

Scenariostudie mono-vergisten op melkveebedrijf met veengrond

Aart Evers, Fridtjof de Buisonjé, Roland Melse, Nico Verdoes, Michel de Haan



Scenariostudie mono-vergisten op melkveebedrijf met veengrond

Aart Evers, Fridtjof de Buisonjé, Roland Melse, Nico Verdoes, Michel de Haan

Wageningen Livestock Research

LTO Noord startte begin 2016 met het innovatieprogramma Proeftuin Veenweiden en wordt daarbij financieel ondersteund door provincie Zuid-Holland, het Ministerie van Economische Zaken, het Melkveefonds en het LTO Noord Fonds. De Proeftuin is een initiatief van LTO Noord en VIC Zegveld. De uitvoering van het programma is in handen van LTO Noord, Wageningen University & Research, VIC Zegveld, PPP-Agro Advies en het Louis Bolk Instituut.

Wageningen Livestock Research
Wageningen, juni 2019

Rapport 1175

Evers, Aart, Fridtjof de Buisonjé, Roland Melse, Nico Verdoes, Michel de Haan, 2019. Scenariostudie mono-vergisten op melkveebedrijf met veengrond. Wageningen Livestock Research, Rapport 1175.

Samenvatting

In een deskstudie zijn de effecten van mono-vergisten op een melkveebedrijf op veengrond met 150 koeien en 80 ha grasland onderzocht. De effecten van mono-vergisten op uitstoot van ammoniak en broeikasgassen (methaan en lachgas) zijn in beeld gebracht, evenals de gevolgen voor het inkomen.

In deze studie zijn drie manieren van mono-vergisten onderzocht:

- Vergisten van mest die lang in de put heeft gezeten (oude mest).
- Vergisten van verse mest die kort in de put heeft gezeten.
- Vergisten van de feces fractie na primaire mestscheiding.

Vergisten van verse mest leidt tot de grootste reductie van de emissies van methaan en ammoniak. Vergisten van feces is economisch het meest aantrekkelijk, terwijl oude mest vergisten leidt tot een daling van het inkomen. Dit vanwege een lage methaanopbrengst.

Herziene versie september

In verband met andere factoren voor de vermeden emissie is Tabel 7 gecorrigeerd.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/494569> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).

© 2019 Wageningen Livestock Research

Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl, www.wur.nl/livestock-research. Wageningen Livestock Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

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.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.

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.

Wageningen Livestock Research Rapport 1175

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	9
2	Rekenmethodiek	10
	2.1 Methode	10
	2.2 Basisbedrijf	10
	2.3 Varianten	11
3	Meststromen	13
	3.1 Basisbedrijf	13
	3.2 Mest vergisten die lang in de put is opgeslagen	14
	3.3 Verse mest vergisten	15
	3.4 Feces fractie vergisten na primaire mestscheiding	16
	3.5 Samenvatting meststromen	18
4	Emissies	19
	4.1 Methaan	19
	4.2 Ammoniak	20
	4.3 Overige stikstof (N ₂ O en NO)	20
	4.4 Stikstofgas (N ₂)	21
	4.5 Broeikasgassen uit methaan en lachgas	21
5	Economie: bedrijfseconomische vergelijking	22
6	Gevoeligheden	25
	6.1 Bijna optimale scheiding mest en urine	25
	6.2 Extra subsidie voor stroomopwekking	25
	6.3 Resultaten bij aanpassen van bestaande bedrijfssituatie	25
	6.4 Effect van wijziging uitgangspunten	26
	6.4.1 Invloed van subsidie en handel in CO ₂ -rechten	26
	6.4.2 Invloed van technische en economische uitgangspunten	27
7	Terugverdientijd	29
	Literatuur	30
	Bijlage 1 Uitgangspunten modelberekeningen vergistingsscenario's	31
	Bijlage 2 Verliespercentages	35

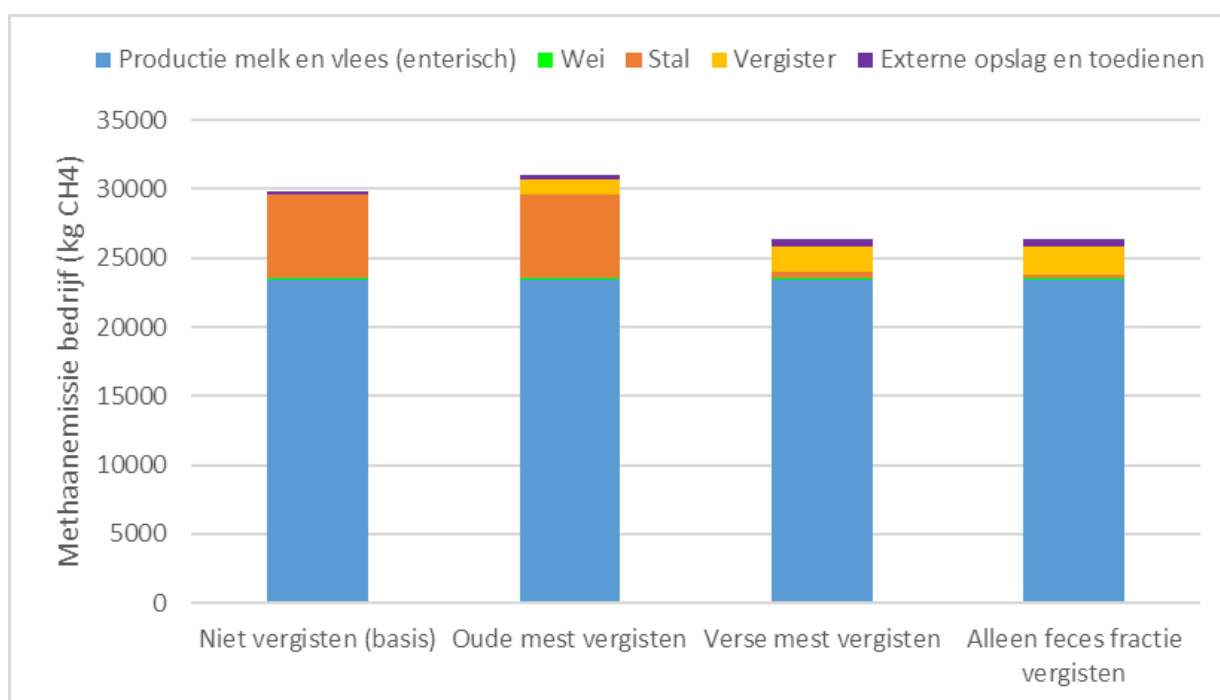
Samenvatting

In een deskstudie zijn de effecten van mono-vergisten op een (voorbeeld) melkveebedrijf dat gesitueerd is op veengrond onderzocht. De effecten van verschillende scenario's van mono-vergisten op uitstoot van ammoniak en broeikasgassen (methaan en lachgas) zijn in beeld gebracht, evenals de gevolgen voor het inkomen. Bij mono-vergisten wordt enkel mest vergist.

Voor een melkveebedrijf met 150 koeien op 80 ha grasland zijn in een modelmatige scenariostudie de effecten van drie manieren van mono-vergisten in beeld gebracht:

- Vergisten van mest die lang in de put heeft gezeten (oude mest).
- Vergisten van verse mest die kort in de put heeft gezeten.
- Vergisten van de feces fractie na mestscheiding op een scheidingsvloer met perforaties.

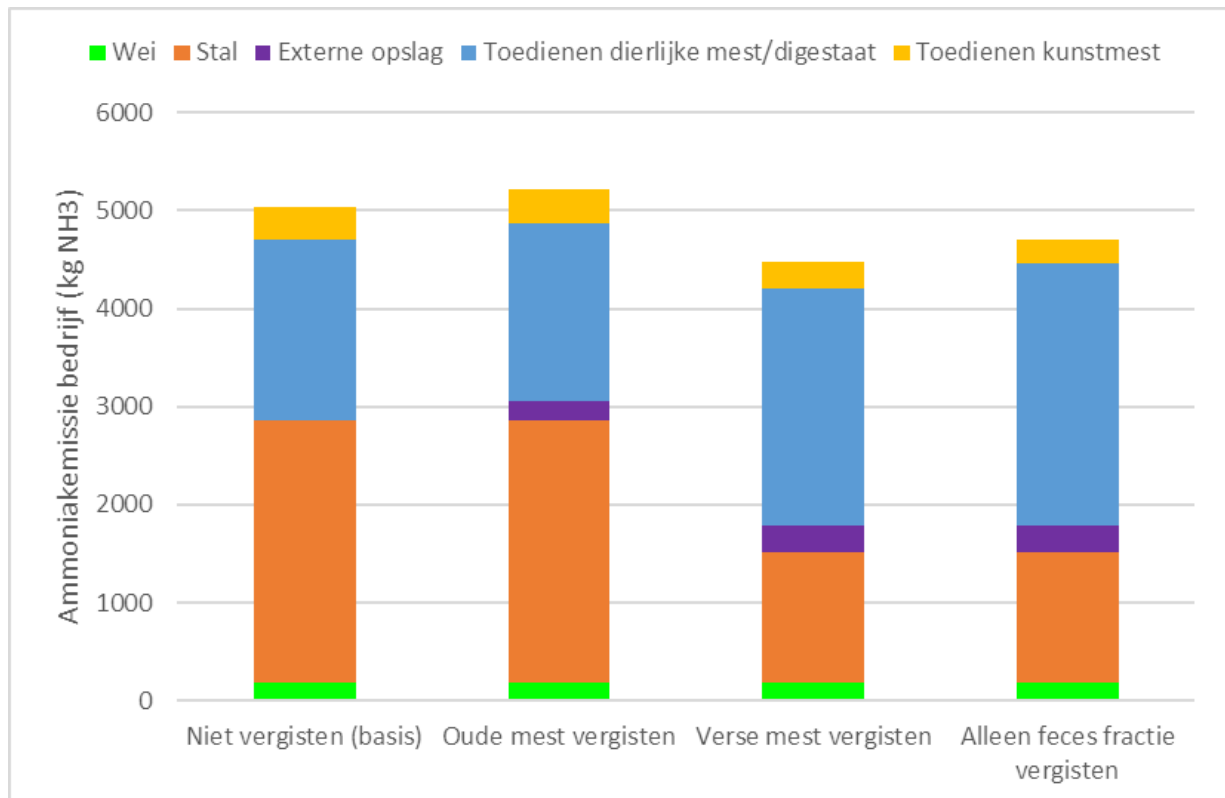
In *Figuur 1* zijn de gevolgen van de scenario's op de methaanemissie samengevat. Deze figuur laat zien dat oude mest vergisten tot de hoogste methaanemissie naar het milieu leidt. Naast methaan die 'weglekt' uit de vergister verklaart de emissie uit de kelder (waar feces en urine samenkomen) de hogere methaanemissie ten opzichte van de andere scenario's. Bij de scenario's waar verse mest snel wordt vergist of waar feces en urine fracties worden gescheiden, is weinig methaanemissie vanuit de mest in de stal. Door de lagere emissie uit de stal, leidt verse mest vergisten en alleen feces vergisten tot een daling van de methaanemissie naar het milieu van respectievelijk 11% en 12% ten opzichte van de basissituatie zonder mest vergisten. Bij vergisten van oude mest neemt de methaanemissie juist toe met 4%.



Figuur 1 Methaanemissie naar het milieu bij verschillende scenario's met mono-vergisten op melkveebedrijf in veenweidegebied met 150 koeien.

Figuur 2 laat de ammoniakemissie bij de verschillende scenario's met mono-vergisting zien. Deze figuur toont dat bij verse mest vergisten de minste ammoniakemissie (-11% ten opzichte van niet vergisten) optreedt vanwege een lagere stalemissie. Bij alleen feces vergisten daalt de stalemissie ook fors, echter stijgt de emissie bij aanwenden. In deze situatie wordt de hele urinefractie op het bedrijf zelf uitgereden en een deel van de feces fractie wordt afgevoerd. En de urinefractie bevat veel vervluchtigbare stikstof. Per saldo is de ammoniakemissie bij deze variant 7% lager dan bij niet vergisten.

Oude mest vergisten leidt tot een hogere emissie van ammoniak ten opzichte van niet vergisten (+3%) vanwege de extra emissie uit de externe opslag van digestaat na vergisten.

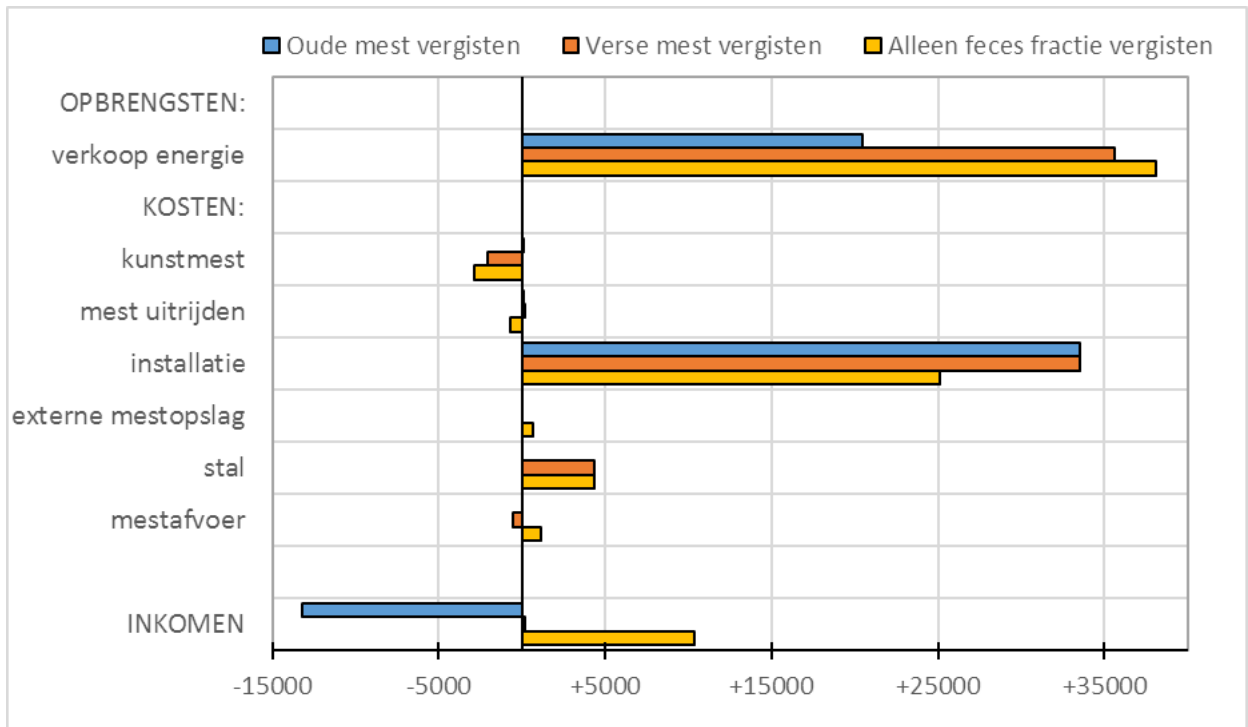


Figuur 2 Ammoniakemissie bij verschillende scenario's met mono-vergisten op melkveebedrijf in veenweidegebied met 150 koeien.

Alleen vergisten van de fecesfractie leidt bij een vergelijking op basis van nieuwe vloersystemen (kosten op basis van vervangingswaarde en besparing van mestopslag onder de roosters bij nieuwbouw) tot een ruim € 17.000 hoger inkomen dan niet vergisten. Van alle vergistingsvarianten heeft alleen feces fractie vergisten de hoogste gasopbrengst voor energieopwekking.

Verse mest vergisten heeft ook een vrij hoge gasopbrengst voor energieopwekking, echter omdat hier een grotere vergister nodig is, stijgt het inkomen minder bij een vergelijking op basis van nieuwe systemen: met bijna € 13.000 ten opzichte van niet vergisten. Oude mest vergisten heeft een veel lagere gasopbrengst voor energieopwekking. Deze variant leidt daarom tot een bijna € 5000 lager inkomen ten opzichte van niet vergisten.

Wanneer geen sprake is van nieuwbouw maar van aanpassen van de bestaande situatie met ruim 1.700 ton mestopslag onder de stal en 800 ton mestopslag buiten de stal (*Figuur 3*), dan kan niet bespaard worden op stal- en mestopslagkosten, zoals bij de hierboven beschreven nieuwbouwsituaties. Het inkomen bij alleen feces vergisten stijgt bij deze benadering met ongeveer € 10.000. De inkomensstijging bij verse mest vergisten vervalst (inkomensstijging is nagenoeg € 0) en bij oude mest vergisten daalt het inkomen met ruim € 13.000 ten opzichte van niet vergisten bij het aanpassen van een bestaande situatie.



Figuur 3 Economische gevolgen mono-vergisten wanneer deze wordt toegepast in de bestaande basissituatie met 1700 ton mestopslag onder de stal en tenminste 800 ton mestopslag buiten de stal. De meerkosten voor aanpassingen van de stal en de mestopslagen zijn hier in meegenomen.

Voorwaarde voor de inkomensverbetering bij feces fractie vergisten is dat de overheidssubsidie voor de productie van hernieuwbare elektriciteit en warmte in stand blijft. Deze SDE+ subsidie voor elektriciteit en warmte maakt meer dan 75% uit van de totale energieopbrengst. Ook is het benutten van de vrijgekomen warmte belangrijk. Overige subsidies (zoals investeringssubsidies en subsidies voor CO₂-reductie) kunnen het wegvallen van (een deel van deze) rijkssubsidies niet opvangen. Verder is het technisch goed draaien van de vergister essentieel voor voldoende gasopbrengst en daarmee voor een economisch gunstig perspectief van vergisten. Tenslotte zijn in deze vergelijking de economische resultaten van vergisten in nieuwbouwsituaties beter dan de resultaten bij het aanpassen van een bestaande situatie. Mono-vergisten zal daarom eerder interessant zijn bij nieuwbouw dan bij een bestaande bedrijfssituatie.

1 Inleiding

In deze deskstudie onderzoeken we de effecten van mono-vergisten op een melkveebedrijf dat gesitueerd is op veengrond. Bij mono-vergisten wordt enkel de mest vergist, in tegenstelling tot co-vergisten waarbij aan de mest een product wordt toegevoegd die de vergisting extra stimuleert zoals bijvoorbeeld maïs. We letten in deze notitie vooral op de effecten van mono-vergisting op de uitstoot van ammoniak en methaan. Ook komen de economische resultaten aan de orde.

Voor een melkveebedrijf met 150 koeien worden met behulp van een modelmatige scenariostudie de effecten van drie manieren van mono-vergisten in beeld gebracht:

- Vergisten van mest die lang in de put heeft gezeten (oude mest).
- Vergisten van verse mest die kort in de put heeft gezeten.
- Vergisten van de feces fractie na primaire mestscheiding.

In deze notitie omschrijven we in hoofdstuk 2 eerst de rekenmethodiek, daarna in hoofdstuk 3 het basisbedrijf. Daarna worden in hoofdstuk 4 de drie varianten kort omschreven. In hoofdstuk 5 worden de meststromen per variant in beeld gebracht en in hoofdstuk 6 worden de emissies van broeikasgassen en ammoniak aan deze meststromen gekoppeld. In hoofdstuk 7 staan de economische effecten van de diverse manieren van mono-vergisten. In hoofdstuk 8 worden enkele gevoeligheden beschreven en in hoofdstuk 9 zijn enkele referenties opgesomd. De verliespercentages die voor de emissieberekeningen zijn gebruikt staan in de bijlage.

2 Rekenmethodiek

2.1 Methode

Om de effecten van mono-vergisting op een melkveebedrijf te berekenen is er eerst een basisbedrijf op veengrond gedefinieerd. Hierbij is gebruik gemaakt van expertkennis en structuurkenmerken van praktijkbedrijven in het veenweidegebied die binnen het project Natura 2000 in het Veenweidegebied deelnemen. Hierbij is vooral gericht op structuurkenmerken als aantal koeien, melkproductie, oppervlakte, intensiteit, beweiding, bouwplan en rantsoen. Met behulp van structuurkenmerken van het basisbedrijf is dit bedrijf modelmatig doorgerekend met het bedrijfsbegrotingsprogramma DairyWise (in het Nederlands BBPR) (Schils et al., 2007). De uitkomsten van deze berekening vormen de basis voor de scenarioberekeningen met mono-vergisten. De meststroom van de verschillende scenario's is vervolgens in een stroomschema verwerkt en met behulp van dit stroomschema zijn de emissies, de methaanopbrengst, het kunstmestverbruik, de mestafvoer, het kunstmestverbruik en verschillende economische uitgangspunten ingeschat (bijvoorbeeld met omvang mestopslag). Een aantal belangrijke uitgangspunten voor de stroomschema's van de verschillende varianten zijn in Bijlage 1 weergegeven en in Bijlage 2 worden nog specifiek de verliespercentages van ammoniak en methaan samengevat. Met behulp van de verschillende stroomschema's is vervolgens een eenvoudige economische doorrekening gemaakt. Voor verschillende uitgangspunten is hierbij gebruik gemaakt van expertkennis van meerdere mestdeskundigen binnen Wageningen Livestock Research. De uitgangspunten worden in deze rapportage veelal achterwege gelaten. De resultaten van de berekeningen zijn in Excel uitgevoerd en in deze notitie beknopt samengevat.

2.2 Basisbedrijf

De berekeningen in deze notitie worden uitgevoerd voor een basisbedrijf met melkvee op veengrond. Het bedrijf heeft 150 melkkoeien die gemiddeld 8500 kg melk per koe produceren, ook zijn er ongeveer 105 stuks jongvee aanwezig. De melkproductie per jaar is 1.275.000 kg. De bedrijfsoppervlakte van het melkveebedrijf is 80 hectare zodat de intensiteit uitkomt op 16.000 kg melk per ha.

De koeien weiden in de zomer alleen overdag (beperkt) en krijgen dan op stal 6 kg ds uit ruwvoer bijgevoerd. De dieren zijn gehuisvest in een ligboxenstal met roostervloer. De drijfmestopslag van ruim 1700 m³ onder de stal is genoeg voor 4 maanden mestopslag. Er is ook een externe mestopslag van ruim 800 m³ aanwezig. De totale mestopslag van ruim 2500 m³ is voldoende om aan de wettelijke norm van 7 maanden mestopslag te voldoen voor melkvee en jongvee (van 1 augustus tot 1 maart, met correctie voor een lagere mestproductie in 2,5 zomermaanden binnen deze periode waarin de dieren weiden).

Om binnen de bemestingsnormen te blijven wordt jaarlijks bijna 900 m³ mest afgevoerd. De rest wordt op het eigen bedrijf toegediend door middel van sleepslangen waarbij de 2 delen mest verdund worden met 1 deel water.

2.3 Varianten

Om de effecten van mono-vergisten in beeld te brengen zijn voor het basisbedrijf drie varianten van mono-vergisten verkend.

Scenario 1: Vergisten van oude mest die lang in de put is opgeslagen

Bij vergisten van oude mest, wordt regelmatig een hoeveelheid drijfmest uit de mestkelder onder de stal weggepompt naar de vergistertank (inhoud 465 ton). De mest uit de mestkelder is een mengsel van mest die gedurende het stalseizoen in de put terecht komt (5,5% organische stof). Het is dus een mengsel van mest van maanden oud met mest dat onlangs in de put is terechtgekomen. Na vergisting komt het digestaat in de externe opslag terecht. Alle mest wordt vergist, dus de mestafvoer vindt ook in de vorm van digestaat plaats. Iedere maand wordt ongeveer 360 ton mest vergist. Omdat er in de wintermaanden meer mest in de put terecht komt dan in de zomermaanden met beweiden, wordt er iedere wintermaand mest "gespaard" voor vergisting in de zomermaanden. Deze bijna 600 ton mest wordt in de wintermaanden onder de stal opgeslagen. De omvang van de externe digestaatopslag in deze variant is bijna 1500 ton.

Scenario 2: Vergisten van verse mest

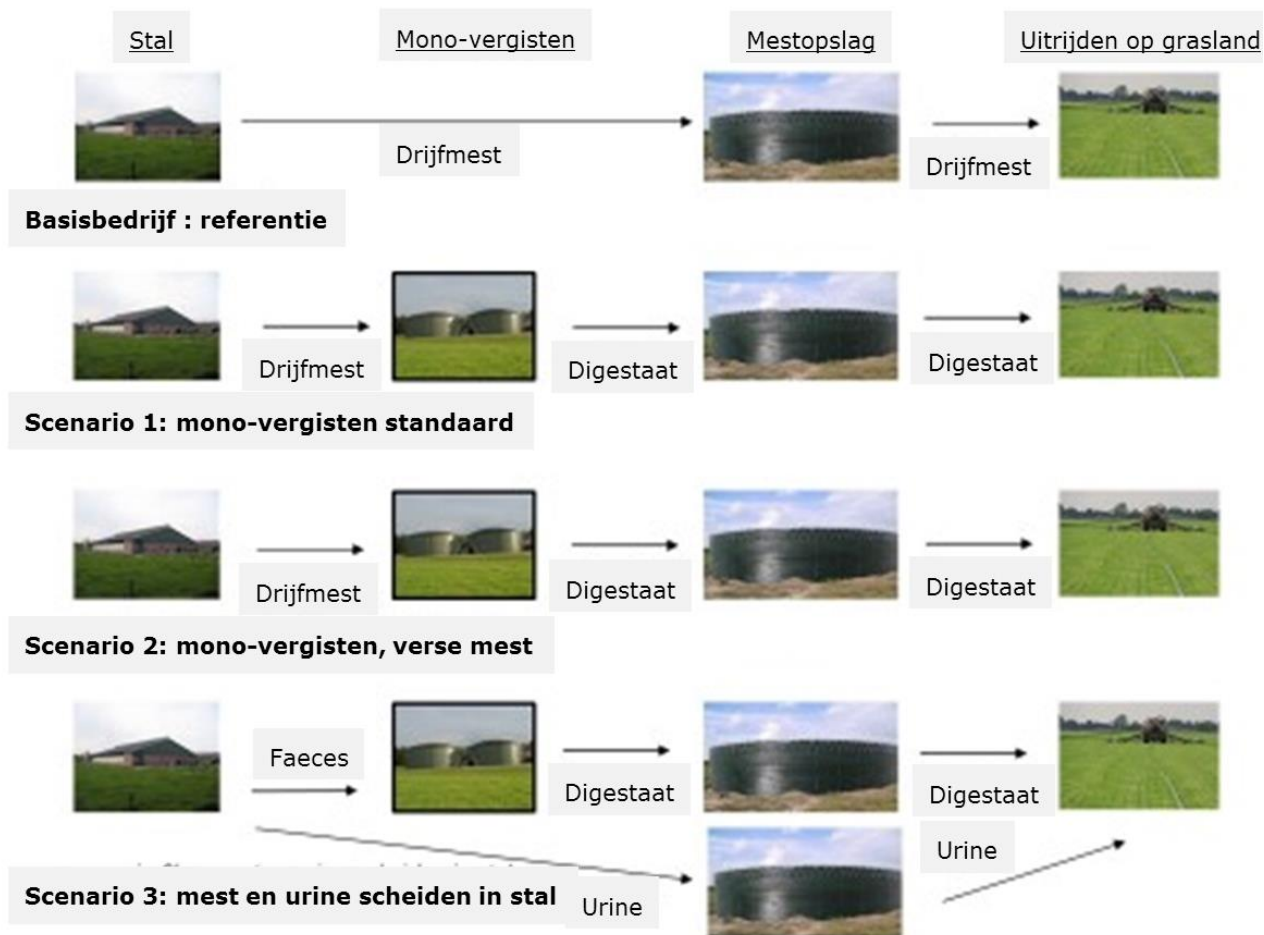
Bij vergisten van verse mest wordt de mest (7,5% organische stof) uit een kleine opvangput in de stal direct doorgeleid naar de vergistertank (inhoud 465 ton). Na vergisting van deze mest gaat het digestaat door naar een externe mestopslag van bijna 2100 ton. De verblijftijd van de mest in de vergistertank is wisselend omdat het aanbod van verse mest gedurende het jaar wisselend is (van 235 tot 460 ton per maand). In de wintermaanden is het aanbod groter en de verblijftijd korter en in de zomermaanden komt er vanwege beweiding minder mest in de vergistertank terecht en zal de verblijftijd langer zijn. Omdat er bij dit systeem geen drijfmestopslag onder de stal is wordt een sleuenvloer toegepast met een mestschuif (de kosten voor deze aanpassing zijn gelijk aan die van RAV 1.8) die regelmatig de mest in een kleine opvangput schuift. Door de verkorte verblijftijd in de put voor vergisten is het vergistingsrendement hoger en kan ongeveer 30.000 m³ CH₄ extra worden geproduceerd ten opzichte van vergisten van oude mest. Mestafvoer vindt plaats in de vorm van digestaat.

Scenario 3: Vergisting van feces fractie na primaire mestscheiding

In deze variant is de mestopslag zo ingericht dat via de vloer de meeste feces wordt gescheiden van de urine en er een feces fractie (90% feces en 10% urine) en een urine fractie (90% urine en 10% feces) ontstaat. Beide fracties worden apart opgevangen: de urine fractie wordt onder de stal opgeslagen (capaciteit van 1350 ton) en de feces fractie (9% organische stof) wordt met een mestschuif naar een kleine opvangput geleid. De feces fractie gaat daarna gelijk naar de vergistertank (inhoud 300 ton) en gaat daarna naar de externe digestaatopslag van bijna 900 ton. Omdat feces de bron voor CH₄ is, wordt alleen de feces fractie naar de vergistertank doorgeleid. De verblijftijd van de feces fractie in de vergistertank is wisselend, vanwege het verschil in aanbod van feces fractie in de zomer (min. 110 ton per maand) en in de winter (max. 215 ton per maand). De urine fractie wordt allemaal gebruikt als goedwerkende 'stikstofkunstmest'. Een deel van het digestaat uit de vergiste feces fractie wordt ook op het eigen land uitgereden, een ander deel wordt afgevoerd. In deze variant worden de mestfracties gescheiden met een vloer met perforaties waardoor de urine fractie in de put onder de stal terechtkomt en de feces fractie met een mestschuif naar een kleine opvangput wordt afgevoerd (de kosten voor deze aanpassing zijn gelijk aan die van RAV 1.20).

Voor alle varianten geldt dat de geproduceerde methaan met een WKK wordt omgezet in warmte en groene energie (elektriciteit).

In *Figuur 4* zijn de scenario's in deze studie schematisch samengevat.



Figuur 4 Schematisch overzicht scenario's mono-vergisten op veenweidebedrijf.

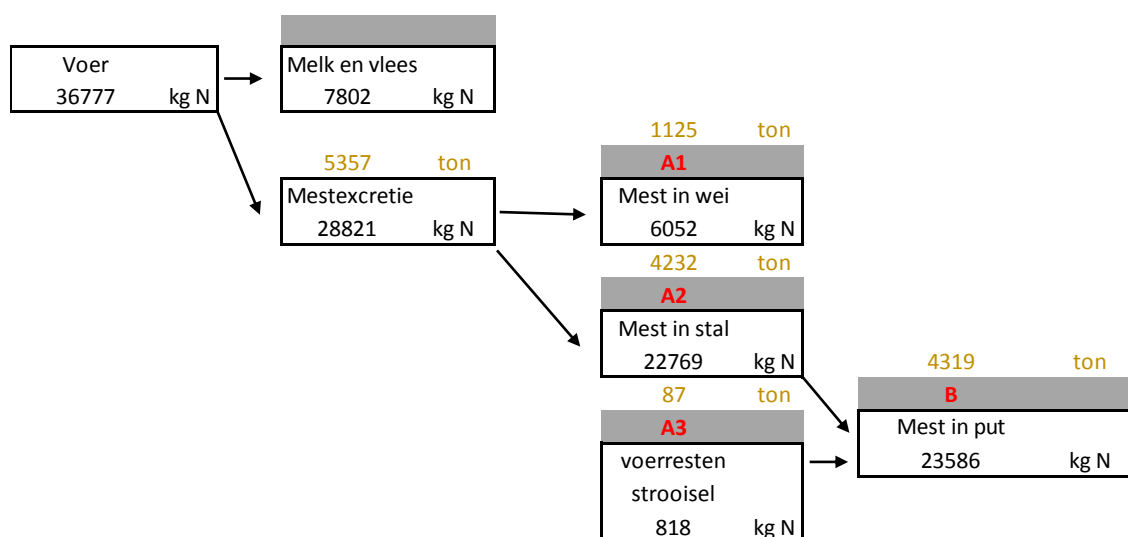
Voor alle varianten geldt dat wordt gerekend met dezelfde grasopbrengst. Om dit te bereiken is in alle varianten evenveel werkzame stikstof nodig. Omdat bij vergisting meer of minder werkzame stikstof uit dierlijke mest (digestaat) kan komen, wordt de werkzame mestgift gelijk gemaakt door meer of minder kunstmest te gebruiken.

3 Meststromen

In dit hoofdstuk zijn de effecten van mono-vergisten op de meststroom van het melkveebedrijf weergegeven. Als eerste is de meststroom van het basisbedrijf (zonder mono-vergisting) in beeld gebracht. Alleen de meststroom in hoeveelheid (ton) en stikstof (kg N) is weergegeven.

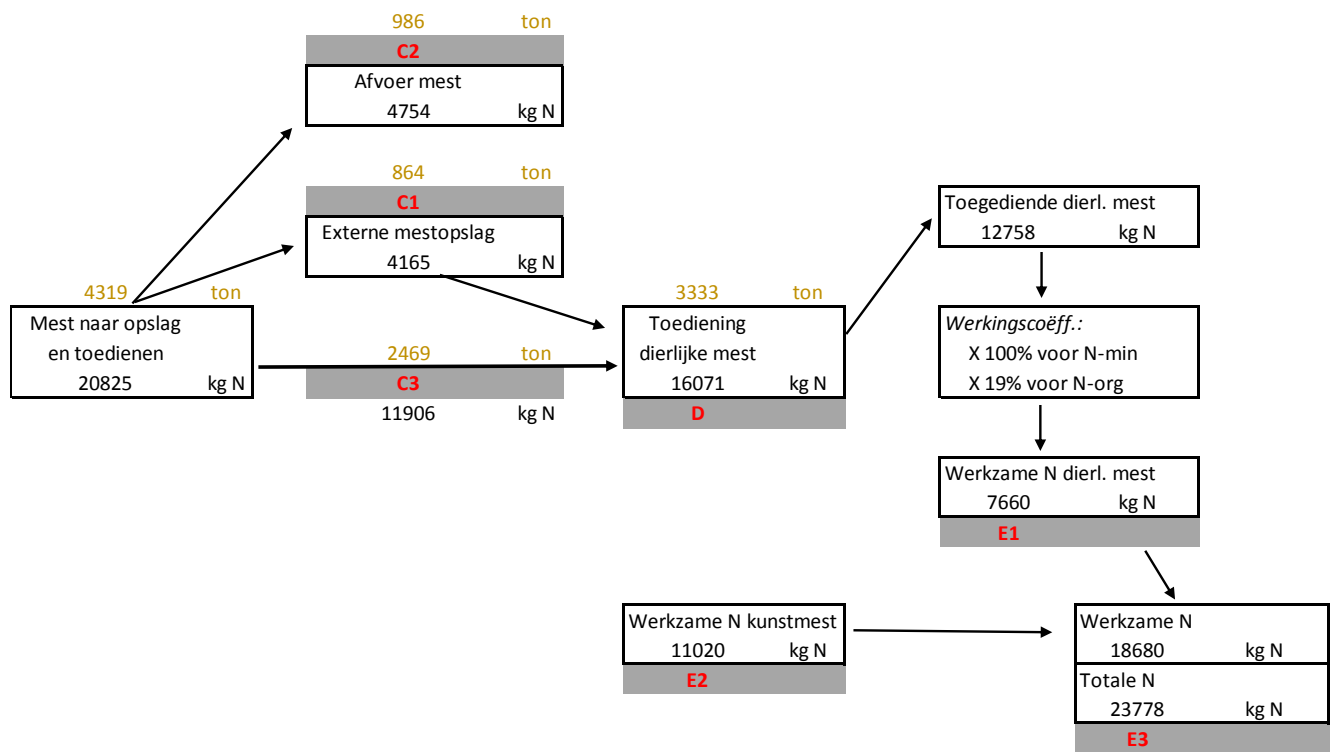
3.1 Basisbedrijf

In *Figuur 5* is de meststroom van het basisbedrijf weergegeven van voer tot aan mest in de put. **De meststroom in deze figuur is voor alle varianten gelijk.** *Figuur 5* laat zien dat bijna 37.000 kg N uit voer wordt omgezet in 7800 kg N in vlees en melk en dat er bijna 29.000 kg N van de gevoerde stikstof in de mest terecht komt. De mestproductie op het basisbedrijf is ruim 5350 ton mest. Hiervan komt 1125 ton (ruim 6000 kg N) in de wei terecht en kan dus niet worden uitgereden en benut voor de grasgroei (en vergisting). Van de geproduceerde mest komt ruim 4200 ton in de stal terecht, samen met bijna 90 ton strooisel en voerresten komt er ruim 4300 ton mest in de put terecht op het basisbedrijf. In deze mest zit bijna 23.600 kg N. De massabalans (ton mest) in *Figuur 5* is kloppend, bij stikstof treden er op sommige plekken verliezen op. Hier gaan we in hoofdstuk 4 verder op in.



Figuur 5 Meststroom hoeveelheid (m³) en stikstof op basisbedrijf zonder mono-vergisten: van voer tot mest in de put (deze stroom is gelijk voor alle varianten).

In *Figuur 6* is het vervolg van de meststroom weergegeven voor de basisvariant: van mest in de put naar toegediende mest. **De meststroom vanaf mest in de put is voor alle varianten verschillend.** *Figuur 6* laat zien dat bijna 990 ton van de mest in de put wordt afgevoerd. Omdat de mestopslag onder de stal niet groot genoeg is, wordt er nog ruim 860 ton mest tussentijds opgeslagen in de externe mestopslag. Uiteindelijk wordt er 3330 ton mest toegediend op het eigen land, ruim 16.000 kg N uit dierlijke mest. Niet al deze stikstof werkt: 15,6% van de TAN (totale ammoniakale stikstof) emitteert als ammoniak bij verdund uitrijden. Van de stikstof na aftrek van de emissies werkt 100% van de minerale stikstof en 19% van de organische stikstof. Uiteindelijk komt er ruim 7700 kg werkzame stikstof uit dierlijke mest op het land terecht. Samen met 11.000 kg werkzame kunstmeststikstof komt er op het basisbedrijf met 150 koeien en 80 ha bijna 18.700 kg werkzame stikstof terecht.

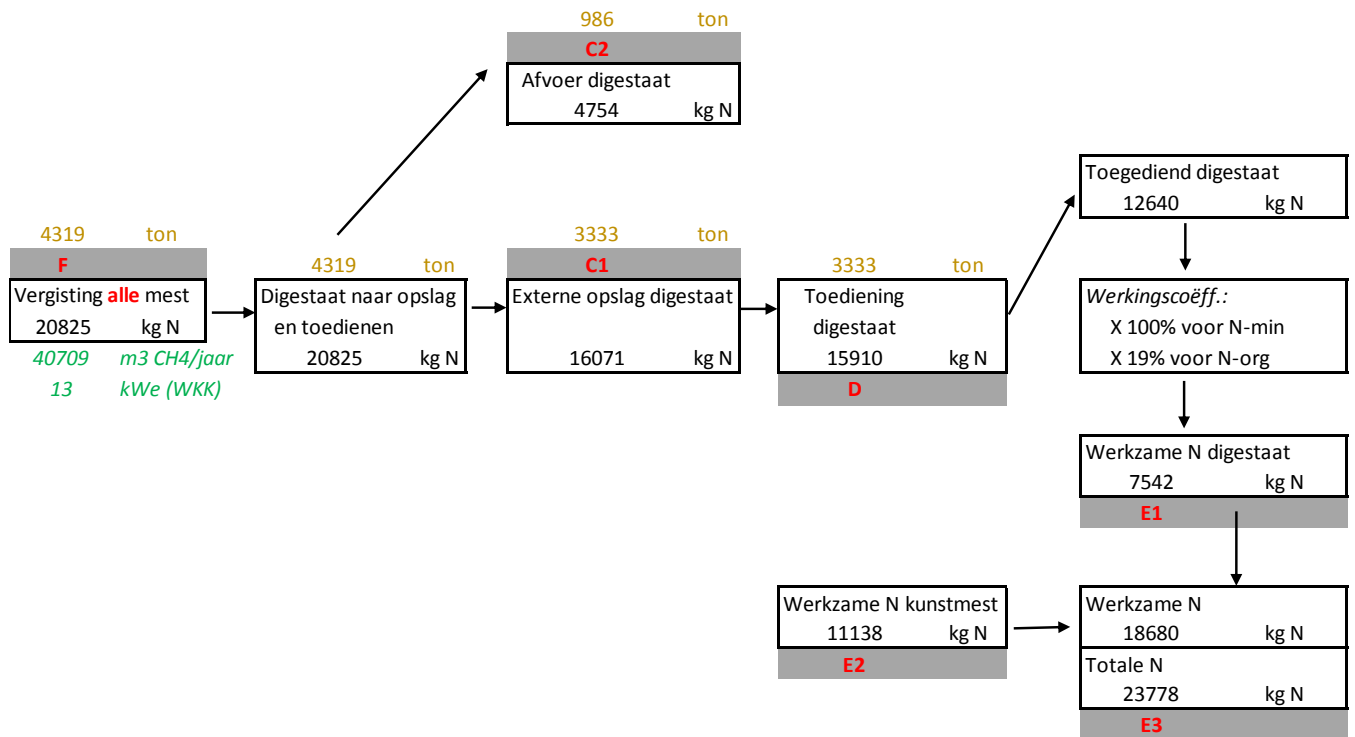


Figuur 6 Meststroom hoeveelheid (m^3) en stikstof (kg) op basisbedrijf zonder mono-vergisten van geproduceerde mest in de put tot toedienen (deze stroom is verschillend bij alle varianten, verder ontsnapt er bij diverse processen in deze meststroom stikstof: zie ook hoofdstuk 4).

3.2 Mest vergisten die lang in de put is opgeslagen

In *Figuur 7* is de meststroom weergegeven voor de variant waarbij alle mest die langere tijd in de mestkelder zit wordt vergist. Alle 4319 ton gaat de monovergister in. Van de vergiste mest wordt bijna 990 ton afgevoerd, de rest (3330 ton digestaat) gaat de externe opslag in en wordt op een later tijdstip toegediend. Na verliezen tijdens de opslag is ruim 15.900 kg N beschikbaar voor toedienen met digestaat. Na aftrek van emissies bij toedienen blijft er nog ruim 12.600 kg N in de toegediende mest over, waar uiteindelijk ruim 7500 kg N van werkzaam is. Om dezelfde werkzame hoeveelheid stikstof te krijgen als in de basissituatie is aanvullend nog 11.140 kg N uit kunstmest nodig.

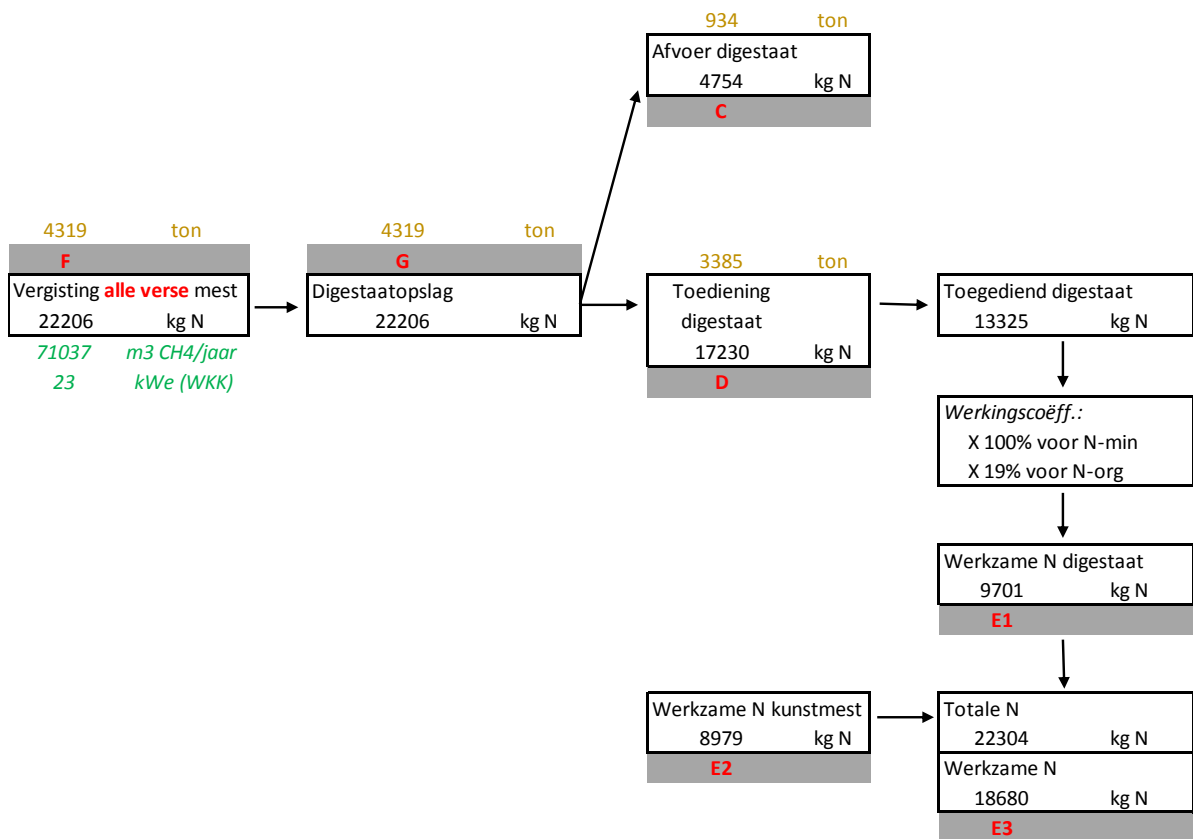
Met deze manier van vergisten is de methaanopbrengst van mono-vergisten jaarlijks ruim 40.700 m^3 CH_4 .



Figuur 7 Meststroom hoeveelheid (m³) en stikstof (kg) in variant met mono-vergisten van geproduceerde mest die lang in de put zit tot toedienen.

3.3 Verse mest vergisten

In *Figuur 8* is de meststroom weergegeven voor de variant waarbij alle vers opgevangen mest wordt vergist. 4319 ton mest wordt vergist waarna het terecht komt in de externe opslag. Na afvoer van ruim 930 ton digestaat is 3385 ton digestaat beschikbaar voor toedienen. Na verliezen tijdens de opslag is ruim 17.200 kg N beschikbaar voor toedienen met digestaat. Na aftrek van emissies bij toedienen blijft er ruim 13.300 kg N in de toegediende mest over, waar uiteindelijk ruim 9700 kg N van werkzaam is. Om dezelfde werkzame hoeveelheid stikstof te krijgen als in de basissituatie is aanvullend nog bijna 9000 kg N uit kunstmest nodig. Met deze manier van vergisten is de methaanopbrengst van mono-vergisten jaarlijks ruim 71.000 m³ CH₄.



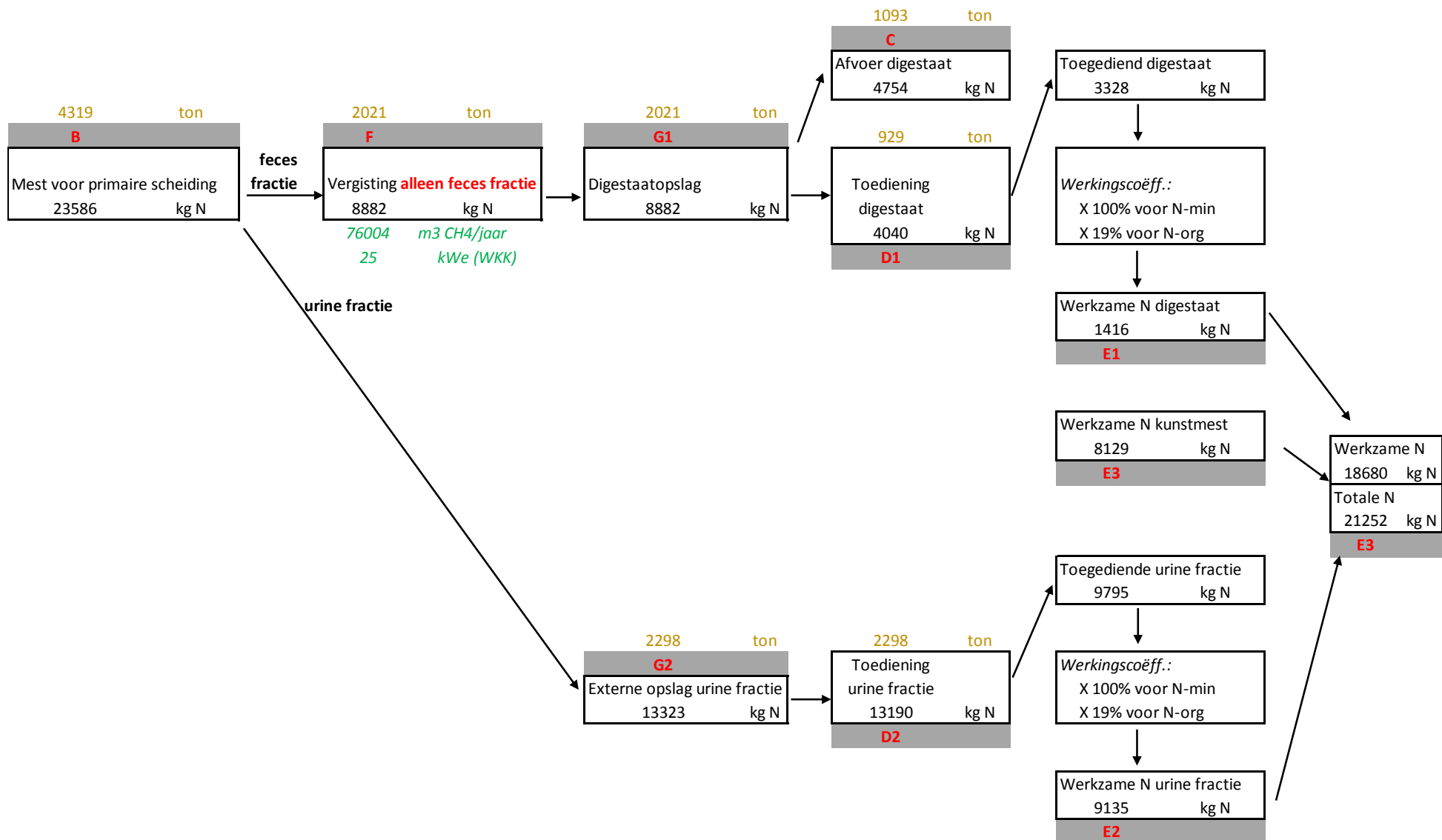
Figuur 8 Meststroom hoeveelheid (m³) en stikstof (kg) in variant met mono-vergisten van verse mest tot toedienen.

3.4 Feces fractie vergisten na primaire mestscheiding

In *Figuur 9* is de meststroom weergegeven waarbij de feces fractie na primaire mestscheiding wordt vergist. *Figuur 9* laat zien dat na primaire scheiding de 4319 ton geproduceerde mest is opgedeeld in 2298 ton urine fractie (90% van de urine en 10% van de feces) en 2021 ton feces fractie (90% van de feces en 10% van de urine). Alleen dit laatste deel wordt vergist. De urine fractie wordt apart opgeslagen en volledig op het bedrijf toegediend. Na aftrek van de gasvormige verliezen blijft er bijna 9800 kg werkzame N uit urine fractie over.

Van het digestaat na vergisting van de feces fractie wordt 1093 ton afgevoerd. Ongeveer 930 ton digestaat wordt op het bedrijf uitgereden, na gasvormige verliezen is dit ruim 3300 kg N. Omdat deze digestaat uit de feces fractie veel organische stikstof bevat en maar weinig minerale N is hiervan slechts 1400 kg N werkzaam. Uit urine fractie en digestaat wordt samen ruim 10.500 kg werkzame N toegediend. Om dezelfde werkzame stikstofgift te realiseren als bij het basisbedrijf is aanvoer van bijna 8100 kg N uit kunstmest nodig in deze variant.

Met monoverigsten van feces fractie na primaire mestscheiding wordt 76.000 m³ CH₄ geproduceerd.



Figuur 9 Meststroom hoeveelheid (m³) en stikstof in variant met mono-vergisten van feces fractie na primaire mestscheiding tot toedienen.

3.5 Samenvatting meststromen

In *Tabel 1* en *Tabel 2* zijn de stroomschema's van de verschillende scenario's voor tonnen mest en kilogrammen stikstof samengevat.

Tabel 1 Samenvatting stroomschema's verschillende scenario's met mono-vergisten (tonnen mest).

Scenario	Geproduceerde mest in de stal			Vergist		Afgevoerd		Toegediend		
	drijfmest	feces fractie	urine fractie	drijfmest	feces fractie	drijfmest	digestaat	drijfmest	digestaat	urine fractie
Niet vergisten (basis)	4319					986		3333		
Oude mest vergisten	4319			4319			986		3333	
Verse mest vergisten	4319			4319			934		3385	
Alleen feces fractie vergisten		2021	2298		2021		1093		929	2298

Tabel 2 Samenvatting stroomschema's verschillende scenario's met mono-vergisten (kilogrammen stikstof).

Scenario	Beschikbaar na stalverliezen			Vergist		Afgevoerd		Toegediend			Werkzaam			
	drijfmest	feces fractie	urine fractie	drijfmest	feces fractie	drijfmest	digestaat	drijfmest	digestaat	urine fractie	N-kunstmest	dierlijk	kunstmest	totaal
Niet vergisten (basis)	20825					4754		16071			11020	7660	11020	18680
Oude mest vergisten	20825			20825			4754		15910		11138	7542	11138	18680
Verse mest vergisten	22206			22206			4754		17230		8979	9701	8979	18680
Alleen feces fractie vergisten		8882	13323		8882		4754		4040	13190	8129	10551	8129	18680

4 Emissies

In dit hoofdstuk vergelijken we de gasvormige verliezen van de varianten met mono-vergisten met de basissituatie en met elkaar. We rapporteren de verliezen van methaan, ammoniak en overige stikstofverbindingen. Ook brengen we naar de totale broeikasgasemissie in beeld die vanuit methaan en N₂O ontstaat. Per scenario wordt aangegeven op welke plek deze verliezen optreden.

4.1 Methaan

In *Tabel 3* zijn de gasvormige verliezen van de verschillende scenario's voor methaan weergegeven (verliezen die verloren gaan en die niet voor gaswinning kunnen worden benut). De verliespercentages voor methaan die ten grondslag aan deze tabel liggen staan in *Bijlage 2 (Tabel 14)*.

Tabel 3 Gasvormige verliezen scenario's mono-vergisten (Methaan in kg /bedrijf).

Scenario	Productie melk en vlees	Wei	Stal	Vergister	Externe opslag			Totaal
					mest	digestaat	dun	
Niet vergisten (basis)	23510	83	6022	-	167	-	-	29782
Oude mest vergisten	23510	83	6022	1091	-	273	-	30979
Verse mest vergisten	23510	83	361	1904	-	510	-	26368
Alleen feces fractie vergisten	23510	83	171	2037	-	543	-	26344

Tabel 3 laat zien dat oudere mest vergisten tot de hoogste methaanemissie leidt, nog bijna 1200 kg CH₄ meer dan in de basissituatie. Deze methaan ontsnapt vooral in de stal en tijdens het vergistingsproces, maar ook bij de opslag van digestaat treden extra verliezen op. Door verse mest te vergisten wordt veel stalemmissie van methaan voorkomen en daalt de methaanemissie op bedrijfsniveau met ruim 4400 kg CH₄ ten opzichte van vergisten van oude mest. Alleen feces fractie vergisten na primaire mestscheiding leidt tot de laagste methaanemissie. Door primaire mestscheiding wordt de emissie van methaan in de stal nog verder beperkt dan bij verse mest vergisten en komt de totale methaanemissie uit op ruim 26.300 kg CH₄ op bedrijfsniveau, ruim 3400 kg CH₄ minder (12%) dan in de situatie zonder vergisten.

4.2 Ammoniak

In Tabel 4 zijn de gasvormige verliezen van de verschillende scenario's voor ammoniak weergegeven. De verliespercentages voor ammoniak die ten grondslag aan deze tabel liggen staan in Bijlage 2 (Tabel 15).

Tabel 4 Gasvormige verliezen scenario's mono-vergisten (Ammoniak in kg ammoniak-N/bedrijf).

Scenario	Wei	Stal	(externe) opslag			Toedienen				Totaal
			mest	digestaat	dun	mest	digestaat	dun	kunstmest	
Niet vergisten (basis)	155	2195	0	-	-	1529	-	-	275	4154
Oude mest vergisten	155	2195	-	161	-	-	1504	-	278	4293
Verse mest vergisten	155	1098	-	222	-	-	1992	-	224	3691
Alleen feces fractie vergisten	155	1098	-	89	133	-	263	1931	203	3872

Tabel 4 laat zien dat oude mest vergisten leidt tot de hoogste ammoniakemissie. Ten opzichte van de basissituatie zonder vergisten stijgt deze met bijna 140 kg N op bedrijfsniveau. Dit is 3%. De opslag van digestaat leidt tot extra ammoniakemissie terwijl de emissie bij toedienen slechts iets lager is dan bij de basissituatie.

Vergisten van verse mest is het scenario met de laagste ammoniakemissie. Ten opzichte van het basisscenario is de ammoniakemissie in dit scenario ruim 460 kg N lager (11%). De emissie bij toedienen en opslaan van digestaat is in dit scenario hoger, maar de lagere stalemissie compenseert dit ruimschoots. Ook bij alleen feces fractie vergisten daalt de ammoniakemissie fors met bijna 7% door met name een lagere stalemissie.

4.3 Overige stikstof (N₂O en NO)

In Tabel 5 zijn de gasvormige verliezen van de verschillende scenario's voor N₂O en NO weergegeven.

Tabel 5 Gasvormige verliezen scenario's mono-vergisten (N₂O en NO in kg N/bedrijf).

Scenario	Wei	Stal	(externe) opslag			Toedienen				Totaal
			mest	digestaat	dun	mest	digestaat	dun	kunstmest	
Niet vergisten (basis)	272	94	0	-	-	337	-	-	275	978
Oude mest vergisten	272	94	-	0	-	-	334	-	278	978
Verse mest vergisten	272	47	-	0	-	-	362	-	224	906
Alleen feces fractie vergisten	272	47	-	0	0	-	85	277	203	884

Tabel 5 laat zien dat oude mest vergisten tot dezelfde emissie leidt van N₂O en NO als niet vergisten. Verse mest vergisten leidt tot ongeveer 7% minder emissie van deze stoffen omdat minder kunstmest wordt gestrooid en omdat er minder stalemissie optreedt. Bij alleen feces fractie vergisten wordt de stikstof uit eigen mest beter benut en kan nog meer op kunstmest worden bespaard zodat de emissie van N₂O en NO bijna 10% lager is dan in de basissituatie zonder vergisten.

4.4 Stikstofgas (N₂)

In Tabel 6 zijn de gasvormige verliezen van de verschillende scenario's voor N₂ weergegeven.

Tabel 6 Gasvormige verliezen scenario's mono-vergisten (stikstofgas in kg N /bedrijf).

Scenario	Wei	Stal	(externe) opslag			Toedienen				Totaal
			mest	digestaat	dun	mest	digestaat	dun	kunstmest	
Niet vergisten (basis)	1997	472	0	-	-	1446	-	-	1433	5348
Oude mest vergisten	1997	472	-	0	-	-	1432	-	1448	5349
Verse mest vergisten	1997	236	-	0	-	-	1551	-	1167	4951
Alleen feces fractie vergisten	1997	236	-	0	0	-	364	1187	1057	4841

Tabel 6 laat zien dat oude mest vergisten nauwelijks gevolgen heeft voor de N₂-emissie. Verse mest vergisten en alleen feces fractie vergisten levert een besparing van de emissie op van respectievelijk ruim 7% en ruim 9%. Dit komt omdat de emissie uit de stal met mestkelder de helft lager is en omdat er meer stikstof uit de eigen meststoffen werkzaam is.

4.5 Broeikasgassen uit methaan en lachgas

In Tabel 7 zijn broeikasgasemissies (op basis van methaan en N₂O) van de verschillende scenario's weergegeven.

Tabel 7 Emissie broeikasgassen (methaan en lachgas) bij scenario's mono-vergisten (ton CO₂-eq. /bedrijf).

Scenario	Enterisch (bij de productie van melk en vlees)	Via mest	Vermeden emissie*	Totaal
Niet vergisten (basis)	588	407	0	995
Oude mest vergisten	588	437	-84	941
Verse mest vergisten	588	304	-146	746
Alleen feces fractie vergisten	588	299	-156	731

* Emissie uit fossiele brandstof die wordt vermeden door productie van groene elektriciteit (negatief getal is aftrekpost bij berekening totale emissie) uitgangspunt is dat per kWh 721 gram CO₂-eq wordt vermeden (conform PEF-dataset).

Tabel 7 laat zien dat alleen feces fractie vergisten leidt tot de grootste reductie van broeikasgassen (27%). Ook verse mest vergisten levert een forse reductie op van 25%. Het vergisten van oude mest leidt tot 5% minder broeikasgassen.

5 Economie: bedrijfseconomische vergelijking

Met behulp van de uitgangspunten uit vorige hoofdstukken is een globale inschatting gemaakt welke bedrijfseconomische effecten het toepassen van de diverse varianten met mono-vergisting op het inkomen heeft. In *Tabel 8* zijn de economische effecten van de verschillende varianten ten opzichte van geen mest vergisten weergegeven. In deze vergelijking vindt een zuivere systeemvergelijking plaats van losstaande bedrijfsscenario's. Gevolgen van de scenario's op een bestaande bedrijfssituatie met bestaande stal en mestopslagen worden in het volgende hoofdstuk weergegeven.

Tabel 8 Economische resultaten mono-vergisten (bedragen als verschil ten opzichte van basis zonder vergisten).

	Mono-vergisten t.o.v. niet vergisten		
	Oude mest	Verse mest	Alleen feces fractie
Opbrengsten (A)	+20400	+35600	+38100
- Melk	+0	+0	+0
- Omzet en aanwas	+0	+0	+0
- Overig melkvee	+0	+0	+0
- Opbrengst vergisten	+20400	+35600	+38100
* waarvan subsidie elektriciteit	+7400	+12900	+13800
* waarvan subsidie warmte	+8600	+15100	+16100
Toegerekende kosten (B)	+100	-2000	-2900
- Voer	+0	+0	+0
- Vee	+0	+0	+0
- Gewas	+100	-2000	-2900
* waarvan kunstmest	+100	-2000	-2900
Niet toegerekende kosten (C)	+25100	+24800	+23900
- Loonwerk	+0	+200	-700
* waarvan kosten mest uitrijden	+0	+200	-700
- Werktuigen en installaties	+33500	+33500	+25100
* waarvan vergistingsinstallatie	+33500	+33500	+25100
- Grond en gebouwen	-8500	-8300	-1700
* waarvan externe mestopslag	+5700	+10500	+700
* waarvan kosten stal	-14100	-18800	-2400
- Water	+0	+0	+0
- Energie	+0	+0	+0
- Mestafvoer	+0	-600	+1200
- Algemeen	+0	+0	+0
Arbeidsopbrengst (A - B - C)	-4800	+12900	+17200
AO zonder subsidie warmte	-13400	-2200	+1000

Tabel 8 laat zien dat oude mest vergisten een € 4800 lagere arbeidsopbrengst oplevert wanneer het bedrijf zowel subsidie krijgt voor de geleverde stroom als voor de geproduceerde warmte. Wanneer de warmte niet wordt gesubsidieerd, dan is de arbeidsopbrengst € 13.400 lager ten opzichte van de basissituatie zonder vergisten. De volgende zaken vallen op bij deze variant:

- De vergoeding van de opgewekte stroom en warmte met de vergistingsinstallatie is ingeschat op totaal € 20.400 bij deze variant. Hiervan is ongeveer € 16.000 subsidie. *-De opbrengst is in de tabel apart weergegeven, in de praktijk zal een deel van de stroom op het bedrijf zelf worden gebruikt en zullen de energiekosten lager zijn bij vergisten. In de basissituatie verbruikt het bedrijf 78.500 kWh aan stroom en betaalt hiervoor jaarlijks bijna € 12.400, inclusief vastrecht-*
- Omdat bij oude mest vergisten ongeveer 100 kg meer kunstmest nodig is (zie *Figuur 7*) zijn de kunstmestkosten iets lager.
- De jaarkosten van de vergistingsinstallatie met een inhoud van 465 ton zijn op € 33.500 ingeschat. Het investeringsbedrag is ingeschat op € 200.000. Uitgangspunt is dat de installatie wordt afgeschreven in 10 jaar en dat de jaarlijkse onderhoudskosten 5% bedragen. De rente over die periode is op 3,5% ingeschat (KWIN).
- Omdat er 1155 ton minder mestopslag onder de stal nodig is (690 ton meer opslag buiten de stal en 465 opslagcapaciteit van de vergister) zijn de kosten voor grond en gebouwen € 8500 lager. Uitgangspunt hierbij is dat externe mestopslag € 81/ton ton aan investering kost en mestopslag onder de stal € 140/ton aan investering kost (inschatting op basis van KWIN-V 2018-2019). Uitgangspunt bij bouwwerken zoals mestopslag onder de stal is dat deze in 20 jaar wordt afgeschreven, de externe mestopslag wordt in ongeveer 15 jaar afgeschreven. Onderhoud is in beide gevallen ongeveer 2%.
- De kosten voor mestafvoer wijken in deze variant niet af van de basissituatie.

Mono-vergisting toepassen met verse mest leidt tot een € 12.900 hogere arbeidsopbrengst wanneer het bedrijf zowel subsidie krijgt voor de geleverde stroom als voor de geproduceerde warmte. Wanneer de warmte niet wordt gesubsidieerd, dan is de arbeidsopbrengst € 2.200 lager ten opzichte van de situatie zonder vergisten. De volgende zaken vallen op bij deze variant:

- De vergoeding van de opgewekte stroom en warmte met de vergistingsinstallatie is ingeschat op totaal ruim € 35.600 bij deze variant. Hiervan is € 28.000 subsidie.
- Omdat de stikstofverliezen in deze variant lager zijn dan in de basis, zijn de kunstmestkosten € 2000 lager dan in de basissituatie.
- Omdat er in deze variant minder mestafvoer is, blijft er meer mest op het bedrijf en zijn de loonwerkkosten voor mest toedienen € 200 hoger.
- Net als bij oude mest vergisten zijn de kosten van de vergistingsinstallatie ingeschat op € 33.500 op jaarbasis bij een inhoud van de vergistertank van 465 ton. Dit is bij een afschrijvingstermijn van 10 jaar.
- Doordat nauwelijks mestopslag onder de stal nodig is, is de externe opslagcapaciteit bijna 1300 groter, naast de 465 ton opslag van de vergistertank. De gebouwenkosten zijn € 8300 lager door de kleinere opslag onder de stal en goedkopere externe opslag. De kosten van de vloer zijn bij toepassen van een dichte vloer met mestschuif (RAV A 1.8) wel € 15 per koeplaats hoger.
- Omdat de afgevoerde digestaat een hoger stikstofgehalte heeft dan de afgevoerde mest in de basissituatie zijn de kosten voor mestafvoer € 600 lager.

Mono-vergisting toepassen met de feces fractie na primaire mestscheiding in de stal leidt tot een € 17.200 hogere arbeidsopbrengst wanneer het bedrijf zowel subsidie krijgt voor de geleverde stroom als voor de geproduceerde warmte. Wanneer de warmte niet wordt gesubsidieerd, dan is de arbeidsopbrengst € 1000 hoger dan de situatie zonder vergisten. De volgende zaken vallen op bij deze variant:

- De vergoeding van de opgewekte stroom en warmte met de vergistingsinstallatie is ingeschat op totaal € 38.100 bij deze variant. Hiervan is € 29.900 subsidie.
- Vanwege de hoge benutting van stikstof in de urine fractie is minder kunstmest nodig. De kunstmestkosten zijn € 2900 lager in deze variant.
- Omdat de hoeveelheid afgevoerde mest groter is, zijn de kosten voor mest uitrijden € 700 lager.
- De investeringskosten voor een kleine vergister (verwerkingscapaciteit 300 ton) zijn op € 150.000 ingeschat en de bijbehorende jaarkosten zijn hierbij € 25.100, bij een afschrijvingstermijn van 10 jaar.
- De kosten voor gebouwen zijn in deze variant € 2400 lager, ondanks dat de jaarkosten van de vloer die urine fractie doorlaat (RAV A 1.20) € 15 per koe hoger zijn dan de roostervloer uit de basis. Dit komt doordat de mestopslag (waar urine fractie in zit) onder de stal ongeveer 380 ton kleiner is dan in de basis. Er is voor digestaatopslag wel ongeveer 80 ton meer externe

mestopslag nodig. Tenslotte heeft de kleine vergistertank ook nog een opslagcapaciteit van 300 ton.

- De kosten voor mestafvoer zijn € 1200 hoger. In het digestaat na vergisting van feces fractie zit minder stikstof dan in drijfmest en daardoor moet ruim 100 ton meer mest afgevoerd worden dan in de basissituatie.

6 Gevoeligheden

6.1 Bijna optimale scheiding mest en urine

In de bovenstaande berekeningen is uitgegaan dat in de laatste variant (mono-vergisten van feces fractie na primaire mestscheiding) 10% van de urine in de feces fractie terecht komt en 10% van de feces in de urine fractie terecht komt. Bij deze uitgangspunten is de methaanemissie 12% lager en de ammoniakemissie 7% lager ten opzichte van de basissituatie. De opbrengsten van energieopwekking met de vergister bedragen € 38.100.

Wanneer bij primaire mestscheiding een 99% volkomen scheiding kan gerealiseerd worden zodat bijna alle urine in de urine fractie zit en bijna alle feces in de feces fractie zit, dan is de methaanemissie 10% lager en de ammoniakemissie 4% lager dan in de basissituatie. De opbrengsten van energieopwekking met de vergister bedragen bij bijna volledige scheiding bijna € 42.400. Bij een perfecte scheiding van feces en deze vergisten stijgt het inkomen met € 14.600 ten opzichte van niet scheiden, er wordt bij perfecte scheiding meer methaan geproduceerd omdat er meer feces in de vergister terechtkomt. Echter is perfecte scheiding van urine en feces met behulp van sleuenvloeren niet mogelijk, een mogelijk toekomstig systeem die dit wel kan realiseren zal waarschijnlijk ook hogere kosten met zich meebrengen.

6.2 Extra subsidie voor stroomopwekking

In de opbrengstberekeningen is uitgegaan van de prijzen en subsidies die door RVO zijn gepubliceerd. In een project van Friesland Campina kan aanvullend op deze opbrengsten nog 1,75 cent per kWh stroom extra worden verkregen als vergoeding voor CO₂-reductie. Voor de varianten oude mest vergisten, verse mest vergisten en vergisten van feces fractie levert deze subsidie de bedrijven respectievelijk € 1700, € 2900 en € 3100 aan extra opbrengsten op.

6.3 Resultaten bij aanpassen van bestaande bedrijfssituatie

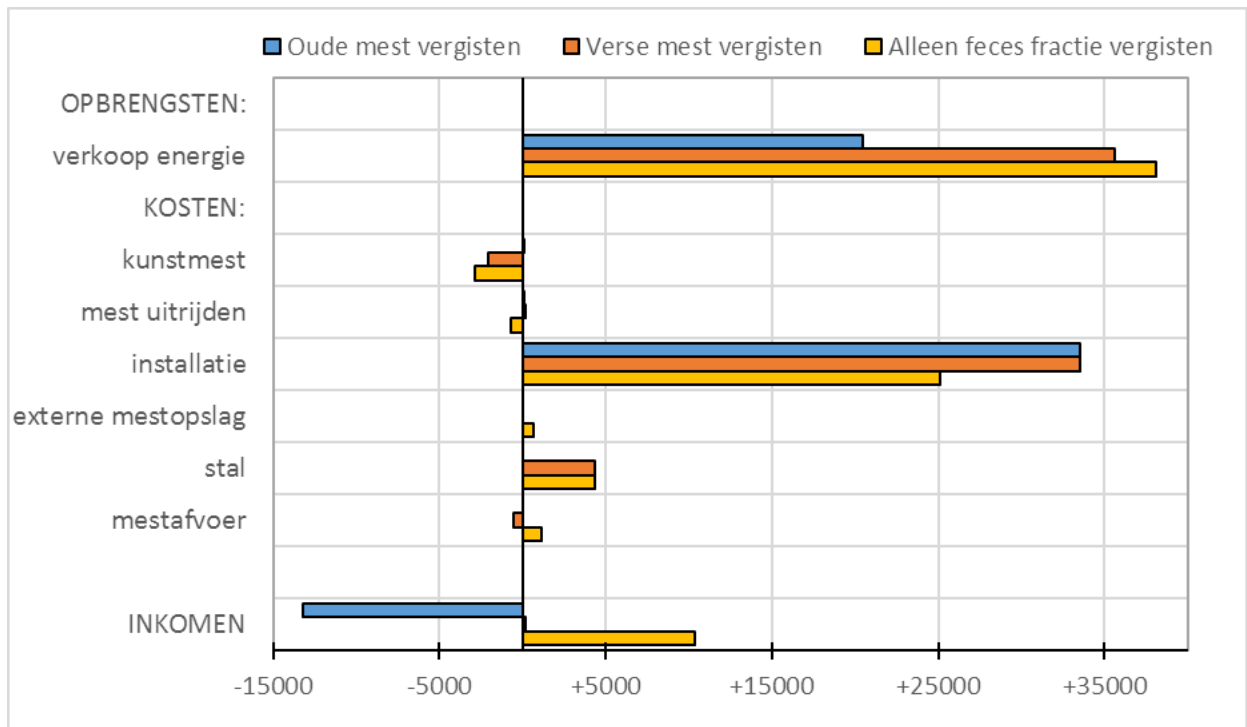
In hoofdstuk 5 zijn de gevolgen voor het inkomen berekend op basis van bedrijfseconomische grondslagen. Dit wil zeggen dat bij de scenario's geen rekening is gehouden met extra kosten voor sloop van een vloer en eventueel in stand houden en gebruik maken van de bestaande mestopslagen. Wanneer we wel uitgaan van de bestaande situatie met ruim 1700 ton mestopslag onder de stal en 800 ton mestopslag buiten de stal dan hebben de drie scenario's met mono-vergisten de volgende aandachtspunten:

- Bij vergisten van oude mest wordt de mestopslag onder de stal niet beperkt tot 580 ton en wordt de externe mestopslag niet uitgebreid tot 1500 ton. In de praktijk zal een deel van het digestaat onder de stal opgeslagen moeten worden. Dit lijkt geen probleem te zijn omdat de vergister zelf ook nog een extra opslagcapaciteit heeft van bijna 500 ton. Wel is er onder de stal een afgesloten compartiment mestopslag nodig zonder roostervloer waar digestaat kan worden opgevangen. Vanwege meer mest opslaan onder de stal en overcapaciteit van mestopslag (geen 500 ton opslagreductie bij behoud oude opslagen) zal de begrote besparing van stalkosten niet gerealiseerd kunnen worden.
- Bij vergisten van verse mest blijft de mestopslag onder de stal aanwezig en zal een belangrijk deel van het digestaat onder de stal opgevangen worden. Dit lijkt mogelijk omdat in deze variant de roostervloer boven de put wordt vervangen door een dichte vloer. De externe mestopslag van 800 ton blijft ook bestaan zodat aanschaf van een mono-vergister geen besparing van de stalkosten zal betekenen. Integendeel, de bestaande vloer zal moeten worden gesloopt en er

komt een duurdere vloer voor in de plaats (sloopkosten € 25/m² en extra investering dichte vloer ten opzichte van roostervloer € 158/koe).

- Bij vergisten van feces fractie blijft de mestopslag van 1700 ton onder de stal aanwezig en daar wordt de urine fractie opgeslagen. Door het in stand houden van deze put is er voor opslag van urine fractie dus overcapaciteit aanwezig. De externe mestopslag van digestaat wordt uitgebreid met 80 ton. De vloer wordt ook vervangen, dit kost € 25/m² aan sloopkosten en een extra investering ten opzichte van roostervloer van € 158/koe.

Figuur 10 laat zien dat als er bij de varianten voor mono-vergisten niet op stalkosten kan worden bespaard oude mest vergisten een inkomensdaling oplevert van ruim € 13.000 ten opzichte van niet vergisten. Het inkomensvoordeel bij verse mest vergisten is nihil en bij feces fractie vergisten is nog steeds meer dan € 10.000 hoger dan niet vergisten.



Figuur 10 Economische gevolgen mono-vergisten wanneer deze wordt toegepast in de bestaande basissituatie met 1700 ton mestopslag onder de stal en tenminste 800 ton mestopslag buiten de stal. De meerkosten voor aanpassingen van de stal en de mestopslagen zijn hier in meegenomen.

6.4 Effect van wijziging uitgangspunten

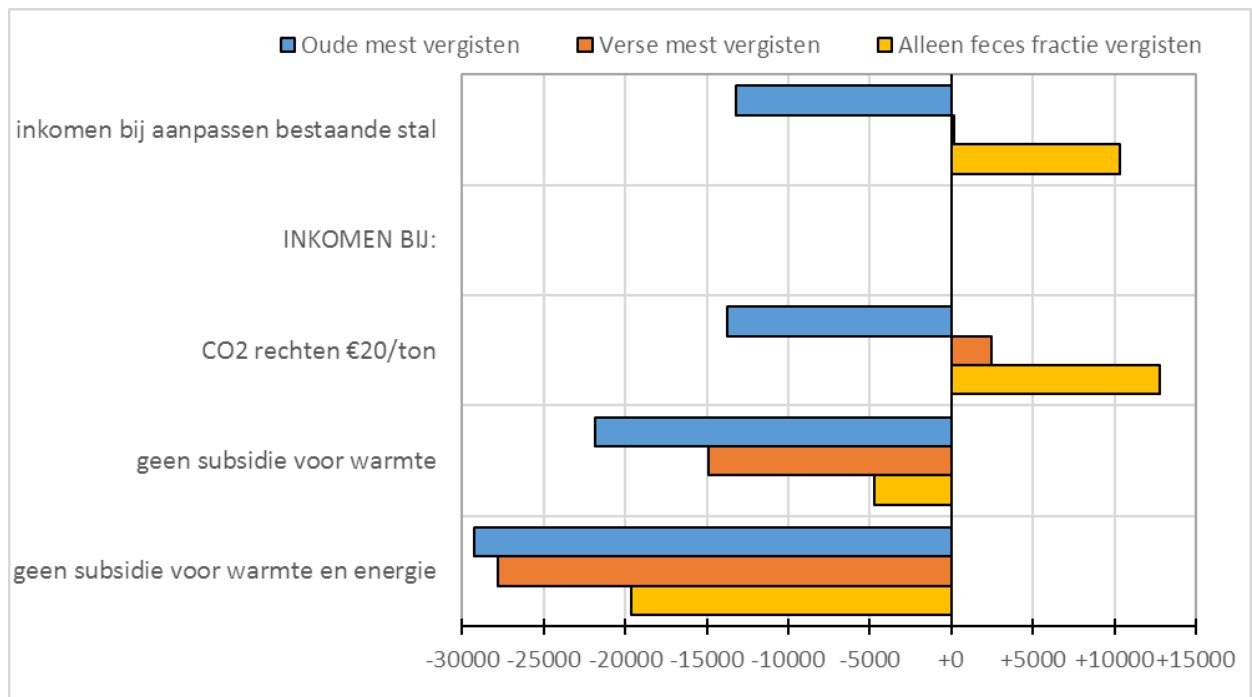
Met behulp van de resultaten uit *Figuur 10* maken we in deze paragraaf inzichtelijk wat de aanpassingen in de uitgangspunten betekenen voor de resultaten van de verschillende scenario's.

6.4.1 Invloed van subsidie en handel in CO₂-rechten

Figuur 10 laat zien dat bij aanpassing van een bestaande stal het vergisten van de feces fractie een positief inkomen oplevert. Maar wat gebeurt er als de subsidies veranderen of er handel in CO₂-rechten komt?

Figuur 11 laat zien dat wanneer er CO₂-rechten (€ 20/ton CO₂) moeten worden aangekocht voor extra geproduceerde kooldioxide, het inkomen bij oude mest vergisten met € 500 extra daalt, omdat de uitstoot toeneemt met 240 ton CO₂-eq. (inkomensdaling is € 13.700 ten opzichte van niet vergisten). Bij verse mest vergisten en feces fractie vergisten daalt de CO₂-uitstoot met resp. 114 en 119 ton CO₂-eq. en kan het bedrijf juist een vergoeding ontvangen van respectievelijk € 2300 en € 2400.

Wanneer de subsidie voor warmte van 7,8 cent per kW_t wegvalt, dan leidt geen enkele vergistingsvariant meer tot een inkomensstijging. Bij wegvallen van alle subsidies voor warmte en elektriciteit daalt het inkomen in alle vergistingsvarianten met meer dan € 19.000



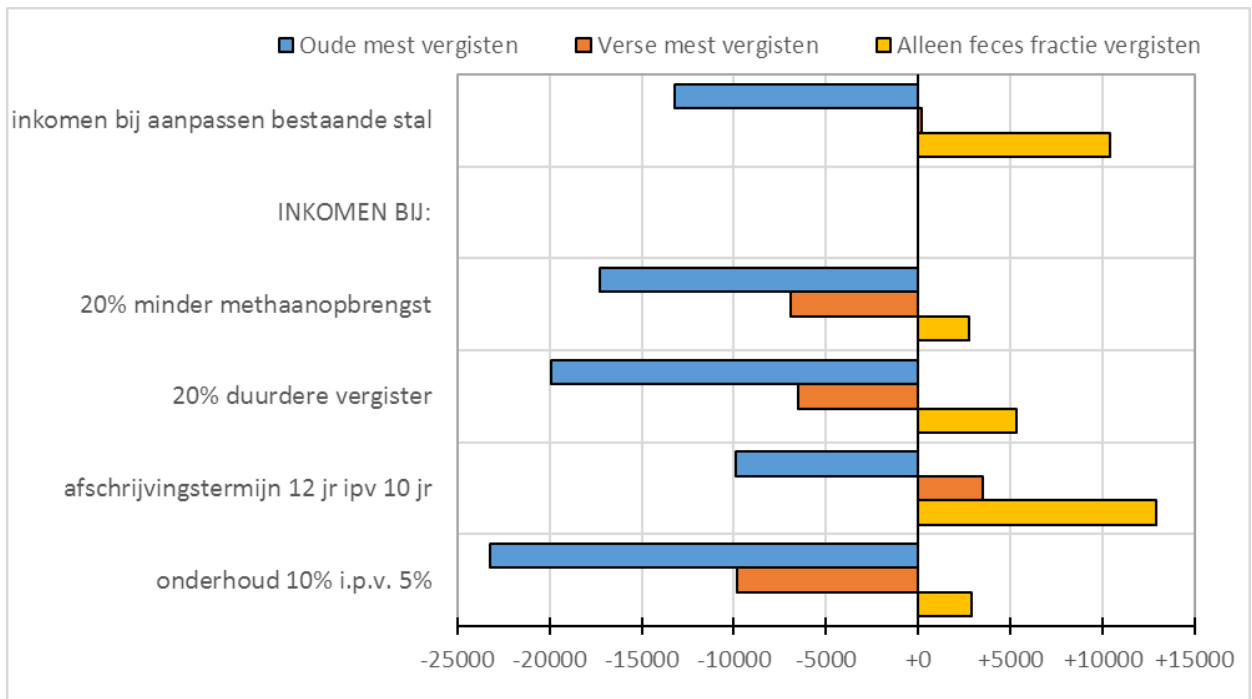
Figuur 11 Verschil inkomen van drie scenario's met mono-vergisten op melkveebedrijf in veenweidegebied met 150 koeien ten opzichte van situatie zonder vergisten bij aanpassingen in subsidies en handel in CO₂-rechten (benadering bij aanpassing bestaande situatie).

6.4.2 Invloed van technische en economische uitgangspunten

Behalve subsidies hebben ook technische en economische uitgangspunten invloed op de resultaten van *Figuur 10*. *Figuur 12* laat zien dat wanneer de vergister minder presteert en de methaanopbrengst 20% lager uitvalt, dat het inkomen bij verse mest vergisten en feces fractie vergisten met meer dan € 7000 daalt. Het inkomenseffect van feces fractie vergisten is bij de lagere methaanopbrengst nog net positief (€ 2700) terwijl het inkomen bij verse mest met bijna € 7000 daalt. Bij oude mest vergisten daalt het inkomen bij een lagere methaanopbrengst met ruim € 17.000 ten opzichte van niet vergisten.

Wanneer bij de vergisting een 20% duurdere vergister nodig is (€ 240.000 bij oude mest en verse mest en € 180.000 bij feces fractie) dan heeft alleen feces fractie vergisten nog een positief effect op het inkomen (€ 5300 meer inkomen). Bij verse mest vergisten daalt het inkomen € 6500.

Uitgangspunt van de berekeningen is een afschrijvingstermijn van 10 jaar bij de vergister. Wanneer dit kan worden opgerekt naar 12 jaar, leidt dit tot € 2500 minder jaarkosten bij feces fractie vergisten en tot € 3300 minder jaarkosten bij verse mest en oude mest vergisten. Bij 5% meer onderhoud stijgen de kosten bij de feces fractie vergisten met € 7500 en bij de overige varianten met € 10.000. Bij alle technische aanpassingen blijft het vergisten van de feces fractie het meest aantrekkelijk en levert het een positief effect op voor het inkomen.



Figuur 12 Verschil inkomen van drie scenario's met mono-vergisten op melkveebedrijf in veenweidegebied met 150 koeien ten opzichte van situatie zonder vergisten bij aanpassing van enkele technische en economische uitgangspunten (benadering bij aanpassing bestaande situatie).

7 Terugverdiëntijd

Gemiddeld wordt een vergistingsinstallatie in 10 jaar afgeschreven en een staluitbreiding of mestopslag in 15 tot 20 jaar. Echter bij een positief economisch resultaat kan de investering eerder terugverdiend worden. In *Tabel 9* wordt de terugverdiëntijd van de investeringen uit *Figuur 10* vergeleken met de afschrijvingstermijn.

Tabel 9 *Vergelijking terugverdiëntijd en afschrijvingstermijn varianten mono-vergisten bij aanpassing bestaande situatie (bij de berekening van de terugverdiëntijd zijn de sloopkosten als investering meegenomen).*

	Mono-vergisten t.o.v. niet vergisten		
	Oude mest	Verse mest	Alleen feces fractie
Terugverdiëntijd investering (jaren)	29	11	7
Afschrijvingstermijn investering (jaren)	10	11	12

Bij de resultaten uit *Figuur 10*, waarbij ingegrepen wordt in een bestaande basissituatie, is de terugverdiëntijd van oude mest vergisten langer dan de afschrijvingstermijn van de vergister met bijbehorende stalaanpassingen: 29 jaar. *Tabel 9* laat dit zien. Bij feces fractie vergisten wordt de goedkopere installatie en de investeringen in stal en mestopslag binnen de afschrijvingstermijn van 12 jaar terugverdiend (binnen 7 jaar). In het scenario van verse mest vergisten is de terugverdiëntijd gelijk aan de afschrijvingstermijn: 11 jaar.

Literatuur

Websites:

<https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie/categorie%C3%ABn/biomassa-sde/tender-monomestvergisting>

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/06/Model%20haalbaarheidsstudie%20SDE%20tender%20Monomestvergisting.xls>

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/02/Brochure%20SDE%20voorjaar%202018.pdf>

Website met informatie over mest verdunnen: <https://www.wur.nl/nl/nieuws/Mest-verdunnen-minder-ammoniakemissie.htm>

Website met o.a. subsidie FrieslandCampina:

<https://www.vabnet.nl/media/37d2c8603830b77618bbc49581e59b70/171005-jumpstart-fc-jw-straatsma.pdf>

Website met Brochure SDE+, Voorjaar 2018, Ministerie van Economische Zaken & Klimaat,

<https://www.rvo.nl/file/brochure-sde-voorjaar-2018pdf>

Overige literatuur:

Blanken, Klaas, Fridtjof de Buissonje, Aart Evers, Henri Holster, Wijbrand Ouweltjes, Jan Verkaik, Izak Vermeij en Harm Wemmenhove, september 2018. Kwantitatieve Informatie Veehouderij (KWIN) 2018-2019. Wageningen Universiteit en Research. Wageningen.

Goessens I., 24 februari 2012. Micro-WKK, een onderschatte technologie? Management & Techniek 4.

Groenestein, C.M.; Mosquera, J.; Melse, R.W. (2016). Methaanemissie uit mest: schatters voor biochemisch methaan potentieel (BMP) en methaanconversiefactor (MCF). Wageningen: Wageningen Livestock Research, (Livestock Research rapport 961).

Schils, R.L.M., M.H.A. de Haan, J.G.A. Hemmer, A. van den Pol-van Dasselaar, J.A. de Boer, A.G. Evers, G. Holshof, J.C. van Middelkoop, & R.L.G. Zom, 2007. Dairy Wise, a whole farm model. J. Dairy Sci. 90:5334–5346.

Van Bruggen, C., A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk, 2018. Emissies naar lucht uit de landbouw in 2016. Berekeningen met het model NEMA. WOt-technical report 119. Wageningen UR. <https://doi.org/10.18174/452369>

Velghe, F. en I. Wierinck, 2013. Evaluatie van de vergisters in Nederland, Fase II. Organic Waste Systems i.o.v. Agentschap NL.

Vonk, J., S.M. van der Sluis, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, G.L. Velthof, 2018. Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands – update 2018. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA). WOt-technical report 115. Wageningen UR. <https://doi.org/10.18174/443801>

Zwart K. et al, 2006. Duurzaamheid covergisting van dierlijke mest. Alterra Rapport 1437.

Bijlage 1 Uitgangspunten modelberekeningen vergistingsscenario's

Hieronder zijn een aantal belangrijke uitgangspunten voor de berekening van de meststromen per scenario samengevat.

Tabel 10 *Uitgangspunten meststroom basisscenario.*

Basis (referentie: mest lang in put - geen vergisting)	
Opslag onder roostervloer:	Bron / aanname
Opslagduur = 6 mnd, dus effectief 3 mnd gemiddeld	
BMP _{in} = 0,22 m ³ CH ₄ /kg OS	Groenestein et al., 2016
MCF = 0.17 (dus 17% van BMP 'verse mest' komt vrij als CH ₄ tijdens opslag = 2,1 m ³ CH ₄ /ton mest)	Groenestein et al., 2016
Omzetting N-org in N-NH ₄ = 10%	Bruggen et al., 2018, p.21
<i>N-emissies:</i>	
NH ₃ -N: 14.2% van TAN	Bruggen et al., 2018, p.30
N ₂ O-N: 0.2% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.33
NO-N: 0.2% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.33
N ₂ : 2% van N-totaal	Vonk et al., 2018, p.43
Externe opslag, 20% van de mest:	
Opslagduur = 1 mnd (eff. 0,5 mnd)	
Omzetting N-org in N-NH ₄ = 0%; N-emissies = 0	Aangenomen dat alle omzetting en emissie van N plaatsvindt tijdens opslag in stal
MCF = 0.03 (dus 3% van resterende BMP na opslag in stal komt vrij als CH ₄ tijdens externe opslag = 0,3 m ³ CH ₄ /ton aanwezige mest)	Aanname dat MCF recht evenredig is met opslagduur
Toediening dierlijke mest (gelijk voor alle scenario's):	
<i>N-emissies, sleepslangen met mest verdunnen op veengrond:</i>	
NH ₃ -N: 15.6 % van TAN	Bruggen et al., 2018, p.40 en https://www.wur.nl/nl/nieuws/Mest-verdunnen-minder-ammoniakemissie.htm
N ₂ O-N: 0.9% van N-totaal	idem
NO-N: 1.2% van N-totaal	idem
N ₂ : 9% van N-totaal	Vonk et al., 2018, p.43
Toediening kunstmest (gelijk voor alle scenario's):	
<i>N-emissies:</i>	
NH ₃ -N: 2.5% van TAN	Aanname: KAS Bruggen et al., 2018, p.30
N ₂ O-N: 1.3% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.33
NO-N: 1.2% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.33
N ₂ : 13% van N-totaal	Vonk et al., 2018, p.43

Tabel 11 Uitgangspunten meststroom scenario 1 (oude mest vergisten).

Scenario 1 (mest lang in put + vergisten)	
Opslag onder roostervloer (gelijk aan scenario 1):	Bron / aanname
Opslagduur = 6 mnd, dus effectief 3 mnd gemiddeld	
BMP _{in} = 0,22 m ³ CH ₄ /kg OS	Groenestein et al., 2016
MCF = 0.17 (dus 17% van BMP 'verse mest' komt vrij als CH ₄ tijdens opslag = 2 m ³ CH ₄ /ton mest)	Groenestein et al., 2016
Omzetting N-org in N-NH ₄ = 10%	Bruggen et al., 2018, p.21
<i>N-emissies:</i>	
NH ₃ -N: 14.2% van TAN	Bruggen et al., 2018, p.30
N ₂ O-N: 0.2% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.33
NO-N: 0.2% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.33
N ₂ : 2% van N-totaal	Vonk et al., 2018, p.43
Vergisting:	
MCF = 0.94 - 0.17 = 0.77 (dus resterende CH ₄ komt vrij tot 94% van BMP 'verse mest' = 16 m ³ CH ₄ /ton mest)	Aanname gebaseerd op bekende biogasopbrengsten uit diverse literatuurbronnen
Lekkage CH ₄ uit vergister: 3% van productie	
Slip CH ₄ uit gasmotor/WKK: 1% van productie	
Omzetting N-org in N-NH ₄ = 30%	
Opslag digestaat (100% van totaal volume):	
MCF neemt toe tot 95%, deze CH ₄ emissie bedraagt nog eens 1% t.o.v. totale methaan productie uit vergisting	Dus totale emissie van vergister + opslag digestaat is 5% van methaanproductie van vergister
<i>N-emissies: NH₃-N = 1% van N-totaal</i>	<i>Bruggen et al., 2018, p.34</i>
Toediening dierlijke mest (gelijk voor alle scenario's):	
<i>N-emissies, sleepslangen met mest verdunnen op veengrond:</i>	
NH ₃ -N: 15.6 % van TAN	Bruggen et al., 2018, p.40 en https://www.wur.nl/nl/nieuws/Mest-verdunnen-minder-ammoniakemissie.htm
N ₂ O-N: 0.9% van N-totaal	idem
NO-N: 1.2% van N-totaal	idem
N ₂ : 9% van N-totaal	Vonk et al., 2018, p.43
Toediening kunstmest (gelijk voor alle scenario's):	
<i>N-emissies:</i>	
NH ₃ -N: 2.5% van TAN	Aanname: KAS Bruggen et al., 2018, p.30
N ₂ O-N: 1.3% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.33
NO-N: 1.2% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.33
N ₂ : 13% van N-totaal	Vonk et al., 2018, p.43

Tabel 12 Uitgangspunten meststroom scenario 2 (verse mest vergisten).

Scenario 2 (mest kort in put + vergisten)	
Opslag onder roostervloer:	Bron / aanname
Opslagduur = 0.25 mnd = 8 dagen, dus effectief 4 dagen gemiddeld	
BMPin= 0,22 m3 CH4/kg OS	Groenestein et al., 2016
MCF = 0.0071 (dus 1/24 van wat vrij komt bij langdurige opslag in de put)	Aanname dat CH4 productie (MCF) recht evenredig is met opslagduur
Omzetting N-org in N-NH4 = 30%	Bruggen et al., 2018, p.21
<i>N-emissies:</i>	
NH3-N: 7.1% van TAN	Aanname: helft van situatie met langdurige opslag in stal (scenario 1 en 2)
N2O-N: 0.1% van N-totaal	idem
NO-N: 0.1% van N-totaal	idem
N2: 1% van N-totaal	idem
Vergisting:	
MCF = 0.94 - 0.17 = 0.77 (dus resterende CH4 komt vrij tot 94% van BMP 'verse mest' = 19 m3 CH4/ton mest)	Aanname gebaseerd op bekende biogasopbrengsten uit diverse literatuurbronnen
Lekkage CH4 uit vergister: 3% van productie	
Slip CH4 uit gasmotor/WKK: 1% van productie	
Omzetting N-org in N-NH4 = 30%	
Opslag digestaat (100% van totaal volume):	
MCF neemt toe tot 95%, deze CH4 emissie bedraagt nog eens 1% t.o.v. totale methaan productie uit vergisting	Dus totale emissie van vergister + opslag digestaat is 5% van methaanproductie van vergister
<i>N-emissies:</i> NH3-N = 1% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.34
Toediening dierlijke mest (gelijk voor alle scenario's):	
<i>N-emissies, sleepslangen met mest verdunnen op veengrond:</i>	
NH3-N: 15.6 % van TAN	Bruggen et al., 2018, p.40 en https://www.wur.nl/nl/nieuws/Mest-verdunnen-minder-ammoniakemissie.htm
N2O-N: 0.9% van N-totaal	idem
NO-N: 1.2% van N-totaal	idem
N2: 9% van N-totaal	Vonk et al., 2018, p.43
Toediening kunstmest (gelijk voor alle scenario's):	
<i>N-emissies:</i>	
NH3-N: 2.5% van TAN	Aanname: KAS
N2O-N: 1.3% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.30
NO-N: 1.2% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.33
N2: 13% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.33
	Vonk et al., 2018, p.43

Tabel 13 Uitgangspunten meststroom scenario (feces fractie vergisten).

Scenario 3 (primaire scheiding 'praktijk' + vergisten feces fractie) ['dikke fractie' heeft 11% DS --> nog steeds verpompbaar]	
Emissie van stalvloer:	Bron / aanname
Opslagduur = 0.1 mnd = 8 dagen, dus effectief 4 dagen gemiddeld	Rekenkundige aanname voor inschatting N emissies
BMPin= 0,22 m3 CH4/kg OS	Groenestein et al., 2016
MCF = 0.0028	Aanname dat CH4 productie (MCF) recht evenredig is met opslagduur
Omzetting N-org in N-NH4 = 10%	Bruggen et al., 2018, p.21
N-emissies:	
NH3-N: 7.1% van TAN	Aanname: helft van situatie met langdurige opslag in stal (scenario 1 en 2)
N2O-N: 0.1% van N-totaal	idem
NO-N: 0.1% van N-totaal	idem
N2: 1% van N-totaal	idem
Primaire scheiding:	
aanname dat 10% van faeces bij de urine terecht komt, hierdoor 10% minder CH4 opbrengst	Massaverhouding faeces : urine ('onder de staart') is 46 : 54.
Vergisting feces fractie:	
MCF = 0.94 (dus resterende CH4 komt vrij tot 94% van BMP 'verse mest')	Aanname gebaseerd op bekende biogasopbrengsten uit diverse literatuurbronnen
Lekkage CH4 uit vergister: 3% van productie	
Slip CH4 uit gasmotor/WKK: 1% van productie	
Omzetting N-org in N-NH4 = 30%	
Opslag digestaat:	
MCF neemt toe tot 95%, deze CH4 emissie bedraagt nog eens 1% t.o.v. totale methaan productie uit vergisting	Dus totale emissie van vergister + opslag digestaat is 5% van methaanproductie van vergister
N-emissies: NH3-N = 1% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.34
Opslag dunne fractie ('urine'):	
N-emissies: NH3-N = 1% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.34
Toediening dierlijke mest (zowel digestaat als urine, gelijk voor alle scenario's):	
<i>N-emissies, sleepslangen met mest verdunnen op veengrond:</i>	
NH3-N: 15.6 % van TAN	Bruggen et al., 2018, p.40 en https://www.wur.nl/nl/nieuws/Mest-verdunnen-minder-ammoniakemissie.htm
N2O-N: 0.9% van N-totaal	idem
NO-N: 1.2% van N-totaal	idem
N2: 9% van N-totaal	Vonk et al., 2018, p.43
Toediening kunstmest (gelijk voor alle scenario's):	
<i>N-emissies:</i>	
NH3-N: 2.5% van TAN	Aanname: KAS
N2O-N: 1.3% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.30
NO-N: 1.2% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.33
N2: 13% van N-totaal	Bruggen et al., 2018, p.33
	Vonk et al., 2018, p.43

Bijlage 2 Verliespercentages

In Tabel 14 zijn de uitgangspunten voor de berekening van de methaanverliezen weergegeven en in Tabel 15 zijn de uitgangspunten voor de berekening van de ammoniakverliezen weergegeven.

Tabel 14 Verliespercentages methaan (allen als Methane Conversion Factor (MCF) in %, bij vergister als percentage van methaanproductie).

Scenario	Wei	Stal	Vergister*	Externe opslag		
				mest	digestaat	dun
Niet vergisten (basis)	1	17	-	3	-	-
Mest lang in put vergisten	1	17	4	-	1	-
Verse mest vergisten	1	0.7	4	-	1	-
Alleen feces fractie vergisten	1	0.3	4	-	1	0

* percentage van methaanproductie in vergister door lekkage en slijp WKK

Tabel 15 Verliespercentages ammoniak.

Scenario	Wei (x)	Stal (x)	Externe opslag			Toedienen			
			mest (*)	digestaat (*)	dun (*)	mest (x)	digestaat (x)	dun (x)	kunstmest (*)
Niet vergisten (basis)	4	14.2	0	-	-	15.6	-	-	2.5
Mest lang in put vergisten	4	14.2	-	1	0	-	15.6	-	2.5
Verse mest vergisten	4	7.1	-	1	0	-	15.6	-	2.5
Alleen feces fractie vergisten	4	7.1	-	1	1	-	15.6	15.6	2.5

x (% van TAN)

* (% van N-totaal)



Proeftuin Veenweiden
Postadres: Oude Meije 18, 3474 KM Zegveld

info@proeftuinveenweiden.nl
www.proeftuinveenweiden.nl

Mede mogelijk gemaakt door:



Uitvoering door:



www.proeftuinveenweiden.nl