



Economische optimalisatie van de afzetketen voor varkens- en melkveemest

Scenarioanalyse met het MERIT-model

C.P.A. van Wagenberg, A.F. Greijdanus en H.H. Luesink

Economische optimalisatie van de afzetketen voor varkens- en melkveemest

Scenarioanalyse met het MERIT-model

C.P.A. van Wagenberg, A.F. Greijdenus en H.H. Luesink

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Economic Research in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Kennisbasis onderzoeksthema 'Biobased Circular Economy' (projectnummer KB-26-010-005) en het Kennisbasis onderzoeksthema 'Resource use efficiency' (projectnummer KB-30-002-006-WEcR).

Wageningen Economic Research
Wageningen, mei 2019

RAPPORT
2019-051
ISBN 978-94-6343-979-4

C.P.A. van Wagenberg, A.F. Greijdanus en H.H. Luesink, 2019. *Economische optimalisatie van de afzetketen voor varkens- en melkveemest; Scenarioanalyse met het MERIT-model*. Wageningen, Wageningen Economic Research, Rapport 2019-051. 62 blz.; 14 fig.; 15 tab.; 25 ref.

Nederlandse melkkoeien en varkens produceren in 2020 naar schatting ongeveer 118 mln. kg fosfaat en 342 mln. kg stikstof (na emissie) in hun mest, terwijl er in Nederland maar ruimte voor deze mestsoorten is van 113 mln. kg fosfaat en 342 mln. kg stikstof (met derogatie). Berekeningen met het MERIT-model tonen aan dat de economisch optimale oplossing een gezamenlijke inspanning vergt. Hierbij verlaagt de melkveehouderij de mineralengehaltes in het voer en scheidt een deel van de mest, terwijl de vleesvarkenshouderij de voergehaltes juist niet verlaagt en een deel van de mest verwerkt tot mestproducten. De fokvarkenshouderij moet afhankelijk van het scenario de voergehaltes verlagen en/of drijfmest verwerken. Van de scenario's leidt 'Afschaffing van derogatie' tot een grotere toename van de totale ketenkosten dan 'Aanwending van fosfaat uit zuiveringsslib in de landbouw'.

Dutch dairy cows and pigs produce an estimated 118m kg of phosphate and 342m kg of nitrogen (after emission) in their manure in 2020, while in the Netherlands there is only room for these manure types of 113m kg of phosphate and 342m kg of nitrogen (with derogation). Calculations with the MERIT model show that the economically optimal solution requires a joint effort. Dairy farming lowers the mineral content in the feed and separates part of the manure. Fattening pig farming does not lower feed levels and processes a part of the manure. Breeding pig farming sometimes lowers feed levels and sometimes processes the manure. Of the scenarios, 'Abolition of derogation' has a greater effect on the total manure chain costs than 'Use of phosphate from sewage sludge in agriculture'.

Trefwoorden: Mest, fosfaat, stikstof, voer, mestverwerking, vleesvarken, zeug, melkvee, Nederland

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/477222> of op www.wur.nl/economic-research (onder Wageningen Economic Research publicaties).

© 2019 Wageningen Economic Research
Postbus 29703, 2502 LS Den Haag, T 070 335 83 30, E communications.ssg@wur.nl,
www.wur.nl/economic-research. Wageningen Economic Research is onderdeel van Wageningen University & Research.



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

© Wageningen Economic Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2019
De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

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

Wageningen Economic Research is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

Wageningen Economic Research Rapport 2019-051 | Projectcodes 2282100271 en 2282200390

Foto omslag: Anton Havelaar/Shutterstock.com

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	6
	S.1 Belangrijkste uitkomsten	6
	S.2 Overige uitkomsten	6
	S.3 Methode	7
	Summary	8
	S.1 Key findings	8
	S.2 Complementary findings	8
	S.3 Methodology	9
1	Inleiding	10
	1.1 Aanleiding	10
	1.2 Doel en vraagstelling	10
2	Methode, scenario's, afbakening en modelinput	11
	2.1 Methode	11
	2.2 Scenario's fosfaat- en stikstofplaatsingsruimte	14
	2.3 Afbakening	14
	2.4 Modelinput	14
3	Resultaten	26
	3.1 Basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib	26
	3.2 Alternatieve scenario's	29
	3.2.1 Zonder derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib	29
	3.2.2 Met derogatie en met gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib	32
	3.2.3 Zonder derogatie en met gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib	35
	3.3 Robuustheid van de resultaten	35
	3.3.1 Geen kosten voor onbenutte afzetruimte voor fosfaat en stikstof	35
	3.3.2 Hoge en lage opbrengstprijzen en kosten	36
	3.3.3 Hoge en lage stikstofemissie	42
4	Discussie, aanbevelingen en conclusies	43
	4.1 Conclusies	44
	4.2 Aanbevelingen	45
	Literatuur en websites	46
	Bijlage 1 Resultaten zonder kosten voor ongebruikte afzetruimte	48
	Bijlage 2 Robuustheidsanalyse spreiding in kosten- en prijzen bij melkvee	53
	Bijlage 3 Robuustheidsanalyse fosfaatplaatsingsruimte en spreiding in kosten en prijzen bij melkvee	55
	Bijlage 4 Robuustheidsanalyse stikstofemissie uit stallen en mestopslagen	57

Woord vooraf

Het Nederlandse mestprobleem bestaat al veel jaren. Beleidsveranderingen die de plaatsingsruimte voor fosfaat en stikstof in Nederland verlagen laten de druk op de mestmarkt verder toenemen. In dit onderzoek is bekeken of en hoe mestbe-/verwerking en voermaatregelen in de melkvee- en varkenshouderij kunnen bijdragen aan een oplossing. Met het Model for Economically Robust Investment decisions (MERIT, Model voor Economisch Robuuste Investeringsbesluiten) is de economisch optimale ketenoplossing over sectoren heen bepaald. De onderzoekers hebben uitgangspunten en inputdata verzameld uit vele bronnen. Specifiek willen wij de leden van de groep 'Closing the P-cycle' van Wageningen University & Research bedanken voor hun inbreng in discussies over de uitgangspunten en concept-uitkomsten van het model en het aanleveren van inputdata. Het cluster KB-26 Biobased Circular Economy en het cluster KB-30 Resource Use Efficiency, beide gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, worden bedankt voor de financiering van dit project.



Prof.dr.ir. J.G.A.J. (Jack) van der Vorst
Algemeen Directeur Social Sciences Group (SSG)
Wageningen University & Research

Samenvatting

S.1 Belangrijkste uitkomsten

De economisch optimale oplossing voor het probleem van een overschot aan fosfaat en stikstof in de mest van melkvee en varkens ten opzichte van de plaatsingsruimte in Nederland vergt een gezamenlijke inspanning van de mestafzetketens in deze sectoren. In de economisch optimale oplossing verlaagt de melkveehouderij de fosfor- en stikstofgehalten in het voer. De melkveehouderij in Zuidoost-Nederland scheidt een deel van de mest tot alle overschotstikstof in de dunne fractie zit, die wordt afgevoerd van het bedrijf. De melkveehouderij in Noordwest-Nederland past geen mestscheiding of -verwerking toe. De vleesvarkenshouderij verlaagt het mineralengehalte in het voer niet, maar de drijfmest wordt wel verwerkt. Met welke techniek en welk deel van de drijfmest moet worden verwerkt, hangt af van de hoogte van de mestdistributiekosten, de mestbe- en/of verwerkingskosten en de mestafzetprijs. Dit geldt ook voor het al dan niet verwerken van mest en/of het verlagen van de voergehalten in de fokvarkenshouderij. In de berekeningen is voor de dieraantallen al uitgegaan van het fosfaatquotum in de melkveesector en de opkoopregeling in de varkenssector.

Van de scenario's heeft 'Afschaffing van de derogatie' een grotere impact op de totale nettokosten (toename € 160-170 mln. per jaar) dan 'Aanwending van 9,7 mln. kg fosfaat vanuit zuiveringsslib in de landbouw' (vrijwel geen extra kosten).

S.2 Overige uitkomsten

De economisch optimale maatregelen voor de melkveehouderij zijn minder gevoelig voor verandering in prijzen, kosten en stikstofemissie dan die voor de varkenshouderij. De mestdistributiekosten (veelal mesttransport) zijn bij alle scenario's de belangrijkste kostenpost (50-60% van totale kosten) gevolgd door die van de mestafzetkosten (betalingen aan akkerbouwer om de mest op zijn land af te zetten), die 30-40% van de totale kosten bedragen. Andere kosten voor hygiëniseren, mestverwerking en duurder voer zijn maximaal zo'n 0-20% van het totaal.

Verdergaande mestverwerkingstechnieken voor vlees- en fokvarkensdrijfmest zoals korrelen, BioEcoSIM en RePeatGZ (technologieën die hoogwaardige mineralenproducten produceren) zijn nodig als de plaatsingsruimte voor stikstof en fosfaat in de Nederlandse landbouw verkleind wordt. Het maakt economisch relatief weinig uit met welke techniek de mest verwerkt wordt. Voor de verwerking van de melkveemest op sectorniveau, zijn eenvoudige scheidingstechnieken zoals een vijzelpers aantrekkelijk.

Voor de economisch optimale oplossing bevelen we aan om te focussen op een gezamenlijke oplossing voor het mestprobleem over sectoren heen, omdat economisch optimale maatregelen op Nederlands niveau deels genomen moeten worden in sectoren die het minste druk ervaren (melkvee) en niet alleen in de sector waar de druk het grootst is (varkens). Hiervoor is langdurige zekerheid van belang over het beleid dat de beschikbare fosfaat- en stikstofgebruiksruimte bepaalt, zoals derogatie en aanwending van fosfaat uit zuiveringsslib in de landbouw. Verwerking van vlees- en fokvarkensdrijfmest is namelijk alleen nodig als de plaatsingsruimte voor stikstof of fosfaat zou worden verkleind terwijl deze technieken aanzienlijke investeringen vergen. Een verdere ontwikkeling van verdergaande mestverwerkingstechnieken voor varkensdrijfmest zoals korrelen, BioEcoSIM en RePeatGZ is wenselijk voor geval dat de plaatsingsruimte voor fosfaat of stikstof in Nederland zou worden verkleind.

S.3 Methode

Met het fosfaatquotum voor melkvee en een opkoopregeling in de varkenshouderij is de productie van fosfaat in mest van melkvee en varkens in Nederland naar verwachting 117,8 mln. kg, terwijl er hiervoor maximaal 112,9 mln. kg fosfaatgebruiksruimte beschikbaar is. De afgelopen jaren was de stikstofproductie na stal- en opslagmissies in mest van melkvee en varkens 396 mln. kg, even groot als de stikstofgebruiksruimte met derogatie voor stikstof uit dierlijke mest. Bij een verlies van de derogatie neemt de stikstofplaatsingsruimte voor dierlijke mest in Nederland met 60 mln. kg af. Er is dus een overschot productie van 4,9 mln. kg fosfaat en een mogelijk overschot van stikstof bij de afschaffing van de derogatie. De werkgroep 'Closing the P-cycle' van Wageningen University & Research had de vraag welke oplossing voor deze overschot productie economisch optimaal is voor afzetketens van Nederlandse varkens- en melkveemest gezamenlijk. Om de economisch meest optimale oplossing te bepalen is het Model for Economically Robust Investment decisions (MERIT, Model voor Economisch Robuuste Investeringsbesluiten) gebruikt. MERIT is een wiskundig optimalisatiemodel dat de economisch meest aantrekkelijke oplossing bepaalt uit een aantal mogelijke oplossingen als er grote onzekerheden bestaan rond de prijzen van grondstoffen en van eindproducten en rond de kwaliteit van de eindproducten. De geanalyseerde oplossingen voor het fosfaat- en stikstofprobleem met Nederlandse varkens- en melkveemest zijn het fosfor- en stikstofgehalte in het voer en de techniek om de mest te verwerken (decanteercentrifuge bij varkensdrijfmest of vijzelpers bij melkveedrijfmest, decanteercentrifuge of vijzelpers met composteren van de dikke fractie, decanteercentrifuge of vijzelpers met korrelen van de dikke fractie, BioEcoSIM-proces bij varkensdrijfmest, RePeatGZ bij varkensdrijfmest, korrelen, en geen mestverwerking). Inputdata is verkregen uit de literatuur en van experts.

Summary

S.1 Key findings

The economically optimal solution for the problem of excess phosphate and nitrogen in dairy and pig manure compared to the utilisation space in the Netherlands requires a joint effort from the manure chain in these sectors. In the economically optimal solution, dairy farming lowers the phosphorus and nitrogen levels in the feed. Dairy farming in the Southeast of the Netherlands separates part of the manure until all surplus nitrogen is in the thin fraction, which is removed from the farm. Dairy farming in the Northwest of the Netherlands does not apply manure separation or processing. Pig farming does not lower the mineral content in the feed, but the slurry is processed. With which technique and which part of the slurry depends on the level of the manure distribution costs, manure processing costs and manure disposal price. This also holds for manure processing and mineral content in the feed in the breeding pig farming sector. In the calculations, the number of animals already considers the phosphate quota in the dairy sector and the buy-out scheme in the pig sector.

The scenario 'Abolition of derogation' has a greater impact on the total net costs (increase of €160-170m per year) than the scenario 'Use of phosphate from sewage sludge in agriculture' (virtually no extra costs).

S.2 Complementary findings

The economically optimal measures for dairy farming are less sensitive to changes in prices, costs and nitrogen emissions than those for pig farming. The manure distribution costs (mostly manure transport) are the most important cost item in all scenarios (50-60% of total costs) followed by those of the manure disposal costs (payments to arable farmers to sell the manure on his land), which is 30-40% of the manure total costs. Other costs for hygienising, manure processing and more expensive feed are 0-20% of the total costs.

Further manure processing techniques for pig slurry such as granulating, BioEcoSIM and RePeatGZ (manure processing techniques that produce mineral products) are needed if the placement space for nitrogen and phosphate in Dutch agriculture is reduced. Which technique is used to process the manure is economically less relevant. For the processing of dairy manure at sector level, simple separation techniques such as a mortar press are attractive.

For the economically optimal solution, we recommend focusing on a joint solution for the manure problem across sectors, because economically optimal measures at Dutch level must be taken partly in sectors that experience the least pressure (dairy cattle) and not only in the sector where the pressure is greatest (pigs). This requires long-term certainty about the policy that determines the available phosphate and nitrogen utilisation space, such as derogation and use of phosphate from sewage sludge in agriculture. Processing of meat and breeding pig slurry is only necessary if the space for placing nitrogen or phosphate is reduced and these techniques require considerable investment. A further development of far-reaching manure processing techniques for pig slurry such as granulating, BioEcoSIM and RePeatGZ is desirable for this, in case the placement space of phosphate or nitrogen in Dutch agriculture is decreased.

S.3 Methodology

With the phosphate quota in the dairy sector and the buy-out scheme in the pig sector, the production of phosphate in manure from dairy cattle and pigs in the Netherlands is estimated at 117.8 million kg, whereas the utilisation space is only 112.9m kg. In recent years, nitrogen production after emission from stable and storage in manure of dairy cattle and pigs in the Netherlands was 396m kg, equal to the utilisation space with derogation. Losing the derogation will decrease the nitrogen utilisation space with 60m kg. This results in an excess production of 4.9m kg of phosphate and a potential excess production of nitrogen if derogation would be abolished. The working group 'Closing the P-cycle' of Wageningen University & research had the question which solution to deal with this excess production would be economically optimal for the supply chains of Dutch pig and dairy manure together. To determine the most economically optimal solution, the Model for Economically Robust Investment decisions (MERIT) was used. MERIT is a mathematical optimisation model that determines the most economically attractive solution from a number of possible solutions if there are major uncertainties surrounding the prices of raw materials and end products and the quality of the end products. The solutions analysed for the phosphate and nitrogen problem with manure from Dutch pigs and dairy cattle are the phosphorus and nitrogen content in the feed and the technique for processing the manure (decanter centrifuge for pig slurry or auger press for dairy cattle slurry, decanter centrifuge or auger with composting of the thick fraction, decanter centrifuge or auger with granulating the thick fraction, BioEcoSIM process(for pig slurry, RePeatGZ for pig slurry, granulating, no manure processing). Input data has been obtained from literature and experts.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Om alle landbouwhuisdieren in Nederland van voldoende voer van voldoende kwaliteit te voorzien worden grote hoeveelheden veevoergrondstoffen in Nederland ingevoerd. Het grootste deel van de mineralen die in deze grondstoffen zitten komt terecht in de mest van de dieren. Hierdoor is de hoeveelheid mineralen, specifiek fosfaat (P_2O_5)¹ en stikstof (N), in de geproduceerde dierlijke mest in Nederland groter dan de afzetruimte binnen Nederland. Vanaf 2015 is de afzetruimte voor fosfaat uit dierlijk mest 126,8 mln. kg. Dit is opgebouwd uit 120,0 mln. kg op landbouwgrond en 6,8 mln. kg op hobbybedrijven, natuurterrein en bij particulieren (Oenema, 2015; De Koeijer et al., 2018). De productie in 2016 van fosfaat in dierlijke mest bedroeg 175 mln. kg, waarvan 89 mln. kg in melkveemest, 29 mln. kg in pluimveemest, 39 mln. kg in varkensmest, en 19 mln. kg in mest van overige diersoorten (vleesvee, schapen, geiten, paarden, eenden, konijnen en pelsdieren) (Van Bruggen, 2018). Een deel van deze mest wordt geëxporteerd, de rest wordt afgezet in Nederland. Pluimveemestsoorten worden nagenoeg geheel verwerkt, verbrand of geëxporteerd. Van de mest van overige diersoorten wordt 1,7 mln. kg geëxporteerd. Met het fosfaatquotum voor melkvee (1 januari 2018 ingevoerd) en een opkoopregeling in de varkenshouderij (Varkens, 2018), is de verwachting dat er zo'n 117,8 mln. kg fosfaat in melkveemest, fokvarkensmest en vleesvarkensmest wordt geproduceerd. De totaal beschikbare fosfaatgebruiksruimte in Nederland voor dierlijke mest is 126,8 mln. kg. Met het Initiator model van Wageningen Environmental Research is berekend dat daarvan maximaal 112,9 mln. beschikbaar is voor mest van melkvee en varkens. Van Wagenberg et al. (2018) hebben uitgerekend dat als het fosfaatoverschot uitsluitend door de vleesvarkenssector zou moeten worden opgelost, het op sectorniveau economisch optimaal is om de vleesvarkensmest te verwerken en exporteren zonder het fosforgehalte in het vleesvarkensvoer te verlagen. Volledig korrelen van de drijfmest en korrelen van de dikke fractie na scheiden met een decanteercentrifuge waren de meest aantrekkelijke technieken. De afgelopen jaren was de afzetruimte voor stikstof uit dierlijke mest met derogatie 396 mln. kg. In 2016 was de stikstofproductie na stal- en opslagemissies eveneens 396 mln. kg (Van Bruggen, 2018). Dit is zonder pluimveemest omdat die verwerkt, verbrand en geëxporteerd wordt. Er was dus voldoende plaatsingsruimte in Nederland voor alle stikstof geproduceerd in Nederlandse dierlijke mest. Echter, als de EU de derogatie zal intrekken, dan neemt de stikstofplaatsingsruimte voor dierlijke mest in Nederland met 60 mln. kg af. Grondgebonden sectoren zoals de rundveehouderij kunnen dan geconfronteerd worden met stikstofoverschotten op bedrijfsniveau. Dit kan bedrijven aansporen om maatregelen te nemen, zoals lagere gehalten in het voer of mestverwerking. Oplossingen in de melkveesector kunnen de druk op de gehele Nederlandse mestmarkt verlagen en daarmee ook leiden tot een andere kosteneffectieve oplossing in bijvoorbeeld de fokvarkens- en vleesvarkenssector. Een economisch optimale oplossing voor Nederland kan dus het beste over sectoren heen bekeken worden en zowel fosfaat als stikstof meenemen.

1.2 Doel en vraagstelling

Het doel van deze studie is om de meest kosteneffectieve gezamenlijke oplossingsrichting voor de afzetketens van Nederlandse vleesvarkens-, fokvarkens- en melkveemest te bepalen. Mogelijke maatregelen om het verschil van 4,9 mln. kg fosfaat en een mogelijk probleem met stikstof bij de afschaffing van de derogatie op te lossen zijn het verminderen van de hoeveelheid fosfaat en stikstof in de mest, door verlagen van het fosfor- en stikstofgehalte in het voer, en het verwerken van de mest voor de export. Welke (combinatie) van deze maatregelen is economisch optimaal voor afzetketens van Nederlandse vleesvarkens-, fokvarkens- en melkveemest gezamenlijk?

¹ In dit rapport wordt gesproken over fosfor (P) en fosfaat (P_2O_5). De omrekenfactor is $0,436 \text{ kg P} = 1 \text{ kg } P_2O_5$.

2 Methode, scenario's, afbakening en modelinput

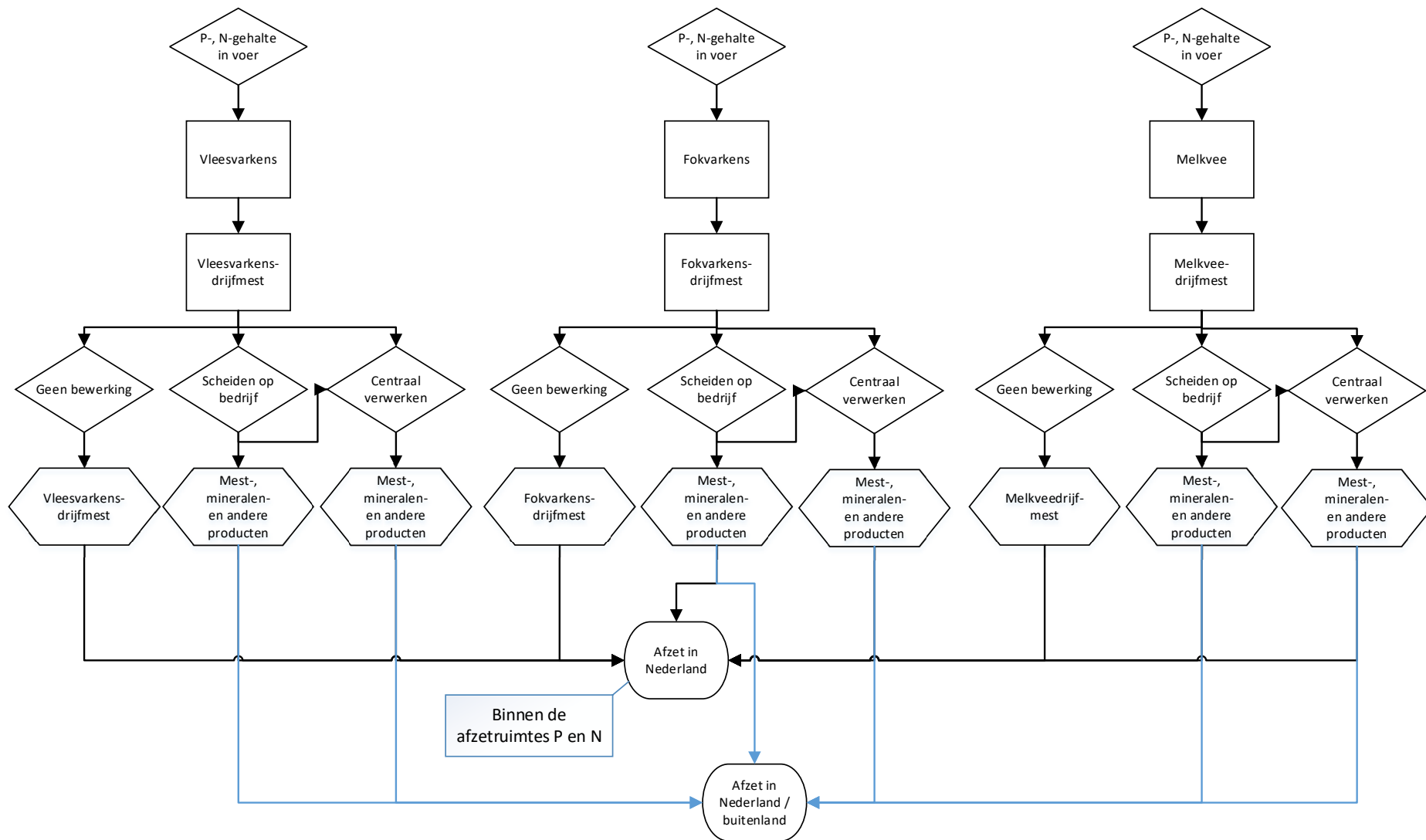
2.1 Methode

Om de meest kosteneffectieve oplossingsrichting voor het fosfaat- en stikstofprobleem in de met melkvee- en varkensmestketen in Nederland te bepalen hebben we een wiskundig optimalisatiemodel ontwikkeld. Maatregelen in dit model zijn een lager fosfor- en stikstofgehalte in het voer, mestscheidingstechnieken en verschillende technieken om de mest te bewerken voor export naar het buitenland. Het model minimaliseert de kosten van deze maatregelen inclusief de kosten en opbrengsten van alle (mest)producten ontstaan uit de mestbewerking. Met het model rekenen we verschillende scenario's door (paragraaf 2.2).

Het wiskundige optimalisatiemodel is gebaseerd op het Model for Economically Robust Investment decisions (MERIT, Model voor Economisch Robuuste Investeringsbesluiten). MERIT is ontwikkeld door Wageningen Economic Research om inzicht te verkrijgen in de economische haalbaarheid en robuustheid van een investering in een nieuwe technologie of businesscase bij grote onzekerheden rond de prijzen en kwaliteit van grondstoffen en eindproducten. MERIT combineert optimalisatie via *integer programming* met Monte Carlo-simulatie van prijzen en kwaliteiten in een *grid search*. Voor de opgegeven range aan prijzen en kwaliteit berekent MERIT de optimale oplossing. MERIT is gebaseerd op een kosten-batenanalyse (KBA). Een KBA is een systematisch proces om de kosten en baten van een project, besluit of beleidsvoornemen te bepalen, dat als basis gebruikt kan worden om verschillende opties te vergelijken (Romijn en Renes, 2013). In een KBA worden kosten en baten uitgedrukt in geld. In ons model worden de kosten en baten bepaald met de partiële-budgetmethode (Dijkhuizen en Morris, 1997). Bij deze methode worden alleen de variabelen meegenomen die van invloed zijn op de beslissingsvariabelen of die door de beslissingsvariabelen worden beïnvloed. Het netto-effect van een beslissing is de som van de positieve economische impact minus de negatieve economische impact. MERIT is geprogrammeerd in General Algebraic Modeling System (GAMS) versie 24.6.1.

MERIT is eerder toegepast om de economisch optimale oplossing voor het fosfaatprobleem in Nederlandse vleesvarkensmest te identificeren (Van Wagenberg et al., 2018). In de huidige studie is dat model als basis genomen en verder ontwikkeld. Figuur 2.1 geeft het conceptuele model van de fosfaat- en stikstofstromen in de vleesvarkens-, fokvarkens- en melkveesectoren in Nederland zoals gebruikt in de huidige studie. Beslissingsvariabelen in het model in de huidige studie zijn het fosfor- en stikstofgehalte in het voer van de diersoorten, de techniek om de drijfmest te scheiden of te verwerken en de regio van afzet van de mest. Naast fosfor (P) en stikstof (N) worden in het model ook kalium (K) en organische stof meegenomen, omdat deze inhoudsstoffen belangrijk zijn voor de opbrengst van de gewassen en daarmee belangrijk voor de waarde van verschillende mestproducten. Daarnaast wordt de massa van elke meststroom meegenomen in het model, omdat transportkosten bepaald worden op basis van massa. De hoeveelheid fosfor, stikstof en kalium die de dieren opnemen via het voer minus de hoeveelheid fosfor, stikstof en kalium die de dieren vastleggen en de hoeveelheid stikstof die emitteert uit de stal en tijdens opslag, geeft de hoeveelheid fosfor, stikstof en kalium die in de drijfmest komt. Deze drijfmest kan direct op het land worden aangewend zonder verdere bewerking, of deze kan verwerkt worden. Mestverwerking kan plaatsvinden op bedrijfsniveau en centraal. Voor beide zijn verschillende technieken mogelijk. Welke technieken mogelijk zijn, hangt af van de mestsoort. Elke techniek transformeert de drijfmest tot specifieke mestproducten, zoals een dunne fractie, dikke fractie, compost, specifieke mineralenproducten zoals mestkorrels en struviet, en specifieke andere producten, zoals loosbaar restwater en waterdamp. Ieder van deze producten heeft een eigen samenstelling in termen van fosfor, stikstof en kalium, organische stof en massa. Sommige mestproducten komend uit verwerking op bedrijfsniveau (dikke fractie) kunnen verder centraal worden verwerkt, bijvoorbeeld via korrelen of composteren. Alle mestproducten, mineralenproducten en andere producten moeten worden afgezet in Nederland of in het buitenland. De hoeveelheid fosfaat en stikstof in de producten die in Nederland wordt afgezet, mag de afzetruimte voor fosfaat en stikstof in Nederland niet overschrijden. In het model worden de kosten berekend van de genomen maatregelen, i.e. extra kosten van een lager

dan normaal fosfor- en stikstofgehalte in het voer en de kosten van mestverwerkingstechnieken, en hiervan wordt de opbrengst van de ontstane mestproducten en mineralenproducten afgetrokken. Het model minimaliseert de nettokosten (kosten van de maatregelen inclusief de kosten en opbrengsten van alle mestproducten) gegeven de prijzen en kwaliteiten van de mest en de technische mogelijkheden. Hoe lager de kosten, hoe beter de oplossing.



Figuur 2.1 Conceptueel model van de fosfaat- en stikstofkringloop in de melkvee en varkenssectoren in Nederland (◇ zijn beslissingsvariabelen, □ zijn tussenproducten, ⬡ zijn eindproducten, en ○ zijn afzetmarkten)

2.2 Scenario's fosfaat- en stikstofplaatsingsruimte

Deze studie hanteert een scenarioanalyse om de invloed van de afschaffing van de derogatie voor stikstof en het gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib als meststof in de Nederlandse landbouw te bepalen. Hiervoor hebben we 4 scenario's over de fosfaat- en stikstofplaatsingsruimte gedefinieerd:

1. Basisscenario 1 met de huidige stikstofderogatie en geen gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib op landbouwgronden in Nederland.
2. Scenario 2, waarbij de derogatie voor stikstof is opgeheven en er geen gebruik is van fosfaat uit zuiveringsslib op landbouwgronden in Nederland.
3. Scenario 2, met de huidige stikstofderogatie en waarbij 9,7 mln. kg fosfaat afkomstig van zuiveringsslib op de Nederlandse landbouwgronden wordt aangewend. Dit wordt in MERIT geïmplementeerd door de fosfaatplaatsingsruimte voor dierlijke mest in Nederland met 9,7 mln. kg te verlagen.
4. Scenario 4, waarbij de derogatie voor stikstof is opgeheven en waarbij 9,7 mln. kg fosfaat afkomstig van zuiveringsslib op de Nederlandse landbouwgronden wordt aangewend. Dit scenario combineert scenario 2 en scenario 3.

2.3 Afbakening

Het model focust op de fosfaat- en stikstofproductie in de mest van vleesvarkens, fokvarkens en melkvee in Nederland en de economisch optimale maatregelen om dit gegeven binnen de beschikbare fosfaatafzetruimte en stikstofafzetruimte voor deze mestsoorten af te zetten. Het model gaat uit van de Nederlandse vleesvarkens-, fokvarkens en melkveestapel bij het fosfaatquotum voor de melkveesector en de opkoopregeling in de varkenssector, en beschrijft de fosfor- en stikstofketen van de hoeveelheid fosfor en stikstof die via het voer wordt opgenomen tot de afzet van fosfaat en stikstof via de mestproducten in Nederland en in het buitenland. De aanwending van de mest(producten) op het land zelf valt buiten het model.

In het model worden geen kosten gerekend voor bedrijfsgebouwen en mestopslag op het veehouderijbedrijf. Mestopslagkosten kunnen overigens wel verschillen tussen mestverwerkingstechnieken. Bij volledig korrelen is bijvoorbeeld minder opslagruimte op het bedrijf nodig dan bij afzet van drijfmest, omdat de mest vaker naar de centrale verwerking wordt gebracht. Dit is vooral een overweging bij nieuwbouw van de mestopslag, en minder bij bestaande mestopslag. Als een veehouder een verwerkingstechniek kiest die een kleinere mestopslag behoeft, zal hij zijn grote mestopslag hoogstwaarschijnlijk niet afbreken om een kleinere opslag te bouwen. Hij zal dan slechts een deel van de grotere opslag gebruiken.

De afzetsprijzen van de mestproducten zijn exogeen en liggen in een modelrun vast.

2.4 Modelinput

De geanalyseerde oplossingsrichtingen voor het fosfaat- en stikstofprobleem in de Nederlandse vleesvarkens-, fokvarkens- en melkveesector zijn het fosfor- en stikstofgehalte in het voer en mestverwerking. Berekeningen zijn uitgevoerd met diverse niveaus van fosfor- en stikstofgehalte in het voer; het aantal niveaus verschilt per diersoort. Zes mestbe- en verwerkingstechnieken zijn geanalyseerd, naast geen verwerking: scheiden in dikke en dunne fractie, scheiden met composteren van de dikke fractie, scheiden met korrelen van de dikke fractie, centraal verwerken via korrelen, het BioEcoSIM-proces en RePeatGZ.

Dieraantallen

Voor melkvee hanteren we de dieraantallen melk- en, kalfkoeien en jongvee zoals die verwacht worden als het fosfaatquotum per 1 januari 2018 van kracht is. Net zoals de Werkgroep Uniformering

berekening Mest- en mineralencijfers², onderscheiden we voor melkvee twee regio's, Noordwest-Nederland en Zuidoost-Nederland, omdat de rantsoensamenstelling verschilt tussen deze regio's. In de berekeningen gaan we uit van 783.352 melk- en kalfkoeien in Noordwest-Nederland en 916.109 melk- en kalfkoeien in Zuidoost-Nederland. Dit is exclusief de mestproductie van jongvee. Hiervoor rekenen we tussen de 22 en 30% extra productie boven op de productie van melk- en kalfkoeien, afhankelijk van rantsoen, regio en inhoudsstof. Deze factoren zijn ontleend uit de Evaluatie Meststoffenwet van 2016 (EMW2016). Voor vleesvarkens en fokvarkens hanteren we als basis de dieraantallen zoals die op CBS Statline staan voor het jaar 2016, gecorrigeerd voor de opkoopregeling die voor deze sector in voorbereiding is. De verwachting is dat de varkenshouderij hierdoor met zo'n 10% zal krimpen (Nieuwe Oogst, 2018). In de berekeningen gaan we uit van 5.067.000 vleesvarkens en 921.663 fokvarkens. Dit aantal fokvarkens is berekend als het aantal zeugen plus het aantal opfokzeugen en beren maal 0,41 (gebaseerd op voerverbruik van opfokzeug en beer in vergelijking met een zeug) en door van dit geheel 10% krimp af te halen.

Mestafzetruimte in Nederland

De maximale hoeveelheid fosfaat en stikstof die op Nederlandse gronden aangewend kan worden is verkregen uit het Initiator model van Wageningen Environmental Research. We onderscheiden als afzetmogelijkheden voor melkveemest de grond beschikbaar op het eigen bedrijf (bedrijfseigen grond) en de grond beschikbaar op andere niet-melkvee- of niet-varkensbedrijven (bedrijfsvreemde grond). Binnen de bedrijfseigen grond onderscheiden we twee regio's, Noordwest en Zuidoost. Binnen bedrijfsvreemde grond onderscheiden we de afzetmogelijkheden gras, snijmais, en akkerbouw. Akkerbouw staat hierbij voor alle mogelijkheden die niet vallen onder gras en snijmais. We veronderstellen dat varkensbedrijven geen eigen grond hebben. Het Initiator model geeft de plaatsingsruimte van fosfaat en stikstof op deze 5 onderscheiden afzetmogelijkheden. Tabel 2.1 geeft de hoeveelheid afzetruimte in Nederland voor fosfaat en voor stikstof in de verschillende scenario's per afzetmogelijkheid. Zonder derogatie is de totale stikstofafzetruimte 59,6 mln. kg stikstof kleiner. Met gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib in de landbouw is de totale fosfaatafzetruimte 9,7 mln. kg fosfaat kleiner dan zonder dit gebruik.

Tabel 2.1 Per afzetmogelijkheid de fosfaat- en stikstofplaatsingsruimte in Nederland met en zonder stikstofderogatie en zonder en met gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib (mln. kg)

Afzetmogelijkheid	Stikstof met derogatie	Stikstof zonder derogatie	Fosfaat zonder gebruik slib	Fosfaat met gebruik slib
Melkvee Noordwest (bedrijfseigen grond)	89,9	66,9	32,1	32,1
Melkvee Zuidoost (bedrijfseigen grond)	105,5	78,6	37,8	37,8
Gras (bedrijfsvreemde grond)	30,8	24,5	12,1	9,4
Snijmais (bedrijfsvreemde grond)	19,2	16,2	5,2	4,0
Akker- en tuinbouw (bedrijfsvreemde grond)	95,9	95,5	25,7	19,9
Totaal	341,3	281,7	112,9	103,2

Bron: Initiator van Wageningen Environmental Research.

Mestafzetruimte buiten Nederland

Voor mestafzet buiten Nederland, bij een rijafstand enkele reis tot ongeveer 150 km, is er ruimte beschikbaar voor Nederlandse drijfmest en dunne en dikke fractie van gescheiden mest in de Duitse regio's Osnabrück, Munster, Düsseldorf en Keulen (Broens et al., 2012). Door Broens et al. (2012) is de potentiële ruimte voor de afzet van Nederlandse drijfmest in deze gebieden geschat op 11,5 mln. kg fosfaat. Voor stikstof is geen schatting gemaakt van de potentiële afzetruimte, als maximum wordt daarvoor een afzetruimte aangehouden die driemaal zo groot is als voor fosfaat: 35 mln. kg stikstof.

² Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralencijfers (WUM) is een structureel samenwerkingsverband van deskundigen bestaande uit een vertegenwoordiger van het ministerie van EZ, het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Wageningen Livestock Research, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Wageningen Economic Research en RIVM die organisatorisch valt onder de Emissieregistratie. De WUM is verantwoordelijk voor de berekeningswijze en het juist gebruik van databronnen en stelt jaarlijks de mestproductie en mineralenuitscheiding in Nederland vast ten behoeve van de (inter)nationale beleidsverantwoording.

De eerstvolgende afzetgebieden voor de afzet van Nederlandse overschotmest liggen verder weg dan 250 km en zijn vanwege de hoge transportkosten (€ 40 à € 45 per ton) economisch niet aantrekkelijk voor Nederlandse gehygiëniseerde drijfmest en gehygiëniseerde dunne fractie van gescheiden mest, verwerken van mest is dan namelijk aanzienlijk goedkoper (Broens et al., 2012).

De verwachting is dat de boeren in deze grensstreek inmiddels zo veel dierlijke mest krijgen aangeboden, dat ze niet bereid zijn om te betalen voor dierlijke mest. Er wordt dan ook van uit gegaan dat de kopakkerprijs € 0 per ton is. In een robuustheidsanalyse bepalen we de resultaten bij een kopakkerprijs van plus en min € 5 per ton.

Voer

Vleesvarkens

Tabel 2.2 geeft de gehalten aan fosfor, stikstof en kalium in voer van vleesvarkens en de bijbehorende extra voerprijzen ten opzichte van de basisprijs bij de hoogste gehalten. We rekenen in het model alleen met de extra voerprijzen ten opzichte van de prijs bij het normale fosfor- en stikstofgehalte, omdat het besluit om deze gehalten te verlagen afhangt van de extra prijs. Het voerverbruik van een vleesvarken is 756 kg per jaar (Van Bruggen, 2018).

Tabel 2.2 Gehaltes (g/kg) aan fosfor (P), stikstof (N) en kalium (K) in voer van vleesvarkens (vv) en de bijbehorende extra voerprijzen (€/100 kg)

Optie	P	N	K	Extra prijs a)
vv1 b)	4,6	25,0	9,3	0,00
vv2	4,2	22,8	7,1	0,03
vv3	4,1	23,0	6,7	0,01
vv4	3,9	22,5	6,7	0,05
vv5	3,8	22,2	6,9	0,10
vv6	3,5	21,5	6,3	0,34
vv7	3,3	20,0	6,2	3,03

a) De voerprijs hangt af van de markt van veevoergrondstoffen. We veronderstellen dat de extra voerprijs bij een lager fosfor- of stikstofgehalte niet afhankelijk is van de markt van veevoergrondstoffen en er is uitgegaan van voersoorten met de laagste kosten. b) Gehalten in WUM-rantsoen van 2017; Er zijn luxere voerlijnen op de markt, waarbij de veevoederfabrikanten extra eisen stellen waardoor de gehalten in de praktijk wat hoger uitkomen.

Bron: Persoonlijke mededeling P. Bikker, Wageningen Livestock Research (2017).

Fokvarkens

Tabel 2.3 geeft de gehalten aan fosfor, stikstof en kalium in voer van fokvarkens en de bijbehorende extra voerprijzen ten opzichte van de basisprijs bij de hoogste gehalten. Dit zijn gemiddelde gehalten over alle voer voor zeugen en biggen. Het voerverbruik van een fokvarken is 2.036 kg per jaar en omvat 835 kg biggenvoer (Van Bruggen, 2018), 804 kg drachtvoer en 397 lactovoer (Persoonlijke mededeling R. Hoste, 2018).

Tabel 2.3 Gehaltes (g/kg) aan fosfor (P), stikstof (N) en kalium (K) in voer van fokvarkens (fv) en de bijbehorende extra voerprijzen (€/100 kg)

Optie	P	N	K	Extra prijs a)
fv1 b)	5,1	24,3	9,2	0,00
fv2	4,8	23,4	8,3	0,01
fv3	4,6	23,0	8,3	0,03
fv4	4,6	22,0	8,0	0,17
fv5	4,4	22,4	8,3	0,25
fv6	4,4	22,0	8,1	0,25
fv7	4,4	21,0	7,8	1,02
fv8	4,4	20,0	7,7	2,42
fv9	4,2	21,7	7,7	0,40

a) De voerprijs hangt af van de markt van veevoergrondstoffen. We veronderstellen dat de extra voerprijs bij een lager fosfor- of stikstofgehalte niet afhankelijk is van de markt van veevoergrondstoffen en er is uitgegaan van voersoorten met de laagste kosten. b) Gehalten in WUM-rantsoenen van 2017; Er zijn luxere voerlijnen op de markt, waarbij de veevoederfabrikanten extra eisen stellen waardoor de gehalten in de praktijk wat hoger uitkomen.

Bron: Persoonlijke mededeling P. Bikker, Wageningen Livestock Research (2017).

Melkvee

Voor melkvee is er een hele reeks krachtvoerders die variëren in gehalte darmverteerbaar eiwit (DVE), een maat voor het stikstofgehalte. Welk krachtvoer aan de dieren wordt verstrekt is afhankelijk van het ruwvoerrantsoen en de eiwitgehalten daarin. DVE-gehalten in de krachtvoerders voor Nederlands melkvee variëren van 85 tot 240 g/kg. De WUM-werkgroep gaat uit van twee rantsoenen: (1) Een gemiddeld rantsoen voor een melkkoe in Noordwest-Nederland, en (2) een gemiddeld rantsoen voor een melkkoe in Zuidoost-Nederland inclusief standaard- en eiwitrijk krachtvoer (zie tabel 2.4).

Tabel 2.4 Rantsoenen voor Noordwest- en Zuidoost-Nederland (kg droge stof (ds) per melkkoe per jaar) en de gemiddelde gehalten (g/kg ds) aan stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K)

	Droge stof Noordwest	Droge stof Zuidoost	N	P	K
Weidegras	1.160	217	29,0	4,1	33,3
Graskuil en hooi stal	1.986	1.100	27,0	3,9	31,8
Graskuil en hooi weide	1.072	1.345	27,1	4,0	32,1
Snijmais kuil stal	561	1.757	11,1	2,0	10,4
Snijmais kuil weide	240	725	11,4	1,9	10,5
Vochtrijk krachtvoer in stal	179	179	25,5	3,6	9,4
Vochtrijk krachtvoer in weide	119	119	25,5	3,6	9,4
Standaardkrachtvoer in stal	770	71	26,8	3,7	13,2
Standaardkrachtvoer in weide	736	736	26,8	3,7	13,2
Eiwitrijk krachtvoer in stal	333	1.032	36,3	5,0	14,8
Eiwitrijk krachtvoer weide	0	0	36,3	5,0	14,8

Bron: Werkgroep Uniformering berekening Mest- en mineralcijfers, jaar 2016.

Tabel 2.5 geeft de gehalten aan fosfor, stikstof en kalium in standaard- en eiwitrijk krachtvoer van melkvee en de bijbehorende extra voerprijzen ten opzichte van de basisprijs bij de hoogste gehalten in Noordwest- en Zuidoost-Nederland. In beide gebieden kan het fosforgehalte verlaagd worden. Om te voldoen aan de minimale behoefte van een melkkoe aan specifieke aminozuren krijgt een koe met veel snijmais in het rantsoen, zoals in Zuidoost-Nederland, krachtvoer met een hoger eiwitgehalte (stikstof is onderdeel van eiwit) dan een melkkoe met veel gras in het rantsoen, zoals in Noordwest-Nederland. Dat houdt in dat het stikstofgehalte in het rantsoen voor melkvee in Zuidoost-Nederland niet verder verlaagd kan worden omdat anders niet voldaan wordt aan de minimale behoefte van de specifieke aminozuren van de dieren. We veronderstellen dat het gehalte aan stikstof in het rantsoen aan melkvee in Noordwest-Nederland wel verlaagd kan worden door meer snijmais aan het rantsoen toe te voegen. Tabel 2.6 geeft de, op basis van bovenstaande gegevens, berekende gemiddelde

gehalten aan stikstof, fosfor en kalium in de rantsoenen van melkvee in Noordwest- en Zuidoost-Nederland weer.

Tabel 2.5 Gehaltes (g/kg) aan fosfor (P), stikstof (N) en kalium (K) in het standaard- en eiwitrijk krachtvoer van melkvee en de bijbehorende extra voerprijzen (€/100 kg)

	P normaal				P laag				P zeer laag			
	P	N	K	Extra prijs a)	P	N	K	Extra prijs a)	P	N	K	Extra prijs a)
Standaard krachtvoer	3,7	26,8	13,2	0,00	3,5	24,6	13,4	0,15 - 0,40	3,1	22,5	14,6	0,39 - 0,74
Eiwitrijk krachtvoer	5,0	36,3	14,8	0,00	4,6	33,4	16,2	0,00 - 0,12	4,2	30,5	17,1	0,22 - 0,52

a) De voerprijs hangt af van de markt van veevoergrondstoffen. We veronderstellen dat de extra voerprijs bij een lager fosfor- of stikstofgehalte niet afhankelijk is van de markt van veevoergrondstoffen en er is uitgegaan van voersoorten met de laagste kosten. Er zijn luxere voerlijnen op de markt, waarbij de veevoederfabrikanten extra eisen stellen waardoor de prijzen en de gehalten in de praktijk wat hoger uitkomen.

Bron: R Emmelink (2018).

Tabel 2.6 Gehaltes (g/kg) aan fosfor (P), stikstof (N) en kalium (K) in het rantsoen van melkvee in Noordwest- (mnw) en Zuidoost-Nederland (mzo) en de bijbehorende extra rantsoenprijzen (€/100 kg)

Optie	Noordwest-Nederland				Zuidoost-Nederland				
	P	N	K	Extra prijs a)	Optie	P	N	K	Extra prijs a)
mnw1 b)	3,73	25,90	24,06	0,00	mzo1 b)	3,39	22,92	19,23	0,00
mnw2	3,67	25,30	24,16	0,06	mzo2	3,31	22,27	19,45	0,04
mnw3	3,66	25,25	22,93	0,19	mzo3	3,21	21,62	19,71	0,12
mnw4	3,59	24,64	23,07	0,24					
mnw5	3,56	24,72	24,46	0,14					
mnw6	3,49	24,04	23,36	0,32					

a) De voerprijs zelf hangt af van de markt van veevoergrondstoffen. We veronderstellen dat de extra voerprijs bij een lager fosfor- of stikstofgehalte niet afhankelijk is van de markt van veevoergrondstoffen en er is uitgegaan van voersoorten met de laagste kosten. b) Gehalten in WUM-rantsoen van 2017; Er zijn luxere voerlijnen op de markt, waarbij de veevoederfabrikanten extra eisen stellen waardoor de gehalten in de praktijk wat hoger uitkomen.

Bron: R Emmelink (2018).

Vastlegging in dieren

De vastlegging van de mineralen in dieren en dierlijke producten is gebaseerd op Van Bruggen (2018): 1,6 kg fosfor, 7,4 kg stikstof en 0,7 kg kalium per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar en 4,2 kg fosfor, 19,7 kg stikstof en 1,9 kg kalium per gemiddeld aanwezige zeug (inclusief biggen) per jaar. Per gemiddeld aanwezige melkkoe in Zuidoost-Nederland is het 8,7 kg fosfor, 48,3 kg stikstof en 13,7 kg kalium per jaar, en in Noordwest-Nederland 8,2 kg fosfor, 46,2 kg stikstof en 13,1 kg kalium (Van Bruggen, 2018).

Emissie van stikstof uit stallen en opslag

Op basis van Van Bruggen (2018) is geschat dat van varkensdrijfmest er gemiddeld 10% van de geproduceerde stikstof uit stallen en opslagen emitteert. Op basis van gemeten gehalten van stikstof en fosfaat in varkensdrijfmest welke in 2015 met een VDM (Vervoersbewijs Dierlijke Mest) is afgevoerd (RVO, 2016) is berekend dat er gemiddeld 40% van de volgens de WUM (Werkgroep berekening en Uniformering Mestcijfers) in 2016 geproduceerde stikstof in varkensdrijfmest uit stallen en opslagen is geëmitteerd (Van Bruggen, 2018). De onzekerheid over de hoeveelheid stikstof die uit varkensstallen emitteert is dus groot. Berekeningen worden uitgevoerd bij de gemiddelde emissie van 25%, met een robuustheidsanalyse van 10% en 40%. Voor rundveedrijfmest is de door NEMA berekende emissie (Van Bruggen et al., 2018) 9% en op basis van mest die is afgevoerd met een VDM (RVO, 2016) 15%. Voor rundveedrijfmest voeren we berekeningen uit bij een stikstofemissie van 12% uit de stal, met een robuustheidsanalyse van 9% en 15%.

Mestproductie

De mestproductie is 1.000 kg per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar (Van Bruggen, 2018). Vleesvarkensmest bevat 107 kg droge stof en 79 kg organische stof per 1.000 kg drijfmest (Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2017). Voor zeugen inclusief biggen is de volumeproductie 4.500 kg per gemiddeld aanwezige zeug per jaar (inclusief biggen) en voor een melkkoe 27.000 kg (Van Bruggen, 2018). De droge stof in zeugenmest is 67 kg en de organische stof 25 kg per 1.000 kg mest en voor rundveedrijfmest zijn deze hoeveelheden 85 kg droge stof en 64 kg organische stof (Haan et al., 2013). De gehalten aan fosfor, stikstof en kalium in de mest worden berekend als de hoeveelheid fosfor, stikstof en kalium dat de dieren opnemen via het voer minus de hoeveelheid fosfor, stikstof en kalium die de dieren vastleggen en de hoeveelheid stikstof die emitteert uit stallen en opslagen.

Mestverwerkingstechnieken

Er wordt in het model onderscheid gemaakt in zes soorten mestbe- of verwerkingstechnieken die volledig op bedrijfsniveau, volledig centraal en deels op bedrijfsniveau en deels centraal plaats kunnen vinden:

1. Scheiden (bedrijfsniveau) van drijfmest van vleesvarkens, fokvarkens en melkvee. Bij vleesvarkensdrijfmest en fokvarkensdrijfmest gebeurt scheiden met een mobiele decanteercentrifuge en bij melkveedrijfmest met een vijzelpers.
2. Scheiden (bedrijfsniveau) en composteren (centraal) van de dikke fractie van drijfmest van vleesvarkens, fokvarkens en melkvee. De scheidingstechnieken zijn hetzelfde als bij 1.
3. Scheiden (bedrijfsniveau) en korrelen (centraal) van de dikke fractie van drijfmest van vleesvarkens, fokvarkens en melkvee. De scheidingstechnieken zijn hetzelfde als bij 1.
4. BioEcoSIM-proces (bedrijfsniveau) van drijfmest van vleesvarkens en fokvarkens.
5. RePeatGZ (centraal) van drijfmest van vleesvarkens en fokvarkens.
6. Volledig korrelen (centraal) van drijfmest van vleesvarkens, fokvarkens en melkvee.

1) Scheiden

Tabel 2.7 geeft het scheidingsrendement van een mobiele decanteercentrifuge voor vleesvarkens- en fokvarkensdrijfmest en van een mobiele vijzelpers voor melkveedrijfmest. Het scheidingsrendement geeft aan welk deel van de massa, droge stof, organische stof, fosfaat, stikstof en kalium uit de drijfmest terecht komt in elke fractie.

Tabel 2.7 *Scheidingsrendement (% van inkomende hoeveelheden) van een decanteercentrifuge bij vleesvarkensdrijfmest (drogestofgehalte van 11,0%) en fokvarkensdrijfmest (drogestofgehalte 6,5%) en van een vijzelpers bij melkveedrijfmest (drogestofgehalte van 8,5%)*

Element	Deel in de dikke fractie (%)		
	Vleesvarkensdrijfmest a)	Fokvarkensdrijfmest a)	Melkveedrijfmest b)
Fosfaat	80,0	77,0	28,0
Stikstof	34,0	23,0	18,0
Kalium	25,0 c)	15,0 c)	15,0
Organische stof	68,0 d)	57,0 d)	60,0
Droge stof	68,0	57,0	53,0
Massa	25,0	15,0	15,0

a) Melse et al. (2017); b) Persoonlijke mededeling De Buissonje (2018) op basis van 'Quick calculation tool for manure separation and distribution of mass, minerals and dry matter' (Melse en De Buissonjé, 2015; <http://www.sdddc.org/en/download/detail-155.aspx>); c) Verondersteld is dat rendement hetzelfde is als massa; d) Verondersteld is dat rendement hetzelfde is als droge stof.

De kosten van mestscheiding met een mobiele decanteercentrifuge zijn € 3,50 per ton drijfmest bij een capaciteit van meer dan 1.000 m³ (Schroder et al., 2009) en die van een mobiele vijzelpers € 1,02 per ton drijfmest bij een capaciteit van meer dan 1.000 m³ (Schroder et al., 2009).

2) Scheiden en composteren van de dikke fractie

Tabel 2.8 geeft het scheidingsrendement van een mobiele decanteercentrifuge gevolgd door composteren van de dikke fractie voor vleesvarkens- en fokvarkensdrijfmest en van een mobiele vijzelpers gevolgd door composteren van de dikke fractie van melkveedrijfmest.

Tabel 2.8 Scheidingsrendement (% van inkomende hoeveelheden) van vleesvarkensdrijfmest (drogestofgehalte van 11,0%) en fokvarkensdrijfmest (drogestofgehalte 6,5%) bij een decanteercentrifuge gevolgd door composteren en van melkveedrijfmest (drogestofgehalte van 8,5%) bij een vijzelpers gevolgd door composteren

Element	Vleesvarkensdrijfmest a)			Fokvarkensdrijfmest a)			Melkveedrijfmest b)		
	Dunne fractie	Compost	Water-damp c)	Dunne fractie	Compost	Water-damp c)	Dunne fractie	Compost	Water-damp c)
Fosfaat	20,0	80,0	0	23,0	77,0	0	72,0	28,0	0
Stikstof	66,0	34,0	0	77,0	23,0	0	82,0	18,0	0
Kalium	75,0	25,0	0	85,0	15,0	0	85,0	15,0	0
Organische stof	32,0	68,0	0	43,0	57,0	0	47,0	53,0	0
Droge stof	32,0	68,0	0	43,0	57,0	0	40,0	60,0	0
Massa	75,0	17,5	7,5	85,0	15,0	4,5	85,0	15,0	4,5

a) Melse et al. (2017); b) Persoonlijke mededeling De Buisonje (2018) op basis van 'Quick calculation tool for manure separation and distribution of mass, minerals and dry matter' (Melse en De Buisonjé, 2015; <http://www.sdddc.org/en/download/detail-155.aspx>); d) Expertkennis Wageningen Economic Research.

Naast de kosten van mestscheiding met een mobiele decanteercentrifuge (varkens) of een mobiele vijzelpers (melkvee) nemen we kosten van composteren van de dikke fractie van ongeveer € 10 per ton (Broens et al., 2012) tot € 12 per ton (BioEcoSIM, 2017) mee. Opgeteld zijn de kosten ongeveer € 6,25 per ton ingaande drijfmest voor varkens en € 3,77 voor melkveedrijfmest. In het model berekenen we ook de resultaten voor kosten van € 5,00 en € 7,50 per ton ingaande varkensdrijfmest en € 3,02 en € 4,50 per ton ingaande melkveedrijfmest, expertinschattingen van de spreiding die in de praktijk te verwachten is.

3) Scheiden en korrelen van de dikke fractie

Tabel 2.9 geeft het scheidingsrendement van een mobiele decanteercentrifuge gevolgd door korrelen van de dikke fractie voor vleesvarkens- en fokvarkensdrijfmest en van een mobiele vijzelpers gevolgd door korrelen van de dikke fractie van melkveedrijfmest.

Tabel 2.9 Scheidingsrendement (% van inkomende hoeveelheden) van vleesvarkensdrijfmest (drogestofgehalte van 11,0%) en fokvarkensdrijfmest (drogestofgehalte 6,5%) bij een decanteercentrifuge gevolgd door korrelen en van melkveedrijfmest (drogestofgehalte van 8,5%) bij een vijzelpers gevolgd door korrelen

Inhouds-stof	Vleesvarkensdrijfmest a)				Fokvarkensdrijfmest a)				Melkveedrijfmest b)			
	Dunne fractie	korrels	Biogas	Loosbaar water	Dunne fractie	korrels	Biogas	Loosbaar water	Dunne fractie	korrels	Biogas	Loosbaar water
Fosfaat	20	80	0	0	23,0	77,0	0	0	72,0	28,0	0	0
Stikstof	66,0	34,0	0	0	77,0	23,0	0	0	82,0	18,0	0	0
Kalium	75,0	25,0	0	0	85,0	15,0	0	0	85,0	15,0	0	0
Organische stof	32,0	48,0	20,0	0	43,0	40,0	17,0	0	47,0	37,0	16,0	0
Droge stof	32,0	53,0	15,0	0	43,0	50,7	6,3	0	40,0	48,0	12,0	0
Massa	75,0	6,5	1,6	16,9	85,0	3,8	0,4	18,0	85,0	3,9	1,1	10,0

a) Melse et al. (2017) en Ecoson (2015); b) Persoonlijke mededeling De Buisonje (2018) op basis van 'Quick calculation tool for manure separation and distribution of mass, minerals and dry matter' (Melse en De Buisonjé, 2015; <http://www.sdddc.org/en/download/detail-155.aspx>) en Ecoson (2015).

Naast de kosten van mestscheiding met een mobiele decanteercentrifuge (varkens) of een mobiele vijzelpers (melkvee) nemen we kosten van korrelen van de dikke fractie mee. Per ton ingaande drijfmest plus de mestscheidingskosten zijn de totale kosten ongeveer € 8,45 per ton ingaande drijfmest voor varkens (Van Wagenberg et al., 2018). We veronderstellen dat de kosten voor korrelen van de dikke fractie van varkensmest gelijk zijn aan die van het korrelen van de dikke fractie van melkveemest. Omdat de kosten van de vijzelpers lager zijn dan die van de decanteercentrifuge, zijn de kosten per ton ingaande melkveedrijfmest € 5,99. In het model berekenen we ook de resultaten voor kosten van € 7,20 en € 9,70 per ton ingaande varkensdrijfmest en van € 4,79 en € 7,19 per ton ingaande melkveedrijfmest, expertinschattingen van de spreiding die in de praktijk te verwachten is.

4) BioEcoSIM-proces

In het model is het BioEcoSIM-proces op bedrijfsniveau meegenomen voor vleesvarkens- en fokvarkensdrijfmest. Bij het BioEcoSIM-proces worden de mineralen fosfor en stikstof, en organische stof zo zuiver mogelijk uit de mest gehaald. Hiervoor worden tijdens het proces zuren en basen toegevoegd, die de massa (of het gewicht), de hoeveelheid droge stof en de hoeveelheid kalium verhogen. Tabel 2.10 geeft de ontstane mestproducten en het scheidingsrendement van het BioEcoSIM-proces.

Bij een installatie op het varkensbedrijf met een capaciteit van 20.000 ton mest per jaar is de kostprijs € 18,50 per ton ingaande drijfmest (BioEcoSIM, 2017). In het model berekenen we ook de resultaten voor een kostprijs van € 13,50 en € 23,50 per ton ingaande drijfmest. Deze waarden zijn een expertinschatting van de spreiding die in de praktijk is te verwachten.

Tabel 2.10 Scheidingsrendement (% van inkomende hoeveelheden) van BioEcoSIM-proces voor vleesvarkens- en fokvarkensdrijfmest a)

Inhoudsstof	Mestproduct				
	Calciumfosfaat	Struviet	Ammoniumsulfaat	Organisch stofproduct	Restproduct
Fosfaat	38,5	51,3	0	10,3	0
Stikstof	0	2,9	46,7	6,7	43,8
Kalium	0	5,9	0	1,5	119,1
Organische stof	0	0	0	54,8	45,2
Droge stof	3,1	6,8	21,8	62,9	36,0
Massa	0,3	0,7	2,3	7,5	95,4

a) Bij het BioEcoSIM-proces worden er zuren en basen aan het proces toegevoegd die ook massa (62,9 kg per 1.000 kg mest), droge stof (32,7 kg per 1.000 kg mest) en kali (1,8 kg per 1.000 kg mest) bevatten, waardoor de som meer is dan 100%.

Bron: BioEcoSIM (2017).

5) RePeatGZ

In het model wordt het RePeatGZ-proces meegenomen voor vleesvarkens- en fokvarkensdrijfmest op een centrale locatie. Bij RePeatGZ wordt het mineraal fosfor zo zuiver mogelijk uit de drijfmest gehaald. De drijfmest wordt, na co-vergisting, gescheiden in een dikke en dunne fractie. De dikke fractie, 10-15% van het ingaande massa, wordt behandeld met zuur en base om een geconcentreerd P-product en organische bodemverbeteraar te produceren. Tabel 2.11 geeft de ontstane mestproducten en het scheidingsrendement van RePeatGZ. De kosten van het RePeatGZ proces worden nu geschat op € 16 per ton dikke fractie, oftewel € 2 per ton ingaande drijfmest (Regelink, 2018). Dit is exclusief het scheiden van de drijfmest à € 3 per ton ingaande drijfmest aangehouden (Schroder et al., 2009). De totale verwerkingskosten zijn € 5 per ton ingaande drijfmest. In een robuustheidsanalyse berekenen we ook de resultaten voor een kostprijs van € 0 en € 10 per ton ingaande drijfmest.

Tabel 2.11 Scheidingsrendement (% van inkomende hoeveelheden) van RePeatGZ voor vleesvarkens- en fokvarkensdrijfmest a)

Inhoudsstof	Mestproduct				
	Dunne fractie	Bodemverbeteraar	P-product	Restproduct	Biogas
Fosfaat	26,8	7,3	65,9	0	0
Stikstof	73,8	18,0	7,4	0,8	0
Kalium	76,2	20,8	1,7	1,3	0
Organische stof	24,3	40,0	5,3	0,4	30,0
Droge stof	36,5	47,5	2,7	1,5	17,9
Massa	85,9	12,3	1,1	1,2	2,1

a) Bij het RePeatGZ-proces wordt zwavelzuur en magnesiumhydroxide aan het proces toegevoegd die ook massa (26,0 kg per 1.000 kg mest) en droge stof (6,0 kg per 1.000 kg mest) bevatten, waardoor de som meer is dan 100%.

Bron: Regelink (2018).

6) Volledig korrelen

Voor de mestverwerkingstechniek volledig korrelen baseren we ons op het procedé van Ecoson te Son en Breugel. Daarbij wordt de vleesvarkensdrijfmest centraal verwerkt. De drijfmest wordt eerst vergist en het digestaat omgezet tot mestkorrels met 90% droge stof en loosbaar water. Tabel 2.12 geeft de ontstane mestproducten en het scheidingsrendement.

Bij Ecoson hanteren ze een poorttarief van € 18 per ton drijfmest (Persoonlijke mededeling Ecoson, 2015). De verwerkingskosten (berekend als poorttarief plus geschatte opbrengsten eindproduct) van dit proces zijn € 25 per ton ingaande drijfmest. In een robuustheidsanalyse bepalen we ook de impact van kosten van € 20 en € 30 per ton ingaande drijfmest.

Tabel 2.12 Scheidingsrendement van volledig korrelen voor vleesvarkens-, fokvarkens- en melkveedrijfmest (% van inkomende hoeveelheden)

Inhoudsstof	Vleesvarkensdrijfmest a)			Fokvarkensdrijfmest			Melkveedrijfmest		
	Korrels	Biogas	Loosbaar water	Korrels	Biogas	Loosbaar water	Korrels	Biogas	Loosbaar water
Fosfaat	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0
Stikstof	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0
Kalium	100,0	0	0	100,0	0	0	100,0	0	0
Organische stof	70,0	30,0	0	70,0	30,0	0	70,0	30,0	0
Droge stof	76,0	24,0	0	88,0	12,0	0	75,0	25,0	0
Massa	8,3	2,6	88,1	6,6	0,8	92,6	7,3	2,1	90,6

Bron: Persoonlijke mededeling Ecoson (2015).

Hygiëniseren

Drijfmest mag op basis van Europese regelgeving alleen maar geëxporteerd worden als deze is gehygiëniseerd, ook wanneer die naar een vergistingsinstallatie in Duitsland gaat (Verkerk, 2018, persoonlijke mededeling). Er zijn twee uitzonderingen: (1) export van vaste pluimveemest naar Duitsland en (2) export van gecomposteerde mest naar Frankrijk. Bij de mestverwerkingsprocessen van korrelen, BioEcoSIM proces en RePeatGZ (het P-product en de bodemverbeteraar) zijn door het verwerkingsproces de eindproducten al gehygiëniseerd.

De kosten van hygiëniseren zijn ongeveer € 5 per ton ingaande mest (De Buissonje, 2018). In een robuustheidsanalyse is uitgegaan van kosten van € 2,50 en € 7,50.

Transportkosten

Tabel 2.13 geeft de distributiekosten van de mogelijke mestproducten naar de mogelijke eindlocaties. Distributiekosten omvatten de kosten van transport, monsternamen, wegen en bij export ook de kosten

van extra faciliteiten, certificeren en schoonmaken van de vrachtwagen. De distributiekosten zijn exclusief tussenopslag, mestopslag bij de ontvangende partij, aanwenden van de mest en bijdragen aan de akkerbouwer of, in geval van export, betalingen van de akkerbouwer die de mest ontvangt. De distributiekosten zijn berekend op basis van de volgende informatie uit de praktijk en expertkennis:

- Laden, wegen en bemonsteren: € 2 per ton voor drijfmest en € 3 per ton voor vaste mest. Dat is onder praktijkomstandigheden voor vaste mest: vanuit de stal direct storten in een container die om de paar dagen wordt opgehaald of laden met een shovel.
- Extra kosten onafhankelijke monsternamen voor dikke fractie van gescheiden drijfmest: Vanaf 1 oktober 2017 is er sprake van onafhankelijke monsternamen bij de dikke fractie van gescheiden mest. Door De Koeijer et al. (2016) worden die kosten geschat op € 175 per vracht bij handmatige bemonstering, € 100 per vracht bij automatische monsternamen en € 25 per vracht bij partij bemonstering (twee vrachten per partij). Wanneer we ervan uitgaan dat alle drie de vormen van bemonstering evenveel gaan plaatsvinden en de kosten van handmatig bemonsteren door de transporteur verwaarlozen (€ 1,75 per vracht), dan zijn de kosten bij een vracht van 35 ton bij onafhankelijke monsternamen afgerond € 3 per ton extra.
- Faciliteiten en extra kosten bij export: € 6 per ton voor drijfmest en € 5 voor vaste mest.
- Minder dan 20 km: € 0,13 per ton per km voor drijfmest en € 0,16 voor vaste mest.
- Meer dan 100 km: € 0,08 per ton per km voor drijfmest en € 0,10 voor vaste mest. Bij export van gehygiëniseerde drijfmest naar Duitsland € 0,10 per ton per km.
- Tussen 20 en 100 km: geleidelijke overgang van prijzen van 20 naar 100 km.
- Verpakte mestkorrels en verpakte kunstmestachtige producten € 4,20 per ton per 100 km (Uenk, 2016).
- De transportkosten naar Duitsland zijn € 20-25 per ton drijfmest. Door extra veterinaire eisen (certificaten en schoonmaken vrachtauto) en doordat in Duitsland maximaal 25 ton mag worden geladen zijn de transportkosten hoger dan bij vergelijkbare afstanden in Nederland (Broens et al., 2012).
- Transportafstand voor Varkensdrijfmest in Nederland 125 km. In een robuustheidsanalyse is gerekend met 100 en 150 km.
- Transportafstand van melkveedrijfmest uit Noordwest-Nederland en dunne fracties van gescheiden melkveedrijfmest uit Noordwest- en Zuidoost-Nederland 50 km. In een robuustheidsanalyse is gerekend met 25 en 75 km.
- Transportafstand van melkveedrijfmest uit Zuidoost-Nederland 75 km. In een robuustheidsanalyse is gerekend met 50 en 100 km.
- Transportafstand bij afzet in Duitsland 150 km.
- Transportafstand van drijfmest, dunne fractie, dikke fractie en compost 400 km.
- Transportafstand van overige producten van mestverwerking zoals korrels en kunstmestachtige producten 1.000 km.

Tabel 2.13 Distributiekosten mestproducten (€ per ton product)

Techniek	Mestproduct	Nederland		Duitsland		Rest wereld	
		Varkens	Melkvee	Varkens	Melkvee	Varkens	Melkvee
a)							
Geen bewerking	Drijfmest	12	7-10 b)	18	18	50	50
Scheiden	Dikke fractie	18	18	23	23	53	53
	Dunne fractie	12	7	18	18	50	50
Scheiden en composteren dikke fractie	Compost	15	15	20	20	50	50
	Waterdamp	0	0	0	0	0	0
	Dunne fractie	12	7	18	18	50	50
Scheiden en korrelen dikke fractie	Korrels	15	15	20	20	50	50
	Loosbaar water	0	0	0	0	0	0
	Biogas	0	0	0	0	0	0
	Dunne fractie	12	7	18	18	50	50
BioEcoSIM-proces	Calciumfosfaat	15		20		50	
	Struviet	15		20		50	
	Ammoniumsulfaat	15		20		50	
	Organisch stofproduct	15		20		50	
	Restproduct	5		13		50	
RePeatGZ	Dunne fractie	12		18		50	
	Bodemverbeteraar	15		20		50	
	P-product	15		20		50	
	Restproduct	5		13		50	
Korrelen	Korrels	15	15	20	20	50	50
	Biogas	0	0	0	0	0	0
	Loosbaar water	0	0	0	0	0	0

a) Voor melkvee voor drijfmest kortere transportafstanden daardoor lagere kosten; b) In Noordwest-Nederland € 7 per ton, in Zuidoost-Nederland € 10 per ton vanwege het verschil van 25 km in transportafstand.

Afzetkosten eindproducten

De spreiding in afzetkosten en prijzen van de eindproducten die ontstaan uit de verschillende mestverwerkingstechnieken staan in tabel 2.14. De afzetkosten of prijzen van compost, korrels en de mineralenproducten uit het BioEcoSIM-proces en RePeatGZ worden in het model bepaald op basis van de mineralen- en organische stofinhoud van deze producten. De productwaarde is de som van de waarde per mineraal en de organische stof waarde. Voor de waarde per mineraal worden kunstmestprijzen gebruikt (tabel 2.15).

Tabel 2.14 Afzetkosten of prijzen voor veehouder om de mogelijke mestproducten af te zetten (€ per ton product). Negatieve afzetkosten of prijzen zijn opbrengsten

Techniek	Mestproduct	Nederland		Duitsland		Rest wereld	
		Varkens	Melkvee	Varkens	Melkvee	Varkens	Melkvee
Geen bewerking	Drijfmest	10	5	0	0	0	0
Scheiden	Dikke fractie	12	7	2	-3	op basis van gehalten	op basis van gehalten
	Dunne fractie	8	4,37	-2	-0,63	-2	-0,63
Scheiden en composteren dikke fractie	Compost	12	7	2	-3	op basis van gehalten	op basis van gehalten
	Waterdamp	0	0	0	0	0	0
	Dunne fractie	8	4,37	-2	-0,63	-2	-0,63
Scheiden en korrelen dikke fractie	Korrels	12	7	2	-3	op basis van gehalten	op basis van gehalten
	Biogas a)	0	0	0	0	0	0
	Loosbaar water	0	0	0	0	0	0
	Dunne fractie	8	4,37	-2	-0,63	-2	-0,63
BioEcoSIM-proces	Calciumfosfaat	12		2		op basis van gehalten	
	Struviet	12		2		op basis van gehalten	
	Ammoniumsulfaat	12		2		op basis van gehalten	
	Organisch stofproduct	-5		-5		op basis van gehalten	
	Restproduct	5		5		5	
RePeatGZ	Dunne fractie	8		-2		-2	
	Bodemverbeteraar	-5		-5		op basis van gehalten	
	Droog P-product	12		2		op basis van gehalten	
Korrelen	Restproduct	5		5		5	
	Korrels	12	7	2	-3	op basis van gehalten	op basis van gehalten
	Biogas a)	0	0	0	0	0	0
	Loosbaar water	0	0	0	0	0	0

a) Opbrengsten van biogas zijn verrekend in de kostprijs van de mestbewerking.

Tabel 2.15 Waarde fosfaat, stikstof en kalium in kunstmestproducten (€ per kg)

Inhoudsstof	Kunstmest	Prijs (€/kg)	Bron
Fosfaat	Tripelsuperfosfaat	0,72 tot 0,88	www.agrimatie.nl a)
Stikstof	Kalkammonsalpeter	0,68 tot 1,14	www.agrimatie.nl a)
Kalium	kali60	0,47 tot 0,59	www.agrimatie.nl a)
Organische stof	n.v.t.	0 tot 0,01	Uenk (2012)

a) Spreiding in prijzen van 2014 tot en met juni 2017.

Onbenutte stikstof- en fosfaatafzetruimte

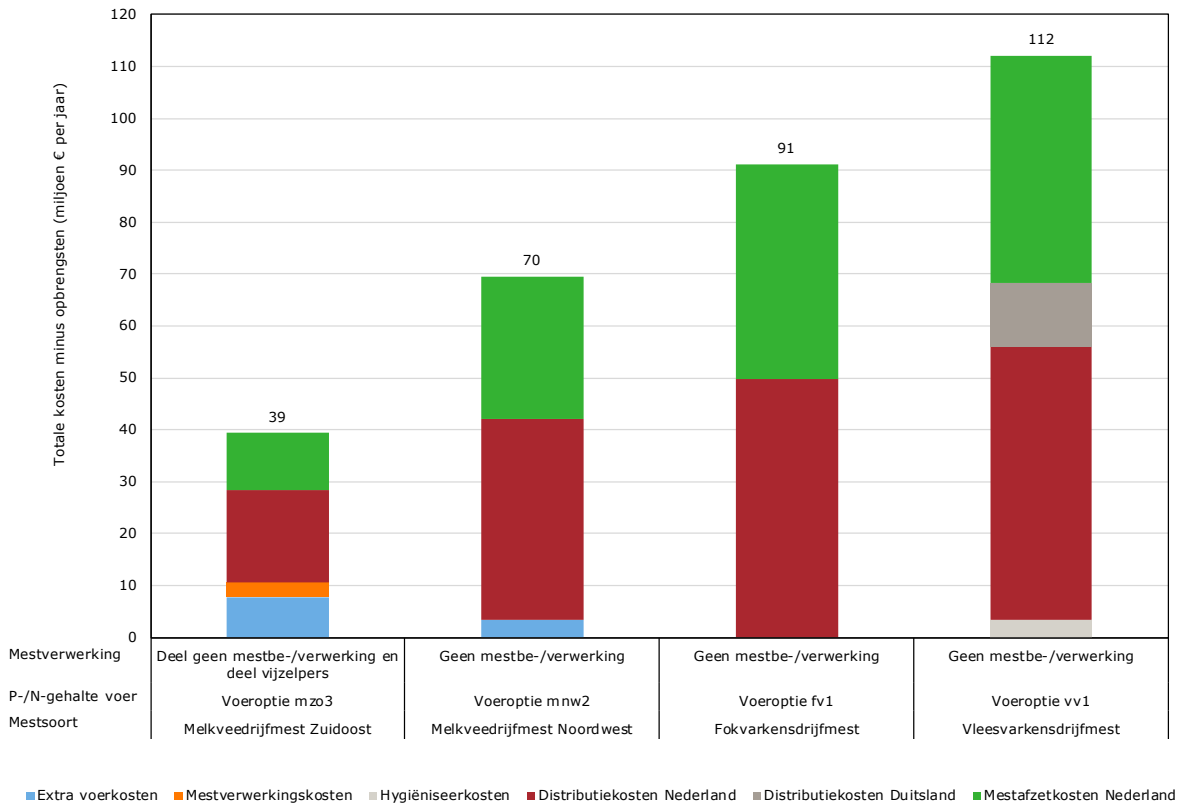
Omdat de samenstelling van mest mogelijk niet goed aansluit bij de behoeftes van het gewas, kan een deel van de stikstof- of fosfaatafzetruimte onbenut blijven bij alleen toepassing van dierlijke mest. We veronderstellen dat de gebruiker van de grond (akkerbouwer of melkveehouder) kunstmest zal gebruiken om deze onbenutte stikstof- en fosfaatafzetruimte op te vullen. In het model rekenen we deze kosten toe aan onbenutte afzetruimte. Hiervoor gebruiken we de kunstmestprijzen uit tabel 2.15. In een robuustheidsanalyse berekenen we ook de resultaten als er geen kosten worden toegekend aan onbenutte afzetruimte voor fosfaat en stikstof.

3 Resultaten

3.1 Basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringslib

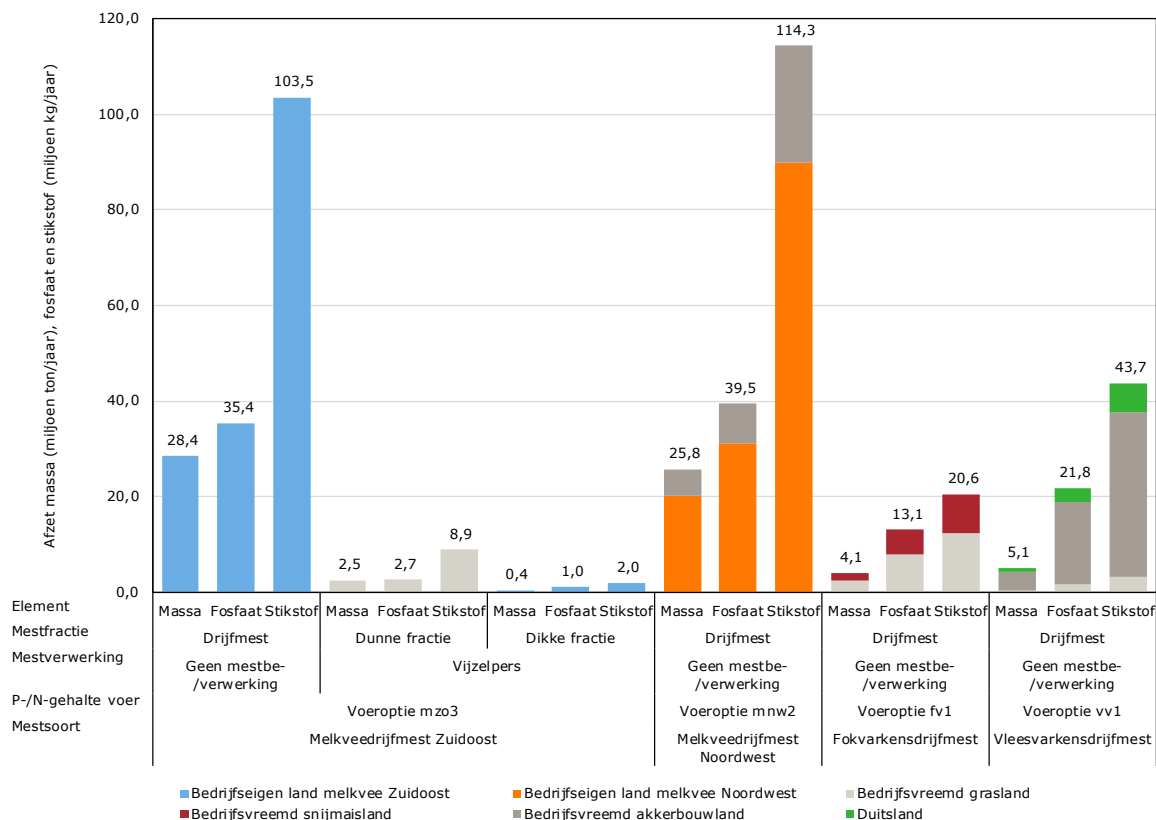
De resultaten van het basisscenario staan in figuur 3.1, figuur 3.2 en figuur 3.3. Hieruit blijkt dat het economisch optimaal is om het fosfor- en stikstofgehalte in het voer van melkvee te verlagen ten opzichte van de huidige situatie. De fosfaatproductie in de melkveehouderij neemt daarmee met een kleine 4% af van 81.4 mln. kg tot 78,5 mln. kg. Hierdoor kan er meer drijfmest worden uitgereden op eigen land. Het fosfor- en stikstofgehalte in het voer van varkens hoeft niet verlaagd te worden. Een deel van de melkveedrijfmest in Zuidoost-Nederland wordt gescheiden met een vijzelpers. Omdat er relatief meer stikstof in deze drijfmest zit dan fosfaat in verhouding tot de stikstof- en fosfaatplaatsingsruimte, is de stikstofplaatsingsruimte op eigen grond eerder beperkend dan de fosfaatplaatsingsruimte. Hierdoor wordt de stikstofplaatsingsruimte wel volledig benut, maar de fosfaatplaatsingsruimte niet. Om de fosfaatplaatsingsruimte op eigen land toch zo goed mogelijk te benutten wordt een deel van de drijfmest gescheiden met een vijzelpers. De dikke fractie wordt aangewend op eigen land, omdat hier verhoudingsgewijs meer fosfaat in zit dan in de dunne fractie. De dunne fractie wordt afgevoerd van het bedrijf en aangewend op bedrijfsvreemd grasland. Er wordt zoveel gescheiden tot dat het gehele stikstofoverschot in de af te voeren dunne fractie zit. De melkveedrijfmest uit Noordwest-Nederland wordt niet gescheiden, omdat de totale mestafzet dan duurder wordt. In Zuidoost-Nederland zijn de distributiekosten voor melkveedrijfmest € 3 euro per ton hoger dan in Noordwest-Nederland, omdat de transportafstand 25 km langer is. Omdat de distributiekosten voor dunne fractie gelijk zijn in beide regio's, is het in Zuidoost-Nederland eerder aantrekkelijk de melkveedrijfmest te scheiden dan in Noordwest-Nederland. Fokvarkens- en vleesvarkensdrijfmest wordt niet verwerkt.

Figuur 3.1 geeft de totale kosten per mestsoort in de economisch optimale situatie. Deze zijn opgebouwd uit de extra voerkosten vanwege de lagere fosfor- en stikstofgehalten in het voer van melkvee, de kosten van scheiding van de melkveedrijfmest in Zuidoost-Nederland, de kosten van hygiëniseren van de drijfmest bestemd voor Duitsland, de transportkosten van de drijfmest naar afzetgebieden in Nederland en in Duitsland, en de mestafzetkosten. De totale kosten minus opbrengsten per jaar bij de economisch optimale afzet van de verschillende mestsoorten is berekend op € 312,4 mln. per jaar. De hoogste kosten zijn voor de afzet van vleesvarkensmest (€ 112,2 mln. per jaar), gevolgd door melkveemest (€ 109,0 mln. per jaar) en fokzeugenmest (€ 91,2 mln. per jaar). Over de mestsoorten heen zijn de distributiekosten met € 171,0 mln. per jaar de grootste kostenpost (waarvan € 158,7 mln. per jaar voor afzet in Nederland en € 12,3 mln. per jaar voor afzet in Duitsland), gevolgd door mestafzetkosten van € 123,9 mln. per jaar, extra voerkosten van € 11,1 mln. per jaar, hygiëniseerkosten van € 3,4 mln. per jaar en mestscheidingskosten van € 3,0 mln. per jaar. De extra voerkosten en de mestscheidingskosten worden gemaakt in de melkveehouderij.

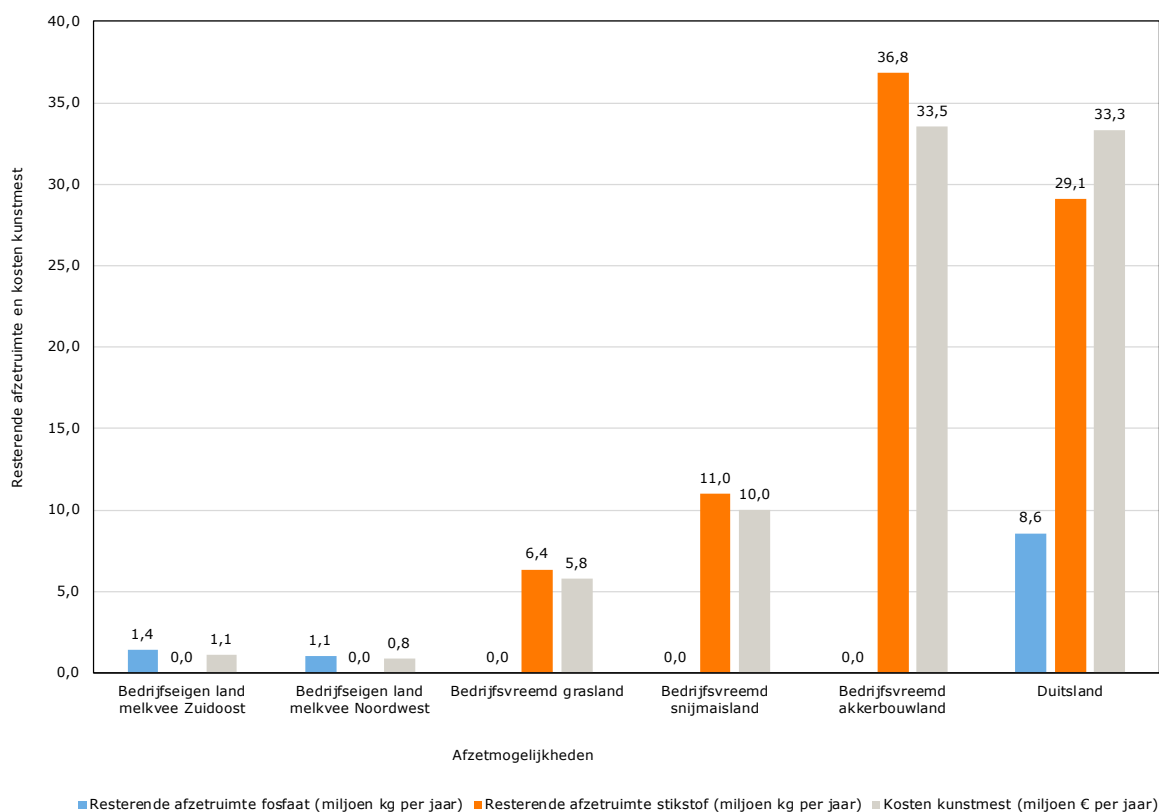


Figuur 3.1 Opbouw van de kosten en opbrengsten (mln. € per jaar) per onderscheiden mestafzetketen bij de economisch optimale afzet van melkvee- en varkendrijfmest in het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib

Uit figuur 3.2 en figuur 3.3 blijkt dat de melkveehouders in Zuidoost-Nederland een combinatie van eigen melkveedrijfmest en de eigen dikke fractie van de vijzelpers toepassen om de stikstofafzetruimte op bedrijfseigen land vol te krijgen. Er wordt dus net zoveel gescheiden tot dat alle stikstofoverschot in de af te voeren dunne fractie zit. Hierbij wordt dan slechts een beperkte hoeveelheid fosfaatafzetruimte van 1,4 mln. kg op bedrijfseigen land onbenut gelaten. Dit wordt mede mogelijk gemaakt door lagere fosfor- en stikstofgehalten in het voer. De dunne fractie wordt afgezet op bedrijfsvreemd grasland. Melkveehouders in Noordwest-Nederland rijden zo veel mogelijk eigen melkveedrijfmest uit op bedrijfseigen land tot de stikstofplaatsingsruimte vol is. Door het lagere fosforgehalte in het voer sluit de verhouding tussen stikstof en fosfaat in de mest goed aan bij de verhouding in plaatsingsruimte van deze mineralen. Hierdoor blijft slechts een beperkte hoeveelheid plaatsingsruimte voor fosfaat op eigen land onbenut. Het resterende deel van de melkveedrijfmest uit Noordwest-Nederland wordt afgezet op bedrijfsvreemd akkerbouwland. Fokvarkendrijfmest wordt aangewend op bedrijfsvreemd maisland en de daarop aanwezige fosfaatplaatsingsruimte van 5,2 mln. kg wordt helemaal gevuld. De resterende hoeveelheden fosfaatplaatsingsruimte op bedrijfsvreemd akkerbouw- en grasland worden opgevuld met vleesvarkendrijfmest. Het deel van de vleesvarkendrijfmest dat dan nog overblijft wordt gehygiëniseerd en afgezet in Duitsland. In dit scenario is er nauwelijks meer sprake van een nationaal overschot van varkens- en rundveemest, vanwege de lagere fosforgehalten in het voer en de lagere dieren aantallen (fosfaatquotum melkveehouderij, krimp in varkenshouderij).



Figuur 3.2 Economisch optimale afzet van melkvee- en varkendrijfmest (massa in mln. ton per jaar), fosfaat en stikstof (mln. kg per jaar) per onderscheiden mestafzetteketen in het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib



Figuur 3.3 Resterende afzetruimte voor fosfaat en stikstof (mln. kg per jaar) en kunstmestkosten (mln. € per jaar) om deze te vullen op de onderscheiden afzetzmogelijkheden voor mest bij de economisch optimale afzet van melkvee- en varkendrijfmest in het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib

3.2 Alternatieve scenario's

In deze paragraaf vergelijken we de resultaten van het basisscenario met de resultaten van drie alternatieve scenario's, die een mogelijke situatie weergeven waarbij er 1) geen derogatie is, 2) fosfaat uit zuiveringsslib wordt aangewend in de Nederlandse landbouw, en 3) geen derogatie is en fosfaat uit zuiveringsslib wordt aangewend in de Nederlandse landbouw. In deze drie alternatieve scenario's zijn de plaatsingsruimte voor stikstof en/of fosfaat in Nederland dus kleiner dan in het basisscenario (zie tabel 2.1). De detailuitkomsten per alternatief scenario zijn te vinden in de sub paragrafen 3.2.1 tot en met 3.2.3. In de alternatieve scenario's rekenen we ook met gemiddelde waarden van de inputvariabelen van emissie van stikstof, mestverwerkings- en mestscheidingskosten, mestdistributiekosten, voerprijzen, prijzen van drijfmest en mestproducten, en prijzen van mineralenproducten.

De totale nettokosten van mestafzet zijn ongeveer 50% hoger in een situatie zonder derogatie dan in een situatie met derogatie. Aanwending van 9,7 mln. kg fosfaat uit zuiveringsslib in de Nederlandse landbouw verhoogt de kosten met minder dan 1%. De economisch optimale oplossingen van de vier scenario's voor melkvee uit Zuidoost-Nederland, melkvee uit Noordwest-Nederland en fokvarkens komen redelijk overeen. Die voor vleesvarkens verschillen meer.

In alle scenario's wordt een deel van de melkveedrijfmest uit Zuidoost-Nederland gescheiden met de vijzelpers. In alle scenario's wordt zoveel van de drijfmest gescheiden dat alle stikstofoverschot in de af te voeren dunne fractie zit. Alle overgebleven drijfmest en de dikke fractie worden op bedrijfseigen grond aangewend, waardoor de stikstofplaatsingsruimte op bedrijfseigen grond geheel is benut. In alle scenario's worden de fosfor- en stikstofgehalten in het voer verlaagd tot het laagste niveau, om zo min mogelijk van deze mineralen van het bedrijf te hoeven afvoeren.

Melkveedrijfmest uit Noordwest-Nederland wordt in geen enkel scenario gescheiden of verwerkt. De beschikbare stikstofafzetruimte op bedrijfseigen grond wordt volledig benut. Het resterende deel van de drijfmest wordt afgezet op bedrijfsvreemde grond in Nederland. Als er geen fosfaat uit zuiveringsslib wordt aangewend, dan is een kleine verlaging van de fosfor en stikstofgehalten voldoende. Hierdoor hoeft minder drijfmest van het bedrijf te worden afgevoerd. Als er wel fosfaat uit zuiveringsslib wordt aangewend is het economisch optimaal om de fosforgehalten in het voer fors verder te verlagen, zodat er meer fosfaatruimte overblijft voor aanwending van varkensmest in Nederland en er minder daarvan hoeft te worden geëxporteerd en verwerkt.

Fokzeugendrijfmest wordt in geen enkel scenario verwerkt. De fokvarkensdrijfmest wordt afgezet in Nederland. De economisch optimale mineralengehalten in het voer zijn verlaagd als er geen derogatie is. Hierdoor neemt de fosfaatproductie in fokvarkensdrijfmest af van 13,5 mln. kg naar 10,9 mln. kg en de stikstofproductie van 20,6 mln. kg naar 18,8 mln. kg.

Vleesvarkensdrijfmest is de sluitpost op de Nederlandse mestmarkt. Als er plaatsingsruimte in Nederland en Duitsland overblijft na aanwending van melkveemest en fokvarkensmest, dan wordt daarop vleesvarkensdrijfmest aangewend (in de situatie met derogatie) eventueel gecombineerd met de dunne fractie na scheiden (in de situatie zonder derogatie). In de situatie zonder derogatie wordt de dikke fractie verder verwerkt tot mestkorrels. In alle scenario's geldt dat de normale mineralengehalten in het voer economisch optimaal zijn.

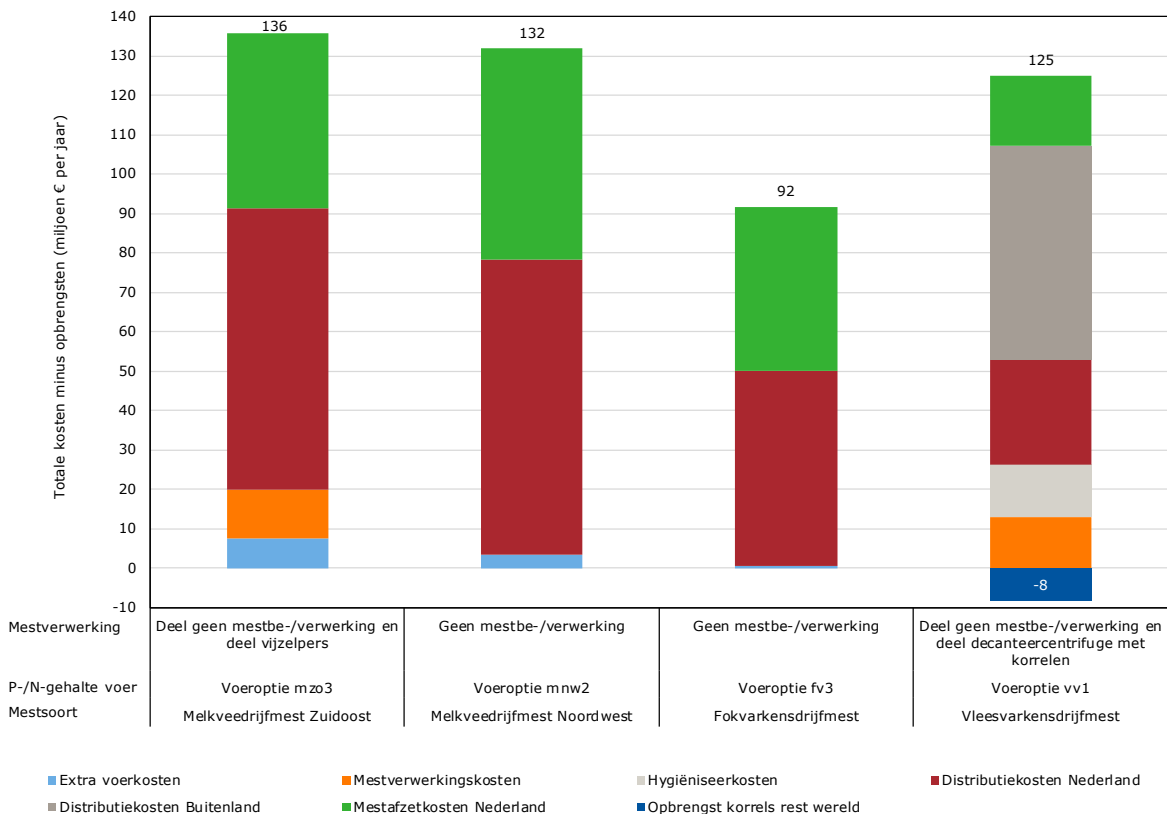
3.2.1 Zonder derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib

De resultaten van het scenario waarin de derogatie is afgeschaft en er geen fosfaat uit zuiveringsslib gebruikt wordt in de landbouw staan in figuur 3.4, figuur 3.5 en figuur 3.6. Zonder derogatie is de stikstofafzetruimte 59,6 mln. kg kleiner. De fosforgehalten in het voer van melkvee en fokvarkens worden verlaagd om zoveel mogelijk mest in Nederland te kunnen afzetten en zo export- en kunstmestkosten te besparen. Het fosfor- en stikstofgehalte in vleesvarkensvoer wordt niet verlaagd, omdat een deel ervan verwerkt wordt tot korrels en een verlaging van de gehalten tot een lagere opbrengstprijz van de korrels zou leiden. Het deel van de vleesvarkensdrijfmest dat niet meer

geplaatst kan worden in Duitsland wordt verwerkt tot mestkorrels. Voor de andere drijfmestsoorten is verwerking niet optimaal.

De totale kosten minus de opbrengsten per jaar bij de economisch optimale afzet van de verschillende mestsoorten is berekend op € 476,0 mln. per jaar (figuur 3.4). De hoogste kosten worden gemaakt voor de afzet van melkveemest (€ 267,6 mln. per jaar), gevolgd door vleesvarkensmest (€ 116,7 mln. per jaar; € 125,0 mln. per jaar aan kosten minus € 8,3 mln. per jaar aan opbrengsten uit de afzet van mestkorrels) en fokzeugenmest (€ 91,7 mln. per jaar). Over de mestsoorten heen zijn de distributiekosten met € 276,8 mln. per jaar de grootste kostenpost (waarvan € 222,5 mln. per jaar voor afzet in Nederland, € 48,4 mln. per jaar voor afzet in Duitsland en € 5,9 mln. per jaar voor afzet van korrels in de rest van de wereld), gevolgd door mestafzetkosten van € 157,3 mln. per jaar, mestverwerkings- en mestscheidingskosten van € 25,3 mln. per jaar, hygiëniseerkosten van € 13,4 mln. per jaar en extra voerkosten van € 11,6 mln. per jaar. De mestkorrels leveren € 8,3 mln. per jaar op.

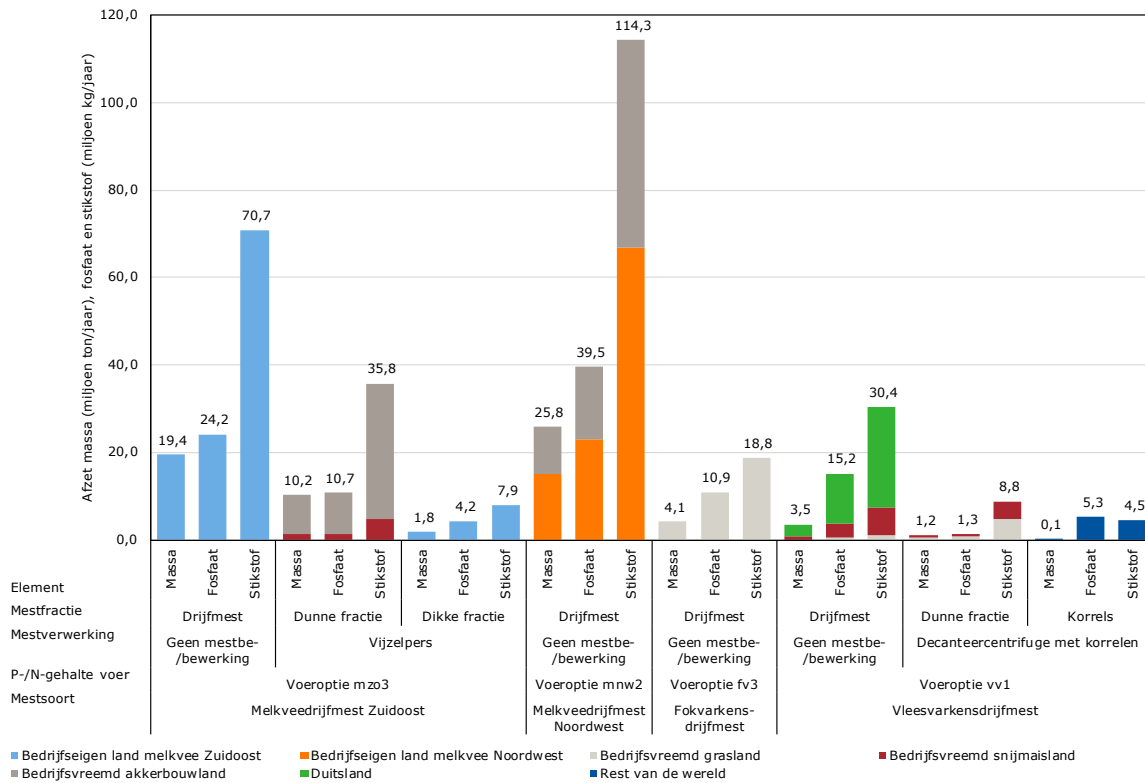
Vergelijken we de resultaten van dit scenario met die van het basisscenario, dan zijn de totale kosten minus de opbrengsten in dit scenario zonder derogatie € 163,5 mln. per jaar hoger dan in het basisscenario waarin de derogatie gehandhaafd blijft. De melkveehouderij neemt met € 158,6 mln. per jaar het merendeel van de extra kosten voor zijn rekening, omdat melkveebedrijven minder mest op eigen land mogen aanwenden en meer moeten afvoeren. Dit leidt tot hogere distributiekosten en extra mestafzetkosten. De kosten voor afzet van vleesvarkensmest zijn € 12,8 mln. per jaar hoger, voornamelijk door de extra mestverwerkingskosten. De kosten van de afzet van fokvarkensmest zijn € 0,5 mln. per jaar hoger, vanwege de lagere mineralengehaltes in het voer.



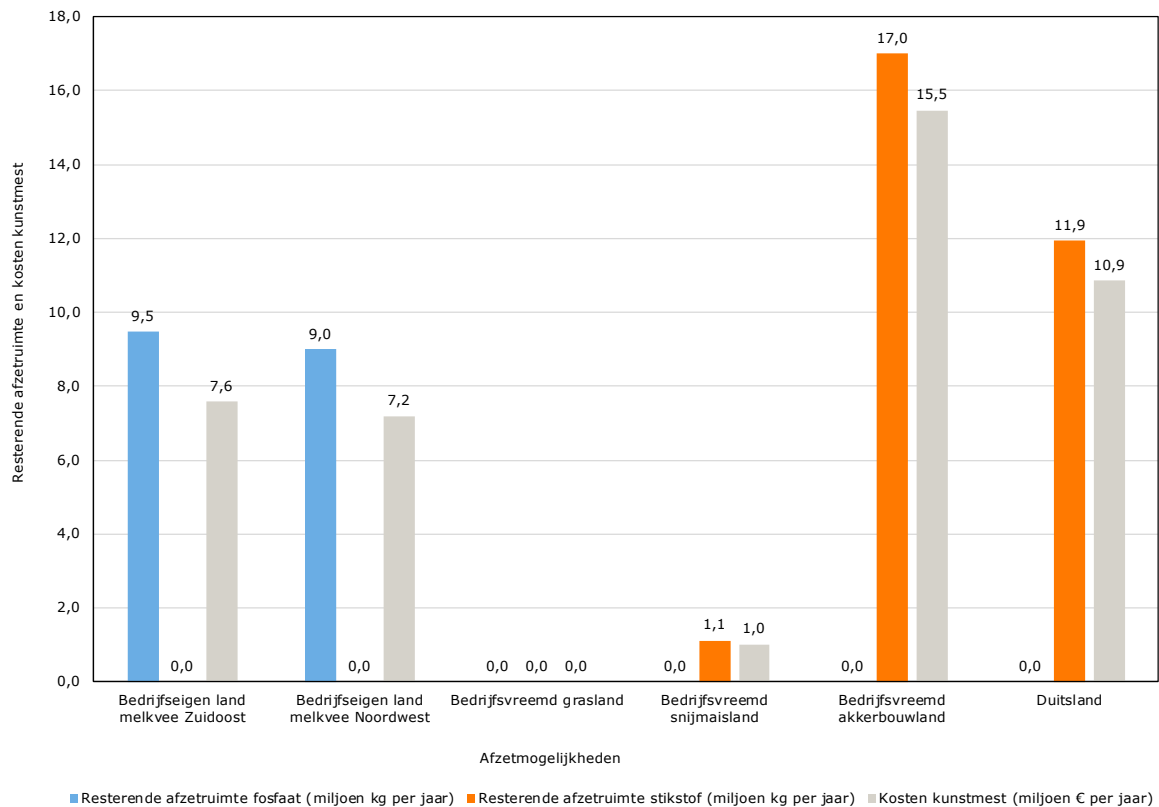
Figuur 3.4 Opbouw van de kosten en opbrengsten (mln. € per jaar) per onderscheiden mestafzetketen bij de economisch optimale afzet van melkvee- en varkensdrijfmest in het scenario zonder derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringslib

Figuur 3.5 en figuur 3.6 geven de afzet van de verschillende mestsoorten in de optimale situatie in detail. Zonder derogatie is de stikstofplaatsingsruimte op de eigen grond van melkveebedrijven aanzienlijk kleiner dan met derogatie. Hierdoor kan er minder melkveemest op de eigen grond worden

uitgereden, en hiermee ook minder fosfaat. Deze fosfaat (en mest) wordt afgezet op bouwland tot de fosfaatplaatsingsruimte vol is. De resterende melkveemest wordt afgezet op snijmais. Alle fokvarkensmest wordt op grasland afgezet, wat past door de verlaging van de mineralengehaltes in fokvarkensvoer. De resterende fosfaatplaatsingsruimte op maisland en grasland wordt benut met een combinatie van fosfaat uit vleesvarkensdrijfmest en fosfaat uit de dunne fractie van een decanteercentrifuge. Door fokvarkensdrijfmest, vleesvarkensdrijfmest en de dunne fracties te combineren wordt de plaatsingsruimte voor fosfaat en voor stikstof op grasland en snijmais zo goed mogelijk benut. De fosfaatplaatsingsruimte in Duitsland wordt volledig benut door fosfaat uit vleesvarkensdrijfmest. De dikke fractie uit de decanteercentrifuge van varkensdrijfmest wordt verwerkt tot korrels. Hygiëniseren en transport van vleesvarkensdrijfmest naar Duitsland is goedkoper dan het verwerken tot korrels.



Figuur 3.5 Economisch optimale afzet van melkvee- en varkensdrijfmest (massa in mln. ton per jaar), fosfaat en stikstof (mln. kg per jaar) per onderscheiden mestafzettekets in het scenario zonder derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringslib



Figuur 3.6 Resterende afzetruimte voor fosfaat en stikstof (mln. kg per jaar) en kunstmestkosten (mln. € per jaar) om deze te vullen op de onderscheiden afzetmogelijkheden voor mest bij de economisch optimale afzet van melkvee- en varkensdrijfmest in het scenario zonder derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib

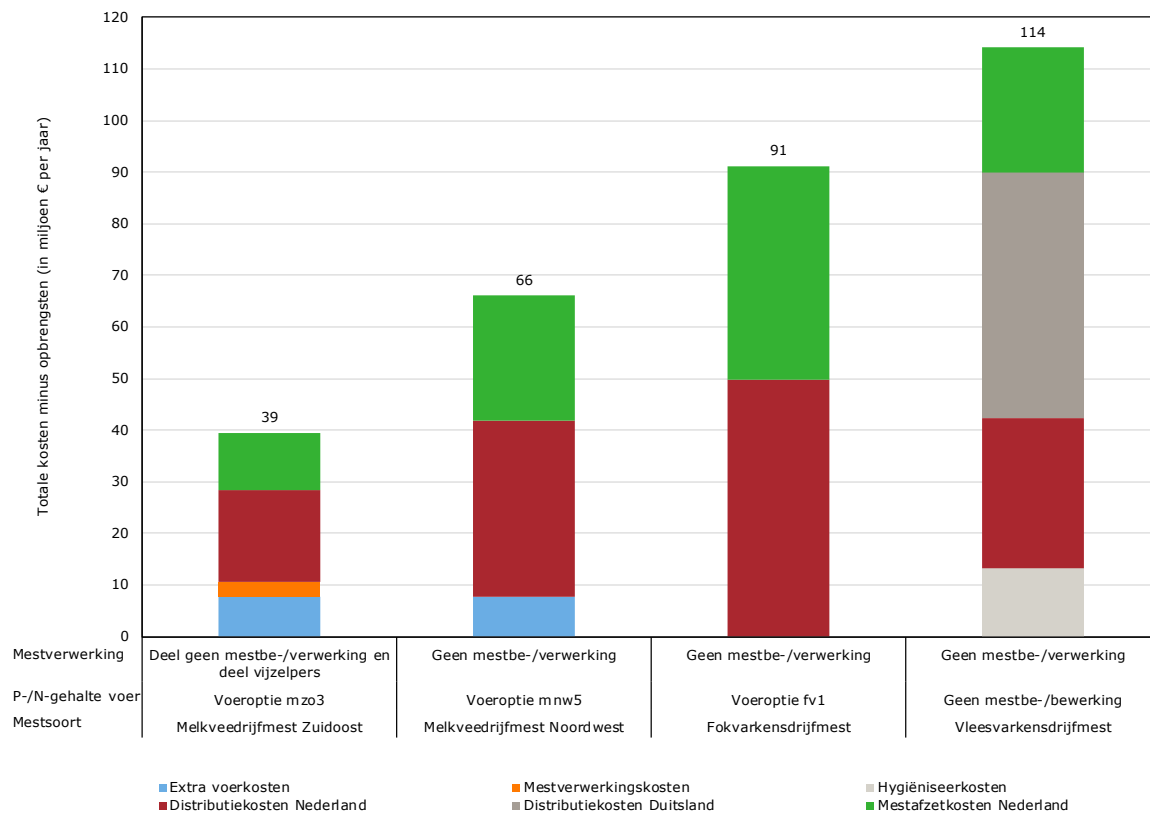
3.2.2 Met derogatie en met gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib

De resultaten van het scenario met handhaving van de derogatie maar wel gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib in de landbouw staan in figuur 3.7, figuur 3.8 en figuur 3.9. Door het gebruik van 9,7 mln. kg fosfaat uit zuiveringsslib in de landbouw neemt de fosfaatafzetruimte in de landbouw met eenzelfde hoeveelheid af. Het fosforgehalte in het voer van melkvee wordt verlaagd om zo veel mogelijk mest in Nederland te kunnen afzetten en zo exportkosten te besparen. Het fosforgehalte wordt verder verlaagd dan in het basisscenario, omdat de fosfaatafzetruimte kleiner is met gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib. Een deel van de vleesvarkensdrijfmest wordt geëxporteerd naar Duitsland. Melkveedrijfmest uit Zuidoost-Nederland wordt deels gescheiden om de fosfaat- en stikstofafzetruimte op eigen land zo goed mogelijk te kunnen benutten. Er wordt zoveel gescheiden tot dat het gehele stikstofoverschot in de af te voeren dunne fractie zit.

De totale kosten minus de opbrengsten per jaar bij de economisch optimale afzet van de verschillende mestsoorten is berekend op € 310,9 mln. per jaar (figuur 3.7). De hoogste kosten worden gemaakt voor de afzet van vleesvarkensmest (€ 114,1 mln. per jaar), gevolgd door melkveemest (€ 105,6 mln. per jaar) en fokzeugenmest (€ 91,2 mln. per jaar). Over de mestsoorten heen zijn de distributiekosten met € 178,3 mln. per jaar de grootste kostenpost (waarvan € 130,7 mln. per jaar voor afzet in Nederland en € 47,6 mln. per jaar voor afzet in Duitsland), gevolgd door mestafzetkosten van € 101,1 mln. per jaar, extra voerkosten van € 15,3 mln. per jaar, hygiëniseerkosten van € 13,2 mln. per jaar en mestverwerkingskosten van € 3,0 mln. per jaar.

Vergelijken we de resultaten van dit scenario met die van het basisscenario, dan liggen de kosten en optimale afzet in dit scenario in de buurt van die van het basisscenario. De totale kosten minus de opbrengsten in dit scenario met gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib op landbouwgronden zijn € 1,5 mln. per jaar lager dan in het basisscenario. Dit komt omdat we geen kosten toerekenen aan de afzet van fosfaat uit zuiveringsslib. Deze fosfaat uit zuiveringsslib verlaagt de afzetruimte voor fosfaat

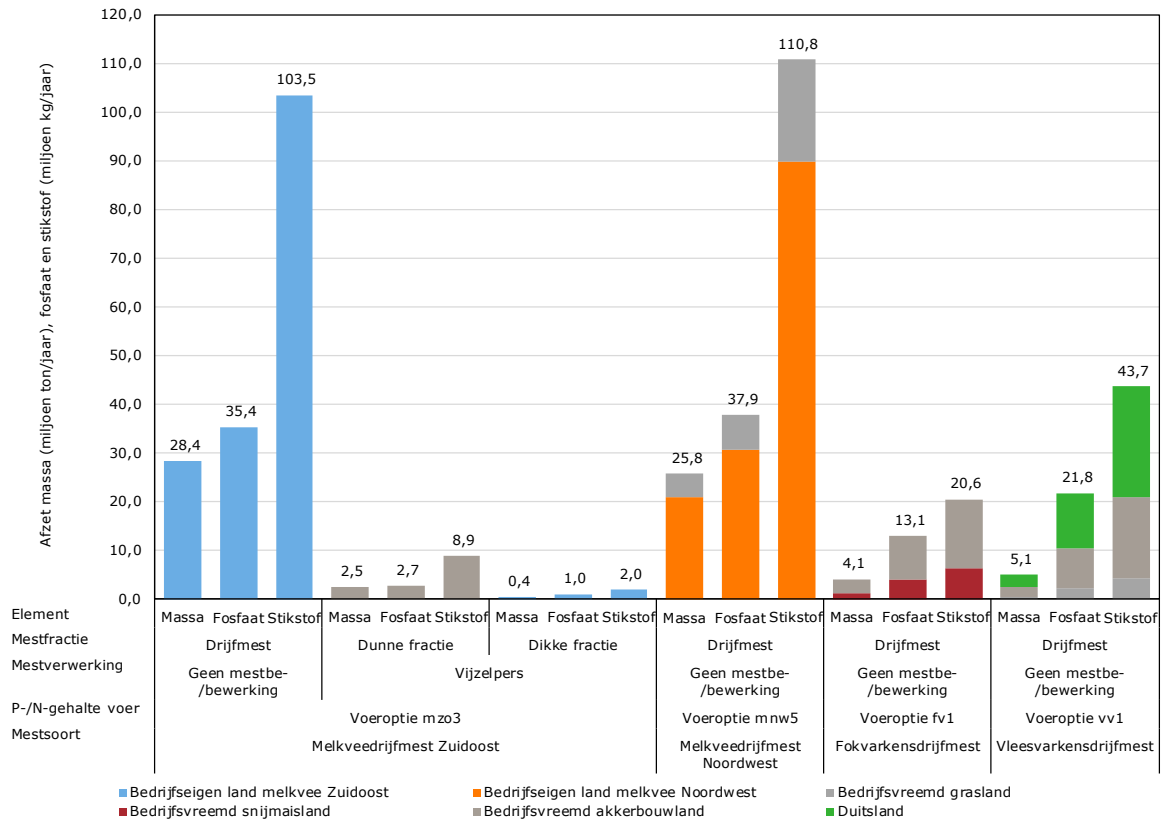
uit dierlijke mest en een eventuele onbenutte fosfaat- en stikstofafzetruimte in Nederland en Duitsland. In de berekeningen worden kosten toegekend aan het opvullen hiervan, via distributiekosten, mestafzetkosten en kunstmestkosten. Deze kosten zijn dus lager in het scenario met fosfaat uit zuiveringsslib dan in het basisscenario zonder gebruik van zuiveringsslib, waardoor de nettokosten ook lager zijn. Ter vergelijking, als we in het basisscenario geen kunstmestkosten toerekenen om de onbenutte fosfaat- en stikstofafzetruimte op te vullen, dan zijn de kosten in dit scenario met gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib € 0,1 mln. per jaar hoger dan in dat aangepaste basisscenario. Toepassing van fosfaat uit zuiveringsslib in de landbouw verhoogt dan de nettokosten van de mestafzet. Omdat de fosfaatafzetruimte in Nederland kleiner is, is het economisch optimale fosfaatgehalte in het voer van melkvee in Noordwest-Nederland lager dan in het basisscenario en wordt meer vleesvarkensdrijfmest naar Duitsland geëxporteerd. De kosten voor de melkveehouderij in Zuidoost-Nederland en fokvarkens zijn gelijk aan die in het basisscenario. De kosten voor de melkveehouderij in Noordwest-Nederland zijn € 3,5 mln. per jaar lager dan in het basisscenario. Door het lagere fosforgehalte in het voer kan er meer mest op eigen land worden aangewend, waardoor er minder extern hoeft te worden afgezet. De lagere distributie- en mestafzetkosten wegen op tegen de extra voerkosten. De kosten voor de vleesvarkenshouderij zijn € 2,0 mln. per jaar hoger dan in het basisscenario vanwege de extra export.



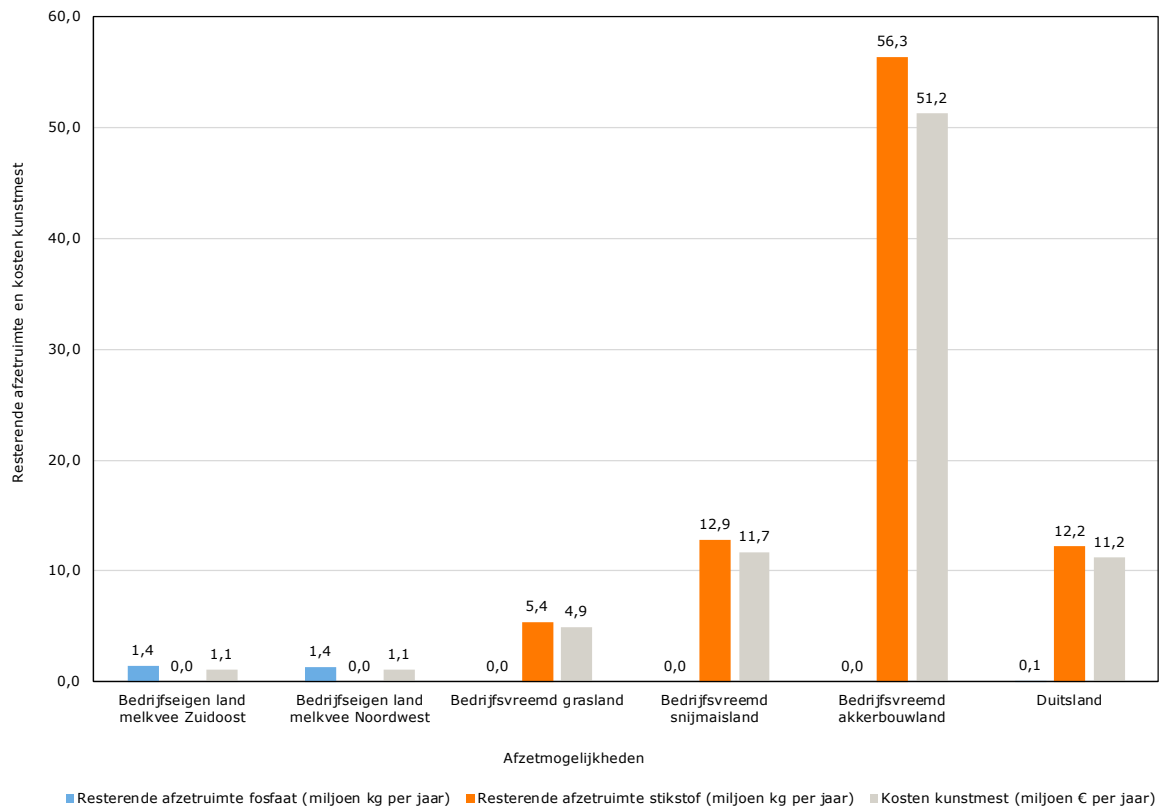
Figuur 3.7 Opbouw van de kosten en opbrengsten (mln. € per jaar) per onderscheiden mestafzetketen bij de economisch optimale afzet van melkvee- en varkensdrijfmest in het scenario met derogatie en met gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib

Uit figuur 3.8 en figuur 3.9 blijkt dat de melkveehouders in Zuidoost-Nederland een combinatie van eigen drijfmest en de eigen dikke fractie van de vijzelpers toepassen om de stikstofafzetruimte op eigen land vol te krijgen en daarbij slechts een beperkt hoeveelheid afzetruimte voor fosfaat van 1,4 mln. kg op eigen land onbenut te laten. Dit wordt mede mogelijk gemaakt door lagere fosfor- en stikstofgehalten in het voer. De dunne fractie wordt afgezet op bedrijfsvreemd akkerbouwland. Melkveehouders in Noordwest-Nederland rijden zo veel mogelijk eigen drijfmest uit op eigen land tot de stikstofplaatsingsruimte vol is. Door het lagere fosforgehalte in het voer sluit de verhouding tussen stikstof en fosfaat in de mest goed aan bij de verhouding in plaatsingsruimte van deze mineralen. Hierdoor blijft slechts een beperkte hoeveelheid plaatsingsruimte voor fosfaat op eigen land onbenut.

Het resterende deel van de melkveemest uit Noordwest-Nederland wordt als bedrijfsvreemde mest afgezet op grasland. Fokvarkensmest wordt aangewend op maisland en de daarop aanwezige fosfaatplaatsingsruimte van 4,0 mln. kg wordt helemaal gevuld. Het resterende deel van de fokvarkensmest wordt aangewend in de akkerbouw. De resterende hoeveelheden fosfaatplaatsingsruimte op akkerbouw en gras worden opgevuld met vleesvarkensmest. Het deel dat dan nog over blijft wordt gehygiëniseerd en afgezet in Duitsland.



Figuur 3.8 Economisch optimale afzet van melkvee- en varkensdrijfmest (massa in mln. ton per jaar), fosfaat en stikstof (mln. kg per jaar) per onderscheiden mestafzettekets in het scenario met derogatie en met gebruik van fosfaat uit zuiveringslib



Figuur 3.9 Resterende afzetruimte voor fosfaat en stikstof (mln. kg per jaar) en kunstmestkosten (mln. € per jaar) om deze te vullen op de onderscheiden afzetmogelijkheden voor mest bij de economisch optimale afzet van melkvee- en varkensdrijfmest in het scenario met derogatie en met gebruik van fosfaat uit zuiveringslib

3.2.3 Zonder derogatie en met gebruik van fosfaat uit zuiveringslib

In het scenario zonder derogatie (paragraaf 3.2.1) is er dusdanig veel resterende fosfaatafzetruimte op eigen land van de melkveehouderij (18,5 mln. kg, figuur 3.6), dat alle fosfaat uit zuiveringslib hierop aangewend kan worden. Zonder derogatie is namelijk de stikstofafzetruimte op eigen land van de melkveehouderij het eerst beperkende. Het resultaat is dus hetzelfde als in het scenario zonder derogatie en zonder aanwending van fosfaat uit zuiveringslib.

3.3 Robuustheid van de resultaten

3.3.1 Geen kosten voor onbenutte afzetruimte voor fosfaat en stikstof

In deze paragraaf bekijken we wat de effecten zijn als er geen kosten worden toegerekend aan onbenutte afzetruimte voor fosfaat en voor stikstof. Voor alle vier de scenario's zijn de verschillen vergelijkbaar. Daarom bespreken we alleen de resultaten van het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringslib en het scenario zonder derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringslib (zie bijlage 1). Bij de vergelijking met de situatie met toegerekende kosten vallen er twee dingen op in de optimale oplossing bij deze scenario's. Het eerste is dat vleesvarkensdrijfmest die niet afgezet kan worden in Nederland in zijn geheel wordt verwerkt tot korrels, als er geen kosten worden gerekend voor onbenutte afzetruimte. Volledig korrelen en afzetten in de rest van de wereld is dan economisch aantrekkelijker dan afzetten in Duitsland, wat wel aantrekkelijk was bij kosten voor onbenutte afzetruimte. Elke kg fosfaat of stikstof die verwerkt wordt terwijl er nog afzetruimte in Duitsland beschikbaar is, heeft naast de opbrengsten van de korrels ook kosten van deze onbenutte afzetruimte. Zonder deze kosten van onbenutte afzetruimte hebben deze korrels alleen opbrengsten. Het tweede is dat de fosfor- en stikstofgehaltenes in het voer van melkvee

lager zijn en de gehalten in fokvarkensvoer juist hoger zijn dan in de situatie met kosten voor onbenutte afzetruimte. Dat ontstaat omdat de extra mineralen verwerkt worden in korrels en deze tegen een opbrengstprijz afgezet kunnen worden in de rest van de wereld. Deze twee verschillen zijn ook te zien bij de andere twee scenario's.

3.3.2 Hoge en lage opbrengstprijzen en kosten

Het model is doorgerekend om het optimale fosfor- en stikstofgehalte in het voer en de optimale mestbe-/verwerkingstechniek te bepalen bij minimale kosten van maatregelen minus de opbrengsten voor combinaties van de variatie in inputvariabelen:

- mestverwerkings- en hygiëniseerkosten
- mestdistributiekosten
- voerprijzen
- prijzen van drijfmest en mestproducten
- prijzen van mineralenproducten.

De variatie wordt uitgedrukt in twee niveaus (niveau 2 is het basisniveau, waarvan de uitkomsten zijn beschreven in paragraaf 3.1 en 3.2):

1. Niveau 1: Meest gunstige waarden, dus de laagste kosten en de hoogste opbrengstprijz.
2. Niveau 3: Minst gunstige waarden, dus de hoogste kosten en de laagste opbrengstprijz.

In deze paragraaf presenteren we de resultaten van deze robuustheidsanalyse voor 2 scenario's:

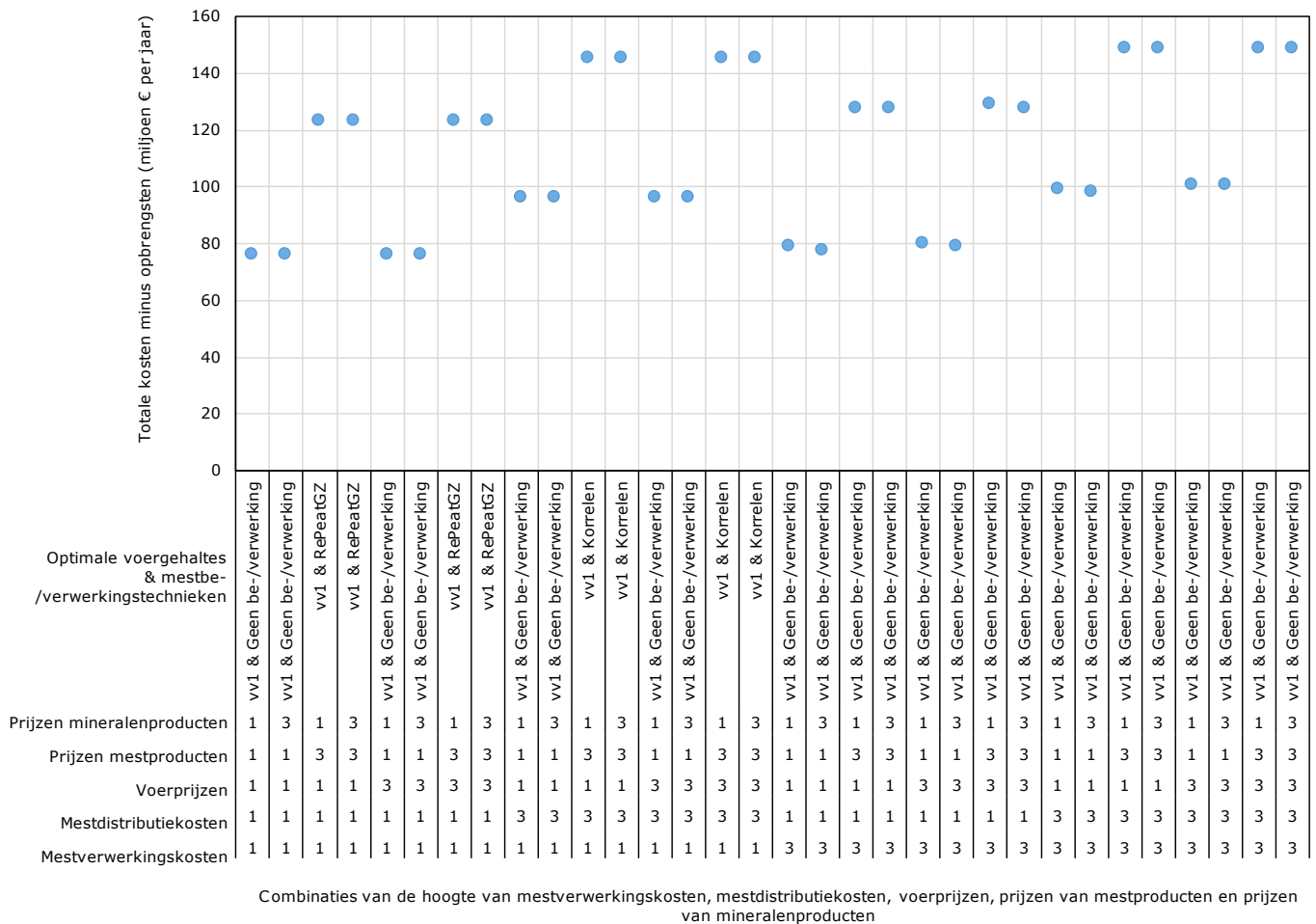
- 1) het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiverings-slib in de landbouw, en
- 2) het verlagen van de fosfaatplaatsingsruimte in de Nederlandse landbouw als de derogatie is afgeschaft. De resultaten worden per diersoort gepresenteerd, het model is wel gerund met alle diersoorten tegelijk.

Basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiverings-slib

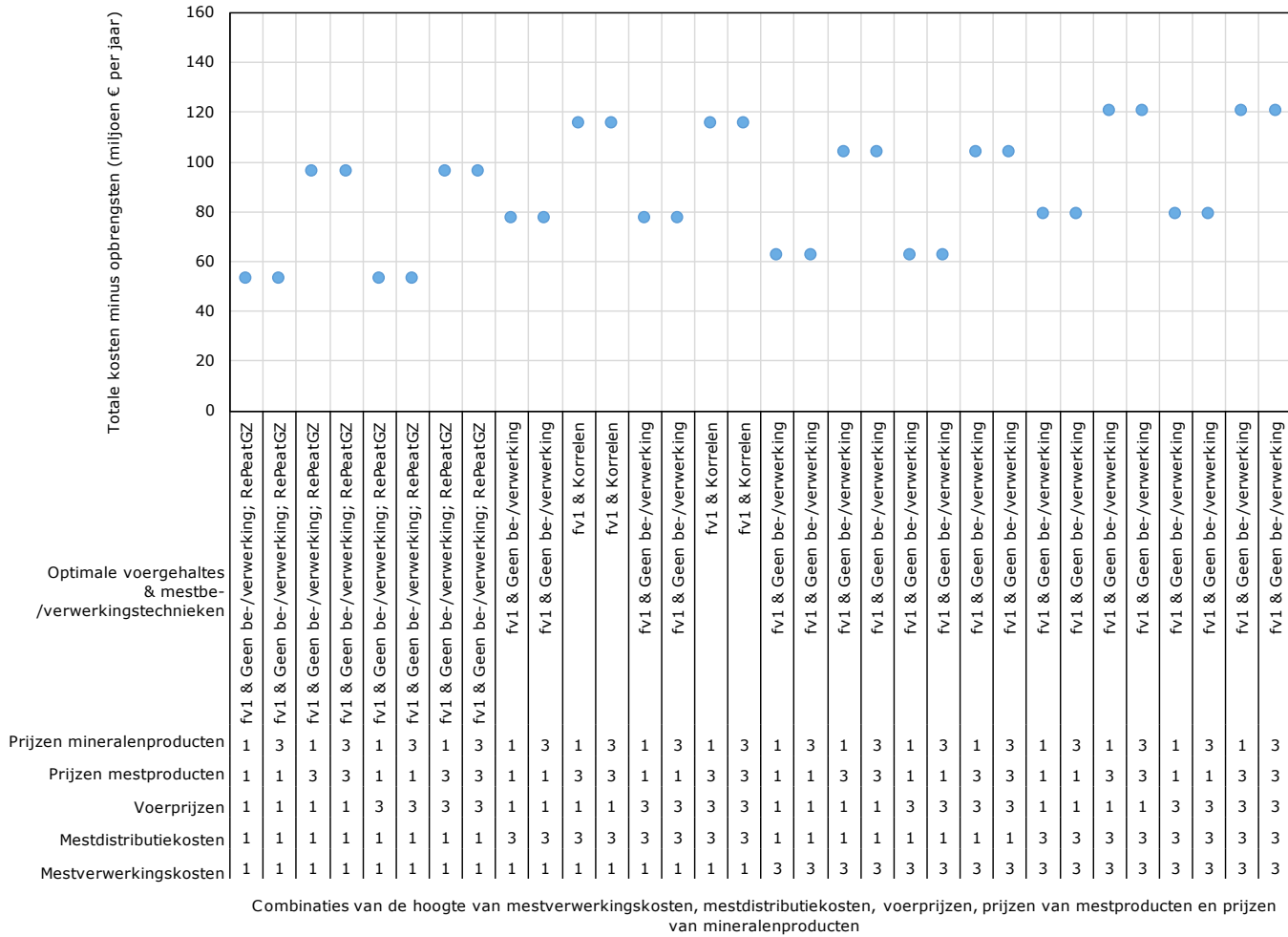
Figuur 3.10 en 3.11 geven de resultaten van niveau 1 en 3 voor vleesvarkens en fokvarkens voor het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiverings-slib. Die voor melkvee staan in figuur B2.1 en B2.2 in bijlage 2. De resultaten van dezelfde 'niveau'-scenario's kunnen worden opgeteld om tot de totale nettokosten te komen voor Nederland. Bijvoorbeeld, de nettokosten van vleesvarkens waarin alle variabelen de gunstigste waarde hebben zoals in niveau 1 (de meest linkse uitkomst) bedragen € 76 mln. per jaar (figuur 3.10). In ditzelfde 'niveau'-scenario bedragen de nettokosten voor fokvarkens € 53 mln. per jaar (figuur 3.11), voor melkvee uit Zuidwest-Nederland -/€ 9 mln. per jaar (bijlage 2), en voor melkvee uit Noordwest-Nederland -/€ 34 mln. per jaar (bijlage 2). De totale nettokosten bedragen dan € 86 mln. per jaar. Dit is aanzienlijk lager dan de nettokosten bij niveau 2 van € 312 mln. per jaar (paragraaf 3.1). Bij niveau 3 bedragen de totale nettokosten € 532 mln. per jaar.

Bij vleesvarkens en fokvarkens heeft de afzetprijs van mestproducten de grootste impact op de totale nettokosten, gevolgd door de mestdistributiekosten en de mestbe-/verwerkingskosten (figuur 3.10 en figuur 3.11). Het verschil in totale nettokosten tussen de kolommen met de variabele 'prijzen mestproducten = 1' en kolommen met de variabele 'prijzen mestproducten = 3' is groter dan het verschil bij andere variabelen. Bijvoorbeeld, het verschil tussen de eerste meest linkse kolom (prijzen mestproducten = 1) en derde kolom (prijzen mestproducten = 3) is meer dan € 40 mln. per jaar. De economisch optimale voergehalten bij vleesvarkens en fokzeugen zijn robuust en de economisch optimale mestbe-/verwerkingstechnieken zijn minder robuust. Voor vleesvarkens en fokzeugen is in alle combinaties van prijzen en kosten het normale mineralengehalte in het voer (vv1 respectievelijk fv1) optimaal. Voor de optimale mestbe-/verwerkingstechnieken zijn de volgende patronen te ontdekken:

1. Als de mestbe-/verwerkingskosten hoog zijn, dan is het voor beide varkenssoorten optimaal om geen mest te be-/verwerken en alleen drijfmest af te zetten.
2. Bij lage mestbe-/verwerkingskosten is mestverwerking vaak optimaal, behalve als de mestafzet goedkoop is.
3. RePeatGZ is optimaal als de mestdistributiekosten laag zijn.
4. Korrelen is optimaal als de mestdistributiekosten hoog zijn.
5. Mest scheiden of composteren wordt nooit gekozen als economisch optimale oplossing.



Figuur 3.10 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten voor vleesvarkensdrijfmest in Nederland in het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiverings-slib bij alternatieve waarden voor de prijzen en kosten. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van (1=hoog, 3=laag), rij 2 de variatie in afzetprijzen van mestproducten (1=goedkoop, 3=duur), rij 3 de variatie in voerprijzen (1=laag, 3=hoog), rij 4 de variatie in mestdistributiekosten (1=laag, 3=hoog) en rij 5 de variatie in mestverwerkingskosten (1=laag, 3=hoog)



Figuur 3.11 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten voor fokvarkensdrijfmest in Nederland in het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib bij alternatieve waarden voor de prijzen en kosten. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van (1=hoog, 3=laag), rij 2 de variatie in afzetprijzen van mestproducten (1=goedkoop, 3=duur), rij 3 de variatie in voerprijzen (1=laag, 3=hoog), rij 4 de variatie in mestdistributiekosten (1=laag, 3=hoog) en rij 5 de variatie in mestverwerkingskosten (1=laag, 3=hoog)

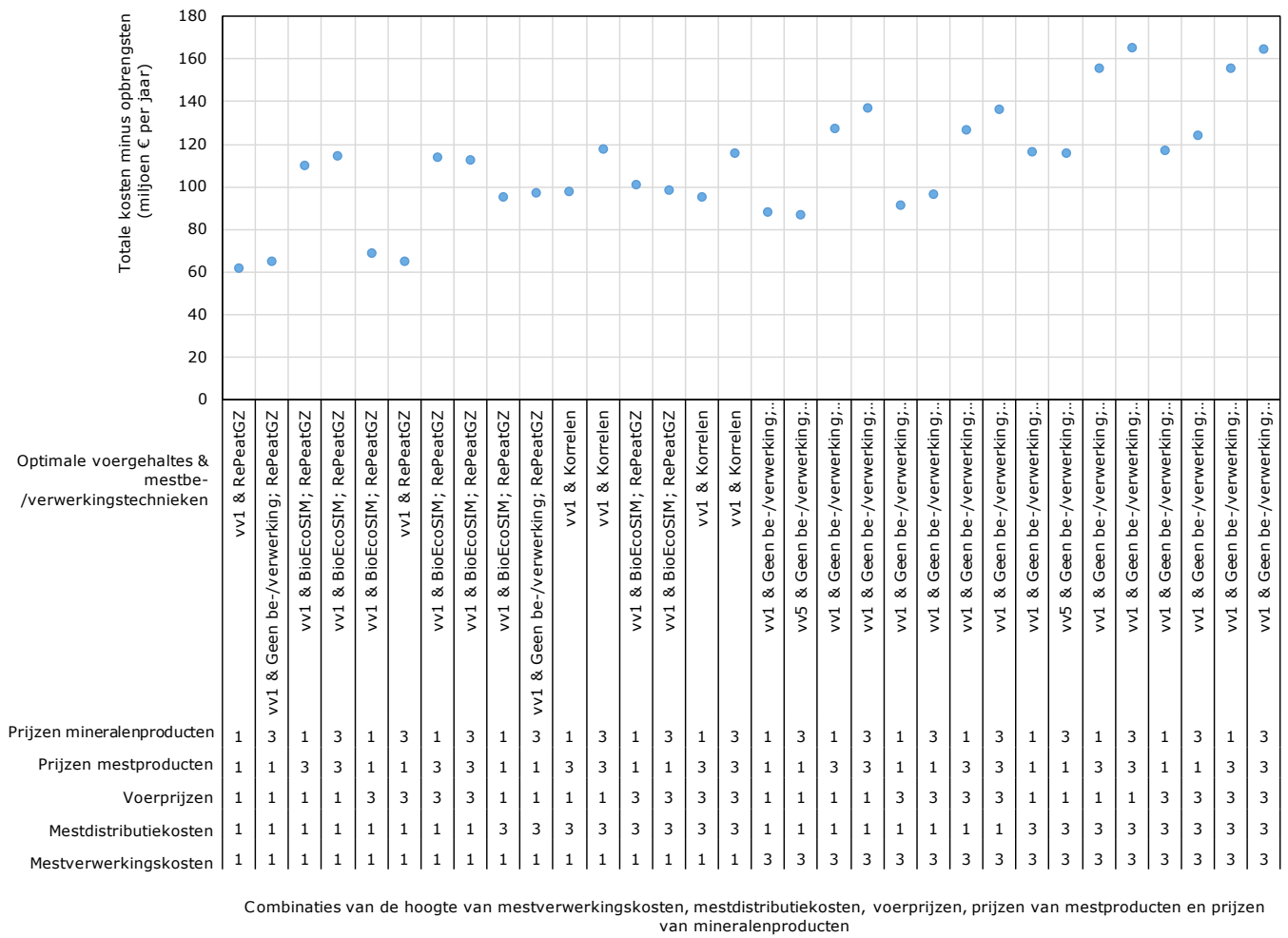
Bij melkvee heeft de afzetprijs van mestproducten de grootste impact op de totale nettokosten, gevolgd door de mestdistributiekosten (bijlage 2). De economisch optimale mestbe-/verwerkingstechnieken bij melkvee zijn robuust, omdat deze gelijk blijven ongeacht de hoogte van de prijzen of kosten (geen be-/verwerking in Noordwest-Nederland, combinatie van geen be-/verwerking en vijzelpers in Zuidoost-Nederland). Het economisch optimale voergehalte is ook robuust in Zuidoost-Nederland, omdat in bijna alle situaties het laagste voergehalte (mz3) optimaal is. In Noordwest-Nederland is het voergehalte minder robuust, maar er valt wel een patroon te herkennen: als de afzetprijs van mestproducten hoog is, is een verlaagd mineralengehalte in het voer optimaal. Er hoeft dan minder mest te worden afgevoerd, waardoor de besparing op de mestafzetkosten de verhoogde voerkosten compenseert.

Verminderde fosfaatplaatsingsruimte zonder derogatie

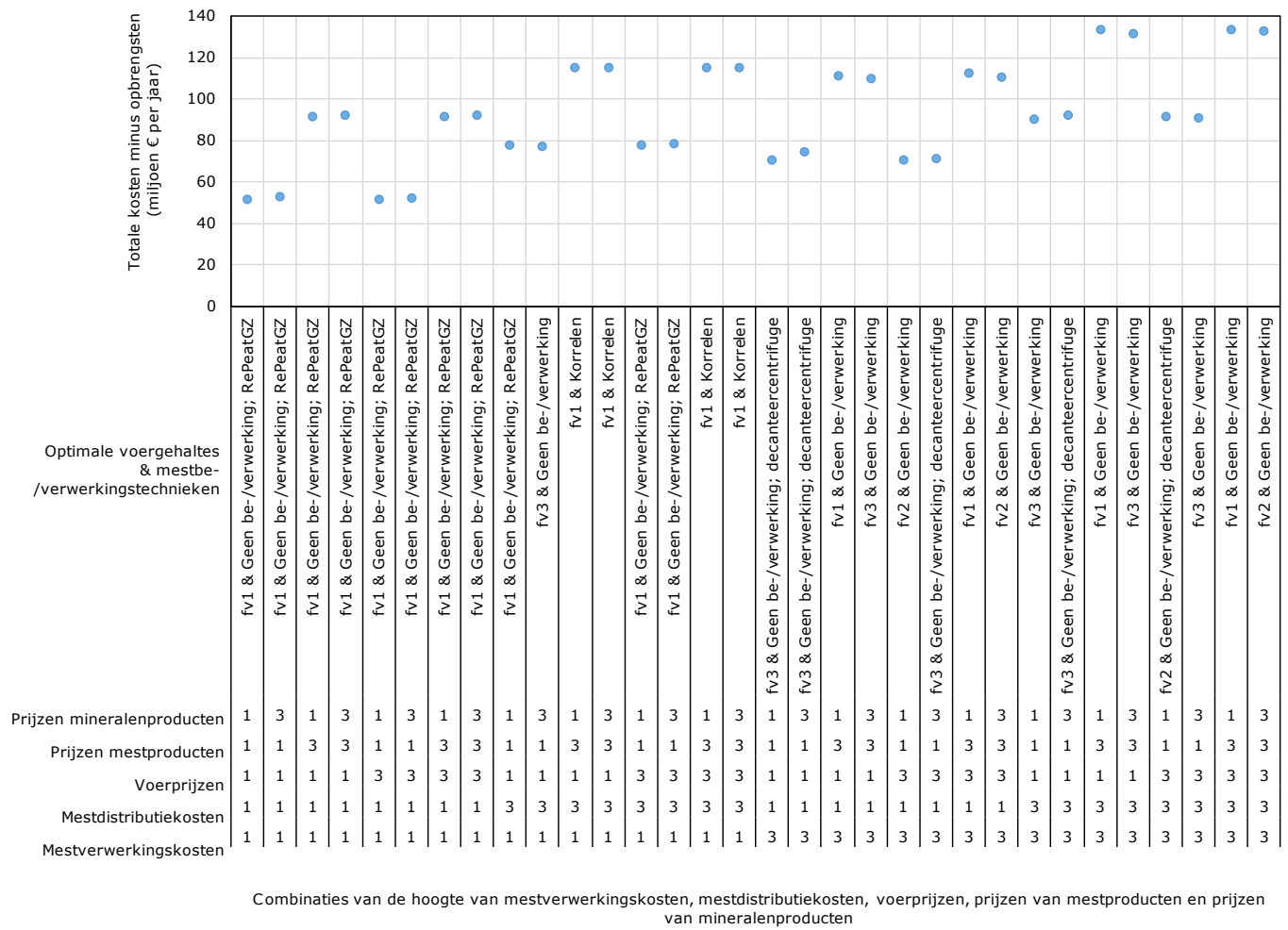
In deze paragraaf analyseren we de effecten van het verlagen van de fosfaatplaatsingsruimte in de Nederlandse landbouw als de derogatie is afgeschaft. Dit is niet een direct te verwachten scenario, maar omdat in dit scenario mestbe-/verwerking noodzakelijk is om het mestprobleem op te lossen, kunnen we goed het effect van de spreiding in prijzen en kosten op de keuze van de mestbe-/verwerkingstechniek beoordelen. Door afschaffing van de derogatie is de plaatsingsruimte van stikstof in Nederland 59,6 mln. kg kleiner dan met derogatie. Er wordt 9,7 mln. kg fosfaat uit zuiveringsslib afgezet op gronden voor niet-bedrijfseigen mest, dus op gras-, mais en akkerbouwland. Een eventuele resterende fosfaatplaatsingsruimte op eigen grond van de melkveehouderij wordt opgevuld met kunstmest.

Figuren 3.12 en 3.13 geven de resultaten van niveau 1 en 3 van prijzen en kosten voor vleesvarkens en fokvarkens. Die voor melkvee staan in figuur B3.1 en B3.2 in bijlage 3. Het optimale voergehalte voor vleesvarkens is het normale gehalte, omdat in alle situaties er via mestverwerking mineralenproducten worden gemaakt en een verlaging van de gehalten tot een lagere opbrengstprijs van de korrels zou leiden. Het optimale mineralengehalte in het voer voor melkvee uit Zuidoost-Nederland wordt verlaagd tot het laagste niveau. In de meeste situaties wordt het mineralengehalte in het voer voor melkvee uit Noordwest-Nederland ook verlaagd, alleen de mate waarin hangt af van het 'prijsniveau'. Het optimale voergehalte voor fokvarkens varieert meer dan bij melkvee uit Noordwest-Nederland. Voor beide geldt wel dat naar mate mestbe-/verwerkings- en mestdistributiekosten hoger en mestproductenafzet duurder wordt, het optimale voergehalte lager is. De optimale mestbe-/verwerkingstechniek is robuust in de melkveehouderij. De melkveehouderij uit Noordwest-Nederland past geen mestbe-/verwerking toe, de melkveehouderij uit Zuidoost-Nederland bewerkt een deel van de mest met een vijzelpers en de rest niet. Bij alle prijsniveaus wordt vleesvarkensdrijfmest en vaak ook fokvarkensdrijfmest be-/verwerkt. Welke technologie optimaal is, is afhankelijk van het prijsniveau. Naar mate mestbe-/verwerkingskosten lager zijn, is het aantrekkelijker om de mest te verwerken tot mineralenproducten of korrels via RePeatGZ, BioEcoSIM of korrelen. Bij hogere kosten van mestbe-/verwerking is een decanteercentrifuge vaak aantrekkelijk, waarna de dikke fractie wordt gekorrelt. Composteren komt in geen enkel scenario als economisch optimaal naar voren.

Vergelijken we de resultaten over de diersoorten van dit scenario met die van het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib, dan zijn de totale kosten min opbrengsten in dit scenario zonder derogatie € 150 tot € 200 mln. per jaar hoger dan in het basisscenario. Deze extra kosten worden vooral veroorzaakt door de afschaffing van de derogatie en slechts beperkt door minder afzetruimte voor fosfaat. De kosten voor de afzet van melkveemest stijgen het meest, omdat melkveebedrijven minder mest op eigen land mogen aanwenden en meer moeten afvoeren omdat er geen derogatie meer is. Dit leidt tot hogere transportkosten en extra mestafzetkosten. Door de kleinere afzetruimte voor stikstof en fosfaat in Nederland, wordt een deel van de varkensdrijfmest verwerkt tot korrels of mineralenproducten.



Figuur 3.12 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten voor vleesvarkensdrijfmest in Nederland bij een 9,7 mln. kg kleinere fosfaatafzetruimte in het scenario zonder derogatie en met gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib bij alternatieve waarden voor de prijzen en kosten. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van (1=hoog, 3=laag), rij 2 de variatie in afzetprijzen van mestproducten (1=goedkoop, 3=duur), rij 3 de variatie in voerprijzen (1=laag, 3=hoog), rij 4 de variatie in mestdistributiekosten (1=laag, 3=hoog) en rij 5 de variatie in mestverwerkingskosten (1=laag, 3=hoog)



Figuur 3.13 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten voor fokvarkensdrijfmest in Nederland bij een 9,7 mln. kg kleinere fosfaatafzetruimte in het scenario zonder derogatie en met gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib bij alternatieve waarden voor de prijzen en kosten. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van (1=hoog, 3=laag), rij 2 de variatie in afzetprijzen van mestproducten (1=goedkoop, 3=duur), rij 3 de variatie in voerprijzen (1=laag, 3=hoog), rij 4 de variatie in mestdistributiekosten (1=laag, 3=hoog) en rij 5 de variatie in mestverwerkingskosten (1=laag, 3=hoog)

3.3.3 Hoge en lage stikstofemissie

In deze paragraaf analyseren we de effecten van een hogere of lagere stikstofemissie uit stallen en mestopslagen. Bij een lagere stikstofemissie uit stallen en opslag zijn de nettokosten voor de melkveehouderij in Noordwest- en in Zuidoost-Nederland hoger (bijlage 4). Bij een lagere emissie blijft er namelijk meer stikstof in de mest, waardoor melkveehouders minder mest op eigen land kunnen uitrijden en meer moeten afvoeren. Deze extra afvoer van mest leidt tot extra kosten. Bij de gemiddelde stikstofemissie is de stikstofafzetruimte op eigen land in de melkveehouderij het eerste beperkend. Bij een hogere stikstofemissie wordt ook tegen de fosfaatafzetruimte op eigen land aangelopen, waardoor het in een aantal situaties economisch optimaal is om het fosforgehalte in het voer verder te verlagen dan bij een lage stikstofemissie. Bij vlees- en fokvarkenshouders zijn de nettokosten nagenoeg gelijk voor beide niveaus van stikstofemissie, omdat deze de mest sowieso moeten afvoeren. De economisch optimale voergehaltes en mestbe-/verwerking zijn ook gelijk voor beide niveaus.

4 Discussie, aanbevelingen en conclusies

Wagenberg et al. (2018). Als er kosten worden toegekend aan onbenutte afzetruimte voor fosfaat en stikstof (omdat de akkerbouw kosten maakt voor kunstmest om deze onbenutte ruimte op te vullen), dan is het gebruik van een decanteercentrifuge gevolgd door korrelen van de dikke fractie voor een deel van de drijfmest optimaal. Als we de kunstmestkosten van akkerbouwers om de onbenutte afzetruimte voor fosfaat en stikstof op te vullen niet meenemen, dan is volledig korrelen van een deel van de drijfmest optimaal. Er is niet een economisch meest optimale mestverwerkingstechniek, deze varieert tussen de scenario's en het niveau van prijzen en kosten.

In het model zijn geen kosten gerekend voor opslag van de geproduceerde mest, omdat bedrijven op dit moment al voldoende opslag voor alle mest hebben zonder mestverwerking. De mestopslagkosten worden dan niet beïnvloed door de beslissingsvariabelen in het model (fosforgehalte in voer en mestverwerkingstechniek). Echter, als een bedrijf structureel voor bijvoorbeeld centrale verwerking van de mest kiest met regelmatige afvoer naar de verwerkingsinstallatie, dan kan de opslag op het bedrijf mogelijk kleiner worden gemaakt dan bij afzet van onbewerkte mest. Hierdoor kunnen de investeringskosten in mestopslag op het bedrijf uiteindelijk lager zijn, wat dan meegenomen dient te worden bij het bepalen van de economisch optimale oplossing op de lange termijn. Dit is een overweging bij nieuwbouw van de mestopslag, en minder bij bestaande mestopslag. Als een veehouder een verwerkingstechniek kiest, die een kleinere mestopslag behoeft, zal hij zijn grote mestopslag hoogstwaarschijnlijk niet afbreken om een kleinere opslag te bouwen. Hij zal dan slechts een deel van de grotere opslag gebruiken. Bij een oplossing voor langere termijn dient het model te worden uitgebreid met de investeringskosten van mestopslag op het bedrijf. Op langere termijn spelen ook structuurveranderingen een rol, zoals bijvoorbeeld schaalvergroting en afname van het aantal varkens- en melkveebedrijven. Ook hiermee zal het model moeten worden aangepast voor een oplossing op lange termijn.

Deze studie berekent de economisch optimale oplossing voor afzet van melkvee- en varkensdrijfmest op nationaal niveau in Nederland. In de economisch optimale oplossing moet de melkveehouderij extra kosten maken voor lagere voergehaltes en mestscheiding, waardoor de varkenshouderij meer mest kan aanwenden in Nederland en daarmee kosten kan besparen. Kosten en baten liggen dus in andere sectoren. De economisch optimale oplossing op sectorniveau hoeft niet in dezelfde lijn te liggen als de optimale oplossing op nationaal niveau, zowel binnen een sector als over sectoren heen. Om de op nationaal niveau economisch optimale oplossing te realiseren, kan een verdelingsmechanisme van de baten over alle betrokken sectoren noodzakelijk zijn. Zo kan ook de economisch optimale oplossing voor een individueel varkens- of melkveebedrijf afwijken van de nationale optimale oplossing. Bijvoorbeeld, in Nederland hebben de meeste varkenshouders nauwelijks eigen grond om mest af te zetten. Hierdoor hebben we verondersteld dat alle mest van het varkensbedrijf afgevoerd moet worden en buiten het varkensbedrijf afgezet wordt. Voor varkensbedrijven met eigen grond, kan de afweging van welke maatregelen economisch optimaal zijn verschillen van de hier gepresenteerde uitkomsten. Een verdergaande verlaging van het fosforgehalte in voer dan in deze studie berekend kan dan aantrekkelijker zijn, omdat dan minder mest afgevoerd hoeft te worden van het bedrijf waardoor bespaard wordt op de mestafzetkosten (Van Wagenberg en Backus, 1999).

Een beperking van de toepassing van MERIT op de gehele Nederlandse markt van melkvee- en varkensdrijfmest is dat de prijzen van de mestproducten in het model exogeen zijn. Dat betekent dat deze prijzen in elke modelrun vastliggen en de optimale oplossing berekend wordt bij deze vaste prijs. In MERIT is de mestafzetprijs dus niet afhankelijk van de hoeveelheid mestproduct die op de Nederlandse markt gezet wordt. Als de in MERIT gemodelleerde eindproducten slechts een (klein) deel van de Nederlandse mest markt betreffen, dan is dit een goede benadering. Echter, omdat we in deze studie de gehele markt van melkvee- en varkensdrijfmest in Nederland modelleren, is er wel een relatie te verwachten in het model tussen de berekende hoeveelheid afgezette mest in Nederland en

afzetprijs daarvan. Het is waarschijnlijk dat als het aanbod van dierlijke mest op de Nederlandse markt daalt tot beneden de vraag, dit in de praktijk zal leiden tot een prijscorrectie van de opbrengstprijzen van mest en dunne fractie waardoor de in Nederland beschikbare afzetruimte toch (grotendeels) wordt benut. Endogeen opnemen van de opbrengstprijzen van de producten in MERIT leidt tot een niet-lineair mixed-integer optimalisatieprobleem. Hiervoor is geen wiskundige optimalisatiemethode beschikbaar die de optimale oplossing garandeert. De uitkomsten van de resultaten bij de lagere mestafzetprijzen geven een indicatie van de optimale oplossing voor die situatie. Mogelijk kan een koppeling van MERIT met mestmarktmodellen dit probleem oplossen.

De uiteindelijke kosten van de mestafzet verschillen onderling vrijwel niet van elkaar tussen de verschillende mestverwerkingsprocessen. Bij hoge prijzen voor de mestproducten en hoge mestdistributiekosten heeft volledig korrelen lagere mestafzetkosten dan de overige verwerkingsprocessen, maar bij andere prijsverhoudingen is het verschil in kosten tussen de mestverwerkingsprocessen, scheiden en korrelen dikke fractie, volledig korrelen, RePeatGZ en BioEcoSIM uiterst gering. De keuze van het soort mestverwerkingsproces wordt dan niet door de economie bepaald maar door andere factoren. Bij RePeatGZ wordt van de fosfaat in de mest een kunstmestachtig fosfaat product gemaakt en bij BioEcoSIM hetzelfde maar dan ook nog een kunstmestachtig stikstof product. De organische stof en de kali worden dan in de directe omgeving van de fabriek afgezet. Bij volledig korrelen worden alle elementen in de mest (behalve water) geconcentreerd en kunnen dan in principe volledig teruggebracht worden naar waar ze vandaan komen, wat heel goed past binnen het kringlooppincipe. Scheiden en de dikke fractie korrelen zit wat tussenbeide in.

Bij alle scenario's en varianten die bij de berekeningen zijn doorgerekend werd bij vleesvarkens in geen enkel geval gekozen voor voer met lagere fosfaatgehalten. Voor het seminar Agroproductie in een circulaire & biobased economie zijn voorlopige resultaten gepresenteerd met net iets andere uitgangspunten (Luesink et al., 2018). Toen kon bij het basisscenario door wat lagere fosfaatgehalten in zowel vleesvarkensvoer en fokvarkensvoer net alle in Nederland geproduceerde melkvee- en varkensmest ook in Nederland geplaatst worden. Met iets andere uitgangspunten kan minder fosfaat in vleesvarkensvoer wel financieel aantrekkelijk zijn. Dus de economisch meest optimale oplossingsrichtingen liggen in een aantal situaties heel dicht bij elkaar.

4.1 Conclusies

- De economisch optimale oplossing voor het mestprobleem in de melkvee- en varkenshouderij in Nederland vergt een gezamenlijke inspanning van deze beide sectoren en niet alleen van de varkenssector, waar de meeste druk wordt ervaren.
- De economisch optimale maatregelen voor de melkveehouderij zijn minder gevoelig voor verandering in prijzen, kosten en stikstofemissie dan die voor de varkenshouderij.
- In de economisch optimale oplossing scheidt de melkveehouderij in Zuidoost-Nederland een deel van de mest met een eenvoudige scheidingstechniek (vijzelpers) tot alle overschotstikstof in de dunne fractie zit, die wordt afgevoerd van het bedrijf. De melkveehouderij in Noordwest-Nederland past geen mestbe- of verwerking toe. Vleesvarkensmest wordt altijd verwerkt via verdergaande mestverwerkingstechnieken (korrelen, BioEcoSIM of RePeatGZ), maar met welke techniek en of het alle mest of slechts een deel betreft hangt af van de hoogte van de prijzen, kosten en stikstofemissie. Of fokvarkensmest wordt verwerkt of niet en met welke techniek hangt ook sterk van de prijzen af.
- De mestdistributiekosten (veelal mesttransport) vormen bij alle scenario's de belangrijkste kosten (50-60% van totale kosten) gevolgd door die van de mestafzetkosten (betalingen aan akkerbouwer om de mest op zijn land af te zetten), die 30-40% van de totale kosten bedragen. Andere kosten voor hygiëniseren, mestverwerking en duurder voer bedragen maximaal zo'n 20% van het totaal.
- De modelberekeningen geven aan dat verlaging van het mineralengehalte in het voer van vleesvarkens economisch niet aantrekkelijk is, verlaging van de mineralengehaltes in het voer van melkvee is dat juist wel.
- Bij afschaffing van de derogatie nemen de totale kosten in de economisch optimale oplossing voor het probleem met melkvee- en varkensdrijfmest in Nederland toe met € 160-170 mln. per jaar.

-
- Bij aanwending van 9,7 mln. kg fosfaat vanuit zuiveringslib in de landbouw nemen de totale kosten slechts zeer beperkt toe.

4.2 Aanbevelingen

- Aan boeren(organisaties) en het agrarisch bedrijfsleven: focus op een gezamenlijke oplossing voor het mestprobleem over de melkvee - en varkenssectoren heen, omdat economisch optimale maatregelen op Nederlands niveau deels genomen moeten worden in sectoren die het minste druk ervaren (melkvee) en niet alleen in de sector waar de druk het grootst is (varkens).
- Aan boeren(organisaties), het agrarisch bedrijfsleven, overheid en landbouwkundig onderzoek: analyseer hoe kosten en baten in de mestafzettingen zijn verdeeld tussen de sectoren, per schakel en per bedrijfstype (bijvoorbeeld met en zonder eigen grond) om inzicht te krijgen in de benodigde stimuli per sector, ketenschakel en bedrijf om de economisch optimale oplossing te realiseren.
- Aan de overheid: verschaft langdurige zekerheid over het beleid dat de beschikbare fosfaat- en stikstofgebruiksruimte bepaald, zoals over de derogatie en aanwending van fosfaat uit zuiveringslib in de landbouw. Verwerking van vleesvarkensdrijfmest is namelijk alleen economisch optimaal als de plaatsingsruimte voor stikstof of fosfaat verkleind wordt terwijl mestverwerking aanzienlijke investeringen vergt. Bij de omvang van de fosfaat en stikstofplaatsingsruimte met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringslib in de landbouw is berekend dat er nauwelijks een fosfaatoverschot is in Nederland door lagere fosforgehaltes in het voer en door de verwachte krimp in aantallen stuks melkvee en varkens (door het fosfaatquotum en de opkoopregeling in de varkenshouderij).
- Aan organisaties bezig met mestverwerking en landbouwkundig onderzoek: ontwikkel (verder) verdergaande mestverwerkingstechnieken voor vlees- en fokvarkensdrijfmest zoals korrelen, BioEcoSIM en RePeatGZ, die nodig zijn als de plaatsingsruimte voor stikstof en fosfaat wel verkleind wordt ten opzichte van nu.

Literatuur en websites

- Bedrijveninformatienet, 2015. Bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research.
- BioEcoSIM, 2017. Nog niet gepubliceerd resultaat van het BioEcoSIM-project.
- Broens, D.F., H. Luesink en M. van Galen, 2012. Bio-based park Cuijk, innovatieve contracten in de mestmarkt. Rapport VR 2012-001, LEI Wageningen UR, Den Haag.
- CBS, 2017. Dierlijke mest en mineralen 2016. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen/Bonaire. Gedownload van <https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2017/33/dierlijke-mest-en-mineralen-2016> op 24 september 2018.
- Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2017. Bemestingsadvies. Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, p.a. Wageningen Livestock Research, Wageningen. Gedownload van <http://edepot.wur.nl/413891> op 4 oktober 2017.
- De Buisonje, F., 2018. Scheidingsrendement van rundveemest met een vijzelpers. Lelystad, Wageningen Livestock Research, persoonlijke mededeling op basis van: Quick calculation tool for manure separation and distribution of mass, minerals and dry matter', Melse & De Buisonje (2015), (<http://www.sdddc.org/en/download/detail-155.aspx>).
- De Koeijer, T., C. de Lauwere, H. Luesink en H. Prins, 2018. Handelsverkeer in de mestmarkt: Opties voor interventies. Rapport 2018-057, Wageningen Economic Research, Den Haag
- Dijkhuizen, A.A. en R.S. Morris, 1997. Animal Health Economics. 1st ed. Postgraduate Foundation in Veterinary Science, University of Sydney, Sydney, Australië.
- Ecoson, 2015. Ledenbijeenkomst nutriëntenplatform bij Ecoferm te Uddel. Son, Ecoson, Persoonlijke mededeling
- Haan, J.J. en W.C.A. Geel, 2013. Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Lelystad, PPO AGV Team, Research report
- Luesink, H., C. van Wagenberg en A. Greijdanus, 2018. Economische optimalisatie van oplossingen: Toepassing WEcR-MERIT model. Presentatie op Seminar Agroproductie in een Circulaire & Biobased Economie: 1 November 2018 (<http://edepot.wur.nl/469407>).
- Melse, R.W., P. Hoeksma en N.W.M. Ogink, 2017. Technische bovengrenzen van P₂O₅ gehalte dikke fractie na scheiding drijfmest met decanteercentrifuge. Vertrouwelijk rapport, Wageningen Livestock Research, Wageningen.
- Nieuwe Oogst, 2018. Schouten wil varkensstapel met miljoen dieren inkrimpen. Artikel J. Boonen, Nieuwe Oogst, 2 juni 2018. Gedownload van <https://www.nieuweoogst.nu/nieuws/2018/06/02/schouten-wil-varkensstapel-met-miljoen-dieren-inkrimpen>.
- Oenema, O., 2015. Advies over percentages mestverwerking in 2016. Wageningen, Commissie van Deskundigen Meststoffenwet.
- Regelink, I., 2018. Fosfaat-scheiding met het RePeat proces. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Persoonlijke mededeling
- Rommelink, G., 2018. Prijzen en stikstof en fosforgehalten in krachtvoer met verlaagde stikstof- en fosforgehalten. Lelystad, Wageningen Livestock Research, persoonlijke mededeling
- Romijn, G. en G. Renes, 2013. Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten batenanalyse. CPB/PBL, Den Haag.
- RVO, 2016. Getransporteerde hoeveelheid dierlijke emst in 2015 op basis van vervoersbewijzen dierlijke mest. Assen, RVO, Persoonlijke mededeling
- Schröder, J., F. de Buisonje, G. Kasper, N. Verdoes en K. Verloop, 2009. Mestscheiding: relaties tussen techniek, kosten, milieu en landbouwkundige waarde. Wageningen Plant Research International, Rapport 287, Wageningen.
- Uenk, J.H., M. Vermeulen en H. Luesink, 2012. Afzetmarkt voor varkensmestkorrels. Rapport DOFCO BV.
- Van Bruggen C., A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof en J. Vonk, 2018. Emissies naar de lucht uit de landbouw in 2016. WOt technical report 119, Wageningen UR, Wageningen.
- Van Bruggen, 2018. Dierlijke mest en mineralen 2016. Den Haag, Centraal Bureau voor de Statistiek

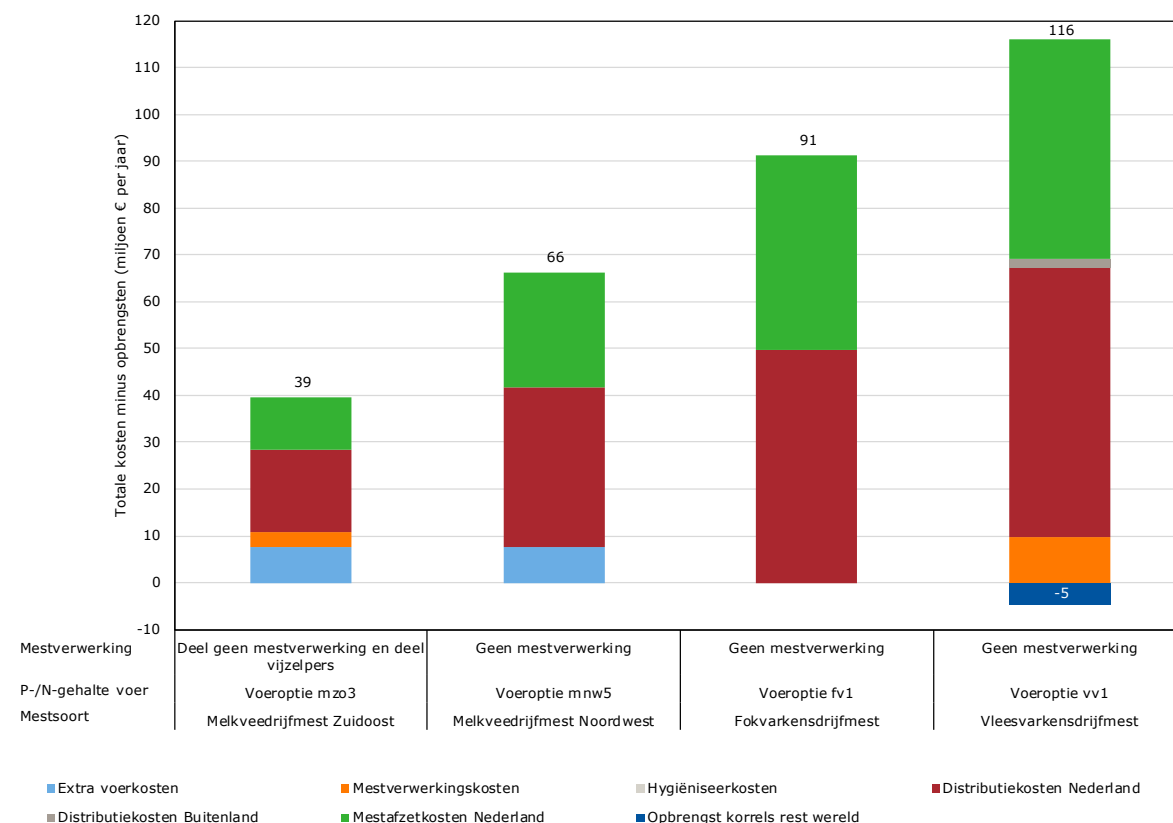
-
- Van Horne, P.L.M. en H.H. Luesink, 2009. Market for dry poultry manure 2008-2019. Interne notitie, LEI, Den Haag.
- Van Wagenberg, C.P.A., A.F. Greijdanus en H.H. Luesink, 2018. Kosteneffectieve oplossing voor fosfaatprobleem met Nederlandse vleesvarkensmest; Toepassing van MERIT-model. Rapport 2018-020, Wageningen Economic Research, Den Haag.
- Van Wagenberg, C.P.A. en G.B.C. Backus, 1999. Model MINERALENSTROOM. Proefverslag nummer P1.221, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Bijlage 1 Resultaten zonder kosten voor ongebruikte afzetruimte

In deze bijlage geven we de resultaten van het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib en het alternatieve scenario zonder derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib. Wel of geen derogatie had de grootste effect op de totale kosten.

Basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib

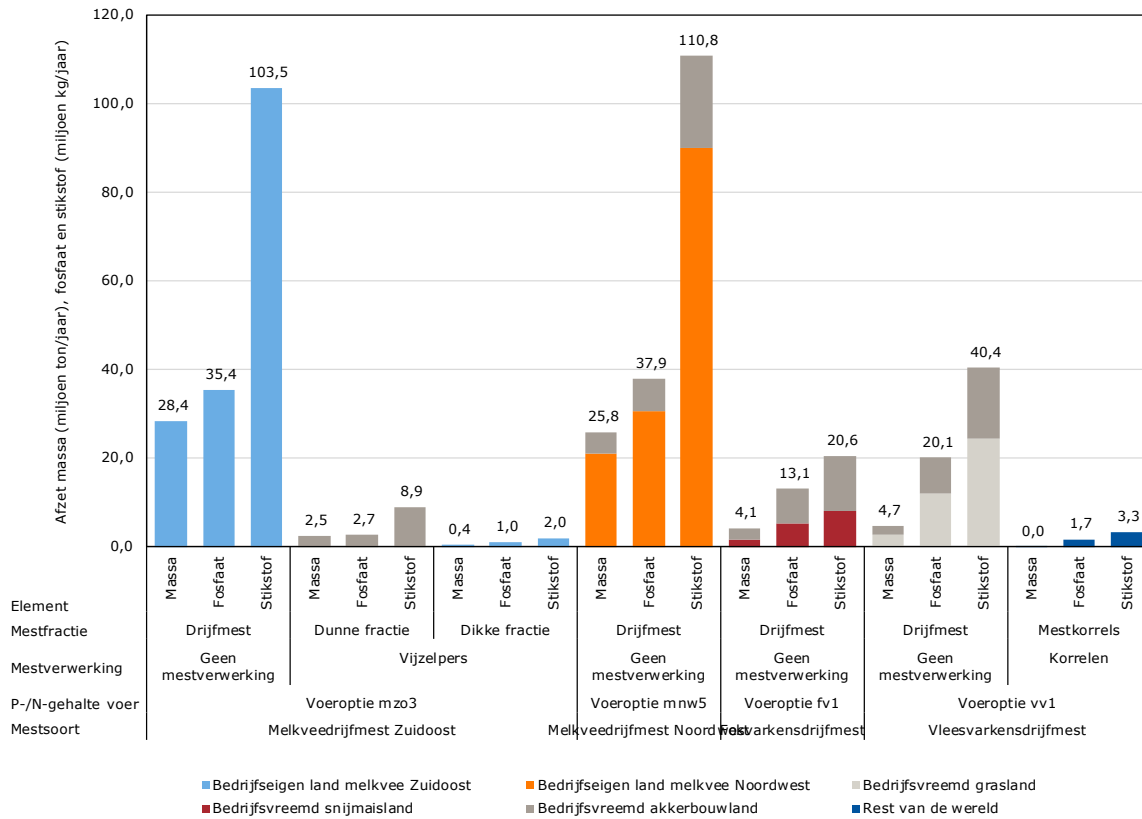
De totale kosten minus de opbrengsten per jaar bij de economisch optimale afzet van de verschillende mestsoorten als er geen kosten worden toegekend aan onbenutte afzetruimte in het scenario zonder derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib is berekend op € 308,3 mln. per jaar (figuur B1.4). De hoogste kosten worden gemaakt voor de afzet van vleesvarkensmest (€ 111,5 mln. per jaar; € 123,7 mln. per jaar aan kosten minus € 4,5 mln. per jaar aan opbrengsten uit de mestkorrels), gevolgd door melkveemest (€ 105,6 mln. per jaar) en fokzeugenmest (€ 91,2 mln. per jaar). Over de mestsoorten heen zijn de totale distributiekosten met € 161,1 mln. per jaar de grootste kostenpost, gevolgd door mestafzetkosten van € 123,7 mln. per jaar, extra voerkosten van € 15,3 mln. per jaar en mestverwerkingskosten van € 12,7 mln. per jaar. De korrels gemaakt van vleesvarkensmest leveren opbrengsten op van € 4,5 mln. per jaar.



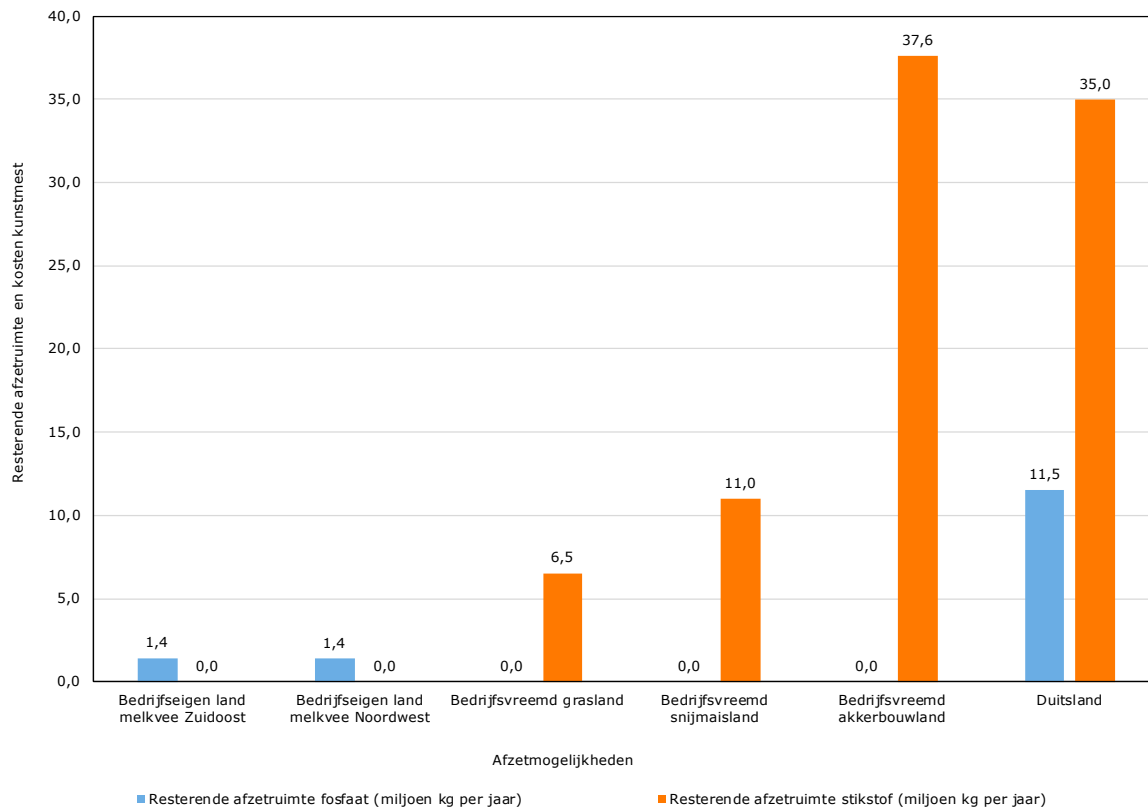
Figuur B1.1 Opbouw van de kosten en opbrengsten (mln. € per jaar) per onderscheiden mestafzetketen bij de economisch optimale afzet van melkvee- en varkensdrijfmest in het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib als er geen kosten worden toegekend aan onbenutte afzetruimte voor fosfaat en stikstof

Uit figuur B1.2 en figuur B1.3 blijkt dat de melkveehouders in Zuidoost-Nederland een combinatie van eigen melkveedrijfmest en de eigen dikke fractie van de vijzelpers toepassen om de stikstofafzetruimte op bedrijfseigen land vol te krijgen. Er wordt dus zoveel gescheiden dat alle stikstofoverschot in de af te voeren dunne fractie zit. Hierbij wordt slechts een beperkte hoeveelheid

fosfaatafzetruimte van 1,4 mln. kg op bedrijfseigen land onbenut gelaten. Dit wordt mede mogelijk gemaakt door lagere fosfor- en stikstofgehaltenes in het voer. De dunne fractie wordt afgezet op bedrijfsvreemd akkerbouwland. Melkveehouders in Noordwest-Nederland rijden zo veel mogelijk eigen melkveedrijfmest uit op bedrijfseigen land tot de stikstofplaatsingsruimte vol is. Door het lagere fosforgehalte in het voer sluit de verhouding tussen stikstof en fosfaat in de mest beter aan bij de verhouding in plaatsingsruimte van deze mineralen. Hierdoor blijft slechts een beperkte hoeveelheid plaatsingsruimte voor fosfaat op eigen land onbenut. Het resterende deel van de melkveedrijfmest uit Noordwest-Nederland wordt afgezet op bedrijfsvreemd akkerbouwland. Fokvarkensdrijfmest wordt aangewend op bedrijfsvreemd snijmaisland en de daarop aanwezige fosfaatplaatsingsruimte van 5,2 mln. kg wordt helemaal gevuld. De resterende hoeveelheden fosfaatplaatsingsruimte op bedrijfsvreemd akkerbouw- en grasland worden opgevuld met vleesvarkensdrijfmest. Het deel van de vleesvarkensdrijfmest dat dan nog overblijft wordt tot mestkorrels verwerkt.



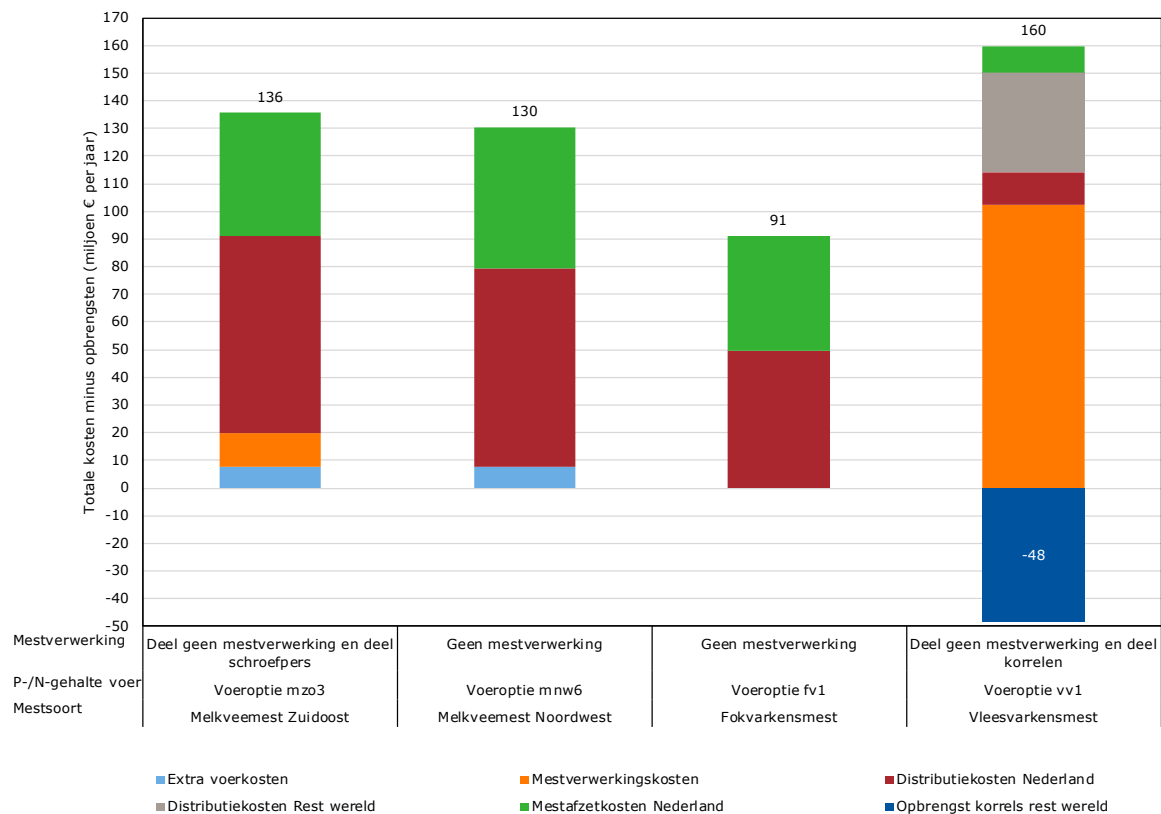
Figuur B1.2 Economisch optimale afzet van melkvee- en varkensdrijfmest (massa in mln. ton per jaar), fosfaat en stikstof (mln. kg per jaar) per onderscheiden mestafzetketen in het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib als er geen kosten worden toegekend aan onbenutte afzetruimte voor fosfaat en stikstof



Figuur B1.3 Resterende afzetruimte voor fosfaat en stikstof (mln. kg per jaar) bij de economisch optimale afzet van melkvee- en varkensdrijfmest in het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib als er geen kosten worden toegekend aan onbenutte afzetruimte voor fosfaat en stikstof

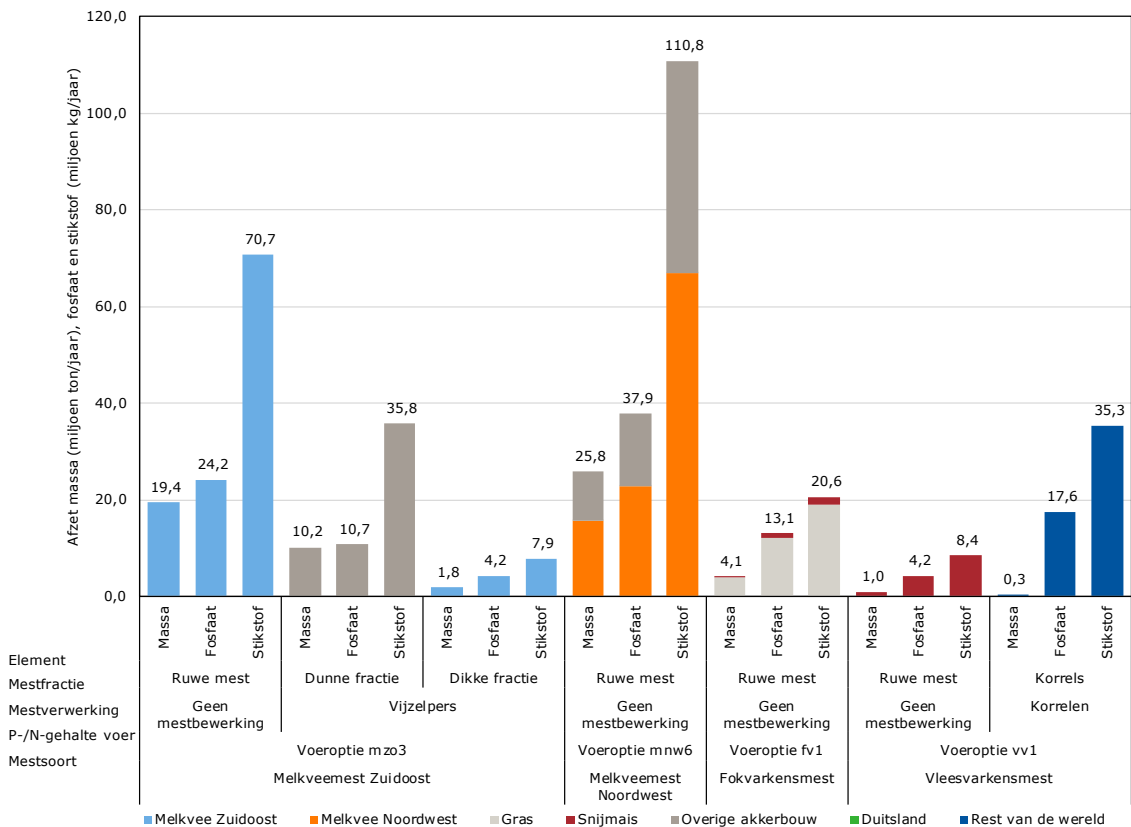
Scenario zonder derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib

De totale kosten minus de opbrengsten per jaar bij de economisch optimale afzet van de verschillende mestsoorten als er geen kosten worden toegekend aan onbenutte afzetruimte in het scenario zonder derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib is berekend op € 469,1 mln. per jaar (Figuur B1.4). De hoogste kosten worden gemaakt voor de afzet van melkveemest (€ 266,1 mln. per jaar), gevolgd door vleesvarkensmest (€ 111,7 mln. per jaar; € 159,9 mln. per jaar aan kosten minus € 48,2 mln. per jaar aan opbrengsten uit de mestkorrels) en fokzeugenmest (€ 91,2 mln. per jaar). Over de mestsoorten heen zijn de totale distributiekosten met € 240,2 mln. per jaar de grootste kostenpost, gevolgd door mestafzetkosten van € 146,9 mln. per jaar, mestverwerkingskosten van € 114,8 mln. per jaar en extra voerkosten van € 15,3 mln. per jaar. De korrels gemaakt van vleesvarkensmest leveren opbrengsten op van € 48,2 mln. per jaar.

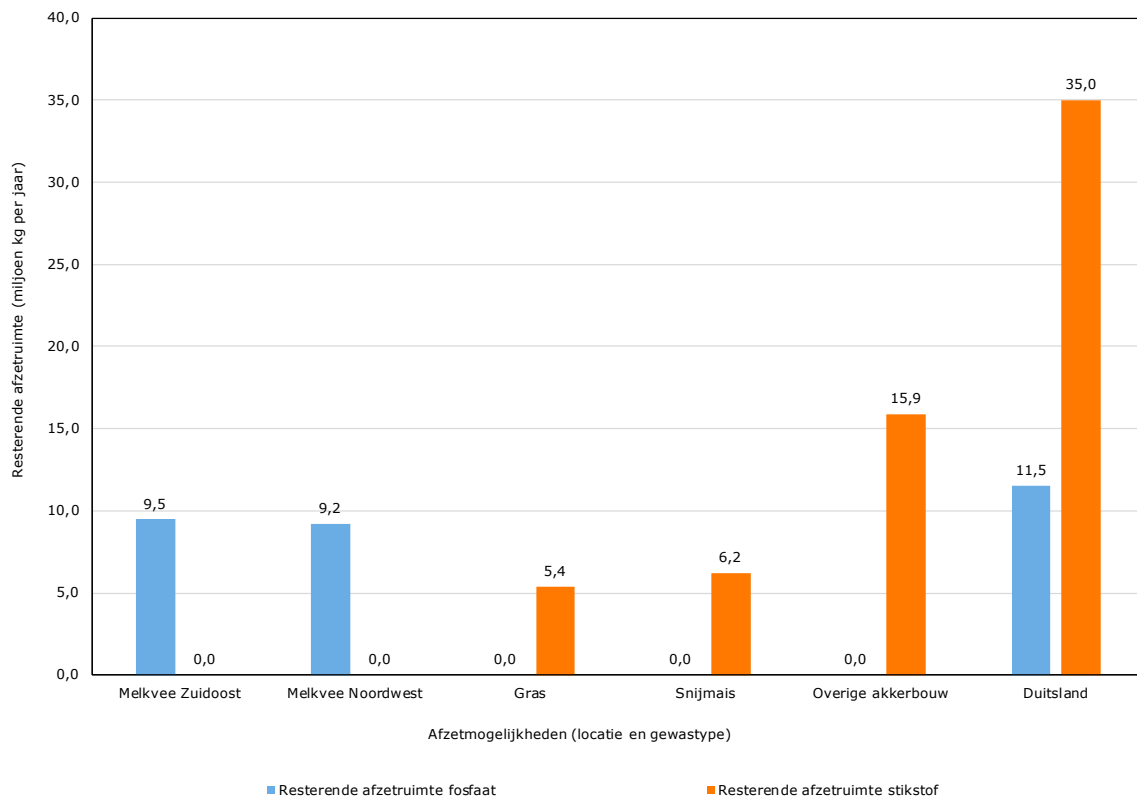


Figuur B1.4 Opbouw van de kosten en opbrengsten (mln. € per jaar) per onderscheiden mestafzetketen bij de economisch optimale afzet van melkvee- en varkensdrijfmest in het scenario zonder derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsglib als er geen kosten worden toegekend aan onbenutte afzetruimte voor fosfaat en stikstof

Figuur B1.5 en figuur B1.6 geven de afzet van de verschillende mestsoorten in de optimale situatie in detail. Zonder derogatie is de stikstofplaatsingsruimte op de eigen grond van melkveebedrijven aanzienlijk kleiner dan met derogatie. Hierdoor kan er minder melkveemest op de eigen grond worden uitgereden, en hiermee ook minder fosfaat. De fosfor- en stikstofgehalten in het voer van melkvee in zowel Noordwest- als Zuidoost-Nederland worden zo laag mogelijk gezet om zoveel mogelijk mest op eigen land te kunnen aanwenden. De dikke fractie van een vijzelpers wordt gemengd met melkveedrijfmest in Zuidoost-Nederland tot de afzetruimte voor stikstof op eigen grond gevuld is. De dunne fractie wordt afgezet in de akkerbouw. In Noordwest-Nederland wordt melkveedrijfmest gebruikt op eigen land, tot de afzetruimte voor stikstof vol is. Het overige deel van de drijfmest wordt afgezet op overig akkerbouwaland, tot de fosfaatafzetruimte daar vol is. De resterende melkveemest wordt afgezet op grasland. Het resterende deel van de fosfaatafzetruimte op grasland wordt aangevuld met fosfaat uit fokvarkensmest. Wat er nog overblijft aan fokvarkensmest wordt afgezet op maisland. De resterende fosfaatafzetruimte op maisland wordt benut met vleesvarkensdrijfmest. De overige vleesvarkensmest wordt verwerkt tot korrelen, die afgezet worden in de rest van de wereld. De afzetruimte in westen van Duitsland wordt niet gebruikt, omdat er nu geen kosten worden gerekend voor het onbenut laten van deze gebruikruimte.

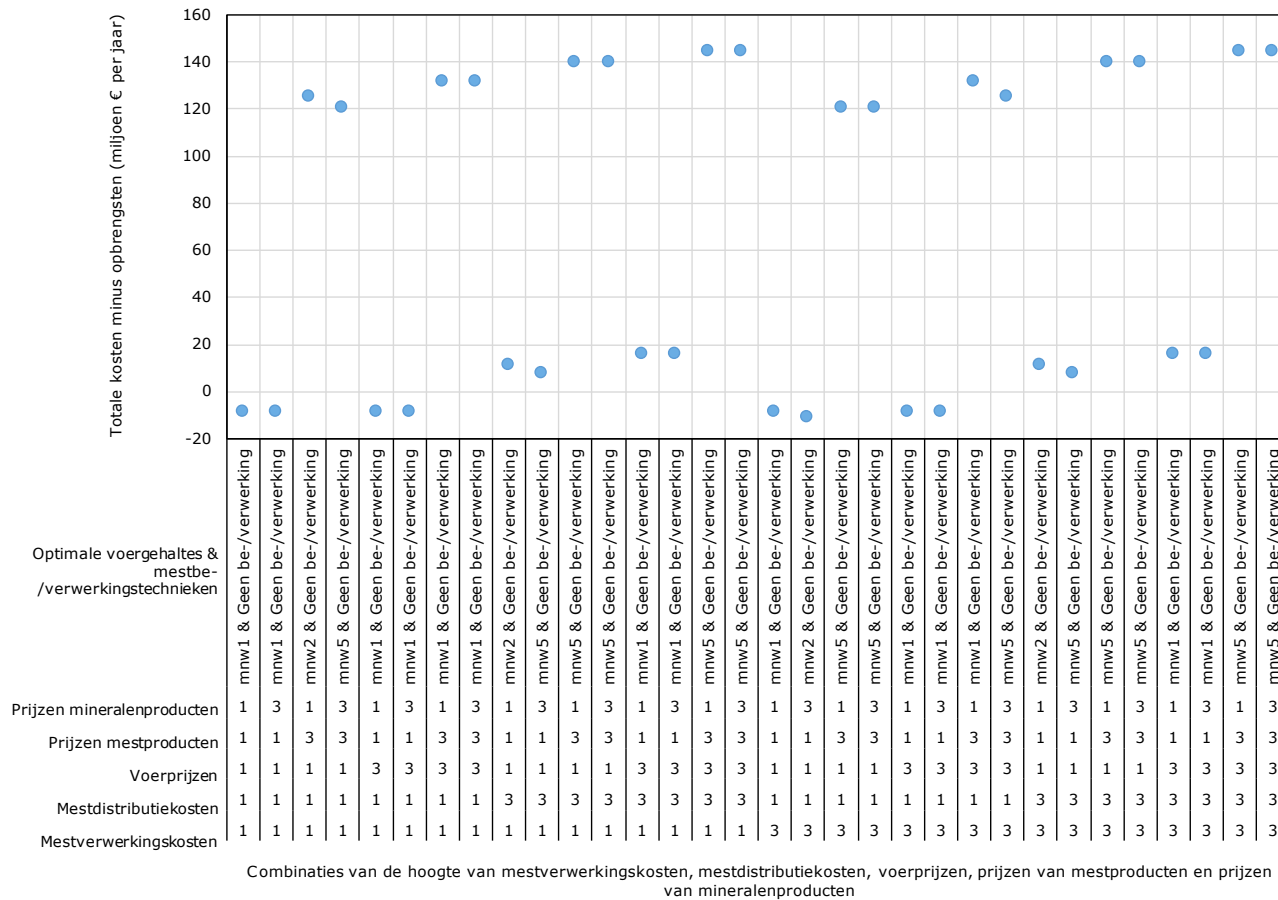


Figuur B1.5 Economisch optimale afzet van melkvee- en varkensdrijfmest (massa in mln. ton per jaar), fosfaat en stikstof (mln. kg per jaar) per onderscheiden mestafzetketen in het scenario zonder derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib als er geen kosten worden toegekend aan onbenutte afzetruimte voor fosfaat en stikstof

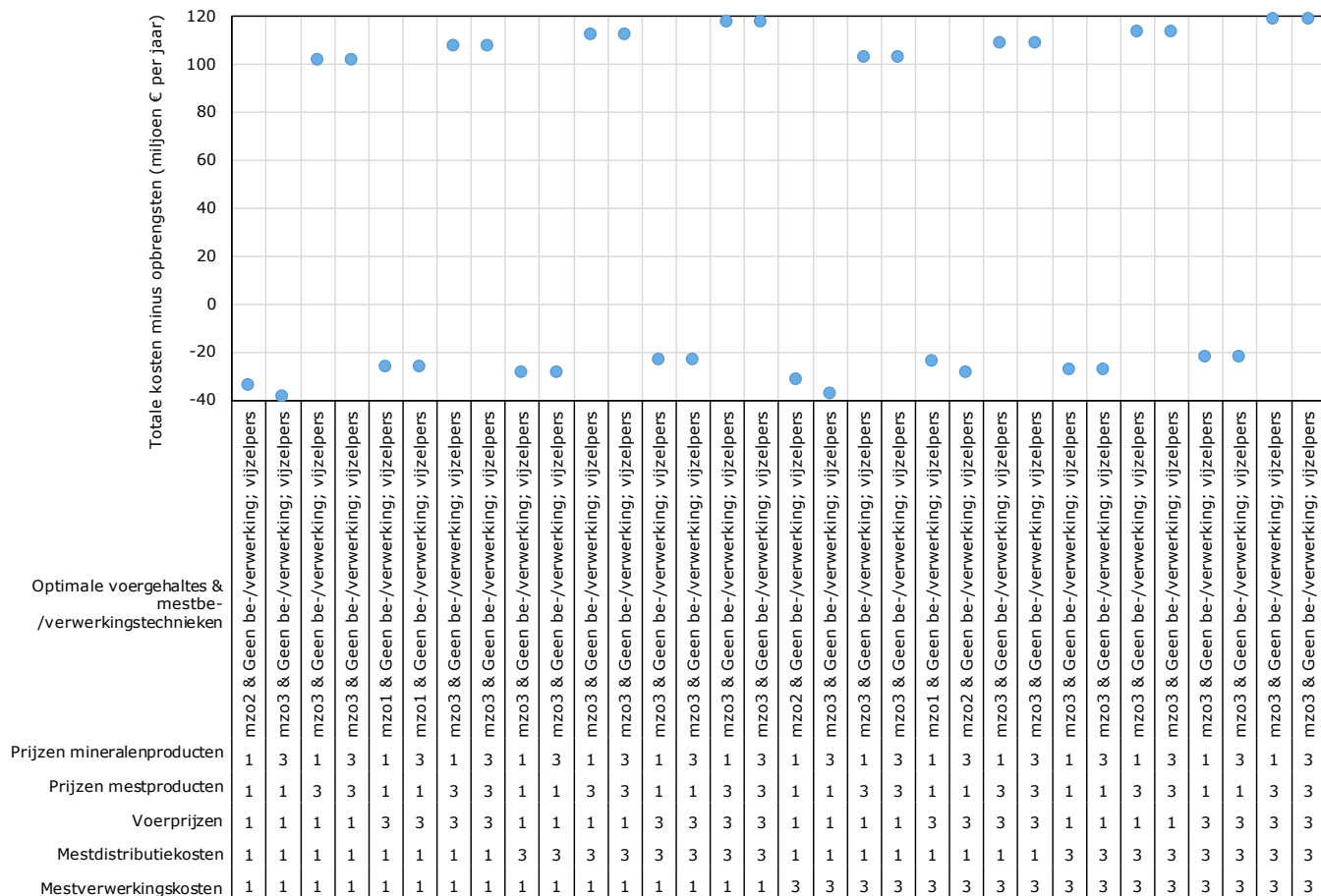


Figuur B1.6 Resterende afzetruimte voor fosfaat en stikstof (mln. kg per jaar) bij de economisch optimale afzet van melkvee- en varkensdrijfmest in het scenario zonder derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib als er geen kosten worden toegekend aan onbenutte afzetruimte voor fosfaat en stikstof

Bijlage 2 Robuustheidsanalyse spreiding in kosten- en prijzen bij melkvee



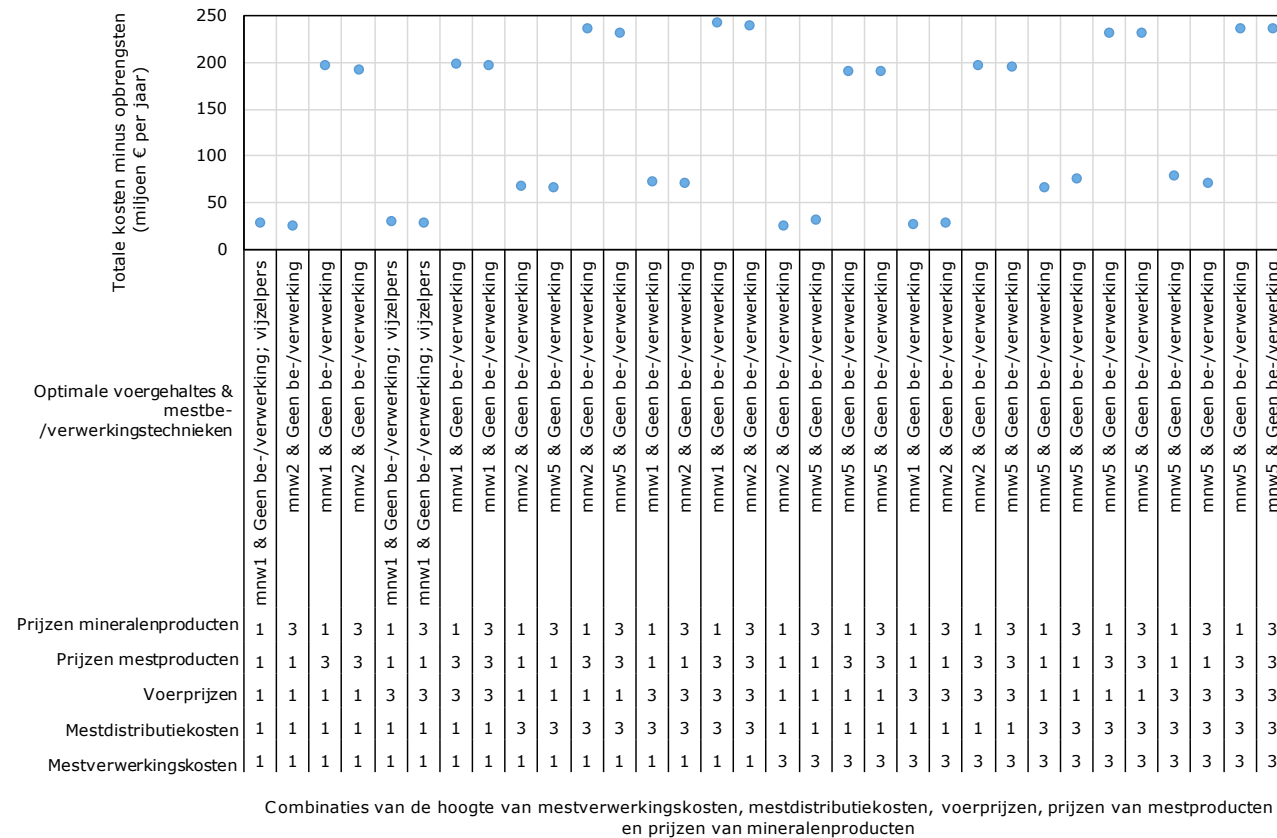
Figuur B2.1 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten voor melkveedrijfmest in Noordwest-Nederland in het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib bij alternatieve waarden voor de prijzen en kosten. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van (1=hoog, 3=laag), rij 2 de variatie in afzetprijzen van mestproducten (1=goedkoop, 3=duur), rij 3 de variatie in voerprijzen (1=laag, 3=hoog), rij 4 de variatie in mestdistributiekosten (1=laag, 3=hoog) en rij 5 de variatie in mestverwerkingskosten (1=laag, 3=hoog)



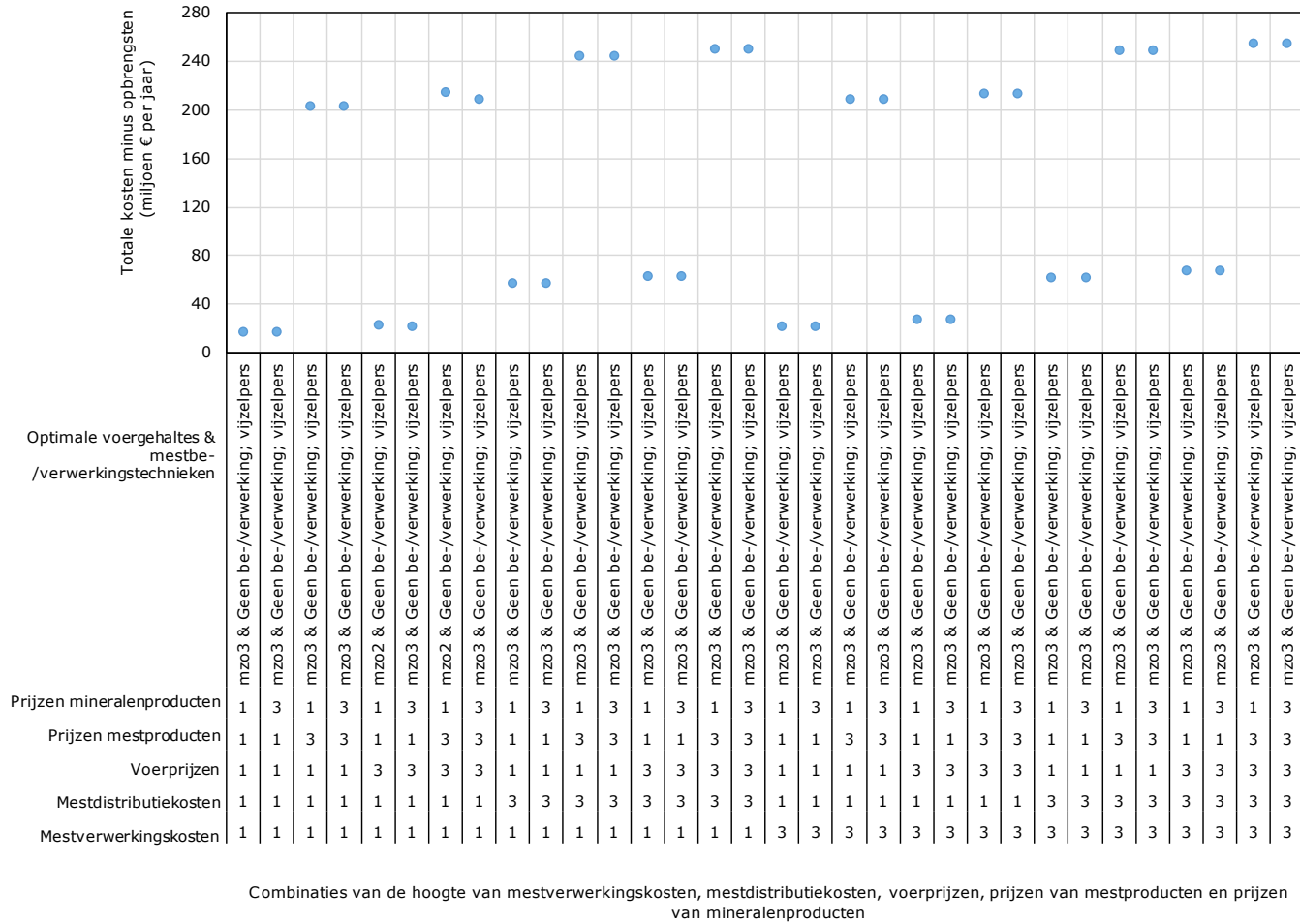
Combinaties van de hoogte van mestverwerkingskosten, mestdistributiekosten, voerprijzen, prijzen van mestproducten en prijzen van mineralenproducten

Figuur B2.2 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten voor melkveedrijfmest in Zuidoost-Nederland in het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib bij alternatieve waarden voor de prijzen en kosten. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van (1=hoog, 3=laag), rij 2 de variatie in afzetprijzen van mestproducten (1=goedkoop, 3=duur), rij 3 de variatie in voerprijzen (1=laag, 3=hoog), rij 4 de variatie in mestdistributiekosten (1=laag, 3=hoog) en rij 5 de variatie in mestverwerkingskosten (1=laag, 3=hoog)

Bijlage 3 Robuustheidsanalyse fosfaatplaatsingsruimte en spreiding in kosten en prijzen bij melkvee

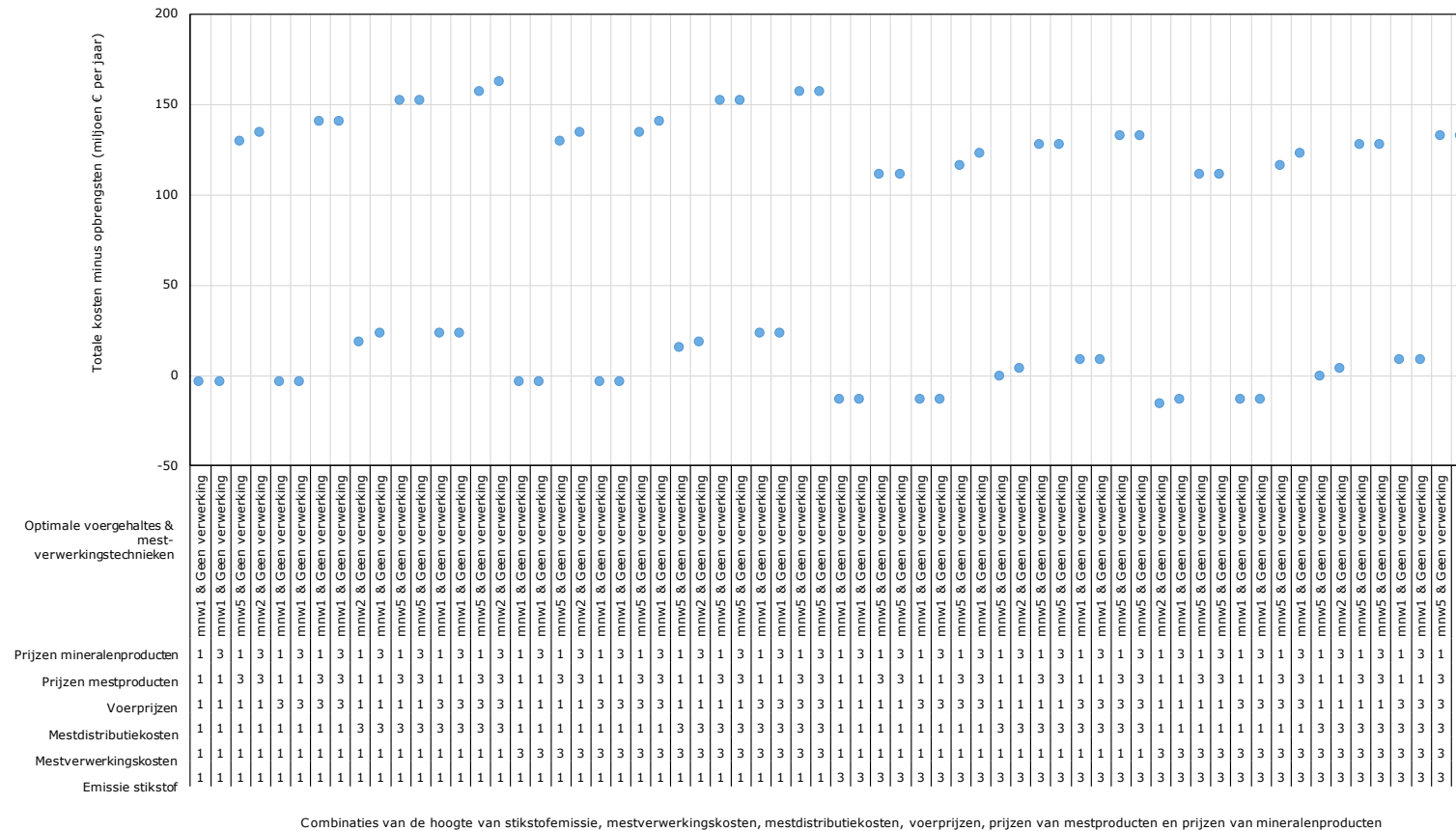


Figuur B3.1 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten voor melkveedrijfmest in Noordwest-Nederland bij een 9,7 mln. kg kleinere fosfaatafzetruimte in het scenario zonder derogatie en met gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib bij alternatieve waarden voor de prijzen en kosten. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van (1=hoog, 3=laag), rij 2 de variatie in afzetprijzen van mestproducten (1=goedkoop, 3=duur), rij 3 de variatie in voerprijzen (1=laag, 3=hoog), rij 4 de variatie in mestdistributiekosten (1=laag, 3=hoog) en rij 5 de variatie in mestverwerkingskosten (1=laag, 3=hoog)



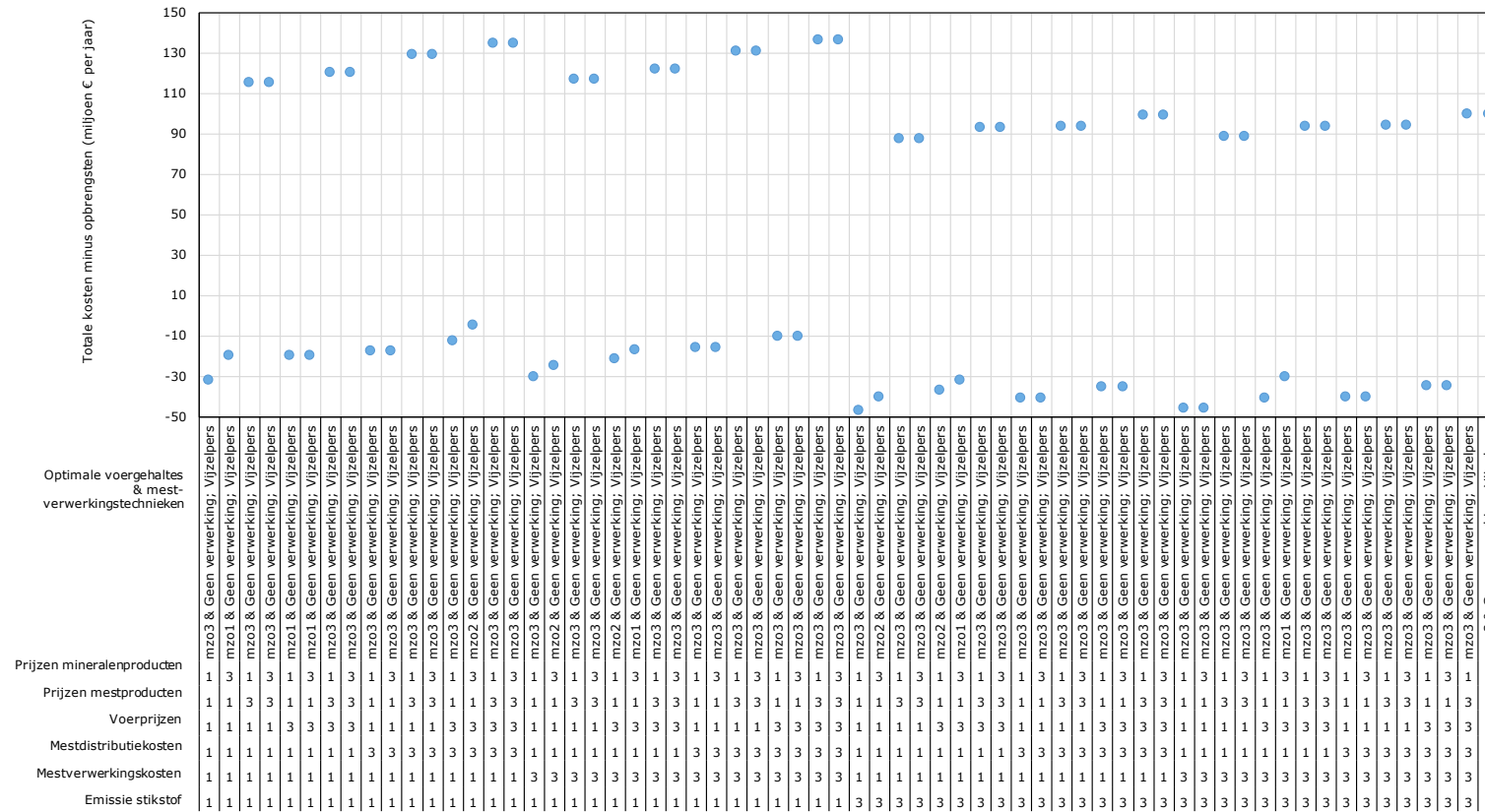
Figuur B3.2 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten voor melkveedrijfmest in Zuidoost-Nederland bij een 9,7 mln. kg kleinere fosfaatafzetruimte in het scenario zonder derogatie en met gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib bij alternatieve waarden voor de prijzen en kosten. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van (1=hoog, 3=laag), rij 2 de variatie in afzetprijzen van mestproducten (1=goedkoop, 3=duur), rij 3 de variatie in voerprijzen (1=laag, 3=hoog), rij 4 de variatie in mestdistributiekosten (1=laag, 3=hoog) en rij 5 de variatie in mestverwerkingskosten (1=laag, 3=hoog)

Bijlage 4 Robuustheidsanalyse stikstofemissie uit stallen en mestopslagen



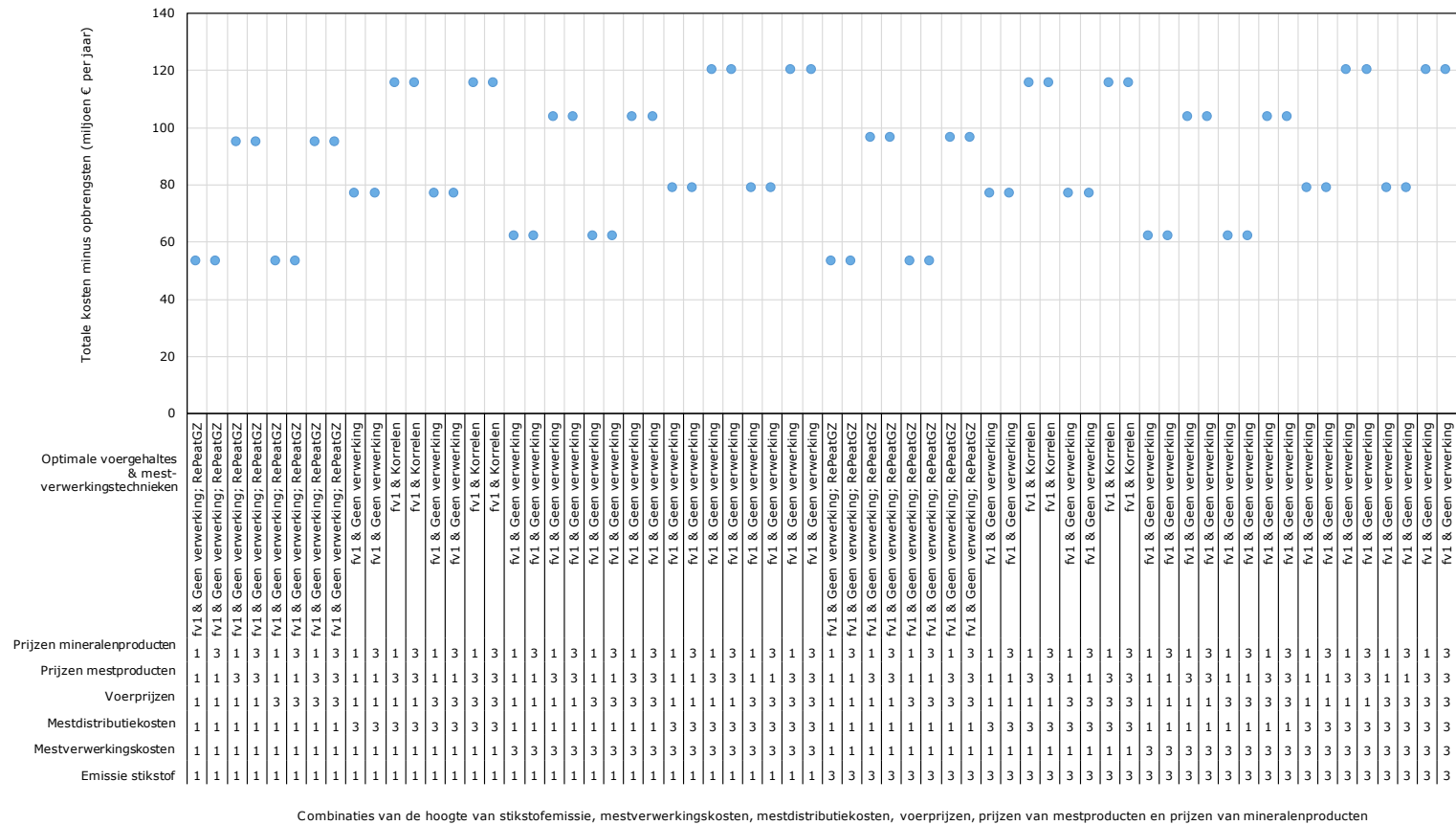
Combinaties van de hoogte van stikstofemissie, mestverwerkingskosten, mestdistributiekosten, voerprijzen, prijzen van mestproducten en prijzen van mineralenproducten

Figuur B4.1 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten voor melkveedrijfmest in Noordwest-Nederland in het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib bij alternatieve waarden voor de prijzen en kosten. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van (1=hoog, 3=laag), rij 2 de variatie in afzetprijzen van mestproducten (1=goedkoop, 3=duur), rij 3 de variatie in voerprijzen (1=laag, 3=hoog), rij 4 de variatie in mestdistributiekosten (1=laag, 3=hoog), rij 5 de variatie in mestverwerkingskosten (1=laag, 3=hoog) en rij 6 de variatie in stikstofemissie (1=laag, 3=hoog)

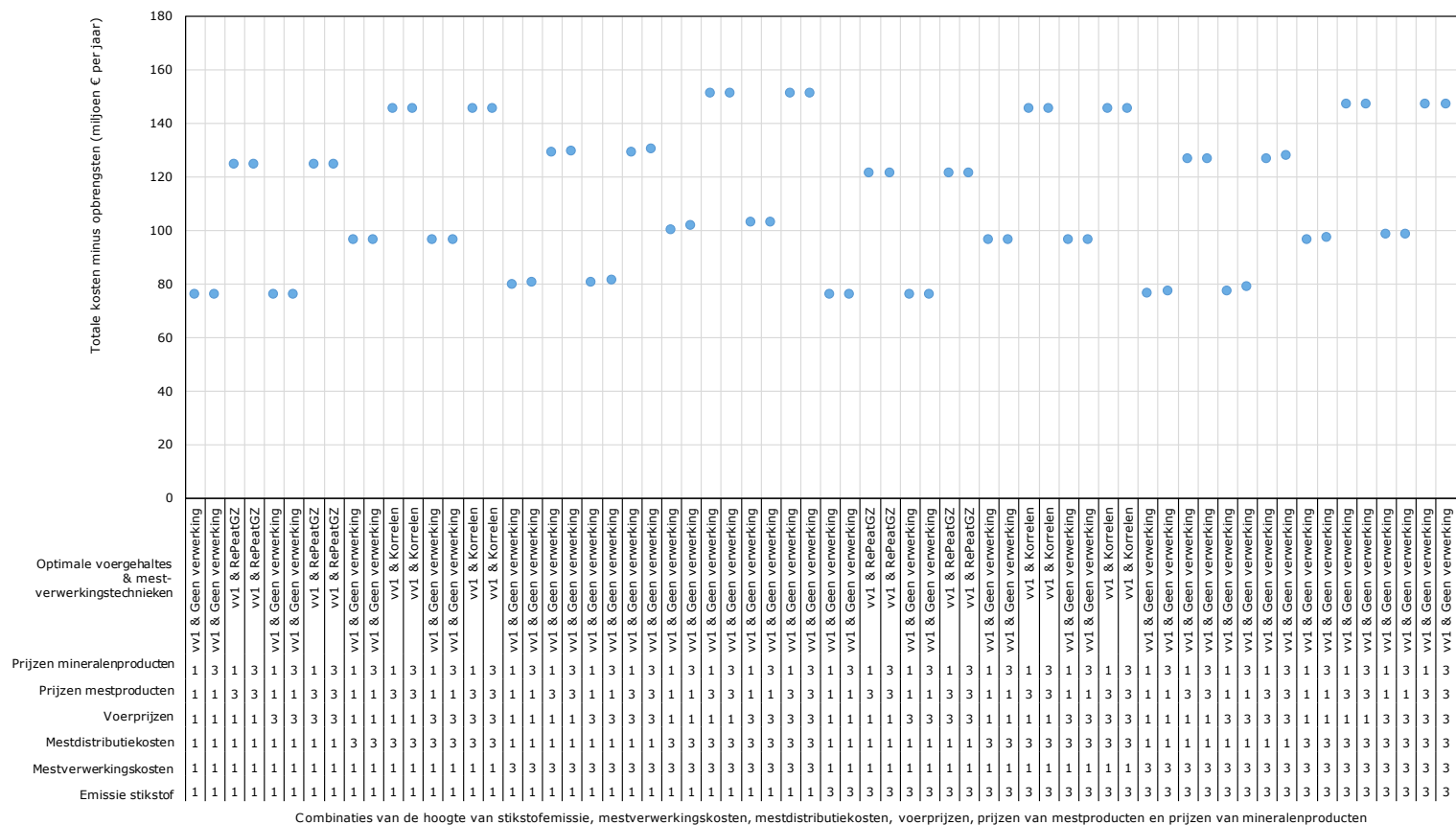


Combinaties van de hoogte van stikstofemissie, mestverwerkingskosten, mestdistributiekosten, voerprijzen, prijzen van mestproducten en prijzen van mineralenproducten

Figuur B4.2 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten voor melkveedrijfmest in Zuidoost-Nederland in het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiveringsslib bij alternatieve waarden voor de prijzen en kosten. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van (1=hoog, 3=laag), rij 2 de variatie in afzetprijzen van mestproducten (1=goedkoop, 3=duur), rij 3 de variatie in voerprijzen (1=laag, 3=hoog), rij 4 de variatie in mestdistributiekosten (1=laag, 3=hoog), rij 5 de variatie in mestverwerkingskosten (1=laag, 3=hoog) en rij 6 de variatie in stikstofemissie (1=laag, 3=hoog)



Figuur B4.3 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten voor fokvarkensdrijfmest in het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiverings-slib bij alternatieve waarden voor de prijzen en kosten. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van (1=hoog, 3=laag), rij 2 de variatie in afzetprijzen van mestproducten (1=goedkoop, 3=duur), rij 3 de variatie in voerprijzen (1=laag, 3=hoog), rij 4 de variatie in mestdistributiekosten (1=laag, 3=hoog), rij 5 de variatie in mestverwerkingskosten (1=laag, 3=hoog) en rij 6 de variatie in stikstofemissie (1=laag, 3=hoog)



Figuur B4.4 Mestverwerkingskosten minus de opbrengsten van de mest- en mineralenproducten voor vleesvarkensdrijfmest in het basisscenario met derogatie en zonder gebruik van fosfaat uit zuiverings-slib bij alternatieve waarden voor de prijzen en kosten. Rij 1 bij de horizontale as is de variatie in opbrengstprijzen van mineralenproducten van (1=hoog, 3=laag), rij 2 de variatie in afzetprijzen van mestproducten (1=goedkoop, 3=duur), rij 3 de variatie in voerprijzen (1=laag, 3=hoog), rij 4 de variatie in mestdistributiekosten (1=laag, 3=hoog), rij 5 de variatie in mestverwerkingskosten (1=laag, 3=hoog) en rij 6 de variatie in stikstofemissie (1=laag, 3=hoog)

Wageningen Economic Research
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
T 070 335 83 30
E communications.ssg@wur.nl
www.wur.nl/economic-research

Wageningen Economic Research
RAPPORT
2019-051

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



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



Wageningen Economic Research
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
E communications.ssg@wur.nl
T +31 (0)70 335 83 30
www.wur.nl/economic-research

Rapport 2019-051
ISBN 978-94-6343-979-4

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

