

Praktijkcase blankvleeskalverbedrijf Van Der Doelen

Emissies en bedrijfseconomie mestbehandeling

Jos van Gastel | Promillicon

Flavia Casu | Wageningen Livestock Research



Achtergrond

In het kader van de publiek private samenwerking Next Level Mestverwaarden heeft Wageningen Livestock Research modellen ontwikkeld waarmee de emissies van ammoniak, methaan en lachgas van veehouderijbedrijven kunnen worden berekend (vanaf de uitscheiding door het dier tot en met de aanwending van de mestproducten) en waarmee de bedrijfseconomische gevolgen van maatregelen om emissies te beperken in beeld kunnen worden gebracht. Met behulp van de modellen kunnen de resultaten van verschillende scenario's van maatregelen worden vergeleken. Daarmee wordt inzicht verkregen in de mate waarin een maatregel bijdraagt aan de reductie van emissies en kosten en opbrengsten die daarmee samenhangen. Deze modellen worden gevalideerd op een aantal veehouderijbedrijven.

Bedrijfsituatie

Het blankvleeskalverbedrijf Van Der Doelen heeft een omvang van 1.324 kalverplaatsen en omvat 13 hectare grasland en 13 hectare maïslaan (pacht en eigendom). Het huidige bedrijf bestaat uit 4 reguliere stallen waarin de kalveren gehouden worden. De mest wordt op eigen land aangewend het overschot wordt afgezet naar derden. De drijfmest wordt gemiddeld een half jaar opgeslagen.

In de nieuwe situatie wordt een stal bijgebouwd met een schuivensysteem onder de roosters. Hiermee worden feces en urine gescheiden en dagelijks uit de stal verwijderd. Eenzelfde systeem wordt aangebracht in een bestaande stal, de overige stallen worden op luchtwassers (Biologische luchtwasser BWL 2007.03.V8) aangesloten. Het aantal vleeskalverplaatsen wordt in de nieuwe situatie verhoogd naar 1.984 (zie tabel 1).

Tabel 1. Samenvatting bedrijfskenmerken.

Onderdeel	Waarde	Eenheid
Huidige situatie		
Vleeskalverplaatsen (vkp)	1.324	stuks
Ammoniakemissie huidig stalsysteem ¹⁾	3,5	kg NH ₃ /dp/j
Grasland	13	ha
Bouwland	13	ha
Toekomstige situatie		
Vleeskalverplaatsen totaal	1.984	stuks
Toekomstige situatie bronmaatregel ²⁾ 1.140 vkp	60%	Reductie NH ₃
Toekomstige situatie biologische luchtwasser ³⁾ 844 vkp	70%	Reductie NH ₃
Toekomstige mestbehandeling	3 varianten: - Behandeling feces met ongebluste kalk - Mono-mestvergisting en scheiden digestaat - Mono-mestvergisten, scheiden en strippen digestaat	

Bron: Vleeskalverhouderij Thelosen

1) Uit emissiefactorenlijst Infomill

2) Concept rapportage Tauw, 2022, R001-1267834-V1, Case/control-onderzoek naar de ammoniak-, geur-, methaan- en stofemissie van 7 systemen voor emissiereductie voor vleeskalverstallen

3) Uit emissiefactorenlijst Infomill

Scenario's

Aan de hand van modelberekeningen zijn onder meer de emissies van ammoniak en methaan van verschillende scenario's met elkaar vergeleken.

0. Het referentiescenario betreft de toekomstige bedrijfssituatie met 1.984 kalverplaatsen, zonder stalmaatregelen en zonder mestbehandeling. 600 m³ wordt afgevoerd naar de kalvergierbewerkingsinstallatie (KGBI). De rest wordt opgeslagen en als zodanig aangewend in de landbouw. Door uit te gaan van de beoogde dieraantallen vindt de vergelijking van de scenario's steeds plaats op basis van gelijke dieraantallen.

De andere doorgerekende scenario's betreffen de toekomstige situatie waarbij emissiebeperkende huisvestingssystemen worden toegepast via bronmaatregelen met scheiding van urine en feces in de stal (1.140 dierplaatsen) en via biologische luchtwassers (844 dierplaatsen). Bij toepassing van de luchtwassers vindt geen scheiding van de mest in de stal plaats. De doorgerekende scenario's verschillen in bestemming van de mestfracties en mestbehandeling. Vergeleken zijn de scenario's:

1a. Afvoer feces naar verwerker (hygiënisatie), afvoer van de urine naar KGBI, afvoer van de drijfmest naar de landbouw.

1b. Urine, feces en drijfmest worden als zodanig afgezet in de landbouw.

2. Hygiënisatie van de feces met ongebluste kalk op het bedrijf en export van de kalkrijke fecesfractie. Overige meststromen worden afgezet in de landbouw.

3. Vergisting van alle meststromen op het bedrijf; scheiden van het digestaat met een vijzelpers, hygiënisatie van de dikke fractie met wkk-warmte (warmte-krachtkoppeling) gevolgd door export. Afzet van de dunne fractie in de landbouw.

4. Vergisting van alle meststromen op het bedrijf; scheiden van het digestaat met een vijzelpers, hygiënisatie van de dikke fractie met ongebluste kalk gevolgd door export. Strippen van de dunne fractie. Afzet van de gestripte dunne fractie en ammoniumsulfaat in de landbouw.

Methode

De berekeningen zijn uitgevoerd aan de hand van modelberekeningen zoals beschreven in Gollenbeek et al. 2021: Emissies en kosten van verschillende scenario's voor de verwaarding van kalvermest. Wageningen Livestock Research, rapportnummer 1340.

De inputvariabelen voor het model met betrekking tot de specifieke bedrijfssituatie staan weergegeven in de bijlage.



Praktijkcase blankvleeskalverbedrijf Van der Doelen

Resultaten emissies en bedrijfseconomie

Jos van Gastel | Promillicon

Flavia Casu | Wageningen Livestock Research



Resultaten modellering ammoniak

Ammoniakemissie scenario's

Ten opzichte van het referentie scenario met reguliere stalsystemen en zonder behandeling van de mest is door toepassing van de emissiearme huisvestingsystemen een reductie van de ammoniakemissie in de keten haalbaar van 46-66%, afhankelijk van de behandeling en bestemming van de mestfracties. Zie figuur 1.

Figuur 1 laat zien dat een groot deel van de emissiereductie ten opzichte van de referentie kan worden toegeschreven aan de toepassing van de emissie-arme huisvestingsystemen. De huisvestingsystemen zijn voor alle scenario's die worden vergeleken met de referentie gelijk. Afhankelijk van de behandeling en bestemming van de mestfractie kan eveneens een reductie van de ammoniakemissie bij de toediening van mest worden bewerkstelligd.

In de referentie situatie is de emissie van ammoniak bij aanwenden berekend met een gewogen emissiefactor op basis van de verhouding waarin mest van vleeskalveren voor bemesting van grasland en bouwland wordt ingezet en de meest gebruikte toedieningstechnieken voor drijfmest voor grasland en bouwland.

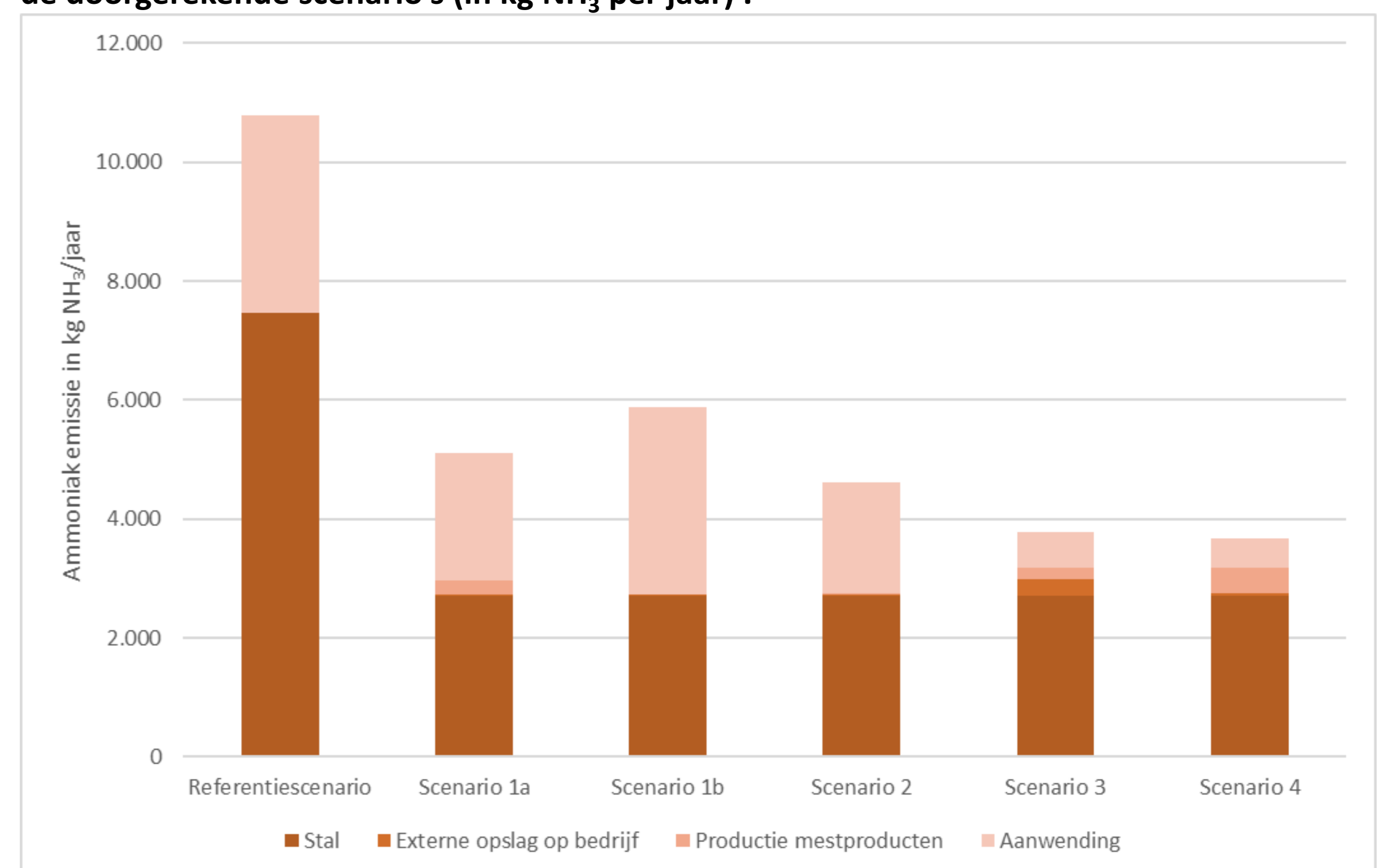
Bij het hygiëniseren van de fecesfractie bij de verwerker in scenario 1a vervluchtigt een groot deel van de aanwezige ammoniumstikstof. In de modelberekening is er vanuit gegaan dat de proceslucht van het hygiëniseringsproces gereinigd wordt met behulp van een zure water. Hierdoor is de ammoniakemissie van het hygiëniseringsproces beperkt. Het bovengronds aanwenden en in een tweede werkgang onderwerken van de gehygiëniseerde feces levert ondanks de ongunstige aanwendmethode een beperkte bijdrage aan de ammoniakemissie omdat een groot deel van de TAN tijdens het hygiëniseringsproces is verwijderd. Het ammoniumsulfaat dat bij de zure wassing ontstaat levert bij aanwending relatief weinig stikstofverlies op.

In scenario 1a wordt de urinefractie aangeboden aan de KGBI. Bij het behandelingsproces treedt enige emissie van ammoniak op. De aanwending van de dikke fractie die bij het KGBI proces gevormd wordt, wordt afgezet in de landbouw en bovengronds aangewend en vervolgens ondergewerkt. De totale emissie van ammoniak bij aanwending neemt in scenario 1a iets af ten opzichte van de referentie.

De lichte toename van de ammoniakemissie bij aanwending van scenario 1b ten opzichte van de referentie komt met name door het bovengronds aanwenden en onderwerken van de onbehandelde fecesfractie. Omdat bij de toediening van de urine minder emissie optreedt blijft de netto toename bij aanwending van alle meststromen beperkt.

Scenario 2 resulteert in een iets lagere ammoniakemissie dan scenario 1a. In scenario 2 wordt de urinefractie niet naar de KGBI afgevoerd, maar afgezet in de landbouw en via injectie op bouwland toegediend. Deze wijze van toediening leidt tot relatief lage stikstofverliezen. De emissie bij deze toedieningstechniek is lager dan de som van de emissies van mestbehandeling en aanwending van de (vaste) mestfractie bij de afzet naar de KGBI.

Figuur 1. Ammoniakemissie in de keten van productie tot en met aanwending van mest van de doorgerekende scenario's (in kg NH₃ per jaar) .



Scenario's 3 en 4 laten de laagste ammoniakemissie zien in de keten van excretie tot aanwending van mest. In deze scenario's wordt de dikke fractie van gescheiden digestaat gehygiëniseerd, waarbij een groot deel van ammoniak wordt uitgedreven en vervolgens afgevangen met behulp van een zure water. Bij de aanwending van het ammoniumsulfaat dat daarbij ontstaat, treedt weinig stikstofverlies op.

In scenario 3 wordt de dunne fractie van de vergiste mest via injectie toegediend op bouwland, zodat ook bij de toediening van de dunne mest weinig stikstofverlies optreedt.

Scenario 4 leidt tot de laagste ammoniakemissie. Een kanttekening die daarbij geplaatst wordt is dat het rendement van de luchtwasser na het strippen van de dunne mestfractie daarbij van groot belang is. De vracht ammoniumstikstof in de dunne fractie van de vergiste mest is relatief groot, waardoor een klein verliespercentage bij het luchtwasproces toch substantieel bijdraagt aan de emissie. In de berekeningen is uitgegaan van een rendement van de zure water na het stripproces van 99%.

De toediening van de gestripte dunne fractie levert nauwelijks een bijdrage aan de totale emissie. Bij de aanwending van het ammoniumsulfaat dat ontstaat bij de zure wassing van de lucht afkomstig van de ammoniakstripper treden wel weer stikstofverliezen op. Om deze reden is de afname van de ammoniakemissie ten opzichte van scenario 3 beperkt.



Praktijkcase blankvleeskalverbedrijf Van der Doelen

Resultaten emissies en bedrijfseconomie

Jos van Gastel | Promillicon
Flavia Casu | Wageningen Livestock Research



Resultaten modellering methaan

Methaanemissie scenario's

In het referentiescenario verblijft de geproduceerde mest 180 dagen in de mestkelders onder de stal. De methaanemissie uit mest bedraagt hierbij circa 29.000 kg per jaar. Zie figuur 2.

In scenario 1a worden de urine- en fecesfractie elke 30 dagen opgehaald en naar verwerkingslocaties gebracht. De mest die wordt geproduceerd in de stallen met een biologische luchtwater blijft een half jaar in opslag onder de stal. Dit resulteert in een reductie van de methaanemissie van 42% ten opzichte van de referentie. Hierbij wordt verondersteld dat bij de externe verwerking en aanwending van de producten van de verwerking geen methaanemissie meer optreedt.

De methaanemissie van scenario 1b is gelijk aan het referentiescenario omdat de opslagtermijnen van de verschillende mestfracties overeenkomen met de referentie en de omzettingssnelheden van organische stof van de verschillende mestfracties in het rekenmodel niet van elkaar verschillen.

Het aandeel methaanemissie uit opslag buiten de stal betreft de opslag van de fecesfractie die dagelijks uit de stallen wordt afgevoerd met scheiding van urine en feces.

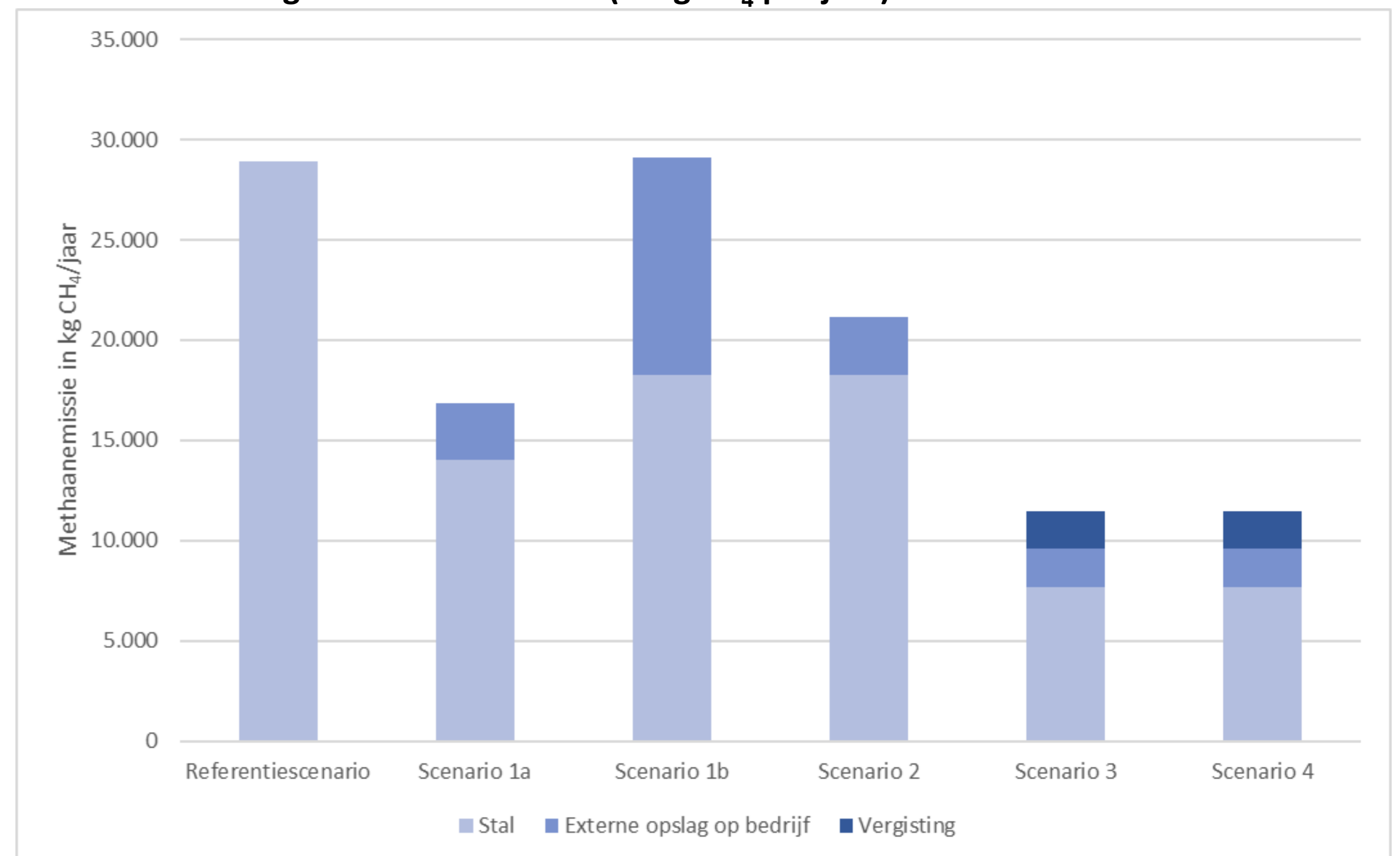
In scenario 2 wordt de fecesfractie op het bedrijf gehygiëniseerd met ongebluste kalk en vervolgens geëxporteerd. De fecesfractie verblijft 30 dagen in opslag op het bedrijf. Om deze reden is de methaanemissie lager ten opzichte van scenario 1b.

In scenario 3 en 4 worden alle meststromen vergist. Hierbij is ervan uitgegaan dat alle meststromen niet langer dan 30 dagen in opslag blijven in de stal. De berekende reductie van de methaanemissie ten opzichte van de referentie bedraagt 60%.

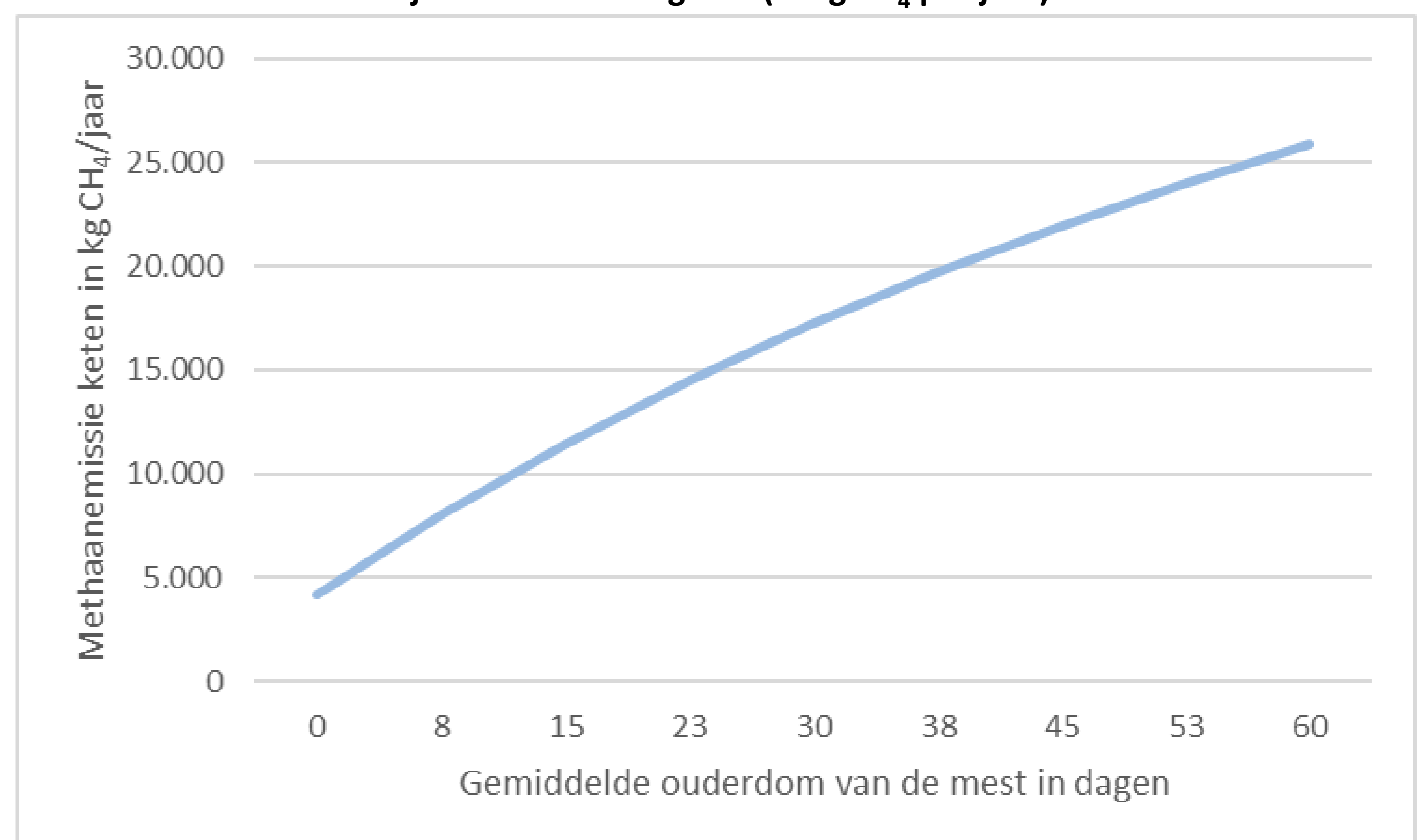
Indien de mest sneller naar de vergister kan worden gebracht, kunnen sterkere reducties van de methaanemissie worden verwacht. Figuur 3 toont de relatie tussen de methaanemissie uit de stal en de ouderdom van de mest bij invoer in de vergister. Bij een opslagtermijn van 30 dagen bedraagt de gemiddelde ouderdom van de mest 15 dagen (mest van 0 – 30 dagen oud). Bij halvering van de ouderdom van de mest daalt de methaanemissie van circa 12.000 kg naar circa 8.000 kg per jaar.

Om zeer snelle verwijdering van mest (dagen of uren) uit de stal mogelijk te maken zijn zeer waarschijnlijk aanvullende voorzieningen in de stal nodig. Opgemerkt dient te worden dat de berekende resultaten uitgaan van het steeds volledig ontmesten van de kelders. Niet volledig ontmesten leidt tot minder sterke reducties.

Figuur 2. Methaanemissie uit mest in de keten van productie tot en met aanwending van mest van de doorgerekende scenario's (in kg CH₄ per jaar).



Figuur 3. Methaanemissie uit mest in de keten van scenario 3 in relatie tot de gemiddelde ouderdom van de mest bij invoer in de vergister (in kg CH₄ per jaar).



Praktijkcase blankvleeskalverbedrijf Van der Doelen

Resultaten emissies en bedrijfseconomie

Jos van Gastel | Promillicon

Flavia Casu | Wageningen Livestock Research



Resultaten modellering economie

Extra investeringen ten opzichte van regulier

Figuur 4 toont de extra investeringskosten van de verschillende scenario's ten opzichte van de referentiesituatie met reguliere stallen zonder emissiebeperkende maatregelen en zonder mestbehandeling. De meer-investering ten behoeve van emissiebeperking betreft de toepassing van biologische luchtwassers voor 844 dierplaatsen en de toepassing van scheiding van feces en urine voor 1.140 dierplaatsen via toepassing van:

- Comfi-floor van Swaans Beton,
- 7% dubbelzijdig hellende, gecoate schijnvloer met snelle afvoer van urine naar gesloten urinekelder,
- frequente afvoer van feces met mestschuif voor verdere opvang en verwerking buiten de stal.

De meer-investering voor de emissiebeperkende maatregelen zijn geraamd op ruim 700.000 euro. De meer-investering voor de mestbehandeling betreft in het geval van toepassing van mono-mestvergisting, scheiden en strippen (scenario 4) circa 500.000 euro.

Exploitatieresultaat

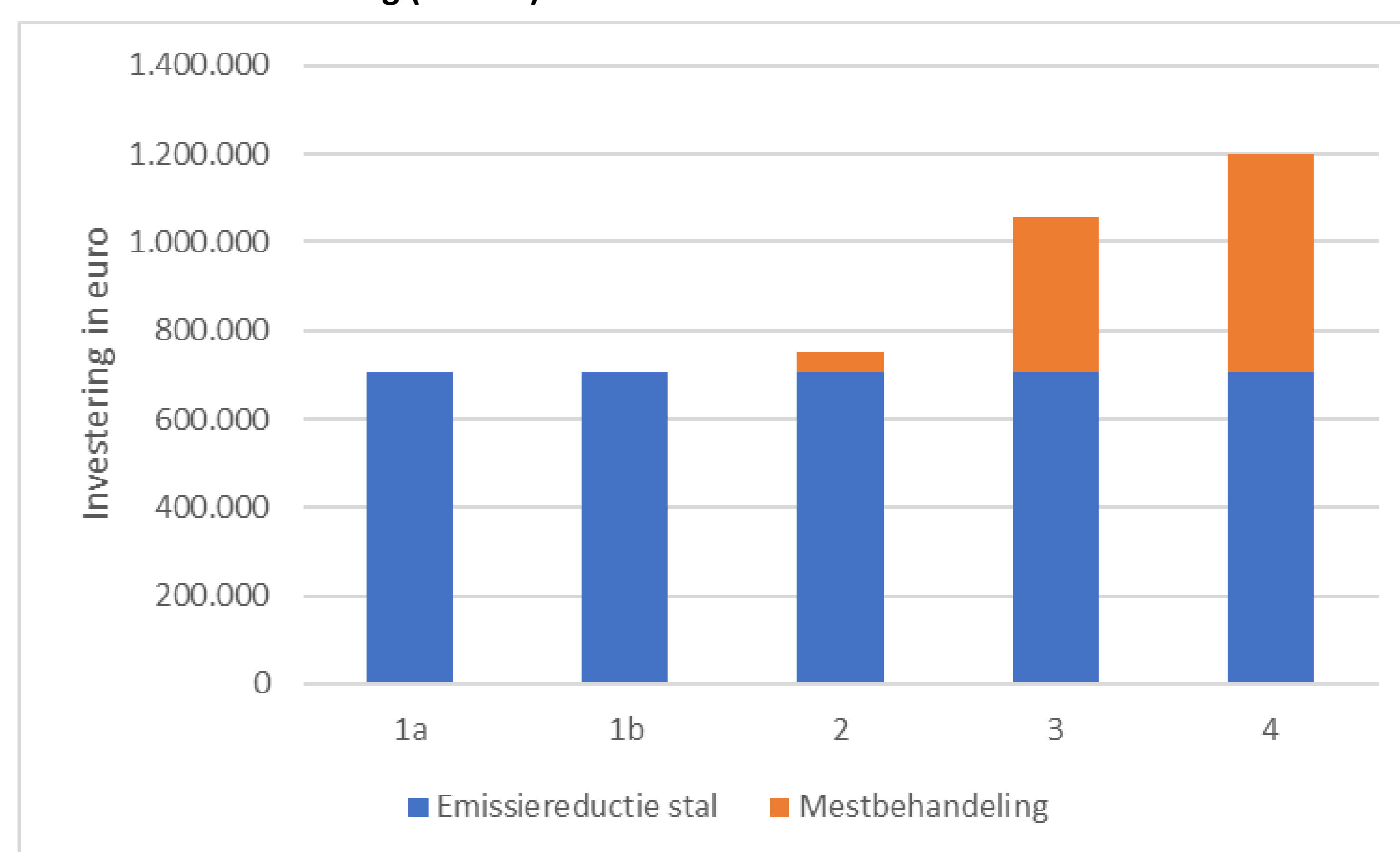
Tabel 1 toont de resultaten van de exploitatieberekeningen. Weergegeven is het exploitatieresultaat van de emissiebeperkende maatregelen en mestbehandeling ten opzichte van toepassing van reguliere stallen zonder emissiebeperkende maatregelen en zonder mestbehandeling.

Toepassing van emissiearme huisvestingssystemen vraagt een investering waar vooralsnog nauwelijks opbrengsten tegenover staan. Dit leidt per definitie tot een minder goed exploitatieresultaat in het vergelijk met reguliere huisvestingssystemen. Eventuele positieve effecten van de emissiereductie en de daarmee samenhangende verbetering van het stalklimaat op de exploitatie van de vleesproductie zijn niet meegerekend.

In scenario 1a en 1b wordt niet geïnvesteerd in mestbehandeling. De jaarkosten houden verband met toegenomen energiekosten (als gevolg van toepassing van luchtwassers), onderhoudskosten en afschrijving en financieringslasten van de emissie-arme huisvestingssystemen.

Toepassing van mestbehandeling kan besparingen opleveren. Dit wordt in de volgende paragraaf nader toegelicht.

Figuur 4. Meer-investering per scenario ten opzichte van de referentie met reguliere stallen zonder mestbehandeling (in euro).



Tabel 1. Exploitatieresultaat van de mestbehandeling en emissiereducerende maatregelen ten opzichte reguliere stallen zonder mestbehandeling (x 1.000 euro per jaar).

Exploitatie scenario	1a	1b	2	3	4
Kosten	k€/jaar	k€/jaar	k€/jaar	k€/jaar	k€/jaar
Energie	26,2	26,2	27,3	51,4	82,0
Hulpstoffen	0,0	0,0	24,2	1,1	29,2
Arbeid	0,0	0,0	3,0	9,2	9,2
Onderhoud en overige bedrijfskosten	14,1	14,1	15,9	27,9	33,3
Afschrijving en financiering	89,3	89,3	94,0	126,5	141,3
Totaal kosten	129,6	129,6	164,4	216,1	295,0
Opbrengsten					
Vermeden inkoop warmte	0,0	0,0	0,0	18,9	47,4
Vermeden inkoop stroom	0,0	0,0	0,0	6,3	8,4
Levering energie	0,0	0,0	0,0	19,1	15,7
SDE++ (+GVOs)	0,0	0,0	0,0	24,3	41,0
Vermeden inkoop kunstmest	0,0	0,0	4,9	2,6	5,3
Verkoop ammoniumsulfaat	0,0	0,0	0,0	0,0	12,3
Mestafzet tov referentie	-7,6	2,8	23,9	8,9	18,8
Totaal opbrengsten	-7,6	2,8	28,7	80,2	148,9
Opbrengsten minus kosten	-137,2	-126,8	-135,6	-135,8	-146,1



Praktijkcase blankvleeskalverbedrijf Van der Doelen

Resultaten emissies en bedrijfseconomie

Jos van Gastel | Promillicon

Flavia Casu | Wageningen Livestock Research



Resultaten modellering mestbehandling

Exploitatieresultaat scenario's

Om de invloed van de verschillen in mestbehandling en bestemming van de mestproducten inzichtelijk te maken is in figuur 5 het verschil in het exploitatieresultaat van de verschillende scenario's weergegeven ten opzichte van scenario 1a. Omdat de jaarkosten van de huisvestingssystemen van deze scenario's gelijk zijn, kunnen de verschillen worden toegeschreven aan de mestbehandling en/of bestemming van de mestproducten.

Scenario 1b levert een voordeel op van circa 10.000 euro per jaar ten opzichte van scenario 1a. In scenario 1a wordt de urinefractie geleverd aan de KGBI en in scenario 1b wordt de urinefractie afgezet in de landbouw. De poorttarieven van de KGBI zijn gestegen als gevolg van de hoge energieprijzen. In de huidige markt is de afzet in de landbouw goedkoper.

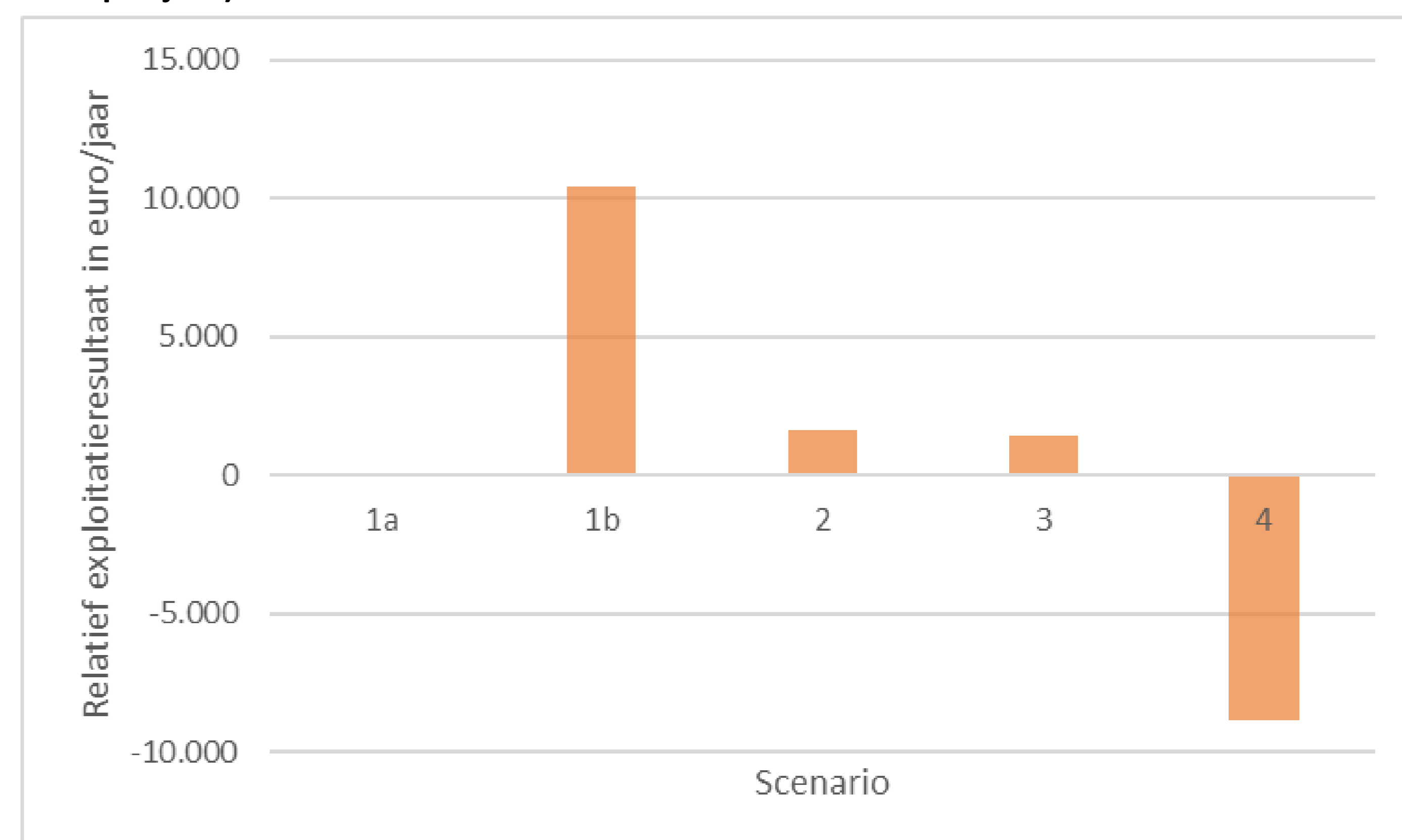
Scenario 2 komt overeen met scenario 1b, met dien verstande dat in scenario 2 de fecesfractie met ongebluste kalk wordt gehygiëniseerd. Per 1000 kg feces wordt 100 kg CaO toegevoegd. Jaarlijks wordt circa 1.000 ton met kalk verrijkte feces geproduceerd met een drogestofgehalte van 30-40%. Bij een prijs van 0,25 euro per kg bedragen de kosten voor de inkoop van ongebluste kalk 25 euro per ton feces.

In de berekeningen is uitgegaan van een opbrengst van 5 euro per ton voor de met kalk verrijkte feces. Dit betreft een inschatting op basis van de waarde van de toegevoegde kalk. Het product is relatief onbekend in de markt en het is onbekend met welke opbrengst in de praktijk gerekend mag worden. Figuur 6 toont de invloed van variatie van de opbrengstprijs van de behandelde fecesfractie op het exploitatieresultaat. De bemestende waarde (N en P), de transport- opslag en aanwendingsmethoden zijn vergelijkbaar met de onbehandelde feces. Bij de gekozen uitgangspunten levert hygiënisatie van de feces met ongebluste kalk een lager exploitatieresultaat dan scenario 1b, waarbij alle meststromen onbehandeld in de landbouw worden afgezet.

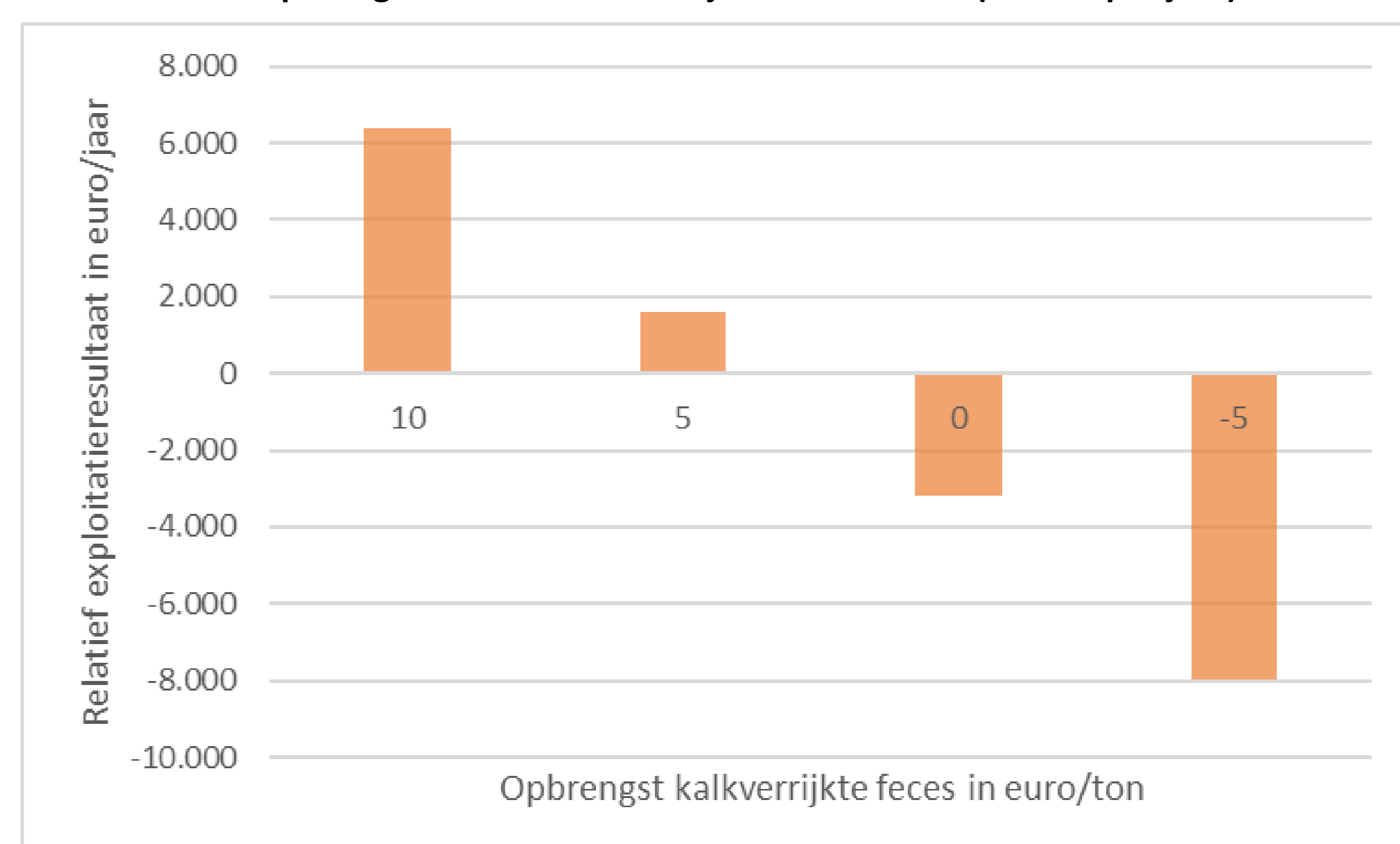
Scenario 3 betreft de toepassing van vergisting van alle meststromen van het bedrijf, scheiding van het digestaat en hygiënisatie van de dikke fractie met warmte van de wkk. Scenario 3 levert een klein voordeel op ten opzichte van scenario 1a. (Figuur 5). Dit heeft te maken met de relatief hoge kosten voor afvoer van de urine fractie naar de KGBI in scenario 1a. Ten opzichte van scenario 1b, waarbij alle meststromen zonder behandeling in de landbouw worden afgezet levert het vergisten en scheiden van scenario 3 juist een vermindering van het exploitatieresultaat op van circa 9.000 euro per jaar. Vergisting is bij deze schaalgrootte niet rendabel.

In scenario 4 wordt aanvullend op scenario 3 de dunne mestfractie na scheiding van het digestaat gestript met warmte van de wkk. De feces wordt zoals in scenario 2 met ongebluste kalk gehygiëniseerd. Dit scenario pakt ongunstiger uit dan scenario 3. De toegenomen kosten voor verbruik van hulpstoffen (zwavelzuur en ongebluste kalk), onderhoud, afschrijving en rente worden niet volledig gecompenseerd door lagere mestafzetkosten en besparing van kunstmestkosten.

Figuur 5. Verschil in exploitatieresultaat van de scenario's ten opzichte van scenario 1a. (in euro per jaar).



Figuur 6. Verschil in exploitatieresultaat van scenario 2 ten opzichte van scenario 1a bij variatie van de opbrengst van met kalk verrijkte fecesfractie. (in euro per jaar).



Praktijkcase blankvleeskalverbedrijf Van der Doelen

Resultaten emissies en bedrijfseconomie

Jos van Gastel | Promillicon
Flavia Casu | Wageningen Livestock Research



Resultaten modellering ouderdom mest

Biogasproductie in relatie tot ouderdom mest

Figuur 7 toont de berekende gemiddelde biogasproductie per ton drijfmest bij toenemende gemiddelde ouderdom van de mest bij invoer in de vergister. De figuur heeft betrekking op het mestmengsel (urine, feces, drijfmest) zoals dat op het bedrijf in de vergister wordt ingevoerd. In scenario 3 en 4 bedraagt de gemiddelde ouderdom van de mest bij invoer in de vergister 15 dagen (30 dagen opslagtermijn). De biogasopbrengst per ton mengsel bedraagt hierbij circa 22 m³. De biogasproductie van het vergistingsproces kan worden verhoogd door de mest sneller uit de stal af te voeren en in te voeren in de vergister.

Het stalsysteem en de uitvoering van de mestkelders bepalen in hoeverre het in de praktijk mogelijk is om verblijftijd van de mest in de stal te verkorten. Bij de reguliere stallen (met biowassers) zal dit lastiger zijn dan bij de stallen met scheiding van urine en feces. Bij zeer snelle afvoer van de mest uit de stal (<1 dag) kan de biogasopbrengst oplopen naar circa 24 m³/ton mest.

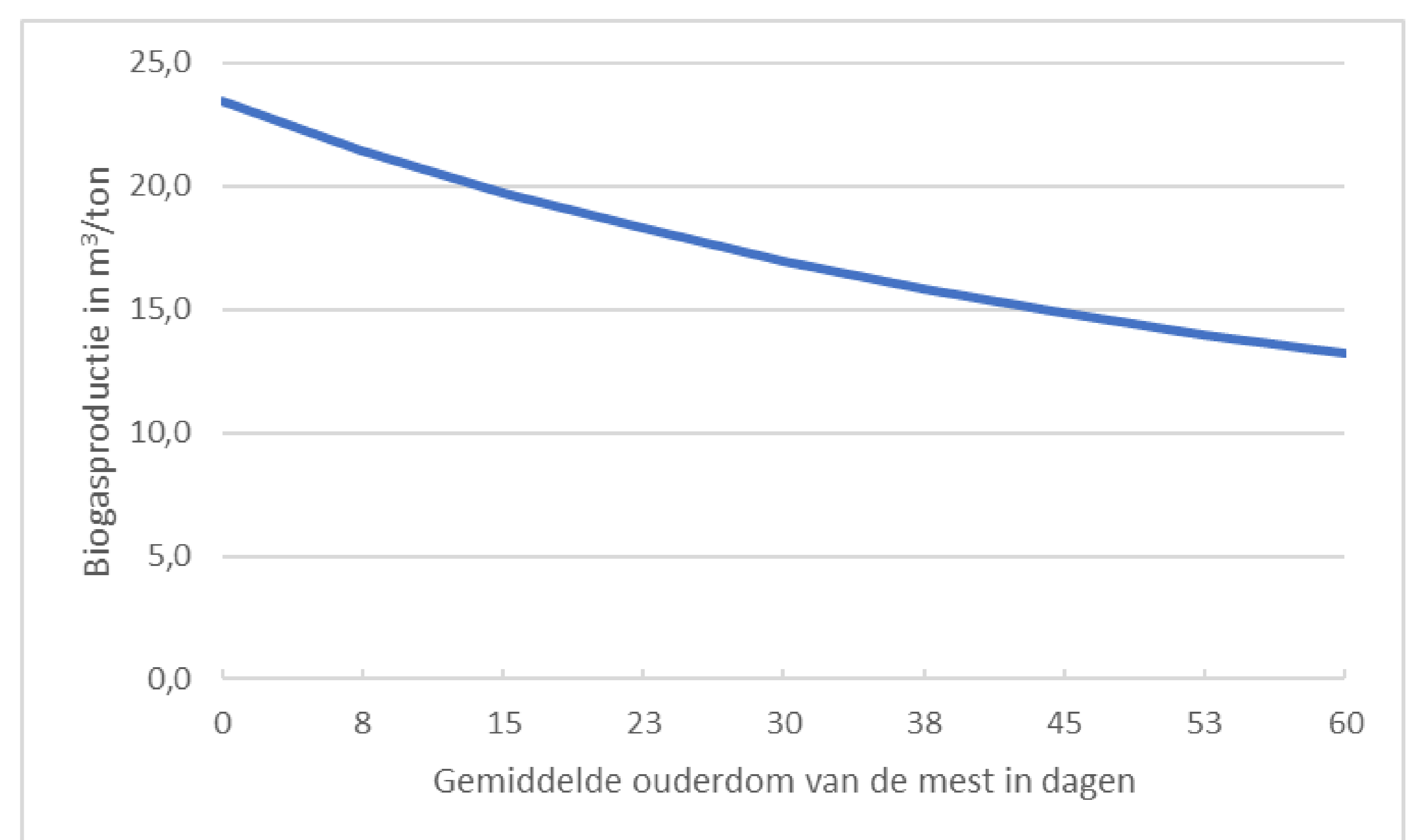
Opgemerkt wordt dat het hier gaat om berekende opbrengsten. De waarden die in de praktijk worden behaald kunnen afwijken van de berekende waarden bijvoorbeeld vanwege verschillen in toegepast voer.

Exploitatieresultaat in relatie tot ouderdom mest

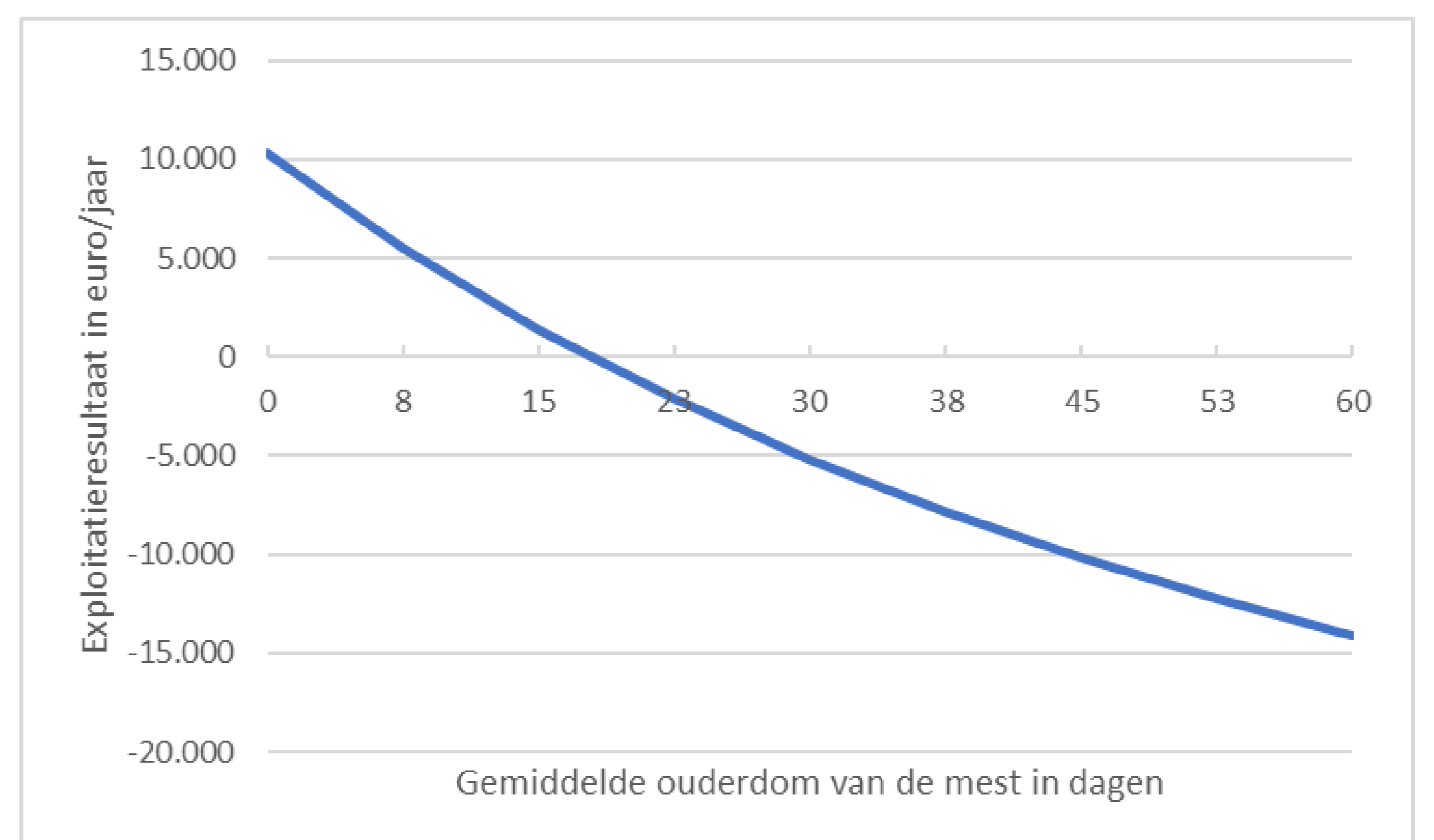
Figuur 8 laat zien dat het van belang is om zo vers mogelijke mest in de vergister in te voeren. Naarmate de ouderdom van de mest bij invoer in de vergister toeneemt, neemt het exploitatieresultaat af. Weergegeven is het exploitatieverschil van scenario 3 ten opzichte van scenario 1a.

Er zijn weinig gegevens bekend van de afname van het biogaspotentieel van de mest in de eerste uren (dagen) na uitscheiding. Het model gaat uit van een gemiddelde afbraaksnelheid voor alle organische stof die in de mest aanwezig is. In werkelijkheid ligt de afbraaksnelheid van het gemakkelijk afbreekbare deel van de organische stof hoger dan bijvoorbeeld van de vezelachtige organische stoffracties. Mogelijk is om deze reden de afname van het biogaspotentieel in de eerste periode sterker dan gemodelleerd en is ook de afname van het exploitatieresultaat bij vergisting sterker in de eerste dagen na uitscheiding. Hier wordt nog nader onderzoek naar gedaan.

Figuur 7. Berekende biogasproductie bij toenemende gemiddelde ouderdom van de vleeskalvermest bij invoer in de vergister. (in m³ biogas per ton mest).



Figuur 8. Verschil exploitatieresultaat van scenario 3 ten opzichte van scenario 1a in relatie tot de gemiddelde ouderdom van mest bij invoer in de vergister (in euro per jaar).



Praktijkcase blankvleeskalverbedrijf Van der Doelen

Resultaten emissies en bedrijfseconomie

Jos van Gastel | Promillicon

Flavia Casu | Wageningen Livestock Research



Resultaten modellering

Samenvattend

Van de doorgerkende scenario's levert het scenario, waarbij naast de voorgenomen emissiebeperkende maatregelen in de stal de mest wordt vergist, gescheiden en gestript, de sterkste reductie van de ammoniak- en methaanemissie. Ten opzichte van de referentiesituatie waarbij geen emissiearme huisvestingssystemen worden toegepast en waarbij geen mestbehandeling plaatsvindt, bedraagt de berekende reductie van de ammoniakemissie 66% en de reductie van de methaanemissie 60% in de keten van excretie tot en met aanwending van de mest. De reductie van de methaanemissie betreft enkel de reductie van de emissie uit mest. De enterische methaanproductie van de kalveren blijft ongewijzigd bij de beschreven scenario's. Een voorwaarde voor de reductie van de methaanemissie is dat mestputten steeds zo volledig mogelijk worden leeggemaakt. De methaanemissie kan verder worden gereduceerd door de mestkelders vaker leeg te maken, waardoor de gemiddelde verblijftijd van de mest in de stal afneemt en er minder afbraak van organische stof in de stal kan plaatsvinden. Voor zeer snelle en volledige afvoer van mest uit de stal zijn aanvullende stalaanpassingen noodzakelijk. Dit geldt met name voor de stallen waarbij opslag van drijfmest in de mestkelders plaatsvindt.

De investeringen in emissiearme stalsystemen gaan gepaard met een verhoging van de exploitatiekosten. Opgemerkt wordt dat de jaarkosten van de brongerichte maatregelen in de stal hoger zijn dan van de toepassing van de biologische luchtwassers vanwege de relatief hoge investeringskosten van de brongerichte maatregelen. Ook de toepassing van mestbehandeling leidt bij de beschouwde scenario's niet tot besparingen. Het scenario waarbij de geproduceerde meststromen onbehandeld in de landbouw worden afgezet (scenario 1b) resulteert in de laagste jaarkosten.

Afzet van de urinefractie naar de KGBI leidt momenteel niet tot een besparing van de mestafzetkosten. Het poorttarief voor levering aan de KGBI is gestegen vanwege de toegenomen energiekosten. De som van het huidige poorttarief van de KGBI en de transportkosten liggen boven de mestafzetprijs.

Het hygiëniseren van de fecesfractie met ongebluste kalk levert geen besparing op wanneer wordt uitgegaan van een opbrengst van 5 euro per ton voor de met kalk verrijkte feces. Bij de gekozen mestbehandeling lijkt het eindproduct nog veel op de onbehandelde feces, waarvoor in het model gerekend wordt met afzetkosten van 17 euro per ton. Mogelijk leidt een verdere behandeling tot een droog, stabiel en vormgegeven eindproduct tot een hogere opbrengst, maar daarvoor zijn ook aanvullende investeringen nodig.

Perspectieven

De doorgerkende scenario's voor de toepassing van mestbehandeling en emissiearme huisvestingssystemen leiden tot hogere kosten ten opzichte van toepassing van reguliere huisvestingssystemen zonder mestverwerking. Andere combinaties van huisvestingssystemen en mestbehandeling pakken mogelijk gunstiger uit. Op basis van de hier gepresenteerde scenario's kunnen de enkele perspectieven worden aangegeven die kunnen bijdragen aan de verbetering van het exploitatieresultaat.

Metingen van de samenstelling van de urine fractie bij toepassing van scheiding van mest in de stal zoals voorgenomen op het bedrijf van Van der Doelen, laten zien dat de Renure voorwaarden $N_{min}/N_{tot} \geq 90\%$ en $TOC/N_{tot} \leq 3$ in de praktijk haalbaar zijn. Eventueel kan een eenvoudige filtering worden toegepast om niet-opgeloste deeltjes te verwijderen, waardoor het voldoen aan de beide voorwaarden beter geborgd kan worden. Met de filtering wordt mogelijk tevens tegemoet gekomen aan de voorwaarde dat voor de productie van een Renure meststof een proces moet zijn toegepast met het doel om het aandeel minerale stikstof ten opzichte van het aandeel totaal stikstof te verhogen. Indien het in de toekomst mogelijk zou worden om Renure meststoffen te gebruiken binnen de gebruikruimte voor kunstmest, zou dat een forse besparing van de mestafzetkosten kunnen opleveren. De toepassing van stalmaatregelen waarbij scheiding van mest aan de bron plaatsvindt, wordt daarmee aantrekkelijker.

Het toepassen van mono-mestvergisting is voor de schaalgrootte van het bedrijf niet rendabel. Via mestaanvoer uit de omgeving kan voldoende schaalgrootte worden georganiseerd voor een haalbare business case. In dat geval kunnen de extra jaarkosten voor emissiereductie worden gecompenseerd door de opbrengsten uit energieproductie. De regelmatige afvoer van mest van de leverende bedrijven zorgt voor een minder lange opslag van mest op die bedrijven en daarmee voor een reductie van de methaanemissie bij de leverende bedrijven.

Met betrekking tot de opbrengst van de met ongebluste kalk gehygiëniseerde feces is door de ondernemer aangegeven dat voor het product 60 euro per ton kan worden verkregen, wanneer het in gedroogde, gegraneleerde vorm wordt aangeboden. Dit vereist een aanvullende behandeling van de gehygiëniseerde fecesfractie van 30-40% drogestof waarvan in deze studie is uitgegaan. De ondernemer heeft op beperkte schaal ervaring opgedaan met de droging van de gehygiëniseerde feces en onderzoekt momenteel de technische en economische uitwerking op bedrijfsniveau.

Een scenario met toepassing van vergisting van mest, waarbij de warmte van de wkk wordt ingezet voor de verwarming van stallen op de momenten waarop dat gewenst is, kan mogelijk bijdragen aan een verbetering van de groei per kg voer. De potentiële besparingen van een dergelijk scenario zijn in het kader van deze studie niet onderzocht.



Bijlage

Inputvariabelen modelberekeningen

Onderwerp	Waarde	Eenheid	Toelichting
Bedrijf			
Aantal kalveren stal scheiden urine feces (beoogd)	1140	stuks	
Aantal kalveren stallen met biologische luchtwasser (beoogd)	844	stuks	
Aantal kalveren referentie situatie (reguliere huisvesting)	1984	stuks	
Emissiefactor reguliere huisvesting RAV 4.100	3,5	kg NH3/dp/j	
Emissiereductie stallen innovatie scheiden urine/feces	60%		Ten opzichte van RAV 4.100
Emissiereductie stallen met luchtwasser BWL 2007.03.V8	69%		Ten opzichte van RAV 4.100
Meer-investering toepassing biologische luchtwassers	162	€/dp	Ten opzichte van regulier
Meer-investering toepassing scheiding urine feces conform Sbv	500	€/dp	Ten opzichte van regulier
Grasland	13	ha	
Maisland	13	ha	
Vermenging feces/urine na uitscheiding			
Feces bij urine	10%		
Urine bij feces	10%		
Opslag termijnen			
Drijfmest in referentie situatie	180	dagen	Afvoer landbouw
Drijfmest in stallen met luchtwasser	180	dagen	
Opslag urine scenario 1a	30	dagen	Afvoer naar KGZI
Opslag feces scenario 1a	30	dagen	Afvoer naar extern hygiëniseren
Opslag urine scenario 1b	180	dagen	Afvoer naar landbouw
Opslag feces scenario 1b	180	dagen	Afvoer naar landbouw
Opslag urine scenario 2	180	dagen	Afvoer naar landbouw
Opslag feces scenario 2	30	dagen	Hygiënisatie op bedrijf, export
Opslag urine scenario 3	30	dagen	Naar vergister op bedrijf
Opslag feces in stal scenario 3	30	dagen	Naar vergister op bedrijf
Drijfmest in stallen met luchtwasser 3	30	dagen	Naar vergister op bedrijf
Opslag dunne fractie digestaat	150	dagen	Naar landbouw
Opslag dikke fractie digestaat	30	dagen	Hygiënisatie op bedrijf, export
Opslag urine scenario 4	30	dagen	Naar vergister op bedrijf
Opslag feces in stal scenario 4	30	dagen	Naar vergister op bedrijf
Drijfmest in stallen met luchtwasser 4	30	dagen	Naar vergister op bedrijf
Opslag gestripte dunne fractie digestaat	150	dagen	Naar landbouw
Opslag dikke fractie digestaat	30	dagen	Hygiënisatie op bedrijf, export
Bemesting			
<i>Grasland</i>			
Stikstof	170	kg/ha	Zonder derogatie
Fosfaat	85	kg/ha	
<i>Maisland</i>			
Stikstof	170	kg/ha	
Fosfaat	55	kg/ha	
Kosten mestafzet drijfmest	17	€/ton	
Kosten afzet feces naar extern hygiëniseren	17	€/ton	
Kosten afzet feces / dikke fractie met kalk verrijkt	-5	€/ton	Hygiënisatie met ongebluste kalk
Kosten afzet gehygiëniseerde mest	0	€/ton	
Kosten aanwending	3	€/ton	
Opbrengst externe aanvoer (poorttarief)	15	€/ton	
Prijs kunstmest	70	€/100 KAS	
	2,59	€/kgN	
Hygiënisatie			
Uitdrijven van ammoniak	90%	van TAN	
Rendement chemische luchtwasser	99%		
Prijs zwavelzuur	0,30	€/kg H2SO4 (98% 244 USD/ton 2022 Exportprijs)	
Prijs ongebuste kalk	0,25	€/kg CaO	
Biogasproductie			
Verblijftijd vergister	40	dagen	
Warmte benutting	100%	van warmteproductie	
Warmte benutting zonder strippen	50%	Van beschikbare warmte	
Strippen/scrubben			
Rendement stripper	90%		Van ingaande NH4-N stripper
Concentratie N in spuiwater	7,50%		N
Vervangende verwerkingsovereenkomst			
Prijs VVO	1,50	€/kg P2O5	
Energie prijzen			
Electra	0,19	€/kWh	Aanname lange termijn
Warmte	1,2	€/m3	Aanname lange termijn
	37,9	€/GJ	
SDE			
Fase bedrag (monomestvergisting, gecomb. opw. <=400 kW)	0,1671	€/kWh	Fase 5, 2022
Correctiebedrag SDE	0,0645	€/kWh	Correctiebedrag 2022
Subsidiebedrag SDE	0,1026	€/kWh	
Opbrengst GVO	0,001	€/kWh	
Afleiden emissiefactor aanwending mest			
Volume:			
Aandeel vleeskalvermest grasland	19,6%		Bruggen et al (2022), bijlage 17
Aandeel vleeskalvermest onbeteeld bouwland	38,7%		Bruggen et al (2022), bijlage 17
Aandeel vleeskalvermest beteeld bouwland	41,8%		Bruggen et al (2022), bijlage 17
Emissiefactor:			
Bemesten grasland (sleufjes in de grond)	17%	van TAN	Meest toegepast
Bemesten onbeteeld bouwland (injectie)	2%	van TAN	Meest toegepast
Bemesten beteeld bouwland (sleufjes in de grond)	24%	van TAN	Meest toegepast
Gewogen emissiefactor aanwending drijfmest vleeskalveren			
Aanwending vaste mestfractie (onderwerken 2 werkgangen)	14,1%	van TAN	Berekend
Toediening urine en dunne mestfractie (injectie)	46%	van TAN	Bruggen et al (2022), bijlage 17
	2%	van TAN	Bruggen et al (2022), bijlage 17