

De potentiële bijdrage van mest aan de vervanging van kunstmest: een korte verkenning

20 januari 2022

Een product in kader van het KB project 'Closing nutrient cycles' KB34-2A-2



Inge Regelink (Inge.Regelink@wur.nl)

Wageningen Environmental Research

Voorwoord

Het KB project '**Closing Nutrient Cycles***' richt zich op het sluiten van kringlopen en het behalen van milieudoelstellingen (stikstofemissies, waterkwaliteit).

Eén subonderdeel gaat in op de effecten van **mestverwerking** waaronder de opwerking van mest tot **kunstmestvervangers**. Dit document geeft een kwantitatieve onderbouwing van de hoeveelheden meststoffen die potentieel geproduceerd kunnen worden bij grootschalige toepassing van mestverwerking. Aanvullend wordt in 2022 een analyse uitgevoerd naar terugwinning van nutriënten uit rest- en afvalstromen. Dit document dient daarmee de aanlevering van data t.b.v. verdere scenario studies binnen het KB project.



Kringlooplandbouw en mestverwerking

- De veestapel produceert meer mest dan binnen de gebruiksnormen voor fosfaat en stikstof kan worden toegepast. Het overschot aan mest moet 'verwerkt' worden. De huidige wettelijke definitie van mestverwerking omvat export van mest(producten), verbranding en verwerking van mest tot mestkorrels.
- In kader van de transitie naar kringlooplandbouw is een nieuwe definitie van mestverwerking voorzien, inclusief een verplichting tot hoogwaardige verwerking van mest² voor alle mest van niet grondgebonden bedrijven¹.
- Hoogwaardige mestverwerking wordt hierbij gezien als middel om onbewerkte mest te verwerken tot hoogwaardige meststoffen voor gebruik in binnen- en buitenland met als doelen:
 - Meststoffen op maat teneinde nutriënten efficiënter te gebruiken (bijdragen aan waterkwaliteitsdoelstellingen)
 - Verminderen van emissies van ammoniak en broeikasgassen (met name methaan)
 - Meer organische stof in de bodem
 - Meer transparantie van de meststromen (terugdringen fraude)
 - Vervangen van kunstmest door producten uit dierlijke mest

Kunstmestvervangers uit dierlijke mest

- Onder hoogwaardige mestverwerking valt ook de opwerking van dierlijke mest tot zogenaamde 'kunstmestvervangers' welke voldoen aan de criteria voor RENURE producten;
- In RENURE producten is stikstof voor >90% aanwezig in de vorm van mineraal N ($\text{NH}_4 + \text{NO}_3$).
- Voorbeelden zijn mineralenconcentraat uit RO installaties en ammoniumsulfaat uit stikstofstrippers/scrubbers.
- De wettelijke werkingscoëfficiënt van deze producten is gelijk aan kunstmest (100%)
- De toepassing van RENURE producten bovenop de gebruiksnorm voor dierlijke mest is in afwachting van implementatie door de Europese Commissie. Op dit moment is er een tijdelijke ontheffing voor gebruik van mineralenconcentraat uit dierlijke mest als kunstmestvervanger.
- Om de productie en het gebruik van kunstmestvervangers te stimuleren, is een subsidieregeling aangekondigd. Het doel is om de jaarlijkse productie van kunstmestvervangers te verhogen tot 10 mln. kg N jaar in 2025²

Doel en opzet

Doel

Het doel was om een inschatting te maken van de hoeveelheid en samenstelling van kunstmestvervanger en andere mestproducten bij grootschalige verwerking van mest.

Deze data kan vervolgens benut worden in verdere doorrekeningen met het INITIATOR model om effecten in de ruimtelijke verdeling van mestproducten en de milieueffecten te berekenen.

Tevens is het doel om in te schatten in hoeverre mestverwerking kan leiden tot vervangen van de huidige kunstmestgebruik

Leeswijzer

- Achtergrond: Huidige mestproductie en gebruik (referentie situatie)
- Verwerking van mest met huidige beschikbare technieken voor mestverwerking
- Inschatting hoeveelheid N (en andere nutriënten) in verwerkte producten en kunstmestvervangers.

Trends in totale mestproductie en -plaatsing

Toelichting databronnen:

Mestproductie, plaatsing en verwerking zijn verkregen vanuit het INITIATOR model. Dit model berekent op bedrijfschaal voor heel Nederland de mestproductie, de aanwending op eigen bedrijf en de afzet naar andere bedrijven en houdt hierbij rekening met de fosfaat- en stikstofgebruiksruimte op bedrijfsniveau. Overtollige mest wordt zo efficiënt mogelijk, maar rekening houdend met een beperkte acceptatie door de akkerbouw, geplaatst na verdeling op basis van N/P ratio en afstand tot bedrijf. De brondata van het INITIATOR model zijn gelijk aan de data waarmee gegevens voor CBS Statline worden afgeleid.

INITIATOR data zijn beschikbaar t/m 2019.



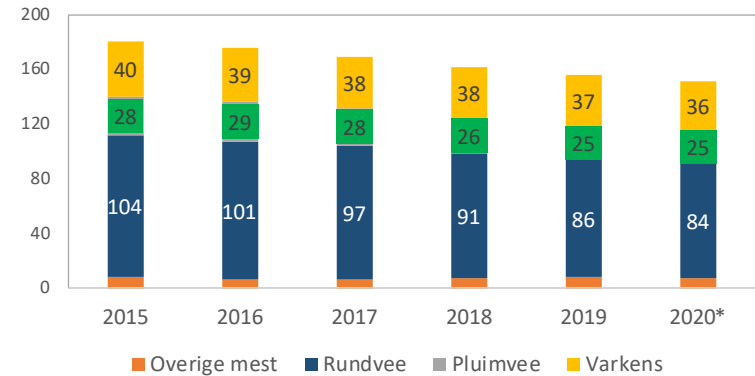
Fosfaat- en stikstofuitscheiding

De fosfaatuitscheiding van de veestapel daalde van 180 mln kg P_2O_5 (2015) naar 156 mln kg P_2O_5 (2020) en zit daarmee ruim onder het fosfaatplafond (172 mln kg P_2O_5)

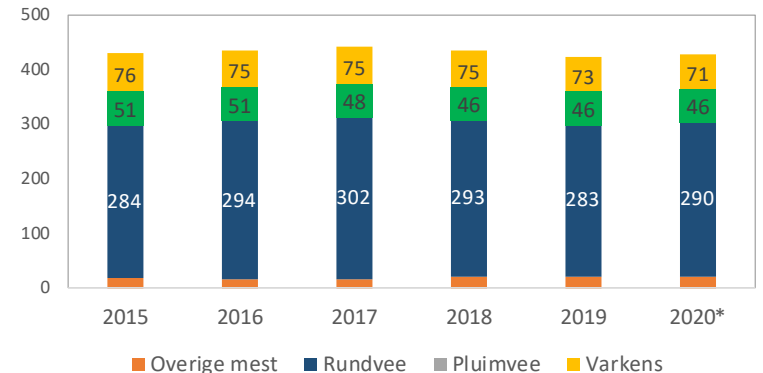
De stikstofuitscheiding bleef in die periode nagenoeg gelijk.

De daling in de fosfaatuitscheiding vond met name plaats in de rundveesector (18 mln kg daling) en in mindere mate in de varkens- (3 mln kg) en pluimveesector (3 mln kg).

Fosfaatuitscheiding (mln kg P_2O_5)



Stikstofuitscheiding (mln kg N)



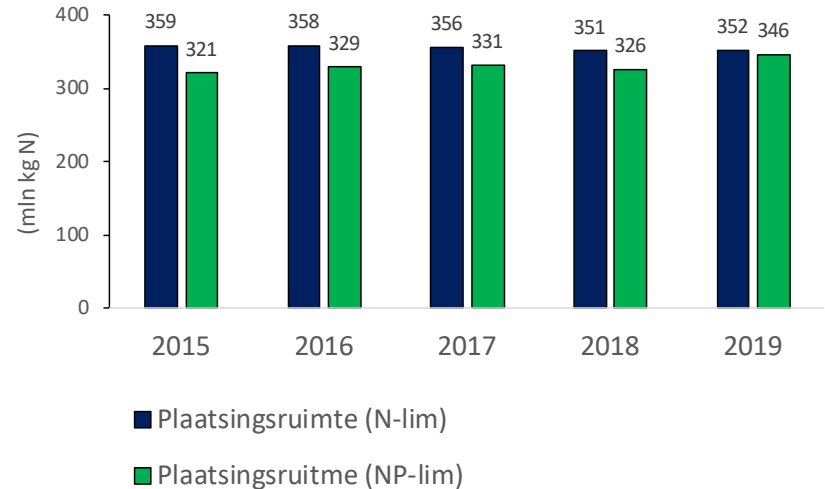
Plaatsingsruimte voor stikstof uit dierlijke mest

De plaatsingsruimte voor N wordt gelimiteerd door de *gebruiksnorm dierlijke mest* (170 kg N/ha of 230/250 kg N/ha bij derogatie). De plaatsingsruimte voor stikstof uit mest is sinds 2015 nagenoeg constant.

Bij N-lim wordt de plaatsingsruimte berekend als $\text{areaal} \times \text{N-gebruiksnorm}$ zonder rekening te houden met beperkingen door de fosfaatgebruiksnorm.

Bij NP-lim wordt daarnaast ook rekening gehouden met beperkingen door de fosfaatgebruiksnorm en de N/P ratio van de mest. Dit heeft nauwelijks invloed op de te plaatsen stikstof uit mest.

Plaatsingsruimte stikstof (mln kg N)



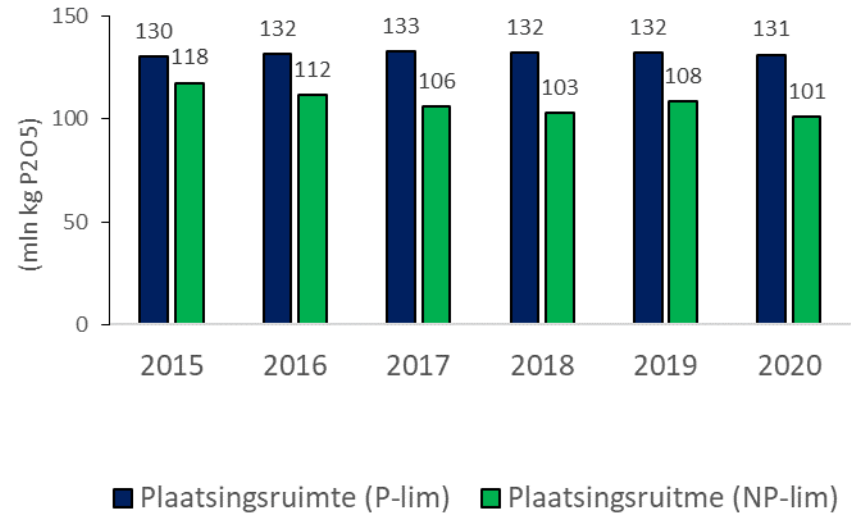
Plaatsingsruimte voor fosfaat (alle meststoffen)

De totale fosfaatplaatsingsruimte was sinds 2015 constant maar steeg in 2020 o.a. door de invoering van een extra categorie met fosfaattoestand 'ruim voldoende'. De invoering van de nieuwe fosfaatindicator speelt pas in 2021.

Wanneer ook rekening wordt gehouden met de N/P ratio van de mest, dan daalt de hoeveelheid fosfaat welke geplaatst kan worden omdat de gebruiksnorm dierlijke mest (N) beperkt.

Er is sprake van een *toenemende onderbenutting* van de fosfaatplaatsingsruimte ook bij een 'optimale' (rekenkundige) verdeling van alle mest omdat stikstof de aanwending van fosfaat beperkt.

Plaatsingsruimte **fosfaat** (mln kg P₂O₅)



Rundermest

In tegenstelling tot varkensmest, wordt rundermest nagenoeg volledig benut binnen de Nederlandse landbouw. Voor melkveebedrijven wordt gestuurd op grondgebondenheid en de overtollige mest wordt geplaatst worden binnen Nederland. Vanwege de lagere fosfaatgehalten en hogere N/P ratio's geven akkerbouwers de voorkeur aan rundermest boven varkensmest. Daarentegen zijn runderen verantwoordelijk voor circa 60% van de ammoniakemissies uit de landbouw en voor circa 76% van de methaanemissies uit mest². **Emissiereductie** heeft daarmee een hoge prioriteit bij mestverwerking voor de rundveesector. Mono-mestvergisting en strippen van stikstof staan in de aandacht maar het aantal installaties is vooralsnog beperkt.



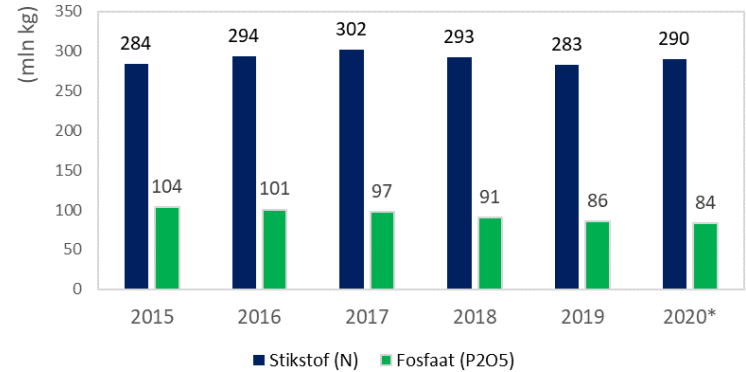
Rundermest: Fosfaatuitscheiding daalt

Voor runderen is de stikstofuitscheiding ongeveer gelijk gebleven maar daalt de fosfaatuitscheiding. Hierdoor stijgt de N/P₂O₅ ratio van de rundermest. Dit is niet alleen het gevolg van de 'voerspoormaatregelen' (lager fosforgehalte krachtvoer) maar ook een gevolg van dalende fosforgehalte in ruwvoer (graskuil)¹.

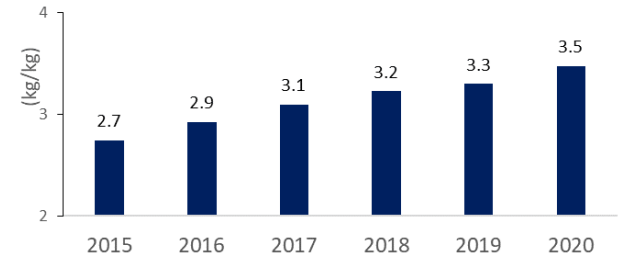
De stijgende N/P₂O₅ ratio leidt ertoe dat stikstof meer en meer de beperkende factor wordt bij aanwending van runderdrijfmest op eigen bedrijf. De **onderbenutting** van de fosfaatplaatsingsruimte op rundveebedrijven neemt hierdoor toe.

In hoeverre dalende fosforgehalten in graskuil gerelateerd zijn aan dalende P toestanden van de bodem is onduidelijk.

Uitscheiding N en P₂O₅ rundermest



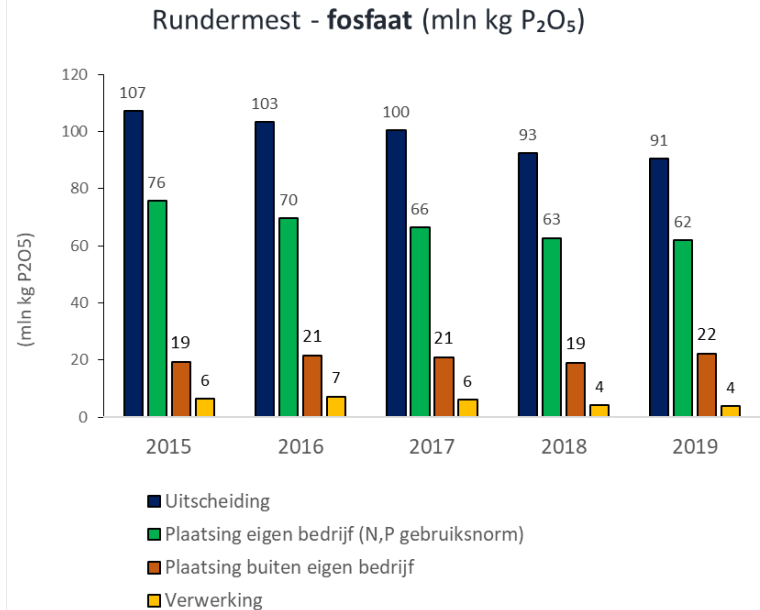
N/P₂O₅ ratio rundermest (kg/kg)



Rundermest: Onderbenutting van fosfaatruimte

De daling in de fosfaatuitscheiding van runderen heeft geen effect gehad op de hoeveelheid fosfaat welke buiten het eigen bedrijf werd afgezet.

De plaatsing van fosfaat op het eigen bedrijf – waarbij rekening wordt gehouden met de fosfaatgebruiksnorm én de gebruiksnorm dierlijke mest (stikstof) – neemt evenredig af. Stikstof is meer en meer de beperkende factor geworden in de aanwending van rundermest op eigen bedrijf. Bij een neutrale fosfaattoestand van de bodem en bij gebruik van derogatie, is het niet mogelijk om de fosfaatgebruiksnorm volledig te benutten (Bijlage A). Op derogatiebedrijven mag de resterende fosfaatruimte niet ingevuld worden met kunstmest of varkensmest.



Data: INITIATOR (06-04-2021).

Rundermest: Mono-vergisting en strippen

Mono-vergisting i.c.m. stikstof strippen. Vergisting voorkomt emissies van methaan en zorgt voor de benodigde energie voor het strippen van stikstof.

Rendabel op bedrijven met >150 melkkoeien en voldoende groot bedrijfsoverschot o.b.v. stikstof

Ammoniumsulfaat is sterk geconcentreerd waardoor transport naar akkerbouwgebied efficiënter is. Door vergisting wordt daarnaast emissies van methaan voorkomen.



Mestproducten na mono-vergisting en strippen

Gestripte mest op eigen bedrijf: Lagere ammoniak emissies bij aanwending. Hogere benutting fosfaatplaatingsruimte. Hogere aanwending van organische stof en organisch-gebonden stikstof.

Ammoniumsulfaat is door lage pH minder gevoelig voor ammoniak emissies. Het hoge zwavelgehalte vormt een beperking bij gebruik van ammoniumsulfaat; Zwavelgiften boven de gewasontrekking geven risico op uitspoeling van sulfaat naar grondwater wat gepaard gaat met verzuring door uitspoeling van Ca/Mg. Het advies is verkoop aan akkerbouw voor gebruik bij zwavelbehoefte gewassen.

Dikke fractie: Bij combinatie met dik/dun scheiding ontstaat tevens een dikke fractie, aanwending hiervan geeft relatief hoge ammoniakemissies.



Foto: Demoproeven met ammoniumsulfaat uit runderdrijfmest (Fertimanure project)

Strippen rundermest: Besparing kunstmest

We nemen aan dat 30% van de stalmest verwerkt wordt tot ammonium sulfaat (AS). Dit omdat deze techniek alleen rendabel is bij grotere bedrijven met een voldoende groot stikstofoverschot.

In de visie over kringlooplandbouw wordt mestverwerking gezien als manier om het kunstmestgebruik in Nederland te verlagen. AS voldoet aan criteria voor RENURE meststoffen en de werkingscoëfficiënt is gelijk aan kunstmest (100%). AS kan daarmee kunstmest vervangen.

Dit betekent niet dat er 22 mln kg N kunstmest wordt uitbespaard. De productie van AS gaat immers ten koste van het gebruik van runderdrijfmest in de akkerbouw. Bij een goede toepassing van de producten kan de stikstofbenutting wel verhoogd worden t.o.v. een scenario zonder mestverwerking.

Totale stikstofuitscheiding stalmest ¹	235 mln kg N
Aandeel stalmest voor verwerking	30%
Stikstof naar AS	35%
AS productie	22 mln kg N

¹ 2019, voor stalemissies, excl. weidemest

² Hypothetische situatie waarin 30% van de mest wordt verwerkt middels mono-vergisting en strippen.

Varkensmest

De varkenssector is niet grondgebonden; mest wordt- al dan niet na scheiding of verwerking - afgezet naar akkerbouwgebieden en het buitenland.

Over de periode 2015-2019 daalde de fosfaatuitscheiding met 7.5% door dalende dieraantallen als gevolg van overheidsmaatregelen.



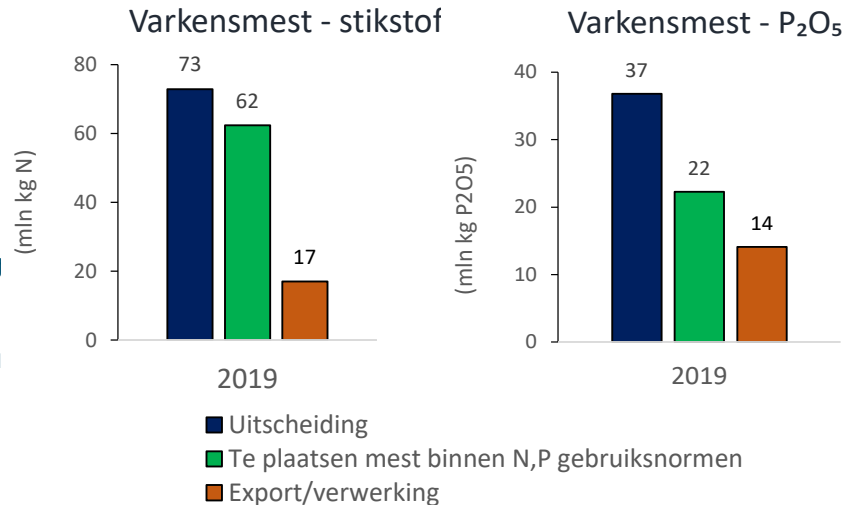
Varkensmest –Plaatsing en export

In 2019 werd circa 50% van de fosfaat en 70% van de stikstof uit varkensmest geplaatst binnen Nederland.

Door scheiding in dik/dun kan een groter aandeel stikstof – in de vorm van dunne fractie – benut worden. De fosfaatrijke dike fractie wordt buiten Nederland afgezet.

In 2019 was de hoeveel 'verwerkte' fosfaat* nagenoeg gelijk aan het overschot. Dat wil zeggen dat voldoende fosfaat werd verwerkt. Het overige deel kan theoretisch gezien binnen de fosfaatgebruiksnorme geplaatst worden.

* Verwerkt volgens de wettelijke definitie



Data: Uitscheiding en export: CBS.

Plaatsingsruimte Initiator

Bewerking varkensmest tot mineralenconcentraat

Er zijn diverse technieken in gebruik voor scheiding en bewerking van varkensmest. Verwerking tot een kunstmestvervanger is mogelijk middels omgekeerde osmose waarbij een mineralenconcentraat ontstaat.

Het proces bestaat uit scheiding van de mest – al dan niet na vergisting – met een zeefbandpers of decanter. Hierbij wordt circa 95% van de fosfaat afgevangen in de dikke fractie (export). De dunne fractie wordt met een OO installatie opgeconcentreerd waarbij loosbaar water en een concentraat ontstaan. Dosering van zwavelzuur is nodig om ammonium op de OO installatie te scheiden. Dit verhoogt het zwavelgehalte. Circa de helft van de stikstof eindigt in het concentraat.

Het mineralenconcentraat voldoet aan RENURE criteria: $\text{NH}_4/\text{Nt} > 90\%$

Tijdelijke ontheffing van tien bedrijven om concentraat als kunstmestvervanger af te zetten.

	Massa	N	N-NH4	P ₂ O ₅
Drijfmest (in)	100%	100%	100%	100%
Dikke fractie	20%	50%	29%	95%
NK concentraat	40%	50%	71%	5%
Loosbaar water	40%	0%	0%	0%

Effect NK concentraat op N-kunstmest gebruik – 50% bewerking van varkensmest

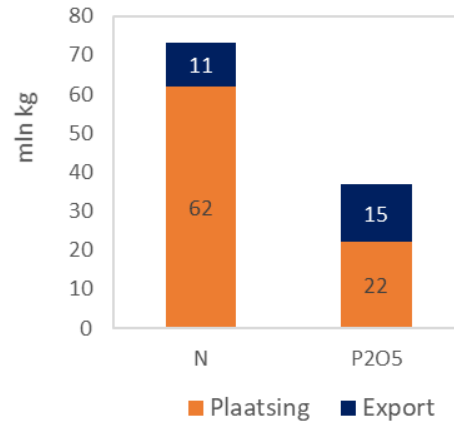
In 2019 was de mestproductie van varkens 73 mln kg N en 37 mln kg P2O5.

Indien *alle* varkensmest verwerkt wordt, geeft dit een productie van 37 mln kg N kunstmestvervanger en 36 kg N in dikke fractie.

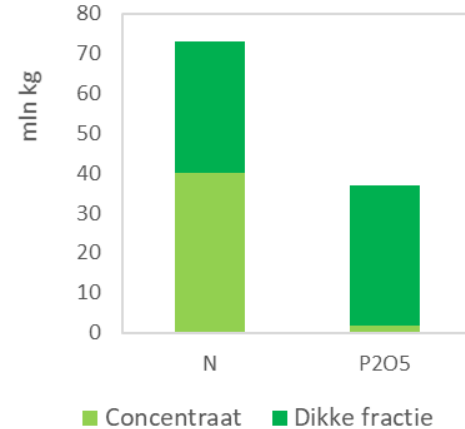
Dit vervangt het huidige gebruik van drijfmest en dunne fractie mest (total 62 mln kg N in 2019).

De totale stikstofbenutting uit mest zal dus dalen *tenzij* ook dikke fractie benut gaat worden in Nederland. Dit zal leiden tot verschuivingen en veranderingen in gebruik van mestproducten uit varkensmest.

Huidige benutting varkensmest



Verdeling bij volledige verwerking tot kunstmestvervanger



Effecten toepassing concentraat en dikke fractie

Grootschalige productie van NK concentraat geeft verschuivingen in gebruik van mest(producten) uit varkensmest

In gebieden met intensieve veehouderij zal concentraat een deel van de kunstmestgift vervangen (lokaal gebruik i.v.m. transportkosten). De kunstmestvervanger wordt toegediend boven het gebruik van dierlijke mest. Overbemesting met zwavel en kalium zijn daarbij aandachtspunten. Bij emissiearme aanwending is de ammoniakemissie naar schatting 9% en daarmee de helft lager t.o.v. drijfmest maar hoger t.o.v. KAS.

In akkerbouwgebieden zal dunne fractie en drijfmest vervangen worden door gebruik van dikke fracties mest (tot de fosfaatgebruiksnorm) aangevuld met stikstof uit andere bronnen. De ammoniak emissiefactor voor dikke fractie is relatief hoog (22% van NH_4). Effecten op nitraatuitspoeling en ammoniakemissies moeten doorgerekend worden; voordelen van opwerking tot NK concentraat kunnen deels teniet gedaan worden door toenemend gebruik van dikke fracties.

Kippenmest

Kippenmest wordt nagenoeg volledig verwerkt. Er wordt nagenoeg geen kippenmest gebruikt binnen de Nederlandse landbouw.

Er zijn twee verwerkingsroutes. Een deel van de mest wordt verbrand waarbij stikstof verloren gaat en fosfaatrijke assen als meststof worden afgezet. Een ander deel wordt verwerkt tot gekorrelde meststoffen voor export.



Terugwinning stikstof kippenmest

Door vergisting van kippenmest in combinatie met het strippen met stikstof, kan ammoniumsulfaat geproduceerd worden. Praktijkdata van bedrijven buiten Nederland geven aan dat hiermee tot 35% van N-totaal uit de ingaande mest omgezet kan worden naar ammonium-sulfaat. De rest blijft in het het digestaat en wordt afgezet naar het buitenland – al dan niet na na verder verwerking tot korrels.

Ook compostering gevolgd door terugwinning van ammoniak uit proceslucht behoort tot de mogelijkheden.



Potentiele productie kunstmestvervangers uit dierlijke mest (hypothetische situatie)

	N uitscheiding (mln kg N)	Kunstmest- vervanger (mln kg N)	Toelichting
Rundermest	235	22	bij verwerking 30% van de rundermest middels vergisting en strippen van ammoniak. Verlaagt kunstmestgebruik door vermeden verliezen en betere benutting.
Varkensmest	73	(40)	bij verwerking van alle varkensmest. Concentraat vervangt dunne fractie/drijfmest. De hoeveelheid stikstof uit varkensmest neemt niet toe
Kippenmest	49	14	bij verwerking van alle kippenmest middels vergisting en strippen van ammoniak. Verlaagt kunstmestgebruik want in huidige situatie wordt deze stikstof niet benut
Stikstofkunstmestgebruik		203	(landbouw ex. Glastuinbouw)

Hoeveel kunstmest is te vervangen door producten uit dierlijke mest?

Door verwerking van alle varkensmest, kippenmest en 30% van de rundermest kan maximaal 78 mln kg N als kunstmestvervanger gemaakt worden. Dit is 37% van het huidige kunstmestgebruik van 203 mln kg N.

Echter, voor varkensmest zullen kunstmestvervangers deels het huidige gebruik van drijfmest/dunne fractie waardoor de netto besparing op het kunstmestgebruik beperkt is.

Bij strippen van stikstof uit rundermest een voordeel te behalen doordat minder stikstof verloren gaat via gasvormige emissies. De benutting van stikstof uit de mest zou hierdoor dus toenemen. Ook voor kippenmest geldt dat er sprake is van besparing op kunstmest ten opzichte van de huidige situatie waarin (een deel van) de stikstof verloren gaat door verbranding of buiten Nederland wordt benut. Kippenmest en rundermest kunnen na verwerking gezamenlijk aan 17% van de huidige N-kunstmestbehoefte voldoen

Grootschalige opwerking van mest tot kunstmestvervangers leidt daarmee deels tot verlaging van de kunstmestgebruik en deels tot verschuivingen in de verdeling van mest(producten).

Conclusies kunstmestvervangers

- Er zijn technieken beschikbaar voor opwerking van dierlijke mest tot kunstmestvervanger. Het effect hiervan op het totale kunstmestgebruik in Nederland zal beperkt zijn omdat de stikstof uit varkensmest en rundermest ook zonder verwerking reeds in de Nederlandse landbouw benut worden.
- Dit maakt het extra relevant om andere voor- en nadelen van de productie van kunstmestvervangers te kwantificeren. Hierbij valt te denken aan kortere transportafstanden voor overschotsmest, lagere milieuverliezen door mestproducten op maat, en lagere stikstof en methaanemissies.
- Productie van kunstmestvervangers moet geen doel an-sich zijn maar een middel om stikstof uit mest optimaal en met zo min mogelijk milieukundige verliezen te benutten

Vooruitblik & advies

- Beschouw bij milieu-evaluaties niet alleen de kunstmestvervangers maar ook de resterende organische mestproducten. Dit is nodig om eventuele afwentelingseffecten in beeld te krijgen.
- Kunstmestvervangers uit dierlijke mest zijn ammonium-meststoffen en geven daarmee een risico op ammoniakvervluchtiging. Er is behoefte aan emissiearme meststoffen waarbij een deel van de stikstof aanwezig is als nitraat. Technisch is dit mogelijk maar er dient tevens een verdienmodel te zijn.
- Tevens is er bij grootschalige toepassing behoefte aan zwavelarme kunstmestvervangers als alternatief voor ammoniumsulfaat omdat een overmaat aan zwavel schaadt.
- Betrek ook andere organische reststromen en afvalwater; beide vormen grote bronnen van onbenutte nutriënten.
- Er is behoefte aan LCA studies waarbij ook emissies gerelateerd aan de productie en transport van kunstmestvervangers worden meegenomen.

Afsluiting

Dit werk wordt gecontinueerd binnen het KB project Closing Nutrient Cycles. In 2023 wordt berekend hoeveel stikstof en fosfaat uit andere reststromen (zuiveringsslib e.d.) benut kan worden binnen de landbouw. In andere projecten wordt gewerkt aan LCA studies van kunstmestvervangers.



Bijlage A. Onderbenutting fosfaatplaatsingsruimte bij rundermest

- De N/P₂O₅ ratio van rundermest is gestegen tot 3,5 kg/kg in 2020.
- Bij een neutral fosfaattoestand op zandgrond met derogatie (230 kg N/ha) bedraagt de fosfaatgift 66 kg P₂O₅/ha. Dit geeft een onderbenutting van de fosfaatgebruiksruimte van 29 kg P₂O₅/ha.
- In hoeverre dit kan leiden tot een vicieuze cirkel door daling van de fosfaattoestand van de bodem daalt gevolgd door daling van de fosforgehalte in graskuil is niet uitgezocht.

Benutting fosfaatgebruiksruimte bij gebruik rundermest

Omschrijving	eenheid	Fosfaattoestand bodem			
		Hoog	ruim	neutraal	laag
Fosfaatgebruiksnorm*	(kg P ₂ O ₅ /ha)	75	90	95	105
Gebruiksnorm dierlijke mest*	(kg N/ha)	230	230	230	230
N/P ₂ O ₅ ratio rundermest**	(kg/kg)	3.5	3.5	3.5	3.5
Fosfaatgift	(kg P ₂ O ₅ /ha)	66	66	66	66
Onderbenutting fosfaatruimte	(kg P₂O₅/ha)	9	24	29	39

* op grasland, met derogatie op zandgrond

** CBS data 2020