.175	0	934	0	241	0

Processchema 2: Productie organische mestkorrels uit dikke fractie schema 1



N-emissie 3.348 kgN/jaar

N-product		g/kg
Drogestof	DS	236,3
Org. Stof	OS	0,0
Effectieve os	EOS	0,0
Stikstof	N	50,0
Nwerkzaam	N	21,2
Fosfaat	P2O5	0,0
Kalium	K2O	0,0
Sulfaat	SO4	171,4

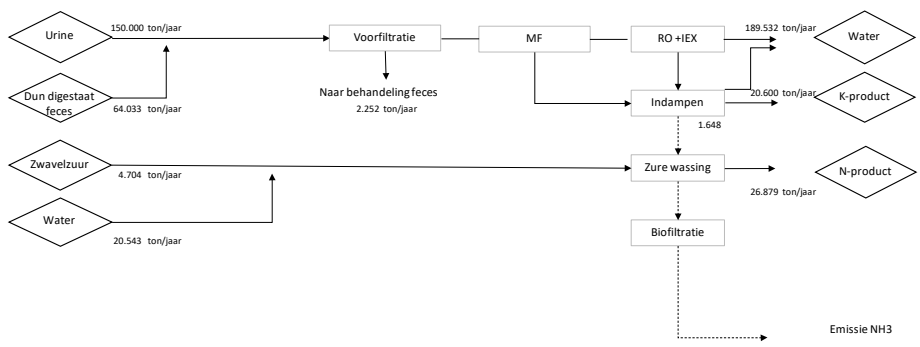
Korrel		g/kg
Drogestof	DS	900,0
Org. Stof	OS	576,5
Effectieve os	EOS	353,6
Stikstof	N	23,9
Nwerkzaam	N	14,7
Fosfaat	P2O5	48,3
Kalium	K2O	48,3

Massabalans	In		Uit			
	Stof	Dikke fractie	Vinasse kali	N-product	Korrels	Emissie
Stikstof N	ton/jaar	770	38	331	473	3
Fosfaat P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ton/jaar	956	0	0	956	0
Kalium K <sub>2</sub> O	ton/jaar	241	714	0	956	0

**Scenario 7: Gescheiden urine en feces + verwerking**

Grondstof: Vleesvarkensmest  
 Organische stof: Urine 15,0 kg/ton, feces 186,8 kg/ton  
 Ouderdom mest: 19 dagen

Processchema 1: Productie mineraal-N 5% en Mineraal-K 5% uit urine fractie



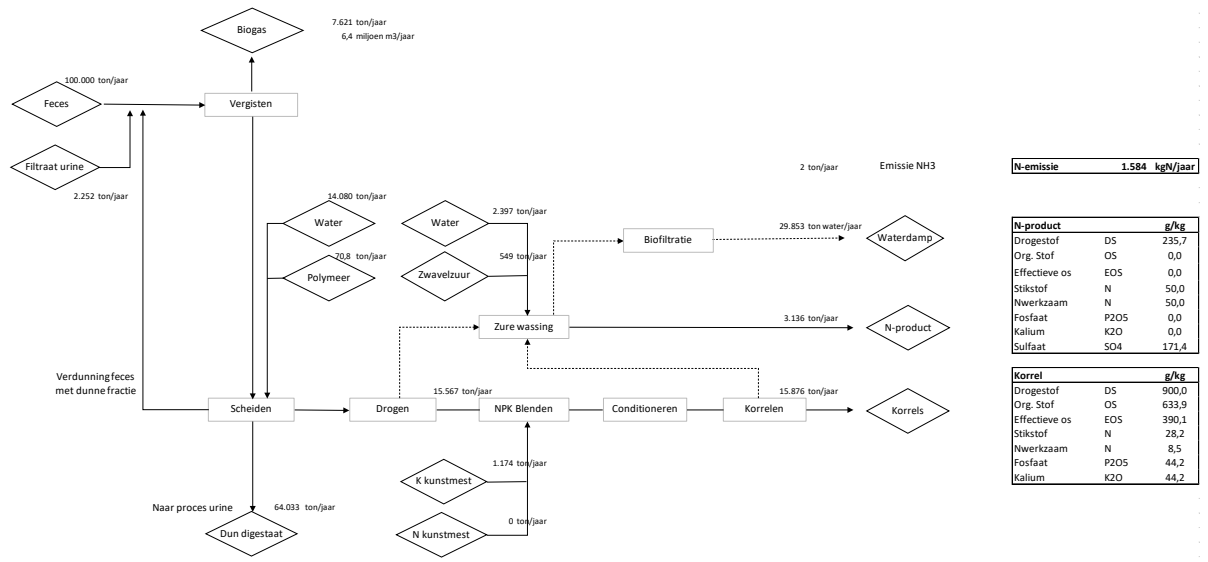
K-product 5%		g/kg
Drogestof	DS	218,5
Org. Stof	OS	156,5
Effectieve os	EOS	0,0
Stikstof	N	13,5
Nwerkzaam	N	15,9
Fosfaat	P2O5	11,3
Kalium	K2O	50,0
Sulfaat	SO4	12,2

N-product 5%		g/kg
Drogestof	DS	235,7
Org. Stof	OS	0,0
Effectieve os	EOS	0,0
Stikstof	N	50,0
Nwerkzaam	N	50,0
Fosfaat	P2O5	0,0
Kalium	K2O	0,0
Sulfaat	SO4	171,4

**N-emissie** 13.575 kgN/jaar

Massabalans	Stof	In	Uit					
			Urine	Dun digestaat feces	N-product	K-product	Water	Filtraat
Stikstof N	ton/jaar	1.380	288	1.344	278	3	30	14
Fosfaat P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ton/jaar	75	167	0	233	0	9	0
Kalium K <sub>2</sub> O	ton/jaar	675	366	0	1.030	0	11	0

Processchema 2: Productie organische mestkorrels uit dikke fractie schema 1



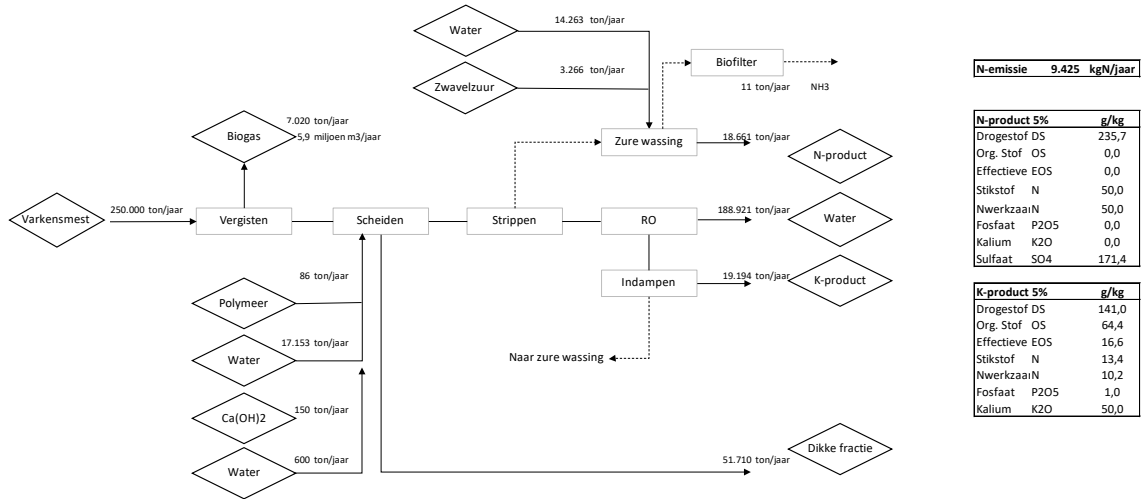
N-emissie		1.584 kgN/jaar
N-product g/kg		
Drogestof	DS	235,7
Org. Stof	OS	0,0
Effectieve os	EOS	0,0
Stikstof	N	50,0
Nwerkzaam	N	50,0
Fosfaat	P2O5	0,0
Kalium	K2O	0,0
Sulfaat	SO4	171,4
Korrel g/kg		
Drogestof	DS	900,0
Org. Stof	OS	633,9
Effectieve os	EOS	390,1
Stikstof	N	28,2
Nwerkzaam	N	8,5
Fosfaat	P2O5	44,2
Kalium	K2O	44,2

Massabalans		In		Uit				
Stof		Dikke fractie	Filtraat urine	Vinasse kali	N-product	Korrels	Dun digest. feces	Emissie
Stikstof N	ton/jaar	840	30	23	157	447	288	2
Fosfaat P2O5	ton/jaar	860	9	0	0	701	167	0
Kalium K2O	ton/jaar	610	11	446	0	701	366	0

**Scenario 8: Regulier mengsel + verwerking**

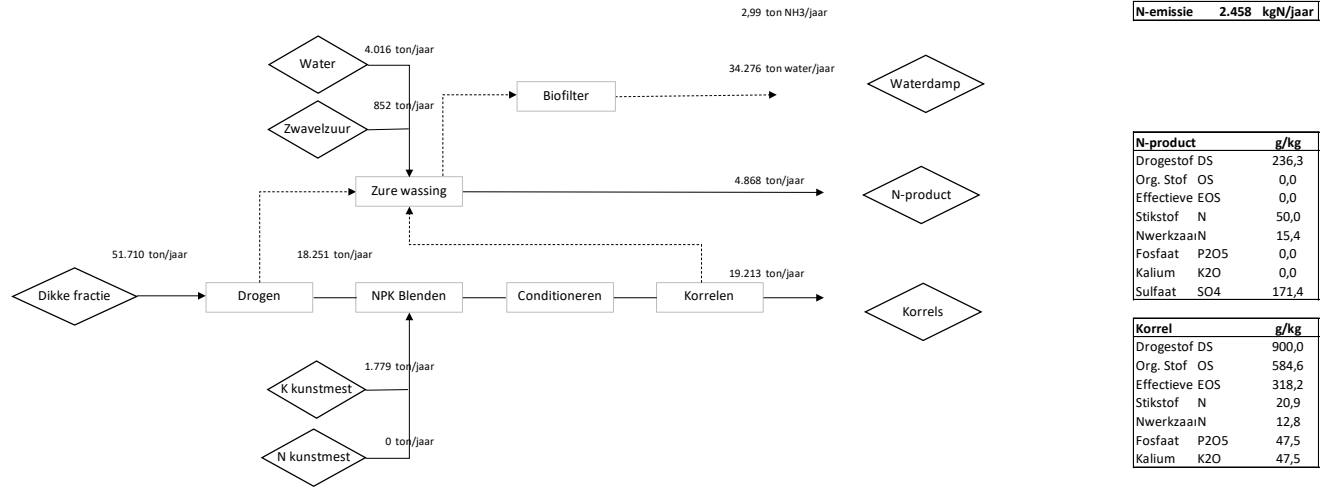
Grondstof: Vleesvarkens- en zeugenmest  
 Organische stof: Mengsel 78 kg/ton  
 Ouderdom mest: 33 dagen

Processchema 1: Productie mineraal-N 5% en Mineraal-K 5% uit dunne fractie



Massabalans		In	Uit				
Stof		Vleesvarkensmest	N-product	K-product	Water	Dikke fractie	Emissie
Stikstof N	ton/jaar	1.850	933	257	3	648	9
Fosfaat P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ton/jaar	932	0	18	0	913	0
Kalium K <sub>2</sub> O	ton/jaar	1.197	0	960	0	237	0

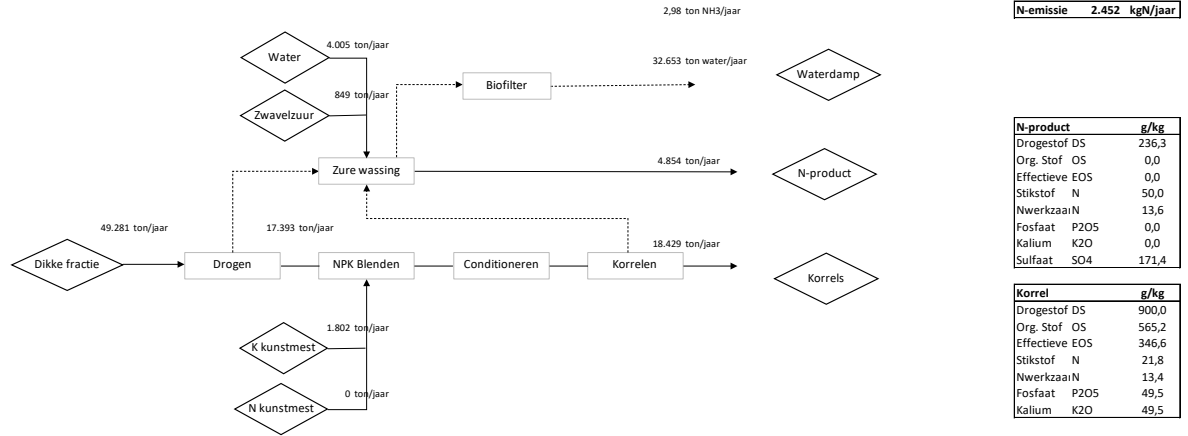
Processchema 2: Productie organische mestkorrels uit dikke fractie schema 1



Massabalans		In		Uit		
Stof	Eenheid	Dikke fractie	Vinasse kali	N-product	Korrels	Emissie
Stikstof N	ton/jaar	648	36	243	437	2
Fosfaat P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ton/jaar	913	0	0	913	0
Kalium K <sub>2</sub> O	ton/jaar	237	676	0	913	0



Processchema 2: Productie organische mestkorrels uit dikke fractie schema 1



Massabalans		In		Uit		
Stof	Eenheid	Dikke fractie	Vinasse kali	N-product	Korrels	Emissie
Stikstof N	ton/jaar	648	36	243	438	2
Fosfaat P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ton/jaar	913	0	0	913	0
Kalium K <sub>2</sub> O	ton/jaar	228	685	0	913	0



---

# Bijlage 4    Detaillering kostenramingen

## Inhoud

<b>Nr.</b>	<b>Scenario</b>	<b>Variant verwerking</b>	<b>Tabelnummer bijlage</b>
3	Regulier VVM + verwerking	Basis	B3.1 t/m B3.4 (basis)
		Groengas	B3.1 t/m B3.4 (groengas)
		Groengas HBE	B3.1 t/m B3.4 (groengas HBE)
		Afzet dikke fractie	B3.1 t/m B3.4 (afzet dikke fractie)
4	Regulier VVM + verwerking vers	Basis	B4.1 t/m B4.4 (basis)
		Groengas	B4.1 t/m B4.4 (groengas)
		Groengas HBE	B4.1 t/m B4.4 (groengas HBE)
		Afzet dikke fractie	B4.1 t/m B4.4 (afzet dikke fractie)
6	Dagontmesting + verwerking	Basis	B6.1 t/m B6.4
7	Scheiding urine/feces + verwerk.	Basis	B7.1 t/m B7.4
8	Regulier mengsel + verwerking	Basis	B8.1 t/m B8.4
9	Regulier mengsel + verwerk. vers	Basis	B9.1 t/m B9.4

### 3. Scenario Regulier VVM + verwerking (basis)

#### Uitgangspunten scenario

Type mest:	Vleesvarkensmest
Ouderdom mest:	33 dagen
Organische stofgehalte:	85,1 kg/ton
Ntot:	6,7 kgN/ton
Nmin:	3,4 kgN/ton
Biogasproductie:	0,30 m <sup>3</sup> per kg/OS
Variant verwerking:	Basis, biogas toepassing WKK

Tabel B3.1 (basis). Grondstof, proces en eindproducten.

Grondstof	Procesonderdelen	Eindproducten
Vleesvarkensmest	Vergisten, scheiden, strippen, omgekeerde osmose, indampen, luchtbehandelen	Mineraal N-5% Mineraal K-5%
Dikke fractie	Drogen, blenden, conditioneren, korrelen, luchtbehandelen	Mestkorrel NPK 2-5-5 Mineraal N-5%

Tabel B3.2 (basis). Investerings productie Mineraal N-5%, Mineraal K-5% en mestkorrels NPK 2-5-5 uit vleesvarkensmest.

Investerings	250 kton		750 kton	
	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Vergisten	€ 2.500.000	€ 2.500.000	€ 5.300.000	€ 5.300.000
Scheiden	€ 1.100.000	€ 1.100.000	€ 2.300.000	€ 2.300.000
Strippen en scrubben	€ 900.000	€ 900.000	€ 2.000.000	€ 2.000.000
Omgekeerde osmose	€ 2.500.000	€ 2.500.000	€ 7.400.000	€ 7.400.000
Indampen	€ 2.000.000	€ 2.000.000	€ 3.600.000	€ 3.600.000
Biofilter	€ 1.000.000	€ 1.000.000	€ 2.100.000	€ 2.100.000
Drogen en korrelen	€ 6.300.000	€ 6.300.000	€ 13.200.000	€ 13.200.000
<b>Totaal inside battery limits</b>	<b>€ 16.300.000</b>	<b>€ 16.300.000</b>	<b>€ 35.900.000</b>	<b>€ 35.900.000</b>
Investerings outside battery limits	€ 4.900.000	€ 1.200.000	€ 10.800.000	€ 2.700.000
Design and engineering	€ 2.100.000	€ 1.800.000	€ 2.300.000	€ 1.900.000
Contingency	€ 2.100.000	€ 1.800.000	€ 4.700.000	€ 3.900.000
<b>Totaal Fixed Capital Cost</b>	<b>€ 25.400.000</b>	<b>€ 21.100.000</b>	<b>€ 53.700.000</b>	<b>€ 44.400.000</b>

Tabel B3.3 (basis). Uitgangspunten bij berekening exploitatiekosten.

Onderdeel	Waarde	Toelichting
Rente percentage	3%	
Afschrijvingsperiode	12 jaar	Overeenkomstig SDE periode
Engineeringskosten bij 250 kton	10%	Van ISBL en OSBL kosten
Engineeringskosten bij 750 kton	5%	Van ISBL en OSBL kosten

ISBL = Inside Battery Limits costs, OSBL = Outside Battery Limits costs

Tabel B3.4 (basis). Overzicht kosten en opbrengsten en minimaal benodigd poorttarief in € per ton drijfmest.

		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
<b>Investeringsen</b>					
<b>Totaal investering</b>	<b>MC</b>	<b>25,4</b>	<b>21,1</b>	<b>53,7</b>	<b>44,4</b>
<b>Kosten</b>					
Energie	€/ton	8,90	8,90	7,54	7,54
Hulpstoffen	€/ton	1,73	1,73	1,73	1,73
Inkoop meststoffen	€/ton	1,55	1,55	1,55	1,55
Personeel	€/ton	3,54	2,97	2,11	1,93
Onderhoud en overige bedrijfskosten	€/ton	9,14	7,60	6,44	5,33
Afschrijving en financiering	€/ton	10,74	8,92	7,57	6,26
<b>Totaal kosten</b>		<b>35,61</b>	<b>31,67</b>	<b>26,94</b>	<b>24,34</b>
<b>Opbrengsten af fabriek</b>					
Mineraal-N-product, 5%	€/ton	1,21	1,21	1,21	1,21
Mineraal K-product, 5%	€/ton	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
Mestkorrel	€/ton	4,53	4,53	4,53	4,53
SDE++ (fase 1)	€/ton	2,63	2,63	2,63	2,63
Levering stroom + groen certificaat	€/ton	4,63	4,63	4,63	4,63
Vermeden inkoop warmte	€/ton	1,11	1,11	1,11	1,11
<b>Totaal opbrengsten af fabriek</b>	<b>€/ton</b>	<b>14,04</b>	<b>14,04</b>	<b>14,04</b>	<b>14,04</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b> (minimaal poorttarief)	<b>€/ton</b>	<b>-22</b>	<b>-18</b>	<b>-13</b>	<b>-10</b>

### 3. Scenario Regulier VVM + verwerking (groengas)

#### Uitgangspunten scenario

Type mest:	Vleesvarkensmest
Ouderdom mest:	33 dagen
Organische stofgehalte:	85,1 kg/ton
Ntot:	6,7 kgN/ton
Nmin:	3,4 kgN/ton
Biogasproductie:	0,30 m <sup>3</sup> per kg/OS
Variant verwerking:	Groengas, biogas toepassing groengas

Tabel B3.1 (groengas). Grondstof, proces en eindproducten.

Grondstof	Procesonderdelen	Eindproducten
Vleesvarkensmest	Vergisten, scheiden, strippen, omgekeerde osmose, indampen, luchtbehandelen	Mineraal N-5% Mineraal K-5%
Dikke fractie	Drogen, blenden, conditioneren, korrelen, luchtbehandelen	Mestkorrel NPK 2-5-5 Mineraal N-5%

Tabel B3.2 (groengas). Investerings productie Mineraal N-5%, Mineraal K-5% en mestkorrels NPK 2-5-5 uit vleesvarkensmest.

Investerings	250 kton		750 kton	
	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Vergisten	€ 1.300.000	€ 1.300.000	€ 2.700.000	€ 2.700.000
Biogas opwerking	€ 900.000	€ 900.000	€ 2.000.000	€ 2.000.000
Scheiden	€ 1.100.000	€ 1.100.000	€ 2.300.000	€ 2.300.000
Strippen en scrubben	€ 900.000	€ 900.000	€ 2.000.000	€ 2.000.000
Omgekeerde osmose	€ 2.500.000	€ 2.500.000	€ 7.400.000	€ 7.400.000
Indampen	€ 2.000.000	€ 2.000.000	€ 3.600.000	€ 3.600.000
Biofilter	€ 1.000.000	€ 1.000.000	€ 2.100.000	€ 2.100.000
Drogen en korrelen	€ 6.300.000	€ 6.300.000	€ 13.200.000	€ 13.200.000
<b>Totaal inside battery limits</b>	<b>€ 16.000.000</b>	<b>€ 16.000.000</b>	<b>€ 35.300.000</b>	<b>€ 35.300.000</b>
Investerings outside battery limits	€ 4.800.000	€ 1.200.000	€ 10.600.000	€ 2.600.000
Design and engineering	€ 2.100.000	€ 1.700.000	€ 2.300.000	€ 1.900.000
Contingency	€ 2.100.000	€ 1.700.000	€ 4.600.000	€ 3.800.000
<b>Totaal Fixed Capital Cost</b>	<b>€ 25.000.000</b>	<b>€ 20.600.000</b>	<b>€ 52.800.000</b>	<b>€ 43.600.000</b>

Tabel B3.3 (groengas). Uitgangspunten bij berekening exploitatiekosten.

Onderdeel	Waarde	Toelichting
Rente percentage	3%	
Afschrijvingsperiode	12 jaar	Overeenkomstig SDE periode
Engineeringkosten bij 250 kton	10%	Van ISBL en OSBL kosten
Engineeringkosten bij 750 kton	5%	Van ISBL en OSBL kosten

ISBL = Inside Battery Limits costs, OSBL = Outside Battery Limits costs

Tabel B3.4 (groengas). Overzicht kosten en opbrengsten en minimaal benodigd poorttarief in € per ton drijfmest.

		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
<b>Investeringsen</b>					
<b>Totaal investering</b>	<b>M€</b>	<b>25,0</b>	<b>20,6</b>	<b>52,8</b>	<b>43,6</b>
<b>Kosten</b>					
Energie	€/ton	9,63	9,63	8,10	8,10
Hulpstoffen	€/ton	1,73	1,73	1,73	1,73
Inkoop meststoffen	€/ton	1,55	1,55	1,55	1,55
Personeel	€/ton	3,51	2,97	2,11	1,93
Onderhoud en overige bedrijfskosten	€/ton	9,00	7,42	6,34	5,23
Afschrijving en financiering	€/ton	10,57	8,71	7,44	6,14
<b>Totaal kosten</b>		<b>35,99</b>	<b>32,01</b>	<b>27,26</b>	<b>24,69</b>
<b>Opbrengsten af fabriek</b>					
Mineraal-N-product, 5%	€/ton	1,21	1,21	1,21	1,21
Mineraal K-product, 5%	€/ton	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
Mestkorrel	€/ton	4,53	4,53	4,53	4,53
SDE++ (fase 1)	€/ton	4,46	4,46	4,46	4,46
Verkoop groengas	€/ton	2,40	2,40	2,40	2,40
Verkoop GVOs	€/ton	2,22	2,22	2,22	2,22
<b>Totaal opbrengsten af fabriek</b>	<b>€/ton</b>	<b>14,74</b>	<b>14,74</b>	<b>14,74</b>	<b>14,74</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b> (minimaal poorttarief)	<b>€/ton</b>	<b>-21</b>	<b>-17</b>	<b>-13</b>	<b>-10</b>

### 3. Scenario Regulier VVM + verwerking (groengas HBE)

#### Uitgangspunten scenario

Type mest:	Vleesvarkensmest
Ouderdom mest:	33 dagen
Organische stofgehalte:	85,1 kg/ton
Ntot:	6,7 kgN/ton
Nmin:	3,4 kgN/ton
Biogasproductie:	0,30 m <sup>3</sup> per kg/OS
Variant verwerking:	Groengas, biogas toepassing groengas, HBE certificaten

Tabel B3.1 (groengas HBE). Grondstof, proces en eindproducten.

Grondstof	Procesonderdelen	Eindproducten
Vleesvarkensmest	Vergisten, scheiden, strippen, omgekeerde osmose, indampen, luchtbehandelen	Mineraal N-5% Mineraal K-5%
Dikke fractie	Drogen, blenden, conditioneren, korrelen, luchtbehandelen	Mestkorrel NPK 2-5-5 Mineraal N-5%

Tabel B3.2 (groengas HBE). Investerings productie Mineraal N-5%, Mineraal K-5% en mestkorrels NPK 2-5-5 uit vleesvarkensmest.

Investerings	250 kton		750 kton	
	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Vergisten	€ 1.300.000	€ 1.300.000	€ 2.700.000	€ 2.700.000
Biogas opwerking	€ 900.000	€ 900.000	€ 2.000.000	€ 2.000.000
Scheiden	€ 1.100.000	€ 1.100.000	€ 2.300.000	€ 2.300.000
Strippen en scrubben	€ 900.000	€ 900.000	€ 2.000.000	€ 2.000.000
Omgekeerde osmose	€ 2.500.000	€ 2.500.000	€ 7.400.000	€ 7.400.000
Indampen	€ 2.000.000	€ 2.000.000	€ 3.600.000	€ 3.600.000
Biofilter	€ 1.000.000	€ 1.000.000	€ 2.100.000	€ 2.100.000
Drogen en korrelen	€ 6.300.000	€ 6.300.000	€ 13.200.000	€ 13.200.000
<b>Totaal inside battery limits</b>	<b>€ 16.000.000</b>	<b>€ 16.000.000</b>	<b>€ 35.300.000</b>	<b>€ 35.300.000</b>
Investerings outside battery limits	€ 4.800.000	€ 1.200.000	€ 10.600.000	€ 2.600.000
Design and engineering	€ 2.100.000	€ 1.700.000	€ 2.300.000	€ 1.900.000
Contingency	€ 2.100.000	€ 1.700.000	€ 4.600.000	€ 3.800.000
<b>Totaal Fixed Capital Cost</b>	<b>€ 25.000.000</b>	<b>€ 20.600.000</b>	<b>€ 52.800.000</b>	<b>€ 43.600.000</b>

Tabel B3.3 (groengas HBE). Uitgangspunten bij berekening exploitatiekosten.

Onderdeel	Waarde	Toelichting
Rente percentage	3%	
Afschrijvingsperiode	12 jaar	Overeenkomstig SDE periode
Engineeringkosten bij 250 kton	10%	Van ISBL en OSBL kosten
Engineeringkosten bij 750 kton	5%	Van ISBL en OSBL kosten

ISBL = Inside Battery Limits costs, OSBL = Outside Battery Limits costs

		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
<b>Investeringsen</b>					
<b>Totaal investering</b>	<b>MC</b>	<b>25,0</b>	<b>20,6</b>	<b>52,8</b>	<b>43,6</b>
<b>Kosten</b>					
Energie	€/ton	9,63	9,63	8,10	8,10
Hulpstoffen	€/ton	1,73	1,73	1,73	1,73
Inkoop meststoffen	€/ton	1,55	1,55	1,55	1,55
Personeel	€/ton	3,51	2,97	2,11	1,93
Onderhoud en overige bedrijfskosten	€/ton	9,00	7,42	6,34	5,23
Afschrijving en financiering	€/ton	10,57	8,71	7,44	6,14
<b>Totaal kosten</b>		<b>35,99</b>	<b>32,01</b>	<b>27,26</b>	<b>24,69</b>
<b>Opbrengsten af fabriek</b>					
Mineraal-N-product, 5%	€/ton	1,21	1,21	1,21	1,21
Mineraal K-product, 5%	€/ton	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
Mestkorrel	€/ton	4,53	4,53	4,53	4,53
HBE certificaten	€/ton	14,12	14,12	14,12	14,12
Verkoop groengas	€/ton	2,40	2,40	2,40	2,40
<b>Totaal opbrengsten af fabriek</b>	<b>€/ton</b>	<b>22,18</b>	<b>22,18</b>	<b>22,18</b>	<b>22,18</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b>	<b>€/ton</b>	<b>-14</b>	<b>-10</b>	<b>-5</b>	<b>-3</b>
(minimaal poorttarief)					

Tabel B3.4 (groengas HBE). Overzicht kosten en opbrengsten en minimaal benodigd poorttarief in € per ton drijfmest.

### 3. Scenario Regulier VVM + verwerking (afzet dikke fractie)

#### Uitgangspunten scenario

Type mest:	Vleesvarkensmest
Ouderdom mest:	33 dagen
Organische stofgehalte:	85,1 kg/ton
Ntot:	6,7 kgN/ton
Nmin:	3,4 kgN/ton
Biogasproductie:	0,30 m <sup>3</sup> per kg/OS
Variant verwerking:	Afzet dikke fractie, biogastoepassing WKK

Tabel B3.1 (afzet dikke fractie). Grondstof, proces en eindproducten.

Grondstof	Procesonderdelen	Eindproducten
Vleesvarkensmest	Vergisten, scheiden, strippen, omgekeerde osmose, indampen, luchtbehandelen	Mineraal N-5% Mineraal K-5%
Dikke fractie	-	Dikke fractie

Tabel B3.2 (afzet dikke fractie). Investerings productie Mineraal N-5%, Mineraal K-5% en mestkorrels NPK 2-5-5 uit vleesvarkensmest.

Investerings	250 kton		750 kton	
	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Vergisten	€ 2.500.000	€ 2.500.000	€ 5.300.000	€ 5.300.000
Scheiden	€ 1.100.000	€ 1.100.000	€ 2.300.000	€ 2.300.000
Strippen en scrubben	€ 900.000	€ 900.000	€ 2.000.000	€ 2.000.000
Omgekeerde osmose	€ 2.500.000	€ 2.500.000	€ 7.400.000	€ 7.400.000
Indampen	€ 2.000.000	€ 2.000.000	€ 3.600.000	€ 3.600.000
Biofilter	€ 1.000.000	€ 1.000.000	€ 2.100.000	€ 2.100.000
Drogen en korrelen	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
<b>Totaal inside battery limits</b>	<b>€ 10.000.000</b>	<b>€ 10.000.000</b>	<b>€ 22.700.000</b>	<b>€ 22.700.000</b>
Investerings outside battery limits	€ 3.000.000	€ 800.000	€ 6.810.000	€ 1.702.500
Design and engineering	€ 1.300.000	€ 1.100.000	€ 1.475.500	€ 1.220.125
Contingency	€ 1.300.000	€ 1.100.000	€ 2.951.000	€ 2.440.250
<b>Totaal Fixed Capital Cost</b>	<b>€ 15.600.000</b>	<b>€ 13.000.000</b>	<b>€ 33.936.500</b>	<b>€ 28.062.875</b>

Tabel B3.3 (afzet dikke fractie). Uitgangspunten bij berekening exploitatiekosten.

Onderdeel	Waarde	Toelichting
Rente percentage	3%	
Afschrijvingsperiode	12 jaar	Overeenkomstig SDE periode
Engineeringskosten bij 250 kton	10%	Van ISBL en OSBL kosten
Engineeringskosten bij 750 kton	5%	Van ISBL en OSBL kosten

ISBL = Inside Battery Limits costs, OSBL = Outside Battery Limits costs



		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
<b>Investeringsen</b>					
<b>Totaal investering</b>	<b>MC</b>	<b>15,6</b>	<b>13,0</b>	<b>33,9</b>	<b>28,1</b>
<b>Kosten</b>					
Energie	€/ton	4,63	4,63	3,73	3,73
Hulpstoffen	€/ton	1,73	1,73	1,73	1,73
Inkoop meststoffen	€/ton	1,55	1,55	1,55	1,55
Personeel	€/ton	1,86	1,33	0,96	0,78
Onderhoud en overige bedrijfskosten	€/ton	5,62	4,68	4,07	3,37
Afschrijving en financiering	€/ton	6,60	5,50	4,78	3,95
<b>Totaal kosten</b>		<b>22,0</b>	<b>19,4</b>	<b>16,8</b>	<b>15,1</b>
<b>Opbrengsten af fabriek</b>					
Mineraal-N-product, 5%	€/ton	1,21	1,21	1,21	1,21
Mineraal K-product, 5%	€/ton	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
Dikke fractie	€/ton	-6,67	-6,67	-6,67	-6,67
SDE++ (fase 1)	€/ton	2,63	2,63	2,63	2,63
Levering stroom + groen certificaat	€/ton	4,63	4,63	4,63	4,63
Vermeden inkoop warmte	€/ton	1,11	1,11	1,11	1,11
<b>Totaal opbrengsten af fabriek</b>	<b>€/ton</b>	<b>2,84</b>	<b>2,84</b>	<b>2,84</b>	<b>2,84</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b> (minimaal poorttarief)	<b>€/ton</b>	<b>-19</b>	<b>-17</b>	<b>-14</b>	<b>-12</b>

Tabel B3.4 (afzet dikke fractie). Overzicht kosten en opbrengsten en minimaal benodigd poorttarief in € per ton drijfmest.

#### 4. Scenario Regulier VVM + verwerking vers (basis)

##### *Uitgangspunten scenario*

Type mest:	Vleesvarkensmest
Ouderdom mest:	10 dagen
Organische stofgehalte:	89,3 kg/ton
Ntot:	6,7 kgN/ton
Nmin:	3,2 kgN/ton
Biogasproductie:	0,36 m <sup>3</sup> per kg/OS
Variant verwerking:	Basis, biogastoepassing WKK

Tabel B4.1 (basis). Grondstof, proces en eindproducten.

Grondstof	Procesonderdelen	Eindproducten
Vleesvarkensmest	Vergisten, scheiden, strippen, omgekeerde osmose, indampen, luchtbehandelen	Mineraal N-5% Mineraal K-5%
Dikke fractie	Drogen, blenden, conditioneren, korrelen, luchtbehandelen	Mestkorrel NPK 2-5-5 Mineraal N-5%

Tabel B4.2 (basis). Investerings productie Mineraal N-5%, Mineraal K-5% en mestkorrels NPK 2-5-5 uit vleesvarkensmest.

Investerings	250 kton		750 kton	
	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Vergisten	€ 2.900.000	€ 2.900.000	€ 6.100.000	€ 6.100.000
Scheiden	€ 1.100.000	€ 1.100.000	€ 2.300.000	€ 2.300.000
Strippen en scrubben	€ 900.000	€ 900.000	€ 2.000.000	€ 2.000.000
Omgekeerde osmose	€ 2.500.000	€ 2.500.000	€ 7.400.000	€ 7.400.000
Indampen	€ 2.000.000	€ 2.000.000	€ 3.600.000	€ 3.600.000
Biofilter	€ 1.000.000	€ 1.000.000	€ 2.100.000	€ 2.100.000
Drogen en korrelen	€ 6.100.000	€ 6.100.000	€ 12.800.000	€ 12.800.000
<b>Totaal inside battery limits</b>	<b>€ 16.500.000</b>	<b>€ 16.500.000</b>	<b>€ 36.300.000</b>	<b>€ 36.300.000</b>
Investerings outside battery limits	€ 5.000.000	€ 1.200.000	€ 10.900.000	€ 2.700.000
Design and engineering	€ 2.200.000	€ 1.800.000	€ 2.400.000	€ 2.000.000
Contingency	€ 2.200.000	€ 1.800.000	€ 4.700.000	€ 3.900.000
<b>Totaal Fixed Capital Cost</b>	<b>€ 25.900.000</b>	<b>€ 21.300.000</b>	<b>€ 54.300.000</b>	<b>€ 44.900.000</b>

Tabel B4.3 (basis). Uitgangspunten bij berekening exploitatiekosten.

Onderdeel	Waarde	Toelichting
Rente percentage	3%	
Afschrijvingsperiode	12 jaar	Overeenkomstig SDE periode
Engineeringskosten bij 250 kton	10%	Van ISBL en OSBL kosten
Engineeringskosten bij 750 kton	5%	Van ISBL en OSBL kosten

ISBL = Inside Battery Limits costs, OSBL = Outside Battery Limits costs

		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
<b>Investeringsen</b>					
<b>Totaal investering</b>	<b>MC</b>	<b>25,9</b>	<b>21,3</b>	<b>54,3</b>	<b>44,9</b>
<b>Kosten</b>					
Energie	€/ton	8,70	8,70	7,37	7,37
Hulpstoffen	€/ton	1,72	1,72	1,72	1,72
Inkoop meststoffen	€/ton	1,57	1,57	1,57	1,57
Personeel	€/ton	3,47	2,90	2,06	1,88
Onderhoud en overige bedrijfskosten	€/ton	9,32	7,67	6,52	5,39
Afschrijving en financiering	€/ton	10,95	9,01	7,65	6,33
<b>Totaal kosten</b>		<b>35,73</b>	<b>31,56</b>	<b>26,88</b>	<b>24,25</b>
<b>Opbrengsten af fabriek</b>					
Mineraal-N-product, 5%	€/ton	1,24	1,24	1,24	1,24
Mineraal K-product, 5%	€/ton	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
Mestkorrel	€/ton	4,35	4,35	4,35	4,35
SDE++ (fase 1)	€/ton	3,55	3,55	3,55	3,55
Levering stroom + groen certificaat	€/ton	5,83	5,83	5,83	5,83
Vermeden inkoop warmte	€/ton	1,40	1,40	1,40	1,40
<b>Totaal opbrengsten af fabriek</b>	<b>€/ton</b>	<b>16,30</b>	<b>16,30</b>	<b>16,30</b>	<b>16,30</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b> (minimaal poorttarief)	<b>€/ton</b>	<b>-19</b>	<b>-15</b>	<b>-11</b>	<b>-8</b>

Tabel B4.4 (basis). Overzicht kosten en opbrengsten en minimaal benodigd poorttarief in € per ton drijfmest.

#### 4. Scenario Regulier VVM + verwerking vers (groengas)

##### Uitgangspunten scenario

Type mest:	Vleesvarkensmest
Ouderdom mest:	10 dagen
Organische stofgehalte:	89,3 kg/ton
Ntot:	6,7 kgN/ton
Nmin:	3,2 kgN/ton
Biogasproductie:	0,36 m <sup>3</sup> per kg/OS
Variant verwerking:	Groengas, biogastoepassing groengas

Tabel B4.1 (groengas). Grondstof, proces en eindproducten.

Grondstof	Procesonderdelen	Eindproducten
Vleesvarkensmest	Vergisten, scheiden, strippen, omgekeerde osmose, indampen, luchtbehandelen	Mineraal N-5% Mineraal K-5%
Dikke fractie	Drogen, blenden, conditioneren, korrelen, luchtbehandelen	Mestkorrel NPK 2-5-5 Mineraal N-5%

Tabel B4.2 (groengas). Investerings productie Mineraal N-5%, Mineraal K-5% en mestkorrels NPK 2-5-5 uit vleesvarkensmest.

Investerings	250 kton		750 kton	
	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Vergisten	€ 1.500.000	€ 1.500.000	€ 3.200.000	€ 3.200.000
Biogas opwerking	€ 1.100.000	€ 1.100.000	€ 2.300.000	€ 2.300.000
Scheiden	€ 1.100.000	€ 1.100.000	€ 2.300.000	€ 2.300.000
Strippen en scrubben	€ 900.000	€ 900.000	€ 2.000.000	€ 2.000.000
Omgekeerde osmose	€ 2.500.000	€ 2.500.000	€ 7.400.000	€ 7.400.000
Indampen	€ 2.000.000	€ 2.000.000	€ 3.600.000	€ 3.600.000
Biofilter	€ 1.000.000	€ 1.000.000	€ 2.100.000	€ 2.100.000
Drogen en korrelen	€ 6.100.000	€ 6.100.000	€ 12.800.000	€ 12.800.000
<b>Totaal inside battery limits</b>	<b>€ 16.200.000</b>	<b>€ 16.200.000</b>	<b>€ 35.700.000</b>	<b>€ 35.700.000</b>
Investerings outside battery limits	€ 4.900.000	€ 1.200.000	€ 10.700.000	€ 2.700.000
Design and engineering	€ 2.100.000	€ 1.700.000	€ 2.300.000	€ 1.900.000
Contingency	€ 2.100.000	€ 1.700.000	€ 4.600.000	€ 3.800.000
<b>Totaal Fixed Capital Cost</b>	<b>€ 25.300.000</b>	<b>€ 20.800.000</b>	<b>€ 53.300.000</b>	<b>€ 44.100.000</b>

Tabel B4.3 (groengas). Uitgangspunten bij berekening exploitatiekosten.

Onderdeel	Waarde	Toelichting
Rente percentage	3%	
Afschrijvingsperiode	12 jaar	Overeenkomstig SDE periode
Engineeringskosten bij 250 kton	10%	Van ISBL en OSBL kosten
Engineeringskosten bij 750 kton	5%	Van ISBL en OSBL kosten

ISBL = Inside Battery Limits costs, OSBL = Outside Battery Limits costs

Tabel B4.4 (groengas). Overzicht kosten en opbrengsten en minimaal benodigd poorttarief in € per ton drijfmest.

		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
<b>Investeringsen</b>					
<b>Totaal investering</b>	<b>M€</b>	<b>25,3</b>	<b>20,8</b>	<b>53,3</b>	<b>44,1</b>
<b>Kosten</b>					
Energie	€/ton	9,62	9,62	8,06	8,06
Hulpstoffen	€/ton	1,72	1,72	1,72	1,72
Inkoop meststoffen	€/ton	1,57	1,57	1,57	1,57
Personeel	€/ton	3,44	2,90	2,06	1,88
Onderhoud en overige bedrijfskosten	€/ton	9,11	7,49	6,40	5,29
Afschrijving en financiering	€/ton	10,70	8,79	7,51	6,21
<b>Totaal kosten</b>		<b>36,15</b>	<b>32,09</b>	<b>27,32</b>	<b>24,74</b>
<b>Opbrengsten af fabriek</b>					
Mineraal-N-product, 5%	€/ton	1,24	1,24	1,24	1,24
Mineraal K-product, 5%	€/ton	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
Mestkorrel	€/ton	4,35	4,35	4,35	4,35
SDE++ (fase 1)	€/ton	5,62	5,62	5,62	5,62
Verkoop groengas	€/ton	3,02	3,02	3,02	3,02
Verkoop GVOs	€/ton	2,79	2,79	2,79	2,79
<b>Totaal opbrengsten af fabriek</b>	<b>€/ton</b>	<b>16,95</b>	<b>16,95</b>	<b>16,95</b>	<b>16,95</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b> (minimaal poorttarief)	<b>€/ton</b>	<b>-19</b>	<b>-15</b>	<b>-10</b>	<b>-8</b>

#### 4. Scenario Regulier VVM + verwerking vers (groengas HBE)

##### Uitgangspunten scenario

Type mest:	Vleesvarkensmest
Ouderdom mest:	10 dagen
Organische stofgehalte:	89,3 kg/ton
Ntot:	6,7 kgN/ton
Nmin:	3,2 kgN/ton
Biogasproductie:	0,36 m <sup>3</sup> per kg/OS
Variant verwerking:	Groengas, biogastoepassing groengas

Tabel B4.1 (groengas HBE). Grondstof, proces en eindproducten.

Grondstof	Procesonderdelen	Eindproducten
Vleesvarkensmest	Vergisten, scheiden, strippen, omgekeerde osmose, indampen, luchtbehandelen	Mineraal N-5% Mineraal K-5%
Dikke fractie	Drogen, blenden, conditioneren, korrelen, luchtbehandelen	Mestkorrel NPK 2-5-5 Mineraal N-5%

Tabel B4.2 (groengas HBE). Investerings productie Mineraal N-5%, Mineraal K-5% en mestkorrels NPK 2-5-5 uit vleesvarkensmest.

Investerings	250 kton		750 kton	
	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Vergisten	€ 1.500.000	€ 1.500.000	€ 3.200.000	€ 3.200.000
Biogas opwerking	€ 1.100.000	€ 1.100.000	€ 2.300.000	€ 2.300.000
Scheiden	€ 1.100.000	€ 1.100.000	€ 2.300.000	€ 2.300.000
Strippen en scrubben	€ 900.000	€ 900.000	€ 2.000.000	€ 2.000.000
Omgekeerde osmose	€ 2.500.000	€ 2.500.000	€ 7.400.000	€ 7.400.000
Indampen	€ 2.000.000	€ 2.000.000	€ 3.600.000	€ 3.600.000
Biofilter	€ 1.000.000	€ 1.000.000	€ 2.100.000	€ 2.100.000
Drogen en korrelen	€ 6.100.000	€ 6.100.000	€ 12.800.000	€ 12.800.000
<b>Totaal inside battery limits</b>	<b>€ 16.200.000</b>	<b>€ 16.200.000</b>	<b>€ 35.700.000</b>	<b>€ 35.700.000</b>
Investerings outside battery limits	€ 4.900.000	€ 1.200.000	€ 10.700.000	€ 2.700.000
Design and engineering	€ 2.100.000	€ 1.700.000	€ 2.300.000	€ 1.900.000
Contingency	€ 2.100.000	€ 1.700.000	€ 4.600.000	€ 3.800.000
<b>Totaal Fixed Capital Cost</b>	<b>€ 25.300.000</b>	<b>€ 20.800.000</b>	<b>€ 53.300.000</b>	<b>€ 44.100.000</b>

Tabel B4.3 (groengas HBE). Uitgangspunten bij berekening exploitatiekosten.

Onderdeel	Waarde	Toelichting
Rente percentage	3%	
Afschrijvingsperiode	12 jaar	Overeenkomstig SDE periode
Engineeringskosten bij 250 kton	10%	Van ISBL en OSBL kosten
Engineeringskosten bij 750 kton	5%	Van ISBL en OSBL kosten

ISBL = Inside Battery Limits costs, OSBL = Outside Battery Limits costs

Tabel B4.4 (groengas HBE). Overzicht kosten en opbrengsten en minimaal benodigd poorttarief in € per ton drijfmest.

		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
<b>Investeringsen</b>					
<b>Totaal investering</b>	<b>MC</b>	<b>25,3</b>	<b>20,8</b>	<b>53,3</b>	<b>44,1</b>
<b>Kosten</b>					
Energie	€/ton	9,62	9,62	8,06	8,06
Hulpstoffen	€/ton	1,72	1,72	1,72	1,72
Inkoop meststoffen	€/ton	1,57	1,57	1,57	1,57
Personeel	€/ton	3,44	2,90	2,06	1,88
Onderhoud en overige bedrijfskosten	€/ton	9,11	7,49	6,40	5,29
Afschrijving en financiering	€/ton	10,70	8,79	7,51	6,21
<b>Totaal kosten</b>		<b>36,15</b>	<b>32,09</b>	<b>27,32</b>	<b>24,74</b>
<b>Opbrengsten af fabriek</b>					
Mineraal-N-product, 5%	€/ton	1,24	1,24	1,24	1,24
Mineraal K-product, 5%	€/ton	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
Mestkorrel	€/ton	4,35	4,35	4,35	4,35
HBE certificaten	€/ton	17,77	17,77	17,77	17,77
Verkoop groengas	€/ton	3,02	3,02	3,02	3,02
<b>Totaal opbrengsten af fabriek</b>	<b>€/ton</b>	<b>26,31</b>	<b>26,31</b>	<b>26,31</b>	<b>26,31</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b>	<b>€/ton</b>	<b>-10</b>	<b>-6</b>	<b>-1</b>	<b>2</b>
(minimaal poorttarief)					

#### 4. Scenario Regulier VVM + verwerking vers (afzet dikke fractie)

##### Uitgangspunten scenario

Type mest:	Vleesvarkensmest
Ouderdom mest:	10 dagen
Organische stofgehalte:	89,3 kg/ton
Ntot:	6,7 kgN/ton
Nmin:	3,2 kgN/ton
Biogasproductie:	0,36 m <sup>3</sup> per kg/OS
Variant verwerking:	Afzet dikke fractie, biogastoepassing WKK

Tabel B4.1 (afzet dikke fractie). Grondstof, proces en eindproducten.

Grondstof	Procesonderdelen	Eindproducten
Vleesvarkensmest	Vergisten, scheiden, strippen, omgekeerde osmose, indampen, luchtbehandelen	Mineraal N-5% Mineraal K-5%
Dikke fractie	-	Dikke fractie

Tabel B4.2 (afzet dikke fractie). Investerings productie Mineraal N-5%, Mineraal K-5% en mestkorrels NPK 2-5-5 uit vleesvarkensmest.

Investerings	250 kton		750 kton	
	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Vergisten	€ 2.900.000	€ 2.900.000	€ 6.100.000	€ 6.100.000
Scheiden	€ 1.100.000	€ 1.100.000	€ 2.300.000	€ 2.300.000
Strippen en scrubben	€ 900.000	€ 900.000	€ 2.000.000	€ 2.000.000
Omgekeerde osmose	€ 2.500.000	€ 2.500.000	€ 7.400.000	€ 7.400.000
Indampen	€ 2.000.000	€ 2.000.000	€ 3.600.000	€ 3.600.000
Biofilter	€ 1.000.000	€ 1.000.000	€ 2.100.000	€ 2.100.000
Drogen en korrelen	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
<b>Totaal inside battery limits</b>	<b>€ 10.400.000</b>	<b>€ 10.400.000</b>	<b>€ 23.500.000</b>	<b>€ 23.500.000</b>
Investerings outside battery limits	€ 3.100.000	€ 800.000	€ 7.050.000	€ 1.762.500
Design and engineering	€ 1.400.000	€ 1.100.000	€ 1.527.500	€ 1.263.125
Contingency	€ 1.400.000	€ 1.100.000	€ 3.055.000	€ 2.526.250
<b>Totaal Fixed Capital Cost</b>	<b>€ 16.300.000</b>	<b>€ 13.400.000</b>	<b>€ 35.132.500</b>	<b>€ 29.051.875</b>

Tabel B4.3 (afzet dikke fractie). Uitgangspunten bij berekening exploitatiekosten.

Onderdeel	Waarde	Toelichting
Rente percentage	3%	
Afschrijvingsperiode	12 jaar	Overeenkomstig SDE periode
Engineeringskosten bij 250 kton	10%	Van ISBL en OSBL kosten
Engineeringskosten bij 750 kton	5%	Van ISBL en OSBL kosten

ISBL = Inside Battery Limits costs, OSBL = Outside Battery Limits costs



Tabel B4.4 (afzet dikke fractie). Overzicht kosten en opbrengsten en minimaal benodigd poorttarief in € per ton drijfmest.

		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
<b>Investeringsen</b>					
<b>Totaal investering</b>	<b>M€</b>	<b>16,3</b>	<b>13,4</b>	<b>35,1</b>	<b>29,1</b>
<b>Kosten</b>					
Energie	€/ton	4,62	4,62	3,72	3,72
Hulpstoffen	€/ton	1,72	1,72	1,72	1,72
Inkoop meststoffen	€/ton	1,57	1,57	1,57	1,57
Personeel	€/ton	1,86	1,33	0,96	0,78
Onderhoud en overige bedrijfskosten	€/ton	5,87	4,82	4,22	3,49
Afschrijving en financiering	€/ton	6,89	5,67	4,95	4,09
<b>Totaal kosten</b>		<b>22,5</b>	<b>19,7</b>	<b>17,1</b>	<b>15,4</b>
<b>Opbrengsten af fabriek</b>					
Mineraal-N-product, 5%	€/ton	1,24	1,24	1,24	1,24
Mineraal K-product, 5%	€/ton	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
Dikke fractie	€/ton	-6,37	-6,37	-6,37	-6,37
SDE++ (fase 1)	€/ton	3,55	3,55	3,55	3,55
Levering stroom + groen certificaat	€/ton	5,83	5,83	5,83	5,83
Vermeden inkoop warmte	€/ton	1,40	1,40	1,40	1,40
<b>Totaal opbrengsten af fabriek</b>	<b>€/ton</b>	<b>5,57</b>	<b>5,57</b>	<b>5,57</b>	<b>5,57</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b> (minimaal poorttarief)	<b>€/ton</b>	<b>-17</b>	<b>-14</b>	<b>-12</b>	<b>-10</b>

## 6. Scenario Dagontmesting + verwerking

### Uitgangspunten scenario

Type mest:	Vleesvarkensmest
Ouderdom mest:	10 dagen
Organische stofgehalte:	89,3 kg/ton
Ntot:	8,8 kgN/ton
Nmin:	5,4 kgN/ton
Biogasproductie:	0,36 m <sup>3</sup> per kg/OS
Variant verwerking:	Basis, biogastoepassing WKK

Tabel B6.1 Grondstof, proces en eindproducten.

Grondstof	Procesonderdelen	Eindproducten
Vleesvarkensmest	Vergisten, scheiden, strippen, omgekeerde osmose, indampen, luchtbehandelen	Mineraal N-5% Mineraal K-5%
Dikke fractie	Drogen, blenden, conditioneren, korrelen, luchtbehandelen	Mestkorrel NPK 2-5-5 Mineraal N-5%

Tabel B6.2 Investeringsproductie Mineraal N-5%, Mineraal K-5% en mestkorrels NPK 2-5-5 uit vleesvarkensmest.

Investerings	250 kton		750 kton	
	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Vergisten	€ 2.900.000	€ 2.900.000	€ 6.100.000	€ 6.100.000
Scheiden	€ 1.100.000	€ 1.100.000	€ 2.300.000	€ 2.300.000
Strippen en scrubben	€ 900.000	€ 900.000	€ 2.000.000	€ 2.000.000
Omgekeerde osmose	€ 2.500.000	€ 2.500.000	€ 7.400.000	€ 7.400.000
Indampen	€ 2.000.000	€ 2.000.000	€ 3.600.000	€ 3.600.000
Biofilter	€ 1.000.000	€ 1.000.000	€ 2.100.000	€ 2.100.000
Drogen en korrelen	€ 6.100.000	€ 6.100.000	€ 12.800.000	€ 12.800.000
<b>Totaal inside battery limits</b>	<b>€ 16.500.000</b>	<b>€ 16.500.000</b>	<b>€ 36.300.000</b>	<b>€ 36.300.000</b>
Investerings outside battery limits	€ 5.000.000	€ 1.200.000	€ 10.900.000	€ 2.700.000
Design and engineering	€ 2.200.000	€ 1.800.000	€ 2.400.000	€ 2.000.000
Contingency	€ 2.200.000	€ 1.800.000	€ 4.700.000	€ 3.900.000
<b>Totaal Fixed Capital Cost</b>	<b>€ 25.900.000</b>	<b>€ 21.300.000</b>	<b>€ 54.300.000</b>	<b>€ 44.900.000</b>

Tabel B6.3 Uitgangspunten bij berekening exploitatiekosten.

Onderdeel	Waarde	Toelichting
Rente percentage	3%	
Afschrijvingsperiode	12 jaar	Overeenkomstig SDE periode
Engineeringskosten bij 250 kton	10%	Van ISBL en OSBL kosten
Engineeringskosten bij 750 kton	5%	Van ISBL en OSBL kosten

ISBL = Inside Battery Limits costs, OSBL = Outside Battery Limits costs

Tabel B6.4 Overzicht kosten en opbrengsten en minimaal benodigd poorttarief in € per ton drijfmest.

		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
<b>Investeringsen</b>					
<b>Totaal investering</b>	<b>MC</b>	<b>25,9</b>	<b>21,3</b>	<b>54,3</b>	<b>44,9</b>
<b>Kosten</b>					
Energie	€/ton	8,70	8,70	7,37	7,37
Hulpstoffen	€/ton	2,14	2,14	2,14	2,14
Inkoop meststoffen	€/ton	1,57	1,57	1,57	1,57
Personeel	€/ton	3,47	2,90	2,06	1,88
Onderhoud en overige bedrijfskosten	€/ton	9,32	7,67	6,52	5,39
Afschrijving en financiering	€/ton	10,95	9,01	7,65	6,33
<b>Totaal kosten</b>		<b>36,16</b>	<b>31,99</b>	<b>27,31</b>	<b>24,68</b>
<b>Opbrengsten af fabriek</b>					
Mineraal-N-product, 5%	€/ton	1,81	1,81	1,81	1,81
Mineraal K-product, 5%	€/ton	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
Mestkorrel	€/ton	4,35	4,35	4,35	4,35
SDE++ (fase 1)	€/ton	3,55	3,55	3,55	3,55
Levering stroom + groen certificaat	€/ton	5,83	5,83	5,83	5,83
Vermeden inkoop warmte	€/ton	1,40	1,40	1,40	1,40
<b>Totaal opbrengsten af fabriek</b>	<b>€/ton</b>	<b>16,87</b>	<b>16,87</b>	<b>16,87</b>	<b>16,87</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b> (minimaal poorttarief)	<b>€/ton</b>	<b>-19</b>	<b>-15</b>	<b>-10</b>	<b>-8</b>

## 7. Scenario Scheiding urine/feces +verwerking

### Uitgangspunten scenario

Type mest:	Urine en feces van vleesvarkens			
Ouderdom mest:	19 dagen			
Organische stofgehalte:	Urine	15,0 kg/ton	Feces	186,9 kg/ton
Ntot:		9,2 kgN/ton		8,4 kgN/ton
Nmin:		8,1 kgN/ton		3,9 kgN/ton
Biogasproductie:	0,34 m <sup>3</sup> per kg/OS			
Variant verwerking:	Basis, biogastoepassing WKK			

Tabel B7.1 Grondstof, proces en eindproducten.

Grondstof	Procesonderdelen	Eindproducten
Urine	Voorfiltratie, microfiltratie, omgekeerde osmose, indampen, luchtbehandelen	Mineraal N-5% Mineraal K-5%
Feces	Vergisten, scheiden, drogen, blenden, conditioneren, korrelen, luchtbehandelen	Mestkorrel NPK 2-5-5 Mineraal N-5%

Tabel B7.2 Investerings productie Mineraal N-5%, Mineraal K-5% en mestkorrels NPK 3-4-4 uit urine en feces vleesvarkensmest.

Investerings	250 kton		750 kton	
	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Voorbehandeling urine	€ 1.000.000	€ 1.000.000	€ 2.000.000	€ 2.000.000
Omgekeerde osmose urine	€ 2.100.000	€ 2.100.000	€ 6.400.000	€ 6.400.000
Indampen urine	€ 2.600.000	€ 2.600.000	€ 4.800.000	€ 4.800.000
Biofilter	€ 1.000.000	€ 1.000.000	€ 2.100.000	€ 2.100.000
Vergisten feces	€ 2.500.000	€ 2.500.000	€ 5.200.000	€ 5.200.000
Scheiden digestaat	€ 300.000	€ 300.000	€ 700.000	€ 700.000
Drogen en korrelen	€ 5.300.000	€ 5.300.000	€ 11.000.000	€ 11.000.000
<b>Totaal inside battery limits</b>	<b>€ 14.800.000</b>	<b>€ 14.800.000</b>	<b>€ 32.200.000</b>	<b>€ 32.200.000</b>
Investerings outside battery limits	€ 4.400.000	€ 1.100.000	€ 9.700.000	€ 2.400.000
Design and engineering	€ 1.900.000	€ 1.600.000	€ 2.100.000	€ 1.700.000
Contingency	€ 1.900.000	€ 1.600.000	€ 4.200.000	€ 3.500.000
<b>Totaal Fixed Capital Cost</b>	<b>€ 23.000.000</b>	<b>€ 19.100.000</b>	<b>€ 48.200.000</b>	<b>€ 39.800.000</b>

Tabel B7.3 Uitgangspunten bij berekening exploitatiekosten.

Onderdeel	Waarde	Toelichting
Rente percentage	3%	
Afschrijvingsperiode	12 jaar	Overeenkomstig SDE periode
Engineeringkosten bij 250 kton	10%	Van ISBL en OSBL kosten
Engineeringkosten bij 750 kton	5%	Van ISBL en OSBL kosten

ISBL = Inside Battery Limits costs, OSBL = Outside Battery Limits costs

Tabel B7.4 Overzicht kosten en opbrengsten en minimaal benodigd poorttarief in € per ton geleverd urine en feces.

		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
<b>Investeringskosten</b>					
<b>Totaal investering</b>	<b>MC</b>	<b>23,0</b>	<b>19,1</b>	<b>48,2</b>	<b>39,8</b>
<b>Kosten</b>					
Energie	€/ton	8,30	8,30	6,91	6,91
Hulpstoffen	€/ton	1,88	1,88	1,88	1,88
Inkoop meststoffen	€/ton	0,98	0,98	0,98	0,98
Personeel	€/ton	3,57	2,81	2,51	2,38
Onderhoud en overige bedrijfskosten	€/ton	8,28	6,88	5,78	4,78
Afschrijving en financiering	€/ton	9,72	8,08	6,79	5,61
<b>Totaal kosten</b>		<b>32,73</b>	<b>28,92</b>	<b>24,86</b>	<b>22,54</b>
<b>Opbrengsten af fabriek</b>					
Mineraal-N-product, 5%	€/ton	1,75	1,75	1,75	1,75
Mineraal K-product, 5%	€/ton	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08
Mestkorrel	€/ton	3,49	3,49	3,49	3,49
SDE++ (fase 1)	€/ton	3,11	3,11	3,11	3,11
Levering stroom + groen certificaat	€/ton	4,61	4,61	4,61	4,61
Vermeden inkoop warmte	€/ton	1,11	1,11	1,11	1,11
<b>Totaal opbrengsten af fabriek</b>	<b>€/ton</b>	<b>13,99</b>	<b>13,99</b>	<b>13,99</b>	<b>13,99</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b> (minimaal poorttarief)	<b>€/ton</b>	<b>-19</b>	<b>-15</b>	<b>-11</b>	<b>-9</b>

## 8. Scenario Regulier mengsel + verwerking

### Uitgangspunten scenario

Type mest:	Mengsel vleesvarkensmest en zeugenmest
Ouderdom mest:	33 dagen
Organische stofgehalte:	78 kg/ton
Ntot:	7,4 kgN/ton
Nmin:	4 kgN/ton
Biogasproductie:	0,30 m <sup>3</sup> per kg/OS
Variante verwerking:	Basis, biogastoepassing WKK

Tabel B8.1 Grondstof, proces en eindproducten.

Grondstof	Procesonderdelen	Eindproducten
Vleesvarkens mest en zeugenmest	Voorfiltratie, microfiltratie, omgekeerde osmose, indampen, luchtbehandelen	Mineraal N-5% Mineraal K-5%
Dikke fractie	Vergisten, scheiden, drogen, blenden, conditioneren, korrelen, luchtbehandelen	Mestkorrel NPK 2-5-5 Mineraal N-5%

Tabel B8.2 Investerings productie Mineraal N-5%, Mineraal K-5% en mestkorrels NPK 2-5-5 uit mengsel vleesvarkensmest en zeugenmest.

Investerings	250 kton		750 kton	
	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Vergisten	€ 2.400.000	€ 2.400.000	€ 5.000.000	€ 5.000.000
Scheiden	€ 1.100.000	€ 1.100.000	€ 2.300.000	€ 2.300.000
Strippen en scrubben	€ 900.000	€ 900.000	€ 2.000.000	€ 2.000.000
Omgekeerde osmose	€ 2.500.000	€ 2.500.000	€ 7.400.000	€ 7.400.000
Indampen	€ 2.000.000	€ 2.000.000	€ 3.600.000	€ 3.600.000
Biofilter	€ 1.000.000	€ 1.000.000	€ 2.100.000	€ 2.100.000
Drogen en korrelen	€ 6.000.000	€ 6.000.000	€ 12.500.000	€ 12.500.000
<b>Totaal inside battery limits</b>	<b>€ 15.900.000</b>	<b>€ 15.900.000</b>	<b>€ 34.900.000</b>	<b>€ 34.900.000</b>
Investerings outside battery limits	€ 4.800.000	€ 1.200.000	€ 10.500.000	€ 2.600.000
Design and engineering	€ 2.100.000	€ 1.700.000	€ 2.300.000	€ 1.900.000
Contingency	€ 2.100.000	€ 1.700.000	€ 4.500.000	€ 3.800.000
<b>Totaal Fixed Capital Cost</b>	<b>€ 24.900.000</b>	<b>€ 20.500.000</b>	<b>€ 52.200.000</b>	<b>€ 43.200.000</b>

Tabel B8.3 Uitgangspunten bij berekening exploitatiekosten.

Onderdeel	Waarde	Toelichting
Rente percentage	3%	
Afschrijvingsperiode	12 jaar	Overeenkomstig SDE periode
Engineeringkosten bij 250 kton	10%	Van ISBL en OSBL kosten
Engineeringkosten bij 750 kton	5%	Van ISBL en OSBL kosten

ISBL = Inside Battery Limits costs, OSBL = Outside Battery Limits costs

Tabel B8.4 Overzicht kosten en opbrengsten en minimaal benodigd poorttarief in € per ton geleverd mengsel vleesvarkensmest en zeugenmest.

		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
<b>Investeringsen</b>					
<b>Totaal investering</b>	<b>MC</b>	<b>24,9</b>	<b>20,5</b>	<b>52,2</b>	<b>43,2</b>
<b>Kosten</b>					
Energie	€/ton	8,64	8,64	7,30	7,30
Hulpstoffen	€/ton	1,80	1,80	1,80	1,80
Inkoop meststoffen	€/ton	1,49	1,49	1,49	1,49
Personeel	€/ton	3,39	2,86	2,03	1,85
Onderhoud en overige bedrijfskosten	€/ton	8,96	7,38	6,26	5,18
Afschrijving en financiering	€/ton	10,53	8,67	7,36	6,09
<b>Totaal kosten</b>		<b>34,81</b>	<b>30,83</b>	<b>26,24</b>	<b>23,72</b>
<b>Opbrengsten af fabriek</b>					
Mineraal-N-product, 5%	€/ton	1,37	1,37	1,37	1,37
Mineraal K-product, 5%	€/ton	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08
Mestkorrel	€/ton	4,23	4,23	4,23	4,23
SDE++ (fase 1)	€/ton	2,34	2,34	2,34	2,34
Levering stroom + groen certificaat	€/ton	4,24	4,24	4,24	4,24
Vermeden inkoop warmte	€/ton	1,02	1,02	1,02	1,02
<b>Totaal opbrengsten af fabriek</b>	<b>€/ton</b>	<b>13,13</b>	<b>13,13</b>	<b>13,13</b>	<b>13,13</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b> (minimaal poorttarief)	<b>€/ton</b>	<b>-22</b>	<b>-18</b>	<b>-13</b>	<b>-11</b>

## 9. Scenario Regulier mengsel + verwerking vers

### Uitgangspunten scenario

Type mest:	Mengsel vleesvarkensmest en zeugenmest
Ouderdom mest:	10 dagen
Organische stofgehalte:	81,5 kg/ton
Ntot:	7,4 kgN/ton
Nmin:	3,9 kgN/ton
Biogasproductie:	0,36 m <sup>3</sup> per kg/OS
Variante verwerking:	Basis, biogastoepassing WKK

Tabel B9.1 Grondstof, proces en eindproducten.

Grondstof	Procesonderdelen	Eindproducten
Vleesvarkens mest en zeugenmest	Voorfiltratie, microfiltratie, omgekeerde osmose, indampen, luchtbehandelen	Mineraal N-5% Mineraal K-5%
Dikke fractie	Vergisten, scheiden, drogen, blenden, conditioneren, korrelen, luchtbehandelen	Mestkorrel NPK 2-5-5 Mineraal N-5%

Tabel B9.2 Investerings productie Mineraal N-5%, Mineraal K-5% en mestkorrels NPK 2-5-5 uit mengsel verse vleesvarkensmest en zeugenmest.

Investerings	250 kton		750 kton	
	Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
Vergisten	€ 2.800.000	€ 2.800.000	€ 5.800.000	€ 5.800.000
Scheiden	€ 1.100.000	€ 1.100.000	€ 2.300.000	€ 2.300.000
Strippen en scrubben	€ 900.000	€ 900.000	€ 2.000.000	€ 2.000.000
Omgekeerde osmose	€ 2.500.000	€ 2.500.000	€ 7.400.000	€ 7.400.000
Indampen	€ 2.000.000	€ 2.000.000	€ 3.600.000	€ 3.600.000
Biofilter	€ 1.000.000	€ 1.000.000	€ 2.100.000	€ 2.100.000
Drogen en korrelen	€ 5.800.000	€ 5.800.000	€ 12.100.000	€ 12.100.000
<b>Totaal inside battery limits</b>	<b>€ 16.100.000</b>	<b>€ 16.100.000</b>	<b>€ 35.300.000</b>	<b>€ 35.300.000</b>
Investerings outside battery limits	€ 4.800.000	€ 1.200.000	€ 10.600.000	€ 2.600.000
Design and engineering	€ 2.100.000	€ 1.700.000	€ 2.300.000	€ 1.900.000
Contingency	€ 2.100.000	€ 1.700.000	€ 4.600.000	€ 3.800.000
<b>Totaal Fixed Capital Cost</b>	<b>€ 25.100.000</b>	<b>€ 20.700.000</b>	<b>€ 52.800.000</b>	<b>€ 43.600.000</b>

Tabel B9.3 Uitgangspunten bij berekening exploitatiekosten.

Onderdeel	Waarde	Toelichting
Rente percentage	3%	
Afschrijvingsperiode	12 jaar	Overeenkomstig SDE periode
Engineeringkosten bij 250 kton	10%	Van ISBL en OSBL kosten
Engineeringkosten bij 750 kton	5%	Van ISBL en OSBL kosten

ISBL = Inside Battery Limits costs, OSBL = Outside Battery Limits costs



Tabel B9.4 Overzicht kosten en opbrengsten en minimaal benodigd poorttarief in € per ton geleverd mengsel verse vleesvarkensmest en zeugenmest.

		250 kton		750 kton	
		Greenfield	Aanvullende activiteit	Greenfield	Aanvullende activiteit
<b>Investeringsen</b>					
<b>Totaal investering</b>	<b>MC</b>	<b>25,1</b>	<b>20,7</b>	<b>52,8</b>	<b>43,6</b>
<b>Kosten</b>					
Energie	€/ton	8,45	8,45	7,13	7,13
Hulpstoffen	€/ton	1,80	1,80	1,80	1,80
Inkoop meststoffen	€/ton	1,51	1,51	1,51	1,51
Personeel	€/ton	3,32	2,79	1,98	1,80
Onderhoud en overige bedrijfskosten	€/ton	9,04	7,45	6,34	5,23
Afschrijving en financiering	€/ton	10,61	8,75	7,44	6,14
<b>Totaal kosten</b>		<b>34,73</b>	<b>30,75</b>	<b>26,20</b>	<b>23,62</b>
<b>Opbrengsten af fabriek</b>					
Mineraal-N-product, 5%	€/ton	1,42	1,42	1,42	1,42
Mineraal K-product, 5%	€/ton	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08
Mestkorrel	€/ton	4,05	4,05	4,05	4,05
SDE++ (fase 1)	€/ton	3,16	3,16	3,16	3,16
Levering stroom + groen certificaat	€/ton	5,32	5,32	5,32	5,32
Vermeden inkoop warmte	€/ton	1,28	1,28	1,28	1,28
<b>Totaal opbrengsten af fabriek</b>	<b>€/ton</b>	<b>15,16</b>	<b>15,16</b>	<b>15,16</b>	<b>15,16</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b>	<b>€/ton</b>	<b>-20</b>	<b>-16</b>	<b>-11</b>	<b>-8</b>
<i>(minimaal poorttarief)</i>					

To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Wageningen Livestock Research  
Postbus 338  
6700 AH Wageningen  
T 0317 48 39 53  
E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

