



Agrarische nutriënten-kringlopen in Noord-Holland

Een analyse van de mate waarin de provincie Noord-Holland zelf kan voorzien in de nutriëntenbehoefte van de agrarische sector.

Auteurs | S.A. Gerritsen, G.G.A. Hekkert, S.A.L. Uyttendaele, A.J.G. Dekking, W. van Dijk, L.M. Fuchs, T.V. Vellinga

Report WPR-OT 1049



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Agrarische nutriënten-kringlopen in Noord-Holland

Een analyse van de mate waarin de provincie Noord-Holland zelf kan voorzien in de nutriëntenbehoefte van de agrarische sector.

S.A. Gerritsen¹, G.G.A. Hekkert¹, S.A.L. Uyttendaele¹, A.J.G. Dekking¹, W. van Dijk¹, L.M. Fuchs¹, T.V. Vellinga²
¹ Wageningen Plant Research, ² Wageningen Livestock Research

Dit onderzoek is in opdracht van de Provincie Noord-Holland uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), projectnummer 3750481600).

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, december 2023

Rapport WPR-OT-1049

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/641236>

Samenvatting: Het doel van dit onderzoek is antwoord geven op de vraag in welke mate de provincie Noord-Holland zelf kan voorzien in de nutriëntenbehoefte van de agrarische sector. In de provincie Noord-Holland is de melkveehouderij verreweg de grootste sector qua grondgebruik. Vanwege de hoge nutriëntenbehoefte per hectare van grasland, zorgt dit ervoor dat de melkveesector de hoogste behoefte heeft aan stikstof, kali en fosfaat. Gebieden met veel melkveehouderij hebben een hoge behoefte. Uit de analyse blijkt dat er in Noord-Holland sprake is van een nutriëntentekort. De behoeftes aan stikstof, fosfaat en kali liggen hoger dan de productie die beschikbaar is uit dierlijke mest. Om de nutriëntentekorten in Noord-Holland te verlagen zijn er enkele perspectievolle nutriëntenbronnen die momenteel nog helemaal niet of niet volledig benut worden. Nutriënten terugwinnen uit riool water zuivering installaties (RWZI's), groente-, fruit- en tuinafval (GFT) en bermgras komen hiervoor het meest in aanmerking. Uiteindelijk zou Noord-Holland zelfvoorzienend kunnen worden op het gebied van fosfaat. Voor stikstof zien we dat er, ondanks de inzet van nutriëntenbronnen buiten de agrarische sectoren, een tekort zal blijven. Dit tekort is deels op te vangen door de teelt van vlinderbloemigen.

Trefwoorden: Noord-Holland, zelfvoorzienend, nutriëntentekorten, nutriëntenbehoefte, derogatie

© 2023 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; T 0320 29 11 11; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-OT-1049

Foto omslag: Open Teelten

Inhoud

Samenvatting	7
Doel van het onderzoek en onderzoeksvragen	11
Leeswijzer en begrippenlijst	12
1 Analyse van de nutriëntenbehoeften van agrarische sectoren in Noord-Holland	15
1.1 Inschatting van de jaarlijkse nutriëntenbehoefte van agrarische sectoren	15
1.2 Ruimtelijke weergave van de nutriëntenbehoeften van agrarische sectoren	17
2 Analyse van de nutriëntenbalans van agrarische sectoren	19
2.1 Inschatting van de jaarlijkse nutriëntenbalans van agrarische sectoren	19
2.1.1 De gevolgen van het vervallen van de derogatie voor Noord Holland	21
2.2 Ruimtelijke weergave van de nutriëntenbalans van agrarische sectoren	22
3 Inventarisatie van praktijkvoorbeelden	25
3.1 Voorbeelden van nutriëntenuitwisseling in Noord-Holland & Nederland	25
3.1.1 Uitvoering van mest en veevoer en gezamenlijk grondgebruik	26
3.1.2 Gezamenlijke vergisting	30
3.1.3 Gezamenlijke compostering	32
3.2 Voorbeelden van samenwerkingsverbanden buiten Nederland	33
3.3 Aandachtspunten voor huidige samenwerkingsverbanden	33
3.3.1 Bodemkwaliteit	34
3.3.2 Andere aandachtspunten	34
3.4 Aanbevelingen om knelpunten op te lossen	36
4 Inventarisatie andere potentiële nutriënten-bronnen in Noord-Holland	38
4.1 Andere grootschalige bronnen van nutriënten in Noord Holland	39
4.1.1 Riool Water Zuivering Installaties (RWZI's)	39
4.1.2 Groenten Fruit en Tuinafval	41
4.1.3 Industrie	42
4.1.4 Bermgras	42
4.1.5 Overzicht resultaten	43
4.2 Bestaande verkoopmodellen	43
4.3 Wettelijke en technologische mogelijkheden voor opschaling van deze installaties	44
5 Beoordeling van de mogelijke zelfvoorziening van de agrarische sectoren met nutriënten uit de provincie	45
5.1 Beoordeling welke en hoeveel van de jaarlijkse benodigde nutriënten van de agrarische sector in de provincie beschikbaar zijn	45
5.2 Identificatie van gebieden met een hoog potentieel voor het sluiten van nutriëntenkringlopen	46
5.3 Vooruitzicht op de politieke veranderingen m.b.t. bemestingsbeleid	47
Literatuur	49
Bijlage 1 Cijfers op gemeenteniveau	53
Bijlage 2 Cijfers op PPLG gebiedsniveau	78
Bijlage 3 Nutriëntenbehoefte en -productie per sector per PPLG gebied	81
Bijlage 4 Gevolgen van het vervallen van de derogatie per PPLG gebied	96

Samenvatting

Het doel van dit onderzoek is antwoord geven op de vraag in welke mate de provincie Noord-Holland zelf kan voorzien in de nutriëntenbehoefte van de agrarische sector. Om dit in kaart te brengen is er gekeken naar de balans tussen de nutriëntenbehoefte (gewasbehoefte) en de nutriëntenbeschikbaarheid in de verschillende deelgebieden. Naast de mestproductie is gekeken naar andere potentiële nutriëntenbronnen van buiten de landbouw. Daarnaast is er een inventarisatie gemaakt van bestaande samenwerkingsverbanden en kringlopen waarbij uitwisseling van nutriënten een rol speelt.

In de provincie Noord-Holland is de melkveehouderij verreweg de grootste sector qua grondgebruik. Vanwege de hoge nutriëntenbehoefte per hectare van grasland, zorgt dit ervoor dat de melkveesector de hoogste behoefte heeft aan stikstof, kali en fosfaat. De ruimtelijke weergaven van de nutriëntenbehoefte per gemeente en PPLG gebied laat dit ook zien. Gemeenten en PPLG-gebieden met veel melkveehouderij hebben een hoge behoefte.

Uit de analyse blijkt dat er in Noord-Holland sprake is van een nutriëntentekort. De behoeftes aan stikstof, fosfaat en kali liggen hoger dan de productie die beschikbaar is uit dierlijke mest. Om aan de gewasbehoefte te voldoen zijn er dus extra (externe) inputs nodig, in de vorm van kunstmest of andere meststoffen. Door het afbouwen van de derogatie vanaf 2024 mag er minder dierlijke mest worden uitgereden op melkveebedrijven. Daarom zullen, vooral in gebieden met veel veehouderij, bijvoorbeeld PPLG gebied Laag Holland en PPLG gebied Gooi en Vechtstreken, de nutriëntentekorten toenemen terwijl hier een overschot aan dierlijke mest ontstaat. Ook hier zal het gebruik van externe inputs stijgen. Op provinciaal niveau heeft het verlies van de derogatie een beperkt effect op het nutriëntentekort, omdat er dan meer mest uit gebieden met veel veehouderij naar de andere gebieden zal gaan. Ook zonder derogatie kan in Noord-Holland de meeste dierlijke mest worden geplaatst op landbouwgrond.

Om de nutriëntentekorten in Noord-Holland te verlagen zijn er enkele perspectievolle nutriëntenbronnen die momenteel nog helemaal niet of niet volledig benut worden. Nutriënten terugwinnen uit riool water zuivering installaties (RWZI's), groente-, fruit- en tuinafval (GFT) en bermgras komen hiervoor het meest in aanmerking. In onderstaande tabel is een schatting van de potentie weergegeven en is geschat wat nu al teruggewonnen zou kunnen worden. Vooral het terugwinnen van nutriënten in een RWZI heeft veel potentieel, omdat het gaat om relatief grote stromen: jaarlijks gaat er in Noord-Holland circa 14.500 ton N en 4.500 ton P₂O₅ naar toe. De terugwinning daarvan is voor fosfaat eenvoudiger dan voor stikstof. Met andere, nog te ontwikkelen, terugwintertechnieken, is er in RWZI's in potentie veel meer stikstof terug te winnen. Hier liggen echter nog technologische en juridische uitdagingen en kan er weerstand zijn vanuit de maatschappij. Het gaat hier immers om nutriënten uit humane feces en urine.

Van het GFT-afval kan slechts een deel daadwerkelijk worden gecomposteerd vanwege aanwezigheid van verontreinigingen. Verder wordt maar een deel van het GFT-afval gescheiden ingezameld. Van de teruggewonnen stikstof is in geval van GFT-compost en bermmaaisel op de korte termijn maar een deel werkzaam, omdat een deel aanwezig is in organische vorm en, in geval compost, slechts langzaam afbreekt. Op de langere termijn komt deze stikstof wel beschikbaar.

Uiteindelijk zou Noord-Holland zelfvoorzienend kunnen worden op het gebied van fosfaat. Voor stikstof zien we dat er, ondanks de inzet van nutriëntenbronnen buiten de agrarische sectoren, een tekort zal blijven. Dit tekort is deels op te vangen door de teelt van vlinderbloemigen.

Overzicht van nutriëntenbehoefte en -productie binnen agrarische sectoren en potentiële andere nutriëntenbronnen en uiteindelijke tekorten. Hoeveelheden zijn gegeven in tonnen per jaar. Voor bronnen buiten de landbouw is alleen gekeken naar stikstof en fosfaat.

	Stikstof	Fosfaat	Kali
Nutriëntenbehoefte en -aanbod			
Behoefte, werkzaam	31.423	6.910	31.031
Productie binnen agrarische sectoren (dierlijke mest), werkzaam	9.737	5.307	24.521
Productie buiten agrarische sectoren, werkzaam	898	2.456	
Tekort, werkzaam	20.788	-853	6.510
Specificatie bronnen niet-agrarisch			
<i>RWZI</i>			
In influent, totaal	14.500	4500	
Te benutten, totaal	721 ¹	1800 ²	
Te benutten, werkzaam	721	1800	
<i>GFT-compost</i>			
Verzameld GFT-afval, totaal	2500	1250	
Te benutten, totaal	937 ³	463	
Te benutten, werkzaam	94 ⁴	463	
<i>Bermgras</i>			
Verzameld bermgras, totaal	128	193	
Te benutten, totaal	128	193	
Te benutten, werkzaam	83 ⁴	193	

1 Uitgegaan van stikstofterugwinning uit centraat (6 % van de stikstof in influent en terugwinning van 83%)

2 Uitgegaan van terugwinning via struviet met efficiency van 40%

3 Ervan uitgegaan dat 37% van het verzamelde GFT-afval voor compost kan worden gebruikt

4 Uitgegaan van 1^e jaars werking, 10% bij compost en 65% bij digestaat van bermmaaisel

Bij de inventarisatie van praktijkvoorbeelden van agrarische nutriëntenkringlopen is er onderscheid gemaakt tussen nutriëntenuitwisseling in samenwerkingsverbanden via uitruil van mest en veevoer, gezamenlijk grondgebruik, gezamenlijke vergisting, gezamenlijke compostering, en aquacultuur & insecten. Vooral bij intensievere samenwerkingsvormen, waarbij ook grondruil plaatsvindt zal, daar waar economie de belangrijkste drijfveer is, het grondgebruik vaak intensiever worden. Het aandeel hoog salderende gewassen neemt toe en het aandeel rustgewassen neemt af. Ook zal het aandeel tijdelijk grasland toenemen, waardoor er frequenter moet worden gescheurd. Dit stelt meer eisen aan een goed afgestemde stikstofbemesting om risico's van nitraatuitspoeling te beperken. Ook het glyfosaatverbruik kan stijgen. De combinatie van een lager aandeel rustgewassen en meer tijdelijk grasland kan er toe leiden dat de hoeveelheid koolstof in de bodem wat kan dalen t.o.v. geen gezamenlijk grondgebruik. Samenwerkingsverbanden als www.novifarm.nl/ en www.ecolana.nl/ laten zien dat het ook anders kan, daar wordt gestreefd naar bouwplanverruiming; lagere teeltfrequenties van bijvoorbeeld aardappelen.

Het bewerken van drijfmest of digestaat kan binnen de samenwerking bijdragen aan een betere nutriëntenbenutting. Met de ontstane mestproducten is er een betere afstemming mogelijk met de gewasbehoefte dan met 'normale' drijfmest of digestaat. Bij mestbewerking kan worden gedacht aan scheiding in een dikke en dunne fractie, strippen van ammoniak en drogen van vaste fracties. Gestripte ammoniumsulfaat uit mest kan in de toekomst mogelijk als kunstmestvervanger worden ingezet (dit is nu nog niet toegestaan). Daarnaast kan gedroogde dikke fractie dienen als bodemverbeteraar, waardoor er minder compost aangevoerd

hoeft te worden. Bewerking van drijfmest/digestaat hoeft niet perse gunstiger te zijn dan gebruik van bewerkte mestproducten. Het hangt mede af van de mogelijkheden om onbewerkte drijfmest/digestaat toe te dienen. Bovendien kost bewerking extra energie.

Binnen en buiten Nederland zijn talrijke goede voorbeelden te vinden van samenwerking tussen bedrijven. Bij samenwerking gaat het niet alleen om economie en agronomie, maar ook over ecologie (bodemgezondheid), juridische en sociale aspecten.

In een ander project (Technische en economische haalbaarheidsstudie technieken ter mestverwerking en mestverwaarding in Noord-Holland) wordt onderzoek gedaan naar de technische en economische haalbaarheid van technieken voor mestverwerking en mestverwaarding in Noord-Holland en de implementatie hiervan in de praktijk.

Doel van het onderzoek en onderzoeksvragen

De vraag die centraal staat in dit onderzoek is: "in welke mate kan de provincie Noord Holland zelf voorzien in de nutriëntenbehoefte van de agrarische sector".

Om deze vragen te beantwoorden zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Analyse van de nutriëntenbehoeften van agrarische sectoren in Noord-Holland.
 - a. Inschatting van de jaarlijkse nutriëntenbehoefte van agrarische sectoren provincie breed.
 - b. Ruimtelijke weergave van de nutriënten behoefte van deze sectoren.
2. Analyse van de nutriëntenbehoefte en -beschikbaarheid van agrarische sectoren in Noord-Holland op provincie- en op gebiedsniveau.
 - a. Inschatting van het jaarlijkse nutriëntenoverschot/ tekort van agrarische sectoren provincie breed.
 - b. Ruimtelijke weergave van de nutriëntenoverschot/ afzetbehoefte van deze sectoren.
3. Inventarisatie van praktijkvoorbeelden van lokale agrarische nutriëntenkringlopen.
 - a. Identificeer voorbeelden van nutriëntenuitwisseling tussen sectoren in Noord-Holland en Europa.
 - b. Analyse van de belemmeringen voor de verspreiding van de gevonden praktijkvoorbeelden.
4. In beeld brengen van andere potentieel nutriënten-bronnen in Noord-Holland
 - a. Inventarisatie van andere grootschalige bronnen van nutriënten in de provincie.
 - b. Inschatting van het productiepotentieel van alternatieve nutriëntenbronnen.
 - c. Beoordeling van de wettelijke en technologische mogelijkheden voor de opschaling van deze installaties in de provincie Noord-Holland.
5. Beoordeling van de mogelijke zelfvoorziening van de agrarische sectoren met nutriënten uit de provincie.
 - a. Beoordeel welke en hoeveel van de jaarlijks benodigde nutriënten van de agrarische sector de provincie beschikbaar zijn.
 - b. Identificatie van gebieden met een hoog potentieel voor het sluiten van nutriëntenkringlopen.
 - c. Vooruitzicht op de politieke veranderingen m.b.t.. bemestingsbeleid.
 - d. Uitwisseling van ervaringen en kennis met de parallelle projectgroep.

In dit onderzoek zal een schatting worden gemaakt van de soorten en hoeveelheden meststoffen (nutriënten) die de landbouwsectoren in Noord-Holland in verschillende gebieden nodig hebben. Voorts wordt nagegaan in hoeverre in deze behoeften kan worden voorzien door potentiële bronnen in de provincie en worden de wettelijke en technologische eisen onderzocht die nodig zijn om deze mogelijkheden te realiseren. Tenslotte levert het onderzoek een ruimtelijke analyse op die resulteert in gebieden met een hoog potentieel voor het sluiten van nutriëntenstromen in de provincie.

In dit onderzoek is, in overleg met de provincie Noord-Holland, de glastuinbouwsector niet meegenomen omdat deze op een hele andere manier in zijn nutriëntenbehoefte voorziet.

Leeswijzer en begrippenlijst

De eerder genoemde onderzoeksvragen vormen tevens de hoofdstukindeling van deze rapportage.

Voor deze rapportage heeft een uitgebreide dataverzameling plaatsgevonden. Deze data zullen digitaal worden overgedragen aan de provincie Noord Holland.

Omdat niet altijd de voor dit onderzoek benodigde kengetallen beschikbaar waren zijn tal van aannames en extrapolaties gemaakt. Deze aannames zijn bijvoorbeeld gebaseerd op de huidige situatie in de landbouw of het extrapoleren van een deelgebied waarover wel specifieke informatie te vinden is naar de hele provincie. Hierdoor zullen de werkelijke resultaten vaak afwijken van de hier berekende resultaten. De getallen in deze rapportage moeten dus niet als absoluut worden beoordeeld, maar geven wel de meest nauwkeurig mogelijke inschatting.

In dit rapport worden veel vaktermen gebruikt. De belangrijkste vindt u in onderstaande begrippenlijst.

Biologische landbouw; In deze studie is biologische landbouw niet als een aparte sector behandeld.

Hiervoor zijn enkele redenen te noemen. Het aandeel biologische landbouw in Noord Holland is klein; slechts 4% (bron: [Agrimatie](#)). Daarnaast gelden voor de biologische landbouw dezelfde gebruiksnormen als voor de gangbare landbouw. Bijsturen met kunstmest is op biologische bedrijven niet mogelijk. De stikstofbemestingsbehoefte van biologische bedrijven is doorgaans lager dan die van gangbare bedrijven. Biologische bedrijven hebben doorgaans een minder intensief bouwplan en maken meer gebruik van vlinderbloemigen in hun bouwplan. Bovendien werken biologische bedrijven vaak met gematigde bemesting om ziekten en plagen te voorkomen.

Bemestingsadvies; Dit zijn de officiële bemestingsadviezen die door de Commissie bemesting akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt, de Commissie bemesting grasland en voedergewassen en de Commissie bemesting bloembollengewassen zijn vastgesteld.

Derogatie; Derogatie is een officiële regelgeving om met toestemming van de EU af te wijken van een algemeen vastgestelde norm voor de aanvoer van stikstof uit dierlijke mest. Deze norm is vastgesteld op 170 kg stikstof per hectare grond. Deze uitzondering geldt, naast Nederland, ook voor Ierland, Italië, Denemarken, Vlaanderen en Schotland en Wales. Derogatie geldt sinds 1 januari 2006 en is ten einde gekomen in 2022. Vanaf 2023 moet er worden afgebouwd worden met het uitrijden van dierlijke mest op landbouwgrond. Vanaf 2026 is er geen derogatie meer voor Nederland en mag er nog slechts 170 kg stikstof uit dierlijke mest per hectare worden uitgereden.

Dierlijke mest; Dit betreft door landbouwhuisdieren uitgescheiden urine en feces. In Noord-Holland gaat vooral om rundveedrijfmest. Dierlijke mest die van buiten de provincie wordt aangevoerd is doorgaans varkensdrijfmest.

Dubbelteelten; In de vollegrondsgroenteteelt is het soms mogelijk om in één teeltseizoen meerdere gewassen achter elkaar te telen. Dit zijn dubbelteelten. Bij dubbelteelten mag je de gebruiksnormen bij elkaar optellen. Dit geldt echter alleen voor de gewasnorm van werkzame N. De dierlijke mest-N-norm van 170-240 kg N per ha en de fosfaatgebruiksnorm gelden voor een perceel ongeacht het aantal teelten. In deze studie is voor de berekening van de nutriëntenbehoefte geen rekening gehouden met dubbelteelten, omdat het voorkomen van dubbelteelten niet uit de data van het CBS te halen is en het areaal dubbelteelten in Noord Holland in vergelijking met de arealen van de hoofdgewassen verwaarloosbaar is.

Excretie; Dit zijn forfaitaire waarden voor de uitscheiding van stikstof, fosfaat en kali in de mest in afhankelijkheid van diersoort en staltype. De stikstofexcretie wordt gecorrigeerd voor gasvormige verliezen in stal en opslag.

Gebruiksnorm; Dit is de wettelijk vastgestelde maximale hoeveelheid nutriënten (totaal stikstof, werkzame stikstof en fosfaat) die middels dierlijke organische mest (dierlijk en plantaardig) en kunstmest aan een bepaalde combinatie van gewas en bodem mag worden toegediend.

Grondgebondenheid; Met grondgebonden landbouw worden die vormen van landbouw bedoeld, waarbij het gebruik van landbouwgrond deel uitmaakt van het systeem. Dit zijn alle vormen van plantaardige productie in de open lucht en alle vormen van dierhouderij, waarbij er grond wordt gebruikt voor de

veevoerproductie en beweiding, zoals de melkveehouderij. Ook melkveebedrijven waar de koeien jaarrond op stal staan zijn dus grondgebonden.

Klavers: Door het wegvallen van de derogatie zal de plaatsingsruimte voor dierlijke mest afnemen op melkveebedrijven afnemen. Dit leidt tot een daling van werkzame N uit mest. Dit kan worden aangevuld met kunstmest, maar ook met het opnemen van vlinderbloemigen zoals gras-klaver. Omdat klaver slecht groeit op veengrond, is dit vooral op kleigrond en zandgrond een goede mogelijkheid. Klavers binden stikstof uit de lucht en verlagen zo de stikstofbemestingsbehoefte van het grasland. Bij een goed ontwikkeld klaverbestand in het weiland wordt in principe alleen een beperkte stikstofgift voor de eerste snede geadviseerd.

Mestvergisting; Bij mestvergisting wordt de makkelijk afbreekbare organische stof omgezet in biogas. Het organische stofgehalte daalt hierdoor. Voor de organische stofvoorziening van de bodem heeft dit naar verwachting weinig effect. De organische stof die in de vergister wordt afgebroken, zou ook in de bodem snel worden afgebroken en draagt daardoor niet bij aan de humusvorming. Door de afbraak van de makkelijk afbreekbare organische stof in de vergister is er wel minder voeding voor bodemorganismen beschikbaar. Belangrijke inhoudsstoffen als N, P en K blijven behouden. Wel wordt een deel van de organische stikstof omgezet in ammoniakale stikstof. Dit geeft een iets hoger risico bij toediening van het digestaat in het veld.

Mestverwerking: Dit is de wettelijke afzet van dierlijke mest buiten de Nederlandse landbouw. Verwerkte mest kan zonder verdere bewerking worden afgezet of na bewerking (zie hieronder).

Mestbewerking: Dit zijn technische handelingen met mest waaruit mestproducten voortkomen die in de Nederlandse landbouw worden afgezet of kunnen worden geëxporteerd. Voorbeelden hiervan zijn vergisten, scheiden in een dikke en dunne fractie en strippen van ammoniak uit mest.

Mineralenbalans: Dit is een overzicht waarin alle aanvoerposten en afvoerposten van mineralen op een bedrijf worden weergegeven. Aanvoer vindt doorgaans plaats middels vlinderbloemigen, depositie uit de lucht en de aanvoer van organische en kunstmatige meststoffen. Afvoer vindt plaats met de door het bedrijf geproduceerde plantaardige en dierlijke producten. Wat over blijft is een tekort of een overschot.

Mineralen en nutriënten; Hiermee worden in dit rapport de voedingsstoffen voor de plant bedoeld. Met deze termen wordt hetzelfde bedoeld. Ze worden door elkaar gebruikt.

Nutriëntentekort en nutriëntenoverschot: Als er in dit rapport over een nutriëntentekort of een nutriëntenoverschot gesproken wordt hiermee bedoeld; het verschil tussen de regionale gewasbehoefte aan een bepaald nutriënt en de regionale excretie ervan in dierlijke mest. In de praktijk worden deze tekorten doorgaans aangevuld worden met kunstmest. Een andere mogelijkheid om tekorten te verminderen is de teelt van vlinderbloemigen of grasklaver in plaats van alleen gras.

Plaatsingsruimte; Dit is de wettelijk toegestane hoeveelheid dierlijke en plantaardige mest en kunstmest die op basis van de stikstof- en fosfaatgebruiksnormen op een bedrijf mag worden toegepast.

Rustgewas: Een niet uitspoeling gevoelig gewas met positieve eigenschappen voor de bodemkwaliteit, omdat ze dieper wortelen en daardoor voedingsstoffen uit diepere bodemlagen kunnen benutten. Voorbeelden van rustgewassen zijn (winter) granen en grassen.

1 Analyse van de nutriëntenbehoeften van agrarische sectoren in Noord-Holland

Binnen agrarische sectoren zijn stikstof (N), kali (K₂O) en fosfaat (P₂O₅) belangrijke nutriënten die nodig zijn voor de groei van gewassen. Er zijn landbouwkundige bemestingsadviezen (o.a. [Handboek bodem en bemesting](#) en [Bemestingsadvies - Bemestingsadvies](#)) voor het gebruik van deze nutriënten. Daarnaast zijn er voor stikstof en fosfaat ook wettelijke gebruiksnormen die aangeven hoeveel er maximaal mag worden toegediend. Binnen dit onderzoek wordt er vanuit gegaan dat voor Noord-Holland de nutriëntenbehoefte gelijk is aan de gebruiksnormen voor N en P₂O₅ of het bemestingsadvies (K₂O). De nutriëntenbehoefte wordt in dit hoofdstuk ingeschat voor de akkerbouwsector, de melkveesector (grasland en groenvoedergewassen w.o. mais), de vollegrondstuinbouwsector en de bloembollensector.

In dit hoofdstuk wordt toegelicht hoe de nutriëntenbehoeftes van de verschillende sectoren zijn ingeschat en vervolgens worden deze behoeftes ook ruimtelijk, per gemeente, weergegeven. Voor deze berekeningen is gebruik gemaakt van gewasareaal cijfers uit 2022.

In Noord-Holland zien we dat de melkveesector veruit het grootste aandeel van het oppervlakte binnen het totale landbouwareaal in beslag neemt. In combinatie met de hoge nutriëntenbehoeftes per hectare van grasland, zorgt dit ervoor dat de melkveesector dan ook de hoogste behoefte heeft aan stikstof, kali en fosfaat. PPLG-gebieden waar de melkveehouderij de grootste grondgebruiker is hebben dan ook de hoogste nutriënten behoefte.

1.1 Inschatting van de jaarlijkse nutriëntenbehoefte van agrarische sectoren

In dit onderzoek is een analyse gemaakt van de nutriëntenbehoefte en nutriëntenbalans van de verschillende landbouwsectoren die in de open lucht plaatsvinden. De glastuinbouwsector is in dit onderzoek niet meegenomen.

Tabel 1 geeft een overzicht van het areaal per sector welke zijn meegenomen in dit onderzoek. In de provincie Noord-Holland wordt bijna 125 duizend ha grond gebruikt voor teelten die in de open lucht plaatsvinden. De melkveehouderij (grasland en voedergewassen) heeft hierin veruit het grootste aandeel (59%).

Tabel 1 Overzicht van de agrarische sectoren in Noord-Holland waarvan de nutriëntenbehoefte is onderzocht binnen dit project (gebaseerd op cijfers van 2022).

Sector	Areaal (ha)
Akkerbouw	30.147
Bloembollen en – knollen	13.415
Tuinbouw op open grond	7.410
Grasland en groenvoedergewassen (melkveehouderij)	74.003

Voor het berekenen van de nutriëntenbehoefte van agrarische sectoren in Noord-Holland is voor stikstof en fosfaat uitgegaan van de wettelijke gebruiksnormen en voor kali is uitgegaan van het bemestingsadvies. Zowel de gebruiksnormen als de bemestingsadviezen variëren per gewas. Stikstofgebruiksnormen zijn afkomstig van de RVO ([tabel 2; stikstof landbouwgrond 2023](#)) (RVO, 2023). De fosfaatgebruiksnormen hangen af van grondgebruik (grasland of bouwland) en de fosfaattoestand van de bodem, waarbij er meer fosfaat mag worden toegediend wanneer de bodem een lage fosfaattoestand kent en omgekeerd. De fosfaattoestanden zijn bepaald aan de hand van [kaarten](#) met daarin de plant beschikbare hoeveelheid fosfaat (P-CaCl₂) en fosfaatbodemvoorraad (PAI) per postcodegebied in Nederland (Eurofins, 2020). Voor bemestingsadviezen voor

kali is gebruik gemaakt van <https://www.handboekbodemenbemesting.nl> en www.bemestingsadvies.nl waarbij uitgegaan is van een gemiddelde situatie en kalitoestand van de bodem.

Vervolgens is per gemeente het areaal van de verschillende gewastypen vermenigvuldigd met de bijbehorende gebruiksnorm/bemestingsadvies om zo tot de nutriëntenbehoefte te komen. Gewasarealen zijn afkomstig van het CBS ([CBS, 2023](#)) waarbij gebruik is gemaakt van cijfers uit 2022.

De stikstofgebruiksnormen zoals gehanteerd door de RVO hebben betrekking op specifieke gewassen. Echter worden arealen op gemeenteniveau door het CBS in veel gevallen samengevoegd tot bepaalde gewasgroepen. Zo hoort bijvoorbeeld tot de gewasgroep akkerbouwgroenten een groot aantal verschillende gewassen met elk hun eigen gebruiksnorm. Op gemeenteniveau zijn dus alleen arealen van gewasgroepen bekend, alleen op provincieniveau zijn arealen van afzonderlijke gewassen bekend. Daarom zijn per gewasgroep areaal gewogen gemiddeldes berekend voor de stikstofgebruiksnorm. Hierbij is de aanname gemaakt dat de verhouding van de verschillende gewassen binnen één gewasgroep, voor elke gemeente gelijk is aan de verhouding zoals die op provincieniveau bestaat. Tabel 2 geeft per gewas of gewasgroep weer welke gebruiksnormen en bemestingsadviezen zijn gebruikt voor dit onderzoek.

Tabel 2 Gebruiksnormen en bemestingsadviezen per gewasgroep.

Gewas	Gebruiksnorm / bemestingsadvies (kg/ha)		
	Stikstof	Kali	Fosfaat*
Grasland en groenvoedergewassen (melkveehouderij)			
Blijvend grasland	345	320	75 - 100
Natuurlijk grasland	0	0	0
Tijdelijk grasland	345	320	75 - 100
Groenvoedergewassen	134	200	50 - 80
Akkerbouw			
Consumptieaardappelen	250	255	50 - 80
Pootaardappelen	120	230	50 - 80
Zetmeelaardappelen	240	200	50 - 80
Akkerbouwgroenten	168	230	50 - 80
Granen	200	105	50 - 80
Graszaden	183	30	50 - 80
Handelsgewassen	133	35	50 - 80
Peulvruchten	48	140	50 - 80
Suikerbieten	150	200	50 - 80
Braak	0	0	0
Overige akkerbouwgewassen	200	150	50 - 80
Bloembollen en knollen			
Bloembollen en knollen	179	230	50-80
Tuinbouw op open grond			
Tuinbouwgroenten	258	230	50 - 80
Overige sectoren			
Boomkwekerijgewassen en vaste planten	142	230	50 - 80
Fruit open grond	174	230	50 - 80
Bloemkwekerijgewassen	150	230	50 - 80

* verschilt per gemeente en is afhankelijk van de fosfaattoestand van de bodem.

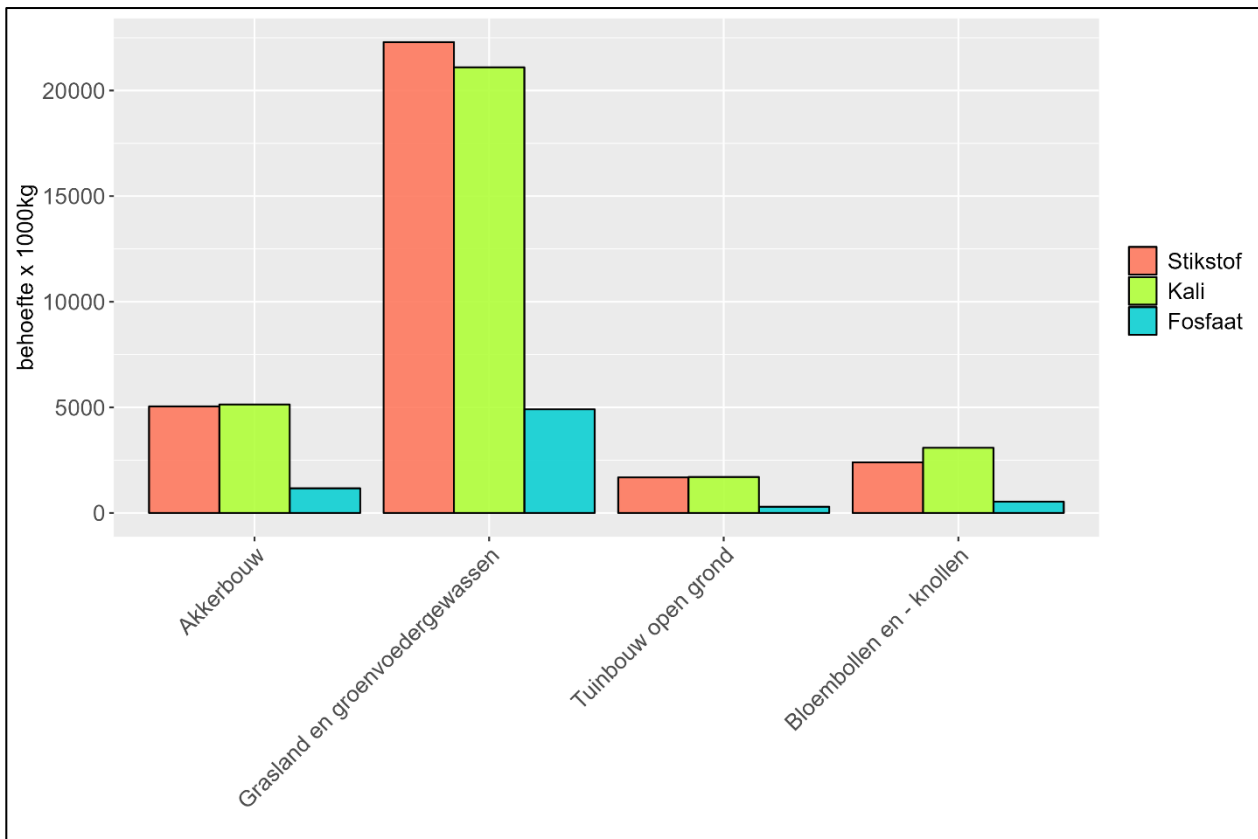
Berekeningen zijn gemaakt op gemeenteniveau, waarna gemeentes zijn samengevoegd tot de vijf PPLG gebieden van Noord-Holland:

1. Wadden, Kop van Noord-Holland en West-Friesland
2. Noord-Kennemerland
3. Laag Holland
4. Zuid-Kennemerland en Amstel Meerlanden
5. Gooi en Vechtstreek

Figuur 1 en tabel 3 geven de nutriëntenbehoefte weer van de verschillende agrarische sectoren op provincieniveau, bijlage 3 geeft dit weer voor de vijf PPLG gebieden. Tot slot wordt verwezen naar bijlage 1A voor cijfers op gemeenteniveau.

Tabel 3 Nutriëntenbehoefte van agrarische sectoren in Noord-Holland voor de nutriënten stikstof, kali en fosfaat (gebaseerd op cijfers van 2022).

Sector	Nutriëntenbehoefte (x1000 kg)		
	Stikstof	Kali	Fosfaat
Akkerbouw	5.046	5.140	1.170
Bloembollen en – knollen	2.396	3.086	537
Tuinbouw op open grond	1.685	1.704	296
Grasland en groenvoedergewassen	22.296	21.101	4.907



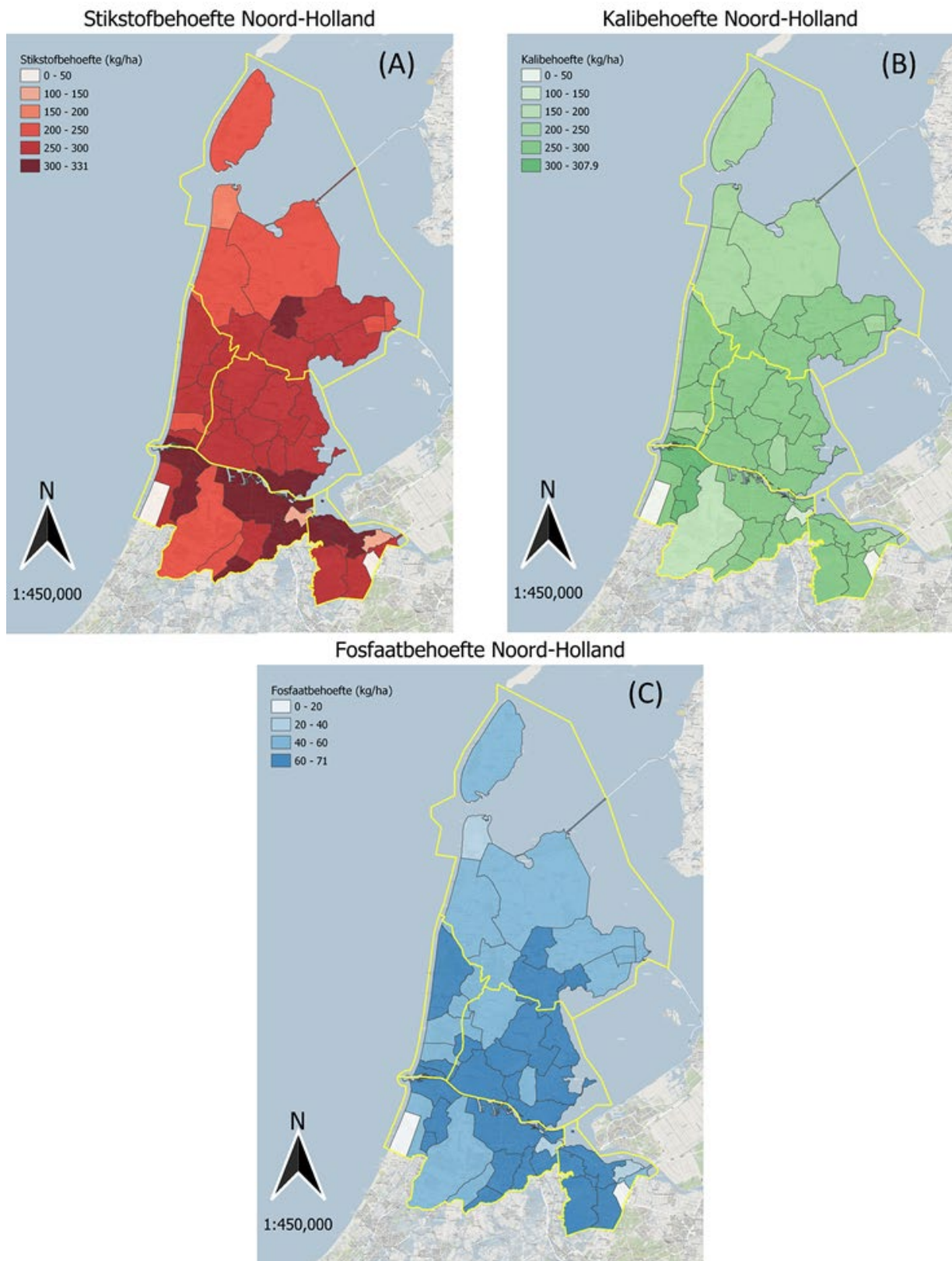
Figuur 1 Nutriëntenbehoefte van agrarische sectoren in Noord-Holland voor de nutriënten stikstof, kali en fosfaat (gebaseerd op cijfers van 2022).

Figuur 1 laat duidelijk zien dat grasland en groenvoedergewassen voor alle drie de nutriënten veruit de hoogste behoeftes hebben op provincieniveau. De combinatie van hoge gebruiksnormen voor grasland en het grote aandeel wat dit gewas heeft binnen de Noord-Hollandse agrarische sector verklaart deze hoge behoeftes.

1.2 Ruimtelijke weergave van de nutriëntenbehoeften van agrarische sectoren

Voor de ruimtelijke weergave van de nutriëntenbehoefte van agrarische sectoren is per gemeente en per nutriëntensoort de behoefte weergegeven in aantal kilogram per hectare cultuurgrond (Figuur 2). Voor precieze cijfers wordt verwezen naar bijlage 1B (op gemeenteniveau) en bijlage 2 (op PPLG gebiedsniveau). Gemeentes met een hoge nutriëntenbehoefte per hectare hebben een relatief groot aandeel van gewassen met hoge behoeftes (zoals grasland) binnen het totaal areaal cultuurgrond. Zo is bijvoorbeeld te zien dat een aantal noordelijke gemeentes een relatief lage nutriëntenbehoefte per hectare heeft, ondanks het feit dat daar in

absolute cijfers wel veel grasland aanwezig is. Doordat er in deze gemeentes ook een relatief groot aandeel akkerbouw en bloembollen aanwezig is, welke een lagere behoefte hebben dan grasland, zien we daar een lagere nutriëntenbehoefte per hectare.



Figuur 2 Ruimtelijke weergave van nutriëntenbehoefte per gemeente van agrarische sectoren in Noord-Holland (in kg/ha cultuurgrond). 2A: stikstofbehoefte 2B: kalibehoefte, 2C: fosfaatbehoefte. Gele lijnen geven de grenzen weer van de vijf PPLG gebieden in Noord-Holland. (gebaseerd op cijfers van 2022).

2 Analyse van de nutriëntenbalans van agrarische sectoren

In dit hoofdstuk wordt de nutriëntenbehoefte vergeleken met de hoeveelheid nutriënten aanwezig in geproduceerde dierlijke mest in Noord Holland. Dit geeft een beeld van de mogelijkheid tot zelfvoorziening op het gebied van deze nutriënten binnen agrarische sectoren in Noord-Holland. In dit hoofdstuk wordt toegelicht hoe de nutriëntenbalans is ingeschat, waarbij gebruik is gemaakt van dieraantal cijfers uit 2022.

Het is belangrijk te beseffen dat het hierbij niet gaat om een volledig gesloten kringloop. De import van nutriënten in bijvoorbeeld veevoer is hier niet in meegenomen.

Provincie breed zien we daarbij dat de behoeftes hoger liggen dan de productie, en dat er dus externe inputs nodig zullen zijn in de vorm van kunstmest of andere meststoffen om aan de huidige gewasbehoeftes te voldoen. Daarom wordt er in dit hoofdstuk gesproken over een nutriëntentekort.

Daarnaast wordt er onderzocht wat het vervallen van de derogatie zal betekenen voor de nutriëntenbalans. Daarbij zien we dat tekorten zullen stijgen omdat er in bepaalde gebieden minder dierlijke mest zal mogen worden toegediend. Met name het PPLG gebied Laag Holland zal daardoor een overschot aan dierlijke mest krijgen, terwijl er in andere gebieden nog ruimte over zal blijven om dierlijke mest toe te dienen. Wel zien we provincie breed tekorten stijgen en zal er dus kunstmest (of andere meststoffen) nodig blijven om te voldoen aan de huidige gebruiksnormen.

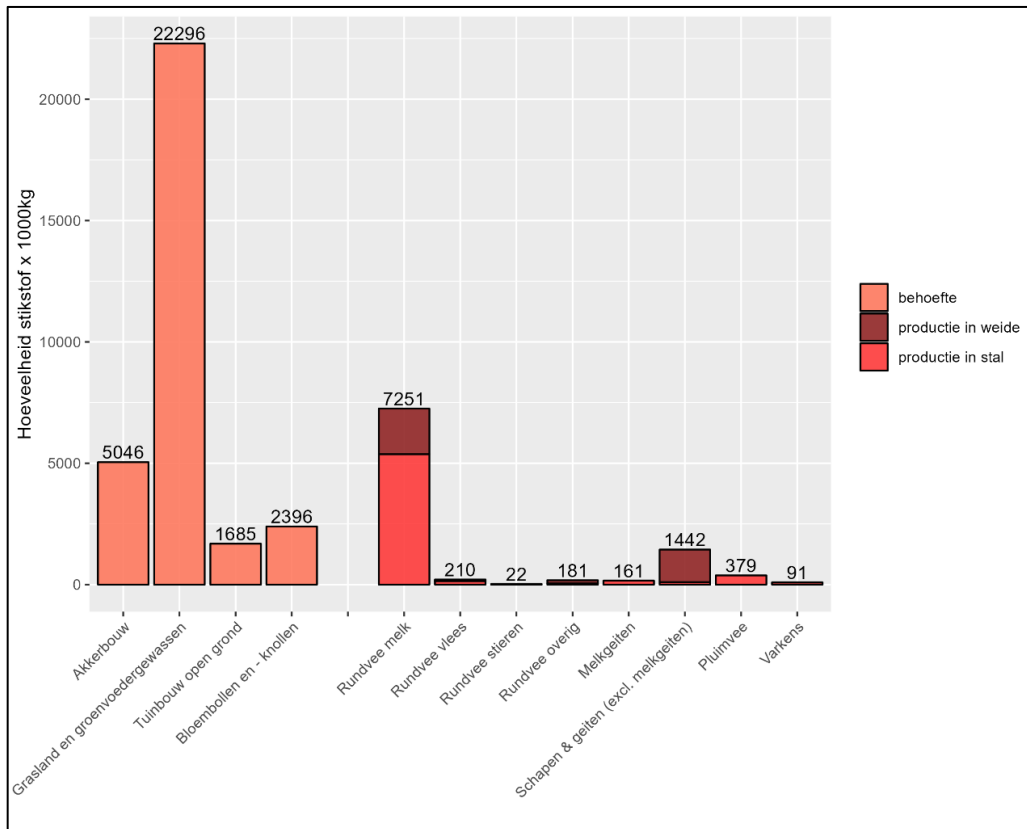
2.1 Inschatting van de jaarlijkse nutriëntenbalans van agrarische sectoren

Voor het analyseren van de potentiële zelfvoorziening van nutriënten binnen de agrarische sectoren is ten eerste de nutriëntenproductie van dierlijke mest binnen de provincie berekend. Dit is gedaan aan de hand van dieraantallen per gemeente ([CBS, 2023](#)) en excretiecijfers afkomstig van het Nationaal Emissie Model voor Agricultuur ([NEMA](#)). Deze excretiecijfers geven per diersoort de jaarlijkse hoeveelheid nutriënten die wordt uitgescheiden, waarbij er een onderscheid wordt gemaakt tussen de stal- en weideperiode. Door de dieraantallen te vermenigvuldigen met de excretiecijfers, wordt per gemeente de hoeveelheid geproduceerde nutriënten in dierlijke mest berekend. Voor kali en fosfaat staat deze hoeveelheid gelijk aan de hoeveelheid van die nutriënten die uiteindelijk opgeslagen zit in de mest. Voor stikstof worden eerst gasvormige verliezen in de vorm van ammoniak (NH_3), lachgas (N_2O), stikstofoxiden (NO_x) en stikstofgas (N_2) berekend en deze worden vervolgens van de totale stikstofexcretie afgetrokken om zo tot de hoeveelheid opgeslagen stikstof in dierlijke mest te komen. Voor de emissiefactoren voor gasvormige verliezen is wederom uitgegaan van het NEMA. Om de vergelijking te maken met de nutriëntenbehoefte van de verschillende gewassen binnen de agrarische sector, is tot slot de hoeveelheid werkzame stikstof berekend, oftewel de hoeveelheid stikstof die uiteindelijk beschikbaar is voor planten om op te nemen. Hiervoor is gebruik gemaakt van werkingscoëfficiënten afkomstig van de RVO tabel 9 ([Werkzame stikstof landbouwgrond](#)).

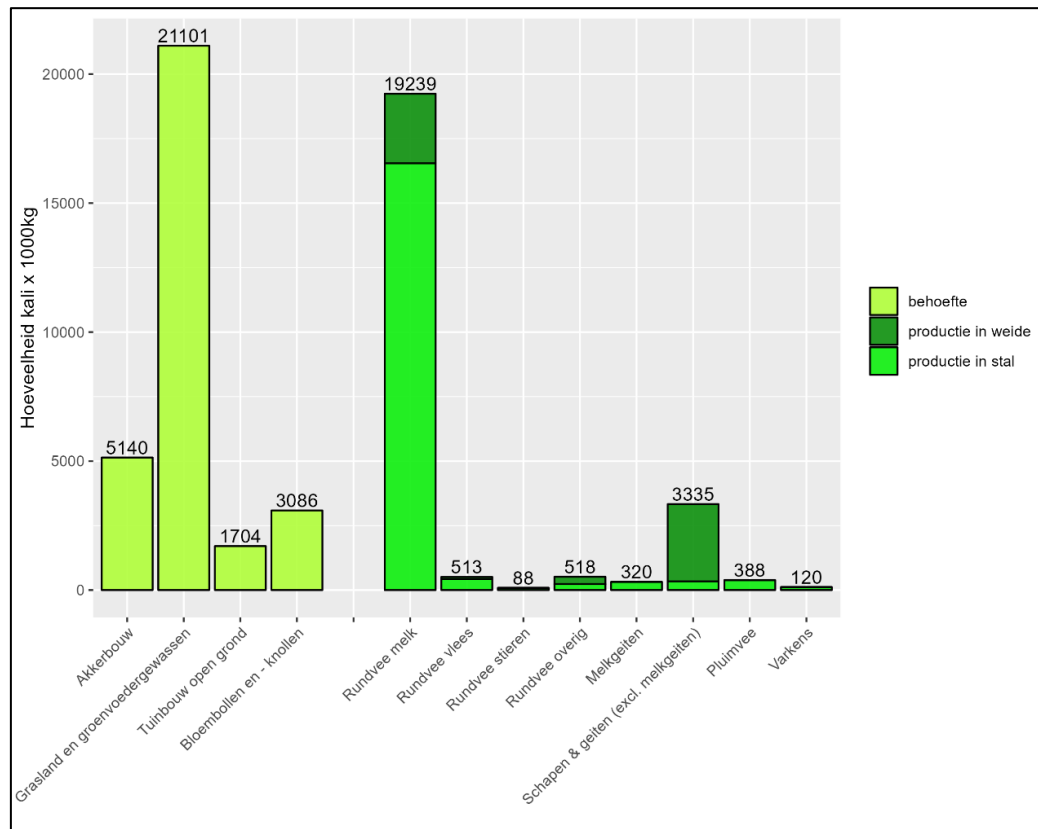
Voor kali en fosfaat is de hoeveelheid aanwezig in dierlijke mest gelijk aan de werkzame hoeveelheid en voor deze nutriënten worden dus geen werkingscoëfficiënten gehanteerd. Figuur 3, 4 en 5 tonen per nutriënt de (werkzame) hoeveelheid in dierlijke mest op provincieniveau. Om een beeld te geven van de potentiële zelfvoorziening van agrarische nutriënten worden tevens de behoeftes nogmaals weergegeven. Bijlage 3 geeft dit zelfde weer voor de vijf PPLG gebieden, voor cijfers op gemeenteniveau wordt verwezen naar bijlage 1A.

Figuur 3, 4 en 5 laten duidelijk zien dat de nutriëntenbehoeftes van agrarische sectoren in Noord-Holland hoger liggen dan de nutriëntenproductie. Er is dus sprake van een nutriëntentekort binnen de provincie, met een totaal tekort aan stikstof van 21.685 ton, een tekort aan kali van 6.509 ton en een tekort aan fosfaat van

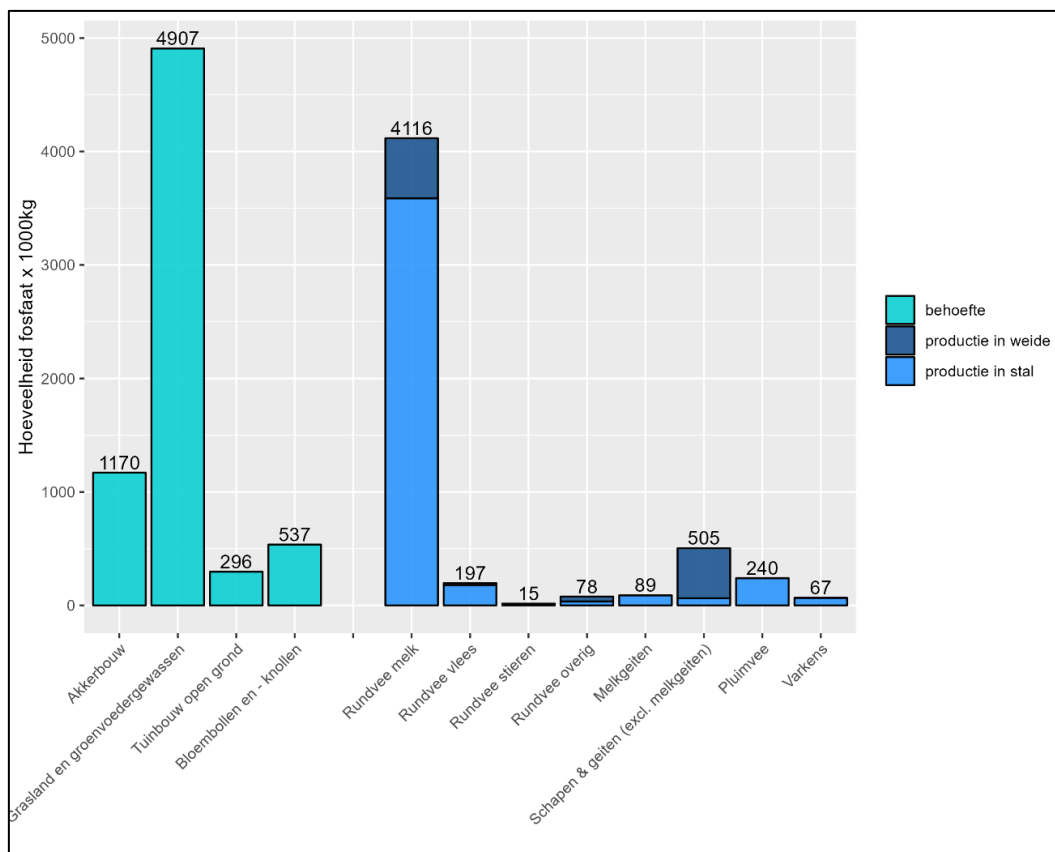
1.604 ton. Hierbij valt op dat het tekort aan stikstof veel groter is dan voor kali en fosfaat, wat valt te verklaren doordat er bij stikstof meer verliezen optreden en het een lagere werkingscoëfficiënt heeft. Nutriëntentekorten per gemeente worden gegeven in bijlage 1B, voor cijfers op PPLG gebiedsniveau wordt verwezen naar bijlage 2. Nutriëntentekorten zijn berekend door de totale productie van (werkzame) hoeveelheid van nutriënten in dierlijke mest af te trekken van de totale nutriëntenbehoeftes binnen de agrarische sectoren in Noord-Holland.



Figuur 3 Stikstof behoefte en werkzame stikstof productie in dierlijke mest voor de provincie Noord-Holland (gebaseerd op cijfers van 2022).



Figuur 4 Kali behoefte en kali productie in dierlijke mest voor de provincie Noord-Holland (gebaseerd op cijfers van 2022).

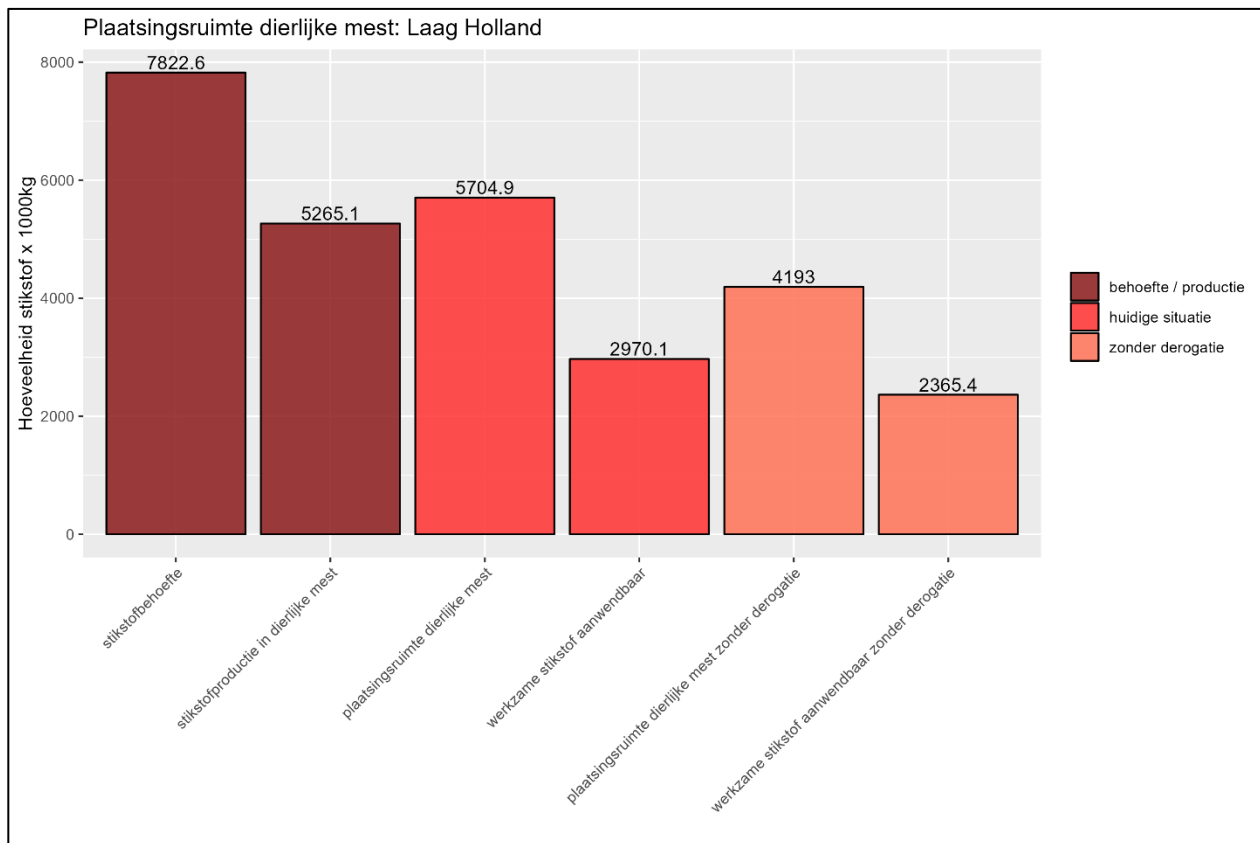


Figuur 5 Fosfaat behoefte en fosfaat productie in dierlijke mest voor de provincie Noord-Holland (gebaseerd op cijfers van 2022).

2.1.1 De gevolgen van het vervallen van de derogatie voor Noord Holland

Tot slot is onderzocht wat het vervallen van de derogatie voor melkveebedrijven zal betekenen voor de nutriëntentekorten binnen de provincie Noord-Holland. Hierbij is de plaatsingsruimte voor dierlijke mest berekend voor de huidige situatie (met derogatie, waarbij melkveebedrijven in Noord Holland in 2023 240 kg stikstof in dierlijke mest per hectare mogen aanwenden) en voor de situatie zonder derogatie (waarbij melkveebedrijven 170 kg stikstof in dierlijke mest per hectare mogen aanwenden). Hierbij is het belangrijk om op te merken dat dit kan betekenen dat het nutriëntentekort in sommige gebieden kan stijgen (omdat daar minder dierlijke mest mag worden aangewend) en er daardoor een overschot optreedt van dierlijke mest (mest die dus niet langer mag worden aangewend). Per PPLG gebied is onderzocht wat het vervallen van de derogatie zal betekenen voor de nutriëntentekorten en overschotten van dierlijke mest. Hieruit blijkt dat voor de PPLG gebieden Laag Holland en Gooi en Vechtstreken de plaatsingsruimte voor dierlijke mest zal dalen tot onder de totale hoeveelheid stikstof die momenteel geproduceerd wordt in dierlijke mest. Dit betekent dat er in deze twee PPLG gebieden dus mest zal moeten worden afgevoerd. Hierdoor stijgt het nutriëntentekort. Dit zal worden aangevuld met kunstmest. Figuur 6 laat dit zien voor het PPLG gebied Laag Holland, voor de vier andere PPLG gebieden wordt verwezen naar bijlage 4. Voor de overige drie PPLG gebieden blijft na het vervallen van de derogatie de plaatsingsruimte voor dierlijke mest boven het niveau van de totale stikstofproductie in dierlijke mest, en mag dus alle dierlijke mest worden aangewend. Wel zal dit er dan toe leiden dat een deel van de dierlijke mest die nu op grasland gebruikt wordt op andere gewassen gebruikt wordt. Voor alle cijfers met betrekking tot het vervallen van derogatie wordt verwezen naar bijlage 1B (op gemeenteniveau) en naar bijlage 2 (op PPLG gebiedsniveau).

Bovenstaande analyse laat zien dat het wegvallen van de derogatie voor twee van de vijf is PPLG-gebieden leidt tot een stijging van het nutriëntentekort. Op provinciaal niveau leidt het wegvallen van de derogatie slechts beperkt tot een stijging van het nutriëntentekort, doordat de extra mest die moet worden afgevoerd uit de PPLG's Laag Holland en Gooi en Vechtstreken kan worden benut in de andere drie PPLG's.

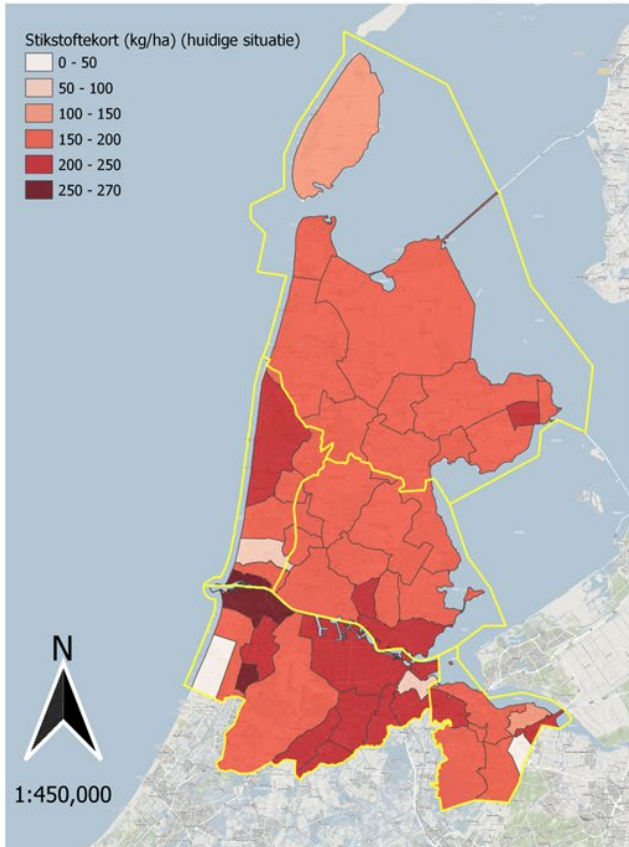


Figuur 6 Gevolgen van het vervallen van de derogatie voor de plaatsingsruimte van dierlijke mest voor het PPLG gebied Laag Holland. Hierbij worden de stikstofbehoefte en totale stikstofproductie in dierlijke mest weergegeven (donker rood, links), de plaatsingsruimte en daarbij behorende hoeveelheid werkzame stikstof die aanwendbaar is voor de huidige situatie (rood, midden) en de plaatsingsruimte en daarbij behorende hoeveelheid werkzame stikstof die aanwendbaar is voor de situatie zonder derogatie (koraal rood, rechts). (gebaseerd op cijfers van 2022).

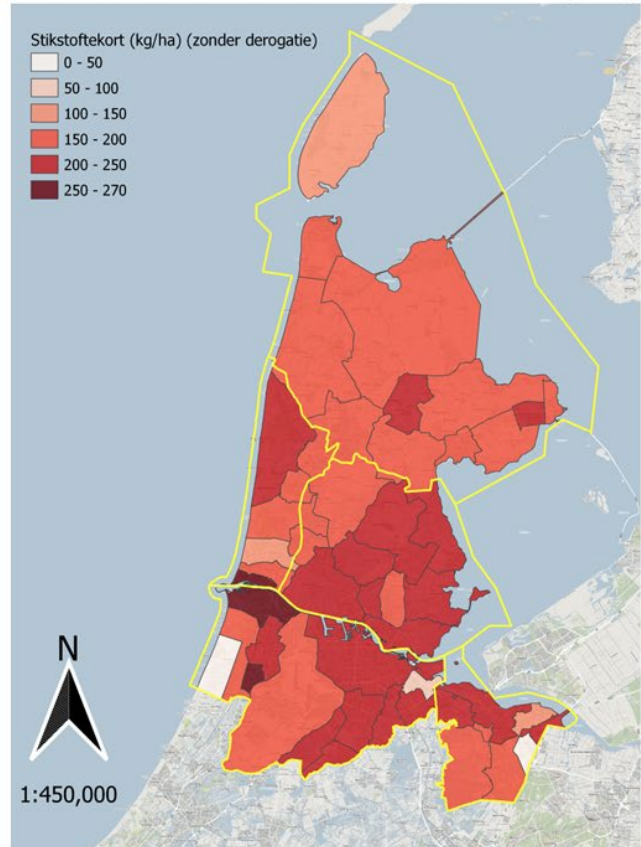
2.2 Ruimtelijke weergave van de nutriëntenbalans van agrarische sectoren

Voor de ruimtelijke weergave van de nutriëntentekorten is per gemeente en per nutriëntensoort de behoefte weergegeven in aantal kilogram per hectare cultuurgrond (Figuur 7, 8 en 9). Voor precieze cijfers wordt verwezen naar bijlage 1B (op gemeenteniveau) en bijlage 2 (op PPLG gebiedsniveau). Zoals te zien is in de ruimtelijke weergave zijn de gevolgen van het vervallen van de derogatie vooral in het PPLG gebied Laag Holland merkbaar. In dat PPLG gebied liggen veel gemeentes waar de nutriëntentekorten zullen stijgen bij het vervallen van de derogatie. Dit is te verklaren door hetgeen wat hierboven genoemd is en aan de hand van figuur 6. In die gebieden waar na het vervallen van de derogatie niet alle dierlijke mest meer mag worden toegediend, zullen er dus minder nutriënten kunnen worden toegediend en dus zullen juist daar de nutriëntentekorten stijgen.

Stikstoftekort Noord-Holland (huidige situatie)

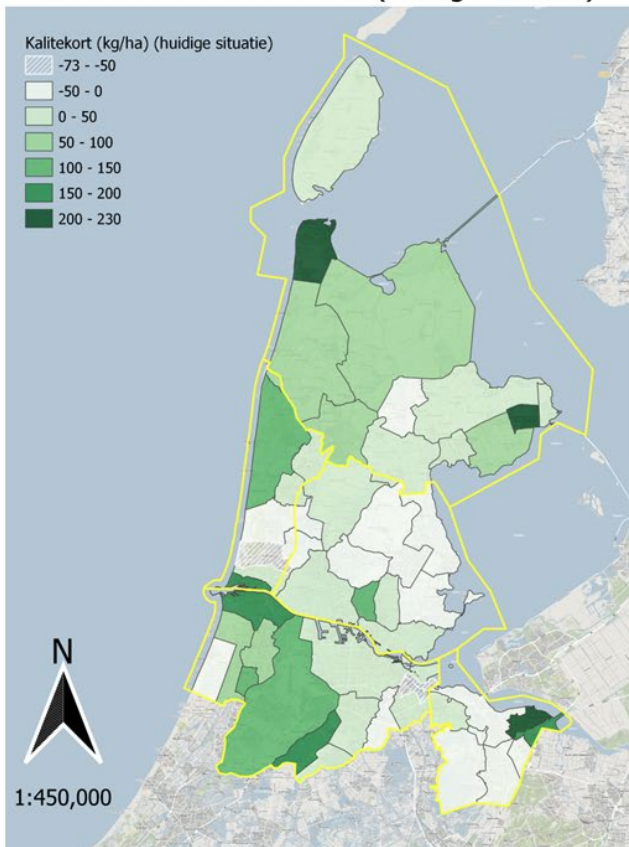


Stikstoftekort Noord-Holland (zonder derogatie)

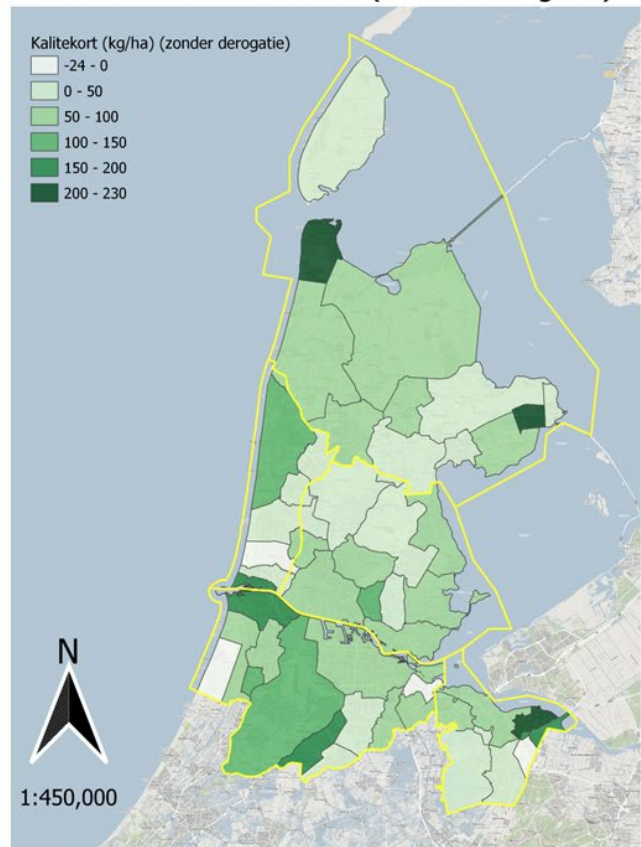


Figuur 7 Ruimtelijke weergave van stikstoftekorten per gemeente. Links geeft de huidige situatie weer, rechts geeft de situatie weer zonder derogatie. De gele lijnen geven de grenzen weer van de vijf PPLG gebieden van Noord-Holland. (gebaseerd op cijfers van 2022).

Kalitekort Noord-Holland (huidige situatie)

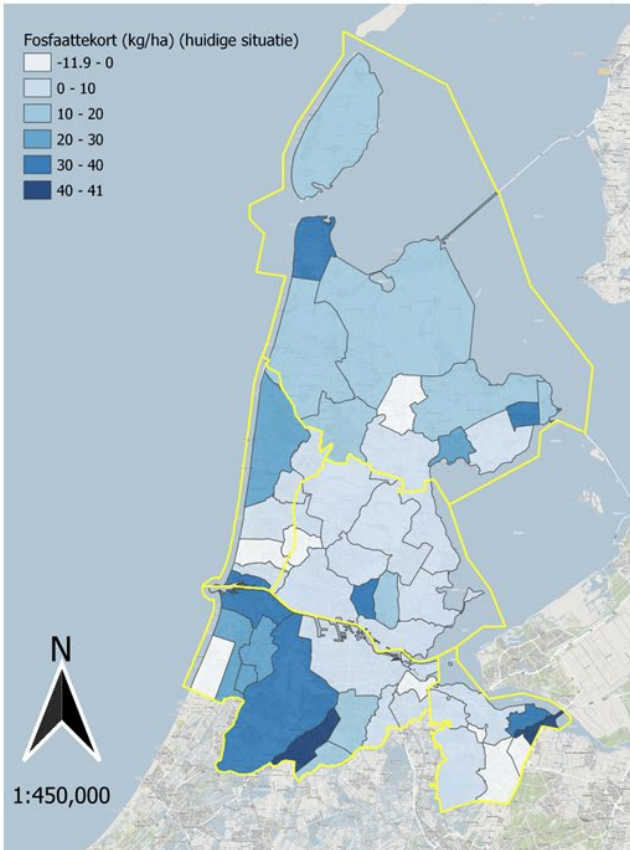


Kalitekort Noord-Holland (zonder derogatie)

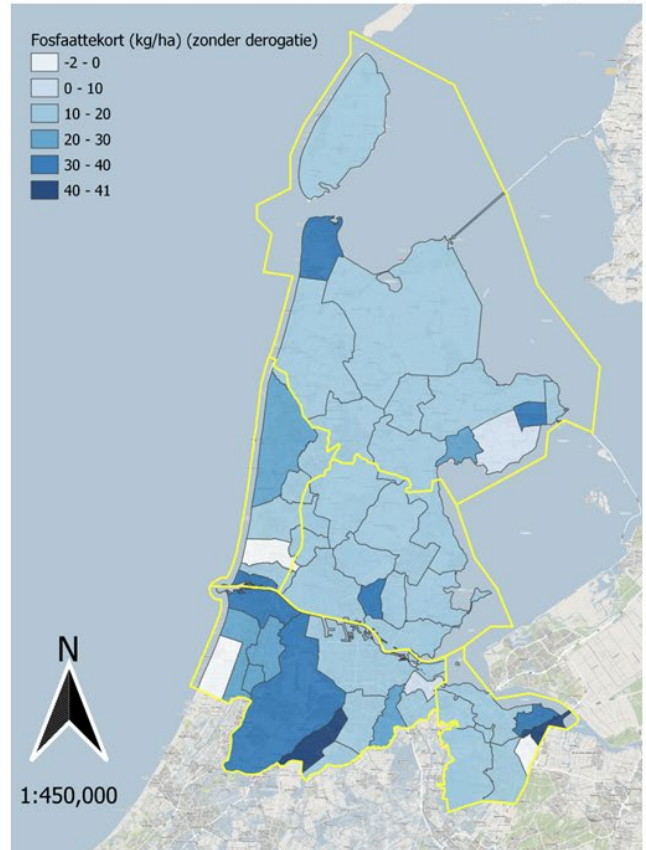


Figuur 8 Ruimtelijke weergave van kalitekorten per gemeente. Links geeft de huidige situatie weer, rechts geeft de situatie weer zonder derogatie. De gele lijnen geven de grenzen weer van de vijf PPLG gebieden van Noord-Holland. (gebaseerd op cijfers van 2022).

Fosfaattekort Noord-Holland (huidige situatie)



Fosfaattekort Noord-Holland (zonder derogatie)



Figuur 9 Ruimtelijke weergave van fosfaattekorten per gemeente. Links geeft de huidige situatie weer, rechts geeft de situatie weer zonder derogatie. De gele lijnen geven de grenzen weer van de vijf PPLG gebieden van Noord-Holland. (gebaseerd op cijfers van 2022).

3 Inventarisatie van praktijkvoorbeelden

De agrarische sector in de provincie Noord-Holland is divers; melkveehouderij, akkerbouw, tuinbouw en bloembollen. Hiervan is de melkveehouderij veruit de grootste grondgebruiker en producent van nutriënten. Daarnaast zijn er ook nog kleinere sectoren actief in Noord-Holland zoals schapenhouderij, glastuinbouw, pluimvee en enkele bedrijven met varkens. Omdat deze sectoren niet separaat van elkaar opereren, maar vaak samenwerken door bijvoorbeeld elkaars grond te gebruiken, is er gekozen om nadrukkelijk naar deze samenwerkingsvormen te gaan kijken, waarbij de uitwisseling van nutriënten centraal staat. Dit sluit ook aan op de doelen die de provincie Noord-Holland heeft opgenomen in haar visie voor de landbouw in 2030. Hierin is expliciet genoemd dat de 'kringloop van (rest)stromen op een zo laag mogelijk niveau gesloten moet worden' (Noord-Holland, 2021).

Daarnaast richt dit hoofdstuk zich ook op de identificatie van voorbeelden van nutriëntenuitwisseling buiten de provincie Noord-Holland. Hierbij is ten eerste naar de rest van Nederland gekeken, maar ook daar buiten in Europa. Door middel van verschillende praktijkvoorbeelden proberen we inzicht te verschaffen in de verschillende vormen van nutriëntenuitwisseling, de voordelen die het met zich meedraagt, maar ook de nadelen en uitdagingen. Ten slotte zullen ook enkele aanbevelingen worden gepresenteerd voor beleidsmakers om nutriëntenuitwisseling verder te bevorderen, en bestaande nutriëntenuitwisselingen te ondersteunen.

Dit deelhoofdstuk beoogt inzicht te bieden in bestaande nutriëntenuitwisseling. Waarbij de focus eerst ligt op de redenen achter nutriëntenuitwisseling en vervolgens op de manieren waarop het bij kan dragen aan duurzame landbouw en het gebruik van nutriënten te optimaliseren, terwijl tegelijkertijd de impact op het milieu wordt geminimaliseerd. Want het uitwisselen van nutriënten zorgt op zichzelf niet tot een verlaging van nutriëntenverliezen in de vorm van emissies of uitspoeling. Al kan het bij een juiste uitvoering hier wel een rol in hebben.

In hoofdstuk komen de volgende onderwerpen aan bod:

1. Nutriëntenuitwisseling in Noord-Holland en Nederland
2. Nutriëntenuitwisseling buiten Nederland
3. Aandachtspunten voor huidige samenwerkingsverbanden
4. Aanbevelingen om knelpunten op te lossen

3.1 Voorbeelden van nutriëntenuitwisseling in Noord-Holland & Nederland

In Noord-Holland zijn er verschillende vormen van nutriëntenuitwisseling tussen agrariërs, hierbij gaat het veelal om de volgende vormen:

- samenwerking tussen melkveehouderij en akkerbouw waarbij mest en veevoer worden uitgewisseld,
- samenwerking waarbij er naast uitwisseling van mest en veevoer tevens gewassen geteeld worden op elkaars grond (gezamenlijk grondgebruik),
- samenwerking waarbij meerdere agrariërs samen een biogasinstallatie beheren,
- samenwerking waarbij verschillende boeren samen gewasresten composteren
- samenwerkingsverbanden tussen waterzuiveringsinstallaties of aquacultuurbedrijven en agrariërs waarbij de agrariërs nutriënten afnemen.

Wat niet verder behandeld wordt in dit hoofdstuk zijn gemengde bedrijven. Dus bedrijven die op het eigen bedrijf al meerdere sectoren hebben, zoals melkvee en akkerbouw. Deze bedrijven hebben de potentie om de kringloop op hun eigen bedrijf al te sluiten, zonder dat er samenwerking gezocht hoeft te worden met anderen. Echter zijn er relatief weinig gemengde bedrijven in Noord-Holland, slechts 4.3 % in 2021 terwijl dit landelijk 6.3 % is ([Agrimatie](#)).

3.1.1 Uitvoering van mest en veevoer en gezamenlijk grondgebruik

Zoals beschreven er zijn verschillende vormen van samenwerkingsverbanden. De meest voorkomende worden hieronder beschreven. Het is daarbij belangrijk om onderscheid te maken tussen directe en indirecte samenwerkingen, in het laatste geval verloopt de samenwerking dan via een tussenpersoon. Een totaal overzicht van de verschillende samenwerkingsverbanden is te zien in tabel 4. Naast het overzicht van de verschillende vormen van samenwerkingsverbanden biedt de volgorde van 1 tot 7 ook een goed beeld van de frequentie waarin deze vormen voorkomen. Waarbij 1 het meeste voorkomt en 7 nauwelijks voorkomt.

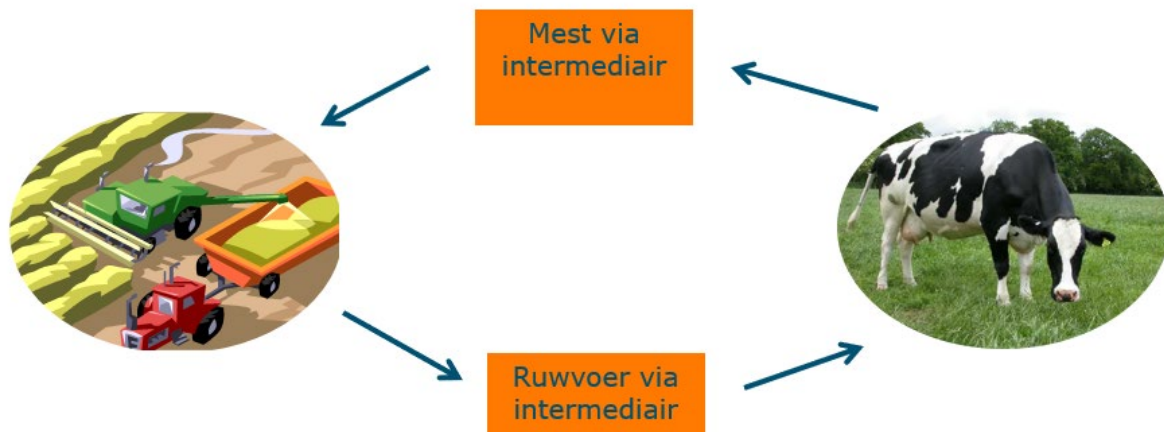
Tabel 4 *Overzicht van verschillende samenwerkingsverbanden waarbij melkvee staat voor melkveehouderij, akkerbouw voor akkerbouwer, bollen voor bollenteler en groente voor vollegrondsgroenteteler. Gemiddeld kan gesteld worden hoe intensiever de samenwerking, hoe minder vaak deze vorm voorkomt (De Wolf et al., 2018).*

Type	Bedrijfstypes	Vorm	Uitleg
1	Melkvee & akkerbouw	Indirect	Mestafzet van melkvee naar akkerbouw
2	Melkvee & akkerbouw	Indirect	Veevoer aan- en verkoop voor melkvee van akkerbouw of andere melkvee
3	Melkvee, akkerbouw en bollen	Indirect	Stro aan- verkoop van akkerbouw naar melkvee of bollen
4	Akkerbouw, bollen, groente en melkvee	Direct	Grondhuur voor eenjarige specifieke teelt
5	Melkvee & akkerbouw	Direct	Veevoerteelt door akkerbouw in ruil voor mest van melkvee
6	Melkvee & akkerbouw	Direct	Veevoerteelt door akkerbouw in ruil voor grond van melkvee
7	Melkvee & akkerbouw	Direct	Gecombineerd bouwplan

Het eerste type van een indirecte samenwerking is een melkveehouder die zijn mest via een tussenpersoon (bijvoorbeeld een loonwerker) op de markt afzet, de tussenpersoon zoekt dan een ontvanger voor de mest en de melkveehouder betaalt een vergoeding per kuub afgevoerde mest aan de tussenpersoon. De tussenpersoon zal vervolgens de mest afzetten bij (voornamelijk) akkerbouwers die hiervoor vaak een financiële vergoeding krijgen. Er is dus geen relatie tussen de afzetter en ontvanger. Een tweede soortgelijk type ontstaat wanneer een melkveehouder via een tussenpersoon ruwvoer aankoopt. Dit ruwvoer is elders door een andere agrariër geteeld en verkocht via een tussenpersoon, er is dus wederom geen sprake van een relatie tussen de afzetter en de ontvanger. Een derde laatste type dat veelal via een tussenpersoon loopt is de aan- en verkoop van stro. Het stro is een bijproduct van de graanteelt op een akkerbouwbedrijf wanneer een akkerbouwer niet kiest om het stro te gebruiken als bodemverbeteraar. Dit wordt dan veelal verkocht. Het stro kan dan bijvoorbeeld door veehouders worden gekocht om te gebruiken als strooisel in de stal. Daarnaast wordt stro ook gebruikt als

afdekmiddel in de bloembollenteelt. Dit wordt gedaan om bloembollen te beschermen tegen vorstschade, verslemping of stuiven.

Directe samenwerkingsverbanden vinden plaats tussen de verschillende agrariërs zonder de tussenkomst van een tussenpersoon. Het voorbeeld hiervan is samenwerkingstype 4, Dit betreft een agrariër welke grond huurt bij een andere agrariër. Het gaat hier vaak om een gespecialiseerd bedrijf (pootgoed, bloembollen, vollegrondsgroenten) dat grond huurt bij agrariërs die de ruimte hebben om grond te verhuren. Bijvoorbeeld de "reizende bollenkraam" waarbij bollenteler die grond huurt bij een melkveehouder of een akkerbouwer. De melkveehouder scheurt hiervoor een deel van zijn grasland.



Figuur 10 Visualisatie van voorbeelden 1 & 2 uit tabel 4. Waarbij er uitwisseling plaatsvindt via een intermediair, indirect dus.

Deze samenwerkingsverbanden zijn vaak éénjarig van aard, dus de huurder huurt voor één teeltseizoen het huurland en vertrekt vervolgens weer. Hierbij kan het wel voorkomen dat de huurder na een aantal jaren weer terugkomt om hetzelfde stuk grond te huren. Deze tussenperiode wordt gebruikt om een ruime rotatie te waarborgen. Daarnaast kan het natuurlijk ook voorkomen dat een huurder elk jaar bij dezelfde verhuurder grond huurt, waarbij er ieder teeltjaar gewisseld wordt van perceel. Alhoewel dit een directe vorm van samenwerking is, zijn beide partijen in dit geval nog relatief onafhankelijk en is de samenwerking vooral economisch van aard.

Een ander type van een direct samenwerkingsverband is type 5 waarbij de samenwerking draait om de uitruil van voer en mest. De akkerbouwer teelt een voedergewas voor de melkveehouder. Vaak is dat mais. Hiervoor ontvangt de akkerbouwer gratis mest van de melkveehouder, omdat deze vaak een overschot heeft. In dit geval zorgt de samenwerking voor gratis mest voor de akkerbouwer en vaak een financiële vergoeding voor de teelt van het voedergewas en voor extra ruwvoer voor de melkveehouder plus gratis mestafvoer.



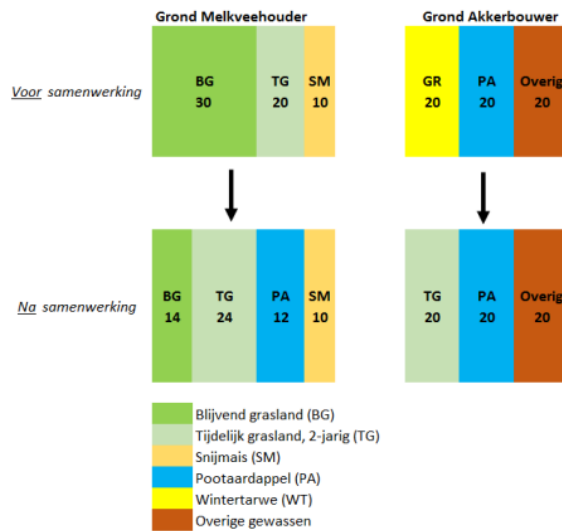
Figuur 11 Voorbeeld van een direct samenwerkingsverband (voorbeeld 5 uit tabel 4) waarbij er ruwvoer van het akkerbouwbedrijf wordt geruild voor mest van de melkveehouder. In dit voorbeeld wordt er niet aan landruil gedaan.

Een variatie (type 6) hierop kan ook voorkomen, waarbij de akkerbouwer een voedergewas opneemt in de rotatie op het eigen land waardoor er ruimte ontstaat in de rotatie van de melkveehouder. Omdat een deel van de voedergewassenteelt nu op het akkerbouwbedrijf plaatsvindt, ontstaat er ruimte op het melkveebedrijf voor een akkerbouwgewas. Vaak zal deze ruimte opgevuld worden door een hoog salderend akkerbouwgewas zoals pootaardappelen. Vaak vervangt het voedergewas (een deel van) de graanteelt op het akkerbouwbedrijf. Deze vorm van samenwerking zorgt voor een grotere beschikbaarheid aan grond voor de akkerbouwer om hoog salderende gewassen te telen en dus voor een hoger economisch resultaat. De melkveehouder heeft hier ook baat bij omdat deze vorm van grondruilen vaak ook gepaard gaat met het afzetten van de rundveemest naar de akkerbouwer. Ten slotte kan het ook nog voorkomen dat de melkveehouder een overschot aan ruwvoer heeft waardoor het niet nodig is om ruwvoer te laten telen op het akkerbouwbedrijf. In dat geval zal de akkerbouwer wel een akkerbouwgewas op de grond van de melkveehouder telen en mest ontvangen, maar dit heeft verder geen invloed op het akkerbouwbedrijf. Wederom zal de akkerbouwer in staat zijn om meer hoog salderende gewassen te telen, en de melkveehouder kan het mestoverschot kwijt aan de akkerbouwer.



Figuur 12 Visualisatie van samenwerkingsverband (voorbeeld 6 uit tabel 4) waarbij er mest en ruwvoer wordt uitgewisseld en waarbij er aan landruil wordt gedaan. Dit is gevisualiseerd door een deel van de cirkel in te vullen als akkerbouw of melkvee.

In het laatste type (7) gaan een akkerbouwer en een melkveehouder een intensievere samenwerking aan, waarbij het bouwplan van beide agrariërs volledig geïntegreerd wordt. Evenals bij type 6 zal de akkerbouwer zijn rustgewas (graan) vaak vervangen voor tijdelijk grasland. Dit tijdelijke grasland kan vervolgens gebruikt worden door de melkveehouder, waardoor er extra ruimte ontstaat op het melkveebedrijf om hoog salderende gewassen te telen, in dit geval pootaardappelen. Dit geeft de akkerbouwer de kans om meer pootaardappelen te telen, ten koste van een laag renderende teelt (wintergraan). In geval er meer veehouderijgrond wordt uitgewisseld tegen akkerbouwgrond, zal het areaal grasland voor de melkveehouder toenemen, waardoor deze in staat is meer mest af te zetten op eigen grond en een grondgebonden groei te realiseren omdat deze meer grond beschikbaar heeft. Een voorbeeld van een dergelijke samenwerking is schematisch weergegeven in Figuur 7.



Figuur 13 Fictief voorbeeld van een samenwerkingsverband tussen een melkveehouder en akkerbouwbedrijf waarbij wintergraan wordt vervangen voor tijdelijk grasland (Wolf et al., 2018).

In de praktijk is het onderscheid tussen directe en indirecte samenwerking niet zo strikt. Er komen ook allerlei mengvormen voor.

Een inspirerend voorbeeld van samenwerking in de Haarlemmermeer is de Miscanthus-groep. Dit is een coöperatie van 4 verschillende bedrijven in de Haarlemmermeerpolder, actief in de akkerbouw, agrarisch loonwerk en groenvoorziening. Zij telen 70 ha miscanthus om de volgende doelen te realiseren:

1. Het gevaar van ganzen en andere grote vogels, nabij de aanliegroutes van Schiphol
2. CO2 uitstoot compenseren
3. Geluidsoverlast beperken
4. Nieuwe grondstoffen telen voor de biobased economy, en daarmee economische, innovatieve en duurzame perspectieven bieden.

Enkele goede voorbeelden van samenwerkingsverbanden buiten de provincie Noord-Holland waarin bovenstaande samenwerkingsverbanden in de praktijk worden gebracht zijn bijvoorbeeld Novifarm en Ecolana.

- Novifarm is een akkerbouwbedrijf in de Hoekse Waard dat uit meerdere samenwerkende akkerbouwers bestaat die door hun schaalvergroting juist ruimte hebben gecreëerd voor minder rooigewassen en bijvoorbeeld meer bloemenranden.
- Vereniging Ecolana in Friesland is een samenwerkingsverband van twee akkerbouwers, een melkveehouder en een schapenhouder waarbij men streeft naar een gezamenlijk bouwplan waarin de akkerbouwers een ruimere rotatie kunnen aanhouden voor hun pootgoedteelt en de melkveehouder grondgebonden kan groeien. De melkveehouder bezit tevens een mestvergister, die wordt ingezet om rundveemest en restproducten uit de akkerbouw te verwaarden tot gas en meststoffen die weer ingezet kunnen worden bij zowel akkerbouw als melkveehouderij.

Ecolana doet ook mee aan het PAVEx project (pilot samenwerking akkerbouw en veehouderij) van Wageningen Universiteit waarbij men probeert een gezamenlijk bouwplan op te stellen. Daarnaast is Ecolana ook betrokken bij een project over duurzame bloemkoolteelt in Noord Holland. Hier gaat het om een experiment met het bovengronds uitrijden van mest en de invloed die dit heeft op biodiversiteit, emissies en smaak.

Zowel Novifarm als Ecolana laten zien dat gezamenlijk grondgebruik kan leiden tot lagere teeltfrequenties van met name rooigewassen, bijvoorbeeld aardappelen.

Een fictief voorbeeld van hoe een samenwerkingsverband dat gericht is op een lokale kringloop voor nutriënten en voer is het agro-landerij concept. Dit concept stelt twee samenwerkingsvormen voor, namelijk de koe-landerij en de voer-landerij. De koe-landerij is een melkveebedrijf dat bestaat uit vier verschillende ondernemers die samen één bedrijf vormen. De koeien worden gehouden in vrijloopstallen met

compostbodems. De mest wordt in de regio afgezet, naar de voer-landrij. Dit afzonderlijke bedrijf is een samenwerkingsverband van akkerbouwers, die deels voer telen voor de koe-landrij. Deze voedertelton zorgen voor een ruimere vruchtwisseling op de akkerbouwbedrijven. De voer-landrij ontvangt ook nutriënten van de koe-landrij.

3.1.2 Gezamenlijke vergisting

Gezamenlijke vergistingsinstallaties zijn een voorbeeld van een samenwerkingsverband waarbij de samenwerking niet draait om grond of directe nutriënten uitwisseling zijn, maar om de gezamenlijke exploitatie van een mestvergistingsinstallatie. Dit zijn mono of co-vergisters die biogas produceren uit o.a. mest. Een uitgebreide uitleg over de haalbaarheid en mogelijkheden van technieken op het gebied van mestverwerking, waar vergisting ook onderdeel van is, wordt gegeven in het project "Technische en economische haalbaarheidsstudie van mestverwaarding in Noord-Holland". In dit project beperken we ons slechts tot een beschrijving van de bijdrage van vergisting en mestverwerking in samenwerkingsverbanden.

De productie van biogas middels monovergisting is te optimaliseren door de vergisting van dagverse mest (mest die niet ouder is dan 24 uur) en een minimale omvang van 150 melkkoeien op één bedrijf. Omdat het gemiddelde aantal melkkoeien in Nederland per bedrijf in 2022 volgens het CBS 107 (103 in Noord Holland) bedraagt is het voor een gemiddeld bedrijf niet rendabel. Maar door samen te werken met meerdere melkveehouders zou de gewenste schaal wel bereikt kunnen worden. Het is daarbij wel belangrijk dat bedrijven op korte afstand van elkaar liggen, want het transport naar één centrale locatie kan een sterke verhoging van kosten teweegbrengen.

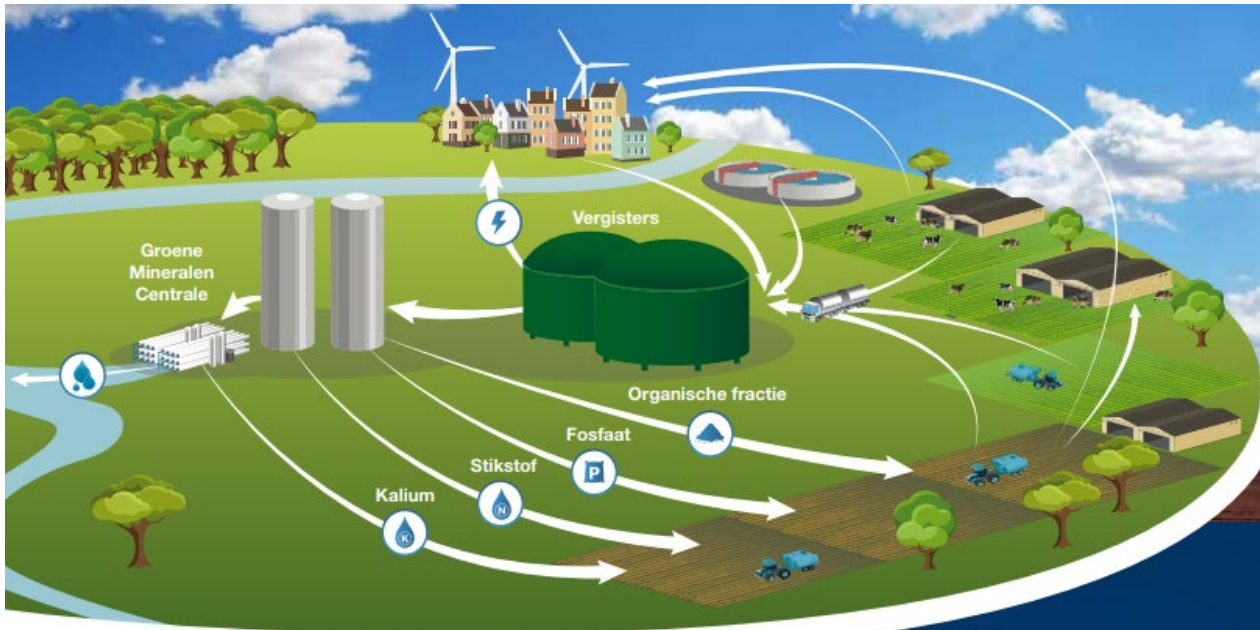
Een variant op de eerder genoemde samenwerking is de gezamenlijke opwaardering van biogas naar groengas. Waarbij meerdere bedrijven met ieder een eigen mono-vergister gezamenlijk een centrale installatie beheren die het biogas opwaardeert naar groengas. Een voorbeeld hiervan is [Oxe geeft gas - Oxe Geeft Gas](#), hier produceren 5 veehouders uit de buurtschap Oxe (vlakbij Deventer) groen gas voor de lokale economie.

Na het vergistingsproces blijft er o.a. digestaat als restproduct over dit kan worden gebruikt als meststof op een zelfde wijze als drijfmest wordt ingezet. De gehalten stikstof en fosfaat zijn vrij vergelijkbaar met gewone rundveedrijfmest; de hoeveelheid organische stof is lager. Hoewel digestaat direct gebruikt kan worden als meststof, kan het ook verwerkt worden door mestbewerking, bijvoorbeeld via o.a. scheiden, strippen en drogen. Bij scheiden wordt digestaat gescheiden in een dunne en dikke fractie, waarbij gemiddeld genomen gesteld kan worden dat de dunne fractie meer minerale stikstof en kali bevat en de dikke fractie meer fosfaat en organische stikstof. Na het scheiden kan ammoniak uit de dunne fractie worden gehaald met een stripper, dit levert een kunstmestvervanger op (ammoniumsulfaat). Ten slotte wordt de dikke fractie uit het scheidingsproces vaak gedroogd, om het volume en gewicht te reduceren. Dit vergemakkelijkt het transportproces. Het verwerken van digestaat of mest kan ervoor zorgen dat men gerichter kan bemesten, omdat je één specifiek nutriënt kunt gebruiken i.p.v. meerdere nutriënten toe te dienen welke allemaal in drijfmest of digestaat zitten. Daarnaast kan dikke fractie of gedroogde dikke fractie ingezet worden als bodemverbeteraar, omdat het relatief veel organische stof bevat. Dit kan als los gestort product, vergelijkbaar met compost of in korrelvorm, waardoor het breder inzetbaar is, omdat het kleinschalig verpakt kan worden. Bovendien is het product zo ook verhandelbaar.

Het bewerken van mest kan dus zorgen voor een betere afstemming op de behoeften van bijvoorbeeld akkerbouwers ten opzichte van 'normale' drijfmest. Gestripte ammoniumsulfaat uit mest kan als kunstmestvervanger worden ingezet, maar dat is op dit moment nog niet toegestaan. Daarnaast kan de gedroogde dikke fractie dienen als bodemverbeteraar, waardoor er minder compost aangevoerd hoeft te worden. Bewerking van drijfmest/digestaat hoeft niet perse gunstiger te zijn dan gebruik van bewerkte mestproducten. Het hangt mede af van de mogelijkheden om onbewerkte drijfmest/digestaat toe te dienen. Verder kost bewerking extra energie.

Een goed voorbeeld van een samenwerking op het gebied van vergisting is de [Groene mineralen centrale](#) in de Achterhoek. Deze centrale vergist 100kton varkensmest tot biogas en zet het restproduct van vergisting (digestaat) om in kunstmestvervangers en organische meststoffen (Figuur 14). Hoewel dit voorbeeld varkensmest benut, kan deze vorm van vergisting en verwerking ook ingezet worden om rundveemest te

verwerken. Naast de groene mineralen centrale in de Achterhoek, wordt er gewerkt aan een soortgelijk initiatief in de provincie Noord-Holland. Namelijk de mineralen centrale van Purmerend. Dit initiatief is nog in de planningsfase en is dus nog niet operationeel, maar het algehele plan is te vergelijken met de groene mineralen centrale in de Achterhoek. Behalve dat deze gericht is op rundveemest en niet op varkensmest.



Figuur 14 Schematische weergave van de groene mineralen centrale. Waarbij verschillende stromen in kaart zijn gebracht. De input van de vergister zijn mest van veehouderij en organische reststromen. De outputs zijn energie, water en verschillende gescheiden meststoffen (centrale, 2015).

Naast de vergisting van mest kan er ook gekeken worden naar de vergisting van reststromen uit de agrarische sector. Een goed voorbeeld hiervan is Sustenso in Boekelermeer. Deze installatie verwerkt 55.000 ton groene reststromen uit de glastuinbouw, cacao-resten en bermgras tot groen gas voor 4.500 huishoudens. De overgebleven nutriënten uit de vergister kunnen vervolgens weer gebruikt worden door agrariërs.

Hoewel bovengenoemde voorbeelden bestaan en ook gestimuleerd worden vanuit de overheid en het bedrijfsleven; is het geen gemeengoed in Nederland. Terwijl de Nederlandse overheid zichzelf tot doel heeft gesteld om in 2030 ruim 8 keer zoveel groen gas te produceren als het geval was in 2022. Echter staan er momenteel een flink aantal barrières in de weg. Dit betreft vooral financiering, onzekere businesscases en verzet van omwonenden.

In een bijzonder project wordt onderzoek gedaan naar de technische en economische haalbaarheid van technieken voor mestverwerking en mestverwaarding in Noord-Holland. Het doel van dit project is het genereren van kennis waarmee de haalbaarheid van business cases voor technieken van mestverwerking kan worden beoordeeld. Ook zal de mogelijke bijdrage van deze technieken voor de Noord-Hollandse stikstofaanpak in beeld worden gebracht. Daarna kunnen deze technieken op grote schaal in Noord-Holland worden geïmplementeerd.

Al deze projecten dragen bij aan het beleidsdoel van de Provincie Noord Holland om in 2050 klimateutraal en circulair te zijn. Op weg naar 2050 zijn tussentijds voor 2030 de volgende doelen gesteld:

- Natuur inclusieve kringlooplandbouw is standaard
- Een emissiereductie van methaan (CH₄) van 19% CO₂ equivalent
- Een emissiereductie van ammoniak (NH₃) van 41%

In het rapport "Impact van koolstofmaatregelen op regioniveau " wordt het potentieel voor koolstofopslag van de provincie berekend.

3.1.3 Gezamenlijke compostering

Een andere mogelijkheid voor agrariërs om samen te werken is bij het opwaarderen van reststromen uit de agrarische sector tot compost. Normaal gesproken is het composteren van reststromen een zaak voor centrale partijen die grote hoeveelheden biomassa verwerken. Echter zijn er ook kansen voor agrariërs om zelf specifieke stromen te composteren. Hierbij gaat het voornamelijk om 'zieke reststromen' zoals restmateriaal uit de bollenteelt (pel afval, gewasresten en zieke bollen) maar ook uit groente en fruit teelten zoals aardbeien, sla en kolen. Deze stromen worden momenteel vaak niet gebruikt door de angst voor ziekteverspreiding, echter kan goede compostering ervoor zorgen dat de ziekten geëlimineerd worden, zodat de compost veilig ingezet kan worden. Een gespecialiseerd bedrijf dat het complete compostering proces verzorgt is Muntjewerf in Breezand.



Figuur 15 Composteerma­chine van Muntjewerf in actie om de composthoop te bewerken en de compost te mengen voor een beter eindproduct (Muntjewerf 2016).

Een ander voorbeeld van een samenwerking op het gebied van compostering is een samenwerking tussen natuurorganisaties en melkveehouders. Hierbij voeren natuur beherende organisaties riet af naar de melkveehouder die het gebruikt als strooisel. Hierdoor wordt het rietstrooisel in de potstal gecomposteerd. Met het gebruik van rietstrooisel bespaart de melkveehouder op strokosten en kan het zorgen voor een hogere stalmestproductie, omdat het inmengen van riet in het strooisel voor een betere nutriëntenbinding zorgt dan het gebruik van enkel stro. Deze extra productie zou geleverd kunnen worden aan akkerbouwers, of gebruikt worden op eigen grond t.b.v. weidevogelbeheer, dus geen of minder drijfmest. Daarnaast kunnen natuur beherende organisaties zo relatief makkelijk hun reststroom nuttig afzetten.

Naast het feit dat gezamenlijke compostering op economisch gebied gunstig kan zijn voor samenwerkende partijen kan het ook een bijdrage leveren aan de klimaatopgave. Het verhogen van het organische stof percentage is voornamelijk effectief op bodems met een relatief laag gehalte organische stof en deze kunnen o.a. gevonden worden in de kop van Noord-Holland.

Bij gebruik van reststromen voor C-opslag in de bodem moet de kanttekening worden gemaakt dat deze reststromen er ook nu al zijn en een bepaalde bestemming hebben en ook daar kunnen bijdragen aan C-vastlegging. In dat geval is er slechts sprake van verplaatsing van de vastlegging in plaats van extra vastlegging.

3.2 Voorbeelden van samenwerkingsverbanden buiten Nederland

Naast voorbeelden van samenwerkingsverbanden in Nederland zijn er ook voorbeelden buiten Nederland. Deze voorbeelden zijn gericht op samenwerkingsverbanden waarbij nadrukkelijk ook direct of indirect nutriënten worden uitgewisseld. Over het algemeen neemt de specialisatie en intensivering in heel Europa toe, zoals dit ook in Nederland het geval is. Dit biedt mogelijkheden om meer samenwerkingsverbanden op te zetten, waar meerdere partijen voordelen uit kunnen halen.

Wanneer er gekeken wordt naar samenwerkingsverbanden in de rest van Europa valt op dat deze niet significant verschillen van de Nederlandse vorm. Zo wordt er in Spanje bijvoorbeeld samen gewerkt door melkveehouders en akkerbouwers, hierbij speelt het economische aspect een belangrijke rol. In deze samenwerkingsvorm teelt de akkerbouwer granen op de grond van de melkveehouder, waarbij de melkveehouder zichzelf verzekerd van een vaste aanvoer van stro als strooisel en de akkerbouwer een vaste afnemer is voor de mest. Deze constructie verschilt nauwelijks van de vorm die in Nederland gangbaar is. Dit kan ook in Noord-Holland interessant zijn voor melkveehouders die met een potstal werken, hierdoor verzekeren ze zichzelf van strooisel en kunnen akkerbouwers beschikken over een goede kwaliteit vaste mest. Anderzijds zien we ook dat bij gezamenlijk grondgebruik er juist minder graan wordt geteeld, omdat het gras wordt gebruikt als rustgewas en er meer ruimte resteert voor hoger renderende gewassen zoals aardappelen.

Een voorbeeld waarbij indirect het plaatselijke nutriëntenoverschot wordt beperkt is een coöperatie in Frankrijk. In deze specifieke regio zijn erg veel melkveebedrijven die standaard voedergewassen telen, zoals gras en luzerne. Echter wordt er enorm veel eiwit geïmporteerd; voornamelijk in de vorm van soja. Om de boeren minder afhankelijk te maken van deze import is er een drooginstallatie opgezet, deze droogt de luzerne. Om het drogen te faciliteren wordt er lokaal op de grond van veehouders miscanthus geteeld, wat als biomassa wordt verbrand en voor 30% van de energiebehoefte zorgt. In Nederland en Noord-Holland zijn ook een aantal grasdrogerijen. Deze draaien echter veelal op aardgas. Aardgas vervangen door miscanthus zou onderdeel uit kunnen maken van het verdienmodel van de eerder genoemde Miscanthus-groep in de Haarlemmermeer.

Een ander voorbeeld in Frankrijk is vergelijkbaar met veel samenwerkingsverbanden in Nederland, alleen de insteek erachter is anders. In het zuidwesten van Frankrijk bevinden zich relatief veel kleine biologische bedrijven, deze boeren doen veel aan directe verkoop op de boerderij of in lokale winkels. Dit verhoogt hun inkomen ondanks de kleine schaal waarop ze opereren, desondanks blijven biologische meststoffen en krachtvoer te duur. Hierdoor is de noodzaak van samenwerkingsverbanden nog groter, veehouders kunnen mest ruilen tegen voedergewassen, waardoor beide partners proberen zelfvoorzienend te worden op lokaal niveau.

Ten slotte zijn er talloze voorbeelden te vinden in Duitsland van collectieve biogasinstallaties, zowel mono- als covergisters. Een voorbeeld dat in deze studie wordt uitgelicht is het voorbeeld van 'Biogasanlage Marsberg' dit is een collectieve biogasinstallatie van ongeveer 45 boeren, de boeren brengen hun vaste en vloeibare mest naar de biogasinstallatie en telen mais. Deze producten worden omgezet in warmte en elektriciteit voor het aangrenzende dorp, daarnaast worden er meststoffen geproduceerd die de boeren weer kunnen benutten op hun grond. Bijkomend voordeel is dat deze meststoffen bewerkt zijn en zo minder uitspoeling gevoelig zijn. Hierdoor is in dit waterwingebied het nitraatgehalte flink verlaagd, wat ook gunstig is voor waterbedrijf dat in het gebied actief is. Uit de voorbeelden is te zien dat de manier waarop samen wordt gewerkt niet verschilt met de Nederlandse vorm, maar de redenen waarom vaak wel.

3.3 Aandachtspunten voor huidige samenwerkingsverbanden

Naast de voordelen die samenwerkingsverbanden met zich meebrengen zijn er ook knelpunten en belemmeringen verbonden aan samenwerkingsverbanden. Deze zijn voornamelijk ontstaan uit de intensivering van rotaties door samenwerkingsverbanden, maar kunnen ook andere oorzaken hebben.

3.3.1 Bodemkwaliteit

In de eerder genoemde samenwerkingsvormen met gezamenlijk grondgebruik is te zien dat de bouwplannen van zowel akkerbouwers als melkveehouders veranderen na het aangaan van een samenwerkingsverband. Vrijwel in alle gevallen zal het aandeel 'rustgewassen' afnemen (de teelt van graan verdwijnt vaak na het aangaan van de samenwerking) en het aandeel rooigewassen toenemen. Dit is voor de bodemkwaliteit niet bevorderend. Daarnaast wordt op de grond van de akkerbouwer gras vaak gebruikt als rustgewas in plaats van graan. Gras wordt meermaals per jaar wordt geoogst (5 tot 6 keer), terwijl er bij graan maar één keer wordt geoogst. Hierdoor zullen er meer transportbewegingen plaatsvinden op het land en de kans op structuurschade toenemen, zeker als dit ook onder natte omstandigheden plaatsvindt.

Het probleem bij de toename van het aandeel rooigewassen is dat deze gewassen relatief weinig organische stof aanvoeren, omdat ze weinig gewasresten achterlaten op het perceel na de oogst. Ten tweede wordt er vaak intensievere grondbewerking toegepast bij rooigewassen ten opzichte van rustgewassen, wat de afbraak van organische stof verhoogt. Intensievere grondbewerking in combinatie met de vaak late oogstmomenten van rooigewassen (kans op natte omstandigheden) zorgen ook voor een hoger risico op bodemverdichting.

Door intensivering zal het aandeel blijvend grasland afnemen ten gunste van tijdelijk grasland om wisselteelt te faciliteren. Bodemkoolstof onder blijvend grasland is hoger dan onder tijdelijk grasland, en door het scheuren van langjarig grasland zal de koolstofvoorraad in de bodem afnemen. De combinatie van minder rustgewassen en meer tijdelijk grasland zal er toe leiden dat door de samenwerking de totale koolstofvoorraad in de bodem wat lager kan worden t.o.v. een situatie zonder samenwerking. Dit geldt voor samenwerkingen op kleigrond, op veengronden vindt doorgaans akker- en tuinbouw plaats.

Wel kan de effectieve organische stof (EOS) aanvoer op het akkerbouwbedrijf worden verhoogd t.o.v. niet samenwerken wanneer grasland ook deels op de grond van de akkerbouwer wordt geteeld (zie voorbeeld in Figuur 7). Deze verhoging is toe te schrijven aan de verhoogde toevoer van organische mest op het grasland en de hoge aanvoer van EOS uit gewasresten van gras. Op het melkveebedrijf daalt deze t.o.v. niet samenwerken, doordat er meer grasland gescheurd wordt om akkerbouwgewassen te telen.

Door directe samenwerking tussen melkveehouders en akkerbouw zal het dierlijk mestgebruik op beide bedrijven veranderen. Waar voorheen akkerbouwers veel varkensdrijfmest inzetten vanuit economische overwegingen, zal dit na het aangaan van de samenwerking (deels) worden vervangen worden door rundveedrijfmest van het samenwerkende melkveebedrijf. Dit resulteert in een hogere EOS aanvoer op het akkerbouwbedrijf, omdat rundveedrijfmest meer EOS bevat dan varkensdrijfmest. Overigens zal dit ook zonder samenwerking al meer gaan plaatsvinden door het vervallen van de derogatie waardoor meer melkveehouders mest moeten afvoeren, deze mest zal naar verwachting de varkensmest deels gaan vervangen.

Daarnaast zal, indien er ook gras i.p.v. graan wordt geteeld op het akkerbouwbedrijf, het mestgebruik en daarmee de EOS-aanvoer wat hoger worden doordat de mestgiften op grasland doorgaans hoger zijn dan op graan.

Zowel de vervanging van varkensmest door rundveemest als de hogere mestgiften op grasland leiden ertoe dat de EOS-aanvoer op het de grond van de akkerbouwer zal gaan stijgen hetgeen gunstig is voor de organische stofvoorziening.

Bodemziekten zijn een belangrijk onderdeel van de bodemkwaliteit en een verandering in teeltrotatie kan hier effect op hebben. Enkele voorbeelden van bodemziekten die voornamelijk optreden bij rotaties waarin gras en rooigewassen worden gerouleerd zijn ritnaalden, schurft en enkele soorten aaltjes. Meer informatie hierover is beschikbaar via de Gezond Gewas Tool (gezondgewastool.nl).

3.3.2 Andere aandachtspunten

Eén van de problemen die kunnen optreden bij samenwerkingsconstructies is een ontoereikende bedrijfshygiëne. Dit is geen probleem dat zich specifiek voordoet bij samenwerkingsverbanden, maar kan wel voor extra problemen zorgen. Vanwege het verhoogde risico op besmetting door het toenemende gezamenlijke gebruik van grond en machines. De kans op ziekten is groter als men nauwer samenwerkt. Dit komt door het verplaatsen van grond en agrarische producten. Daarom is bedrijfshygiëne extra belangrijk.

Veranderende duur van pachtvormen zijn een ander aandachtspunt, de verhouding tussen eigendom en pacht is weinig veranderd. Echter is het reguliere pachtareaal fors afgenomen voornamelijk ten gunste van kortlopende geliberaliseerde pacht (korter dan 6 jaar). Deze verandering heeft te maken met de sterke bescherming van de pachter en de regulering van pachtprizen. Op zichzelf hoeft deze verschuiving geen probleem te zijn, echter kunnen kortlopend bezit korte termijn winsten aantrekkelijker maken ten gunste van verantwoorde landbouwpraktijken die zorg dragen voor bodemgezondheid (Agrimatie) (Breukers, de Wolf, & Molendijk, 2008).

Bij gezamenlijk grondgebruik, waarbij gras meedraait in de rotaties op het akkerbouw- en/of melkveehouderijbedrijf, zal er vaker gras worden gescheurd. Hierbij moet bij de bemesting van de gewassen die na het gras worden geteeld, goed rekening worden gehouden anders stijgen de risico's van nitraatuitspoeling. Een aangepaste N-bemesting en een beperkte duur van de grasperiode (3-4 jaar) zijn belangrijke maatregelen om dit risico te beperken. Het scheuren van grasland leidt ook tot meer emissies van lachgas.

Ook het gebruik van glyfosaat kan toenemen als er vaker wordt gescheurd. Om het tijdelijke grasland te vernietigen wordt glyfosaat ingezet, dit is de huidige standaard is om gras en mogelijke probleemonkruiden te bestrijden. Door de verhoogde inzet van glyfosaat nemen ook de kansen op emissie ervan naar het milieu toe. Met het aangekondigde verbod op volvelds toedienen van glyfosaat om grasland te scheuren vanaf 2025 ([artikel Boerderij](#)) zal de hoeveelheid glyfosaat niet toenemen, maar blijft er wel een grote uitdaging om het grasland mechanisch goed onder te werken. In het project "Vitaliteit voor Land & Plant" wordt in Noord Holland ervaring opgedaan met het mechanisch onderwerken van de grasmat. Anderzijds zal bij wisselbouw door de relatief korte duur van de grasperiode de noodzaak voor gebruik van glyfosaat mogelijk wat minder zijn.

Een geheel ander aandachtspunt dat losstaat van de agronomie is het sociale aspect van een samenwerkingsverband. Vooral als samenwerking strikt zakelijk gezien wordt kan er wantrouwen ontstaan; akkerbouwers hebben weinig vertrouwen in de teeltkennis van veehouders, en veehouders denken erg negatief over bollentelers. Het sociale aspect in een samenwerking mag zeker niet onderschat worden als drempel om intensiever te gaan samenwerken. Ook het verlies van autonomie en volledige zeggenschap kunnen als nadelen worden gezien. Het schriftelijk vastleggen van afspraken lijkt het wantrouwen en de onzekerheid deels te kunnen verminderen. Anderzijds laat onderzoek zien dat samenwerkende ondernemingen vaker een sterkere personeelsgroei zien dan niet-samenwerkende ondernemingen. Een mogelijke oorzaak hiervan is dat men in een samenwerkingsverband al leert omgaan met derden, wat voordelen biedt wanneer er met personeel gewerkt moet worden. Daarnaast blijkt dat samenwerkingsverbanden vaker nadenken over langere termijn, en korte termijn winst vaker wordt vermeden ten gunste van de langere termijn (Smit, 2009).

Kortom de sociale aspecten van een intensieve samenwerking moet bij de desbetreffende ondernemers passen. Wanneer dit niet het geval is, wordt een intensieve vorm van samenwerken moeilijk. Dit kan een van de redenen zijn waarom een gezamenlijk bouwplan nog maar mondjesmaat voorkomt, terwijl het voor beide partijen bevorderlijk kan uitpakken wanneer het goed uitgevoerd wordt.

3.4 Aanbevelingen om knelpunten op te lossen

De algehele tendens van agrarische samenwerkingsverbanden op het gebied van nutriënten en grond is in de richting van intensivering en schaalvergroting. Door productiemiddelen als grond samen te gebruiken kunnen deze efficiënter en vooral economisch beter ingezet worden. Dit kan nadelige gevolgen hebben met name op het gebied van bodemkwaliteit, biodiversiteit en waterkwaliteit. Terwijl de provincie juist doelen heeft gezet op het verbeteren van bovengenoemde gebieden binnen het PPLG. Om dit deels tegen te gaan worden hieronder enkele aanbevelingen gedaan, waaraan gedacht kan worden om samenwerkingsverbanden op een goede manier te stimuleren.

Verruiming bouwplan

De intensivering van rotaties door verhoogde hoeveelheden rooigewassen is een aandachtspunt. Deze intensivering kan resulteren in een breed scala aan problemen, zoals verlaagde EOS-aanvoer en daarmee een verlaagde organische stofopbouw, verhoogde kans op bodemziekten, lagere nutriënten efficiëntie (o.a. risico's bij scheuren gras) en ten slotte verhoogde kans op bodemstructuurschade. Een groot deel van deze problemen zou kunnen worden opgelost door het verruimen van rotaties. Hierbij worden een deel van de intensievere gewassen vervangen worden voor minder intensieve gewassen, zoals gras of graan. Het verruimen van teeltrotaties kan zorgen voor een positief effect op de opbrengst van rooigewassen, maar ook bijvoorbeeld voor een hogere kwaliteit van het eindproduct. Tevens verlaagt het de kans op bodem-gebonden ziekten en plagen. Verruiming heeft echter wel gevolgen voor het financiële saldo, deze zal dalen.

Ook al is de huidige ontwikkeling van intensivering en verdere schaalvergroting vanwege economische redenen moeilijk om te draaien, er zijn wel mogelijkheden. Het verruimen van bouwplannen kan tot stand komen als ondernemers zich gezamenlijk verantwoordelijk voelen voor bodemkwaliteit. Het maken van goede langjarige afspraken is hier de basis van. Enkele voorbeelden hiervan het eerder genoemde 'Novifarm' waarin enkele akkerbouwers een gezamenlijk bouwplan hebben. Maar ook 'ECOlana' in Friesland een samenwerkingsverband van één melkveehouder, twee akkerbouwers en een schapenhouder, die ook streven naar een gezamenlijk bouwplan. De conclusie is dat een verruiming van bouwplannen veel problemen kunnen oplossen en ook mogelijk is door samenwerkingsverbanden juist in te richten. Waar mogelijk moeten deze initiatieven gesteund worden. Het steunen van zulke initiatieven zou ook goed passen in de voedselvisie die Noord-Holland heeft gepresenteerd. Hierin zijn kringlooplandbouw en het sluiten van provinciale en lokale kringlopen een belangrijk doel. Het stimuleren van intensievere samenwerkingen waarbij het bouwplan afgestemd is op alle partijen binnen het samenwerkingsverband passen hier het beste bij. Hoewel een indirecte vorm van samenwerken alsnog nuttig zou kunnen zijn wanneer dit binnen de provincie plaatsvindt, omdat het alsnog voldoet aan de kringloopgedachte die de provincie in haar visie voorstelt en uitvoert in Greenport NHN en PPLG gebiedsprocessen.

Teeltmaatregelen

Ook zonder verruiming van het bouwplan zijn er via aangepast teeltmanagement verbeteringen mogelijk:

- Van belang is een goed doordachte gewasrotatie, waarbij gewassen die bepaalde aaltjes vermeederen niet vlak voor een daarvoor gevoelig gewas worden geteeld.
- Om de risico's van nitraatuitspoeling bij het scheuren van grasland te beperken is het van belang uit te gaan van relatief korte grasperiodes (maximaal 3-4 jaar) en dat de stikstofbemesting bij gewassen die worden geteeld na gescheurd gras wordt aangepast.
- Daar waar mogelijk zouden groenbemesters moeten worden gezaaid. Deze kunnen resterende stikstof vastleggen, leveren extra organische stof en kunnen een stimulerend effect hebben op de biodiversiteit. Bij de keuze van de soort of het mengsel moet wel rekening worden gehouden met de aaltjessituatie. Dus geen groenbemesters of grasmengsels telen die aaltjes vermeederen die al aanwezig zijn en veel schade veroorzaken.
- Bij het tijdelijk grasland kan worden overwogen kruidenrijke mengsels (o.a. grasklaver) in te zetten. Dit heeft ook een positief effect op de biodiversiteit. Ook hier geldt dat bij de keuze van de mengsels rekening moet worden gehouden met de aaltjessituatie.

- Het scheuren van grasland gaat vaak gepaard met het spuiten van glyfosaat. Om het gebruik te voorkomen kan er bij het scheuren van grasland ook gedacht worden aan mechanische alternatieven. Deze werken in de praktijk ook, maar er zijn wel kanttekeningen bij te plaatsen. Zoals het verhoogde gebruik van energie(diesel), hogere kans op verdichting, verhoogde onkruiddruk en wanneer slecht getimed verhoogde kans op uitspoeling. Het mechanisch scheuren van grasland is dus zeker mogelijk, maar vereist meer vakmanschap en tijd voor een goed resultaat. Een voorbeeld is te zien in de afbeelding hieronder.



Figuur 16 Het mechanisch scheuren van grasland d.m.v. een klepelmaaier en frees combinatie.

Blijvend/tijdelijk grasland

In gecombineerde bouwplannen zoals te zien in Figuur 7 is tijdelijk grasland noodzakelijk omdat er gescheurd moet worden om plaats te maken voor andere gewassen. Echter heeft blijvend grasland enkele voordelen boven tijdelijk grasland. Zoals een hogere vastlegging van koolstof en een verbeterde biodiversiteit. Om het scheuren van grasland tegen te gaan, zouden enkele maatregelen kunnen worden getroffen:

- Stimuleren van blijvend grasland (subsidie) of het stimuleren van weidegang. Weidegang vereist namelijk grasland dichtbij de stal, dus dit land zal niet kunnen worden ingezet voor andere doeleinden. Waardoor het indirect het scheuren ontmoedigt. Beide maatregelen gebeuren al, zo wordt blijvend grasland vanuit het GLB gesubsidieerd en weidegang vanuit de zuivelsector, echter kan een grotere vergoeding zorgen voor een verdere verbetering op deze terreinen.
- Ook bij gezamenlijke bouwplannen kan, afhankelijk van het areaal grasland, via de inrichting van de rotatie ernaar worden gestreefd het areaal tijdelijk grasland zou klein mogelijk te houden, bijvoorbeeld door een zo klein mogelijk van het gras te laten meedraaien in de rotatie door een langere bouwlandperiode na de tijdelijke grasperiode.

Het stimuleren van blijvend grasland betekent wel dat gecombineerde bouwplannen met alleen tijdelijk grasland (zoals in Figuur 7) niet meer mogelijk zullen zijn.

Voorwaarden bij pacht

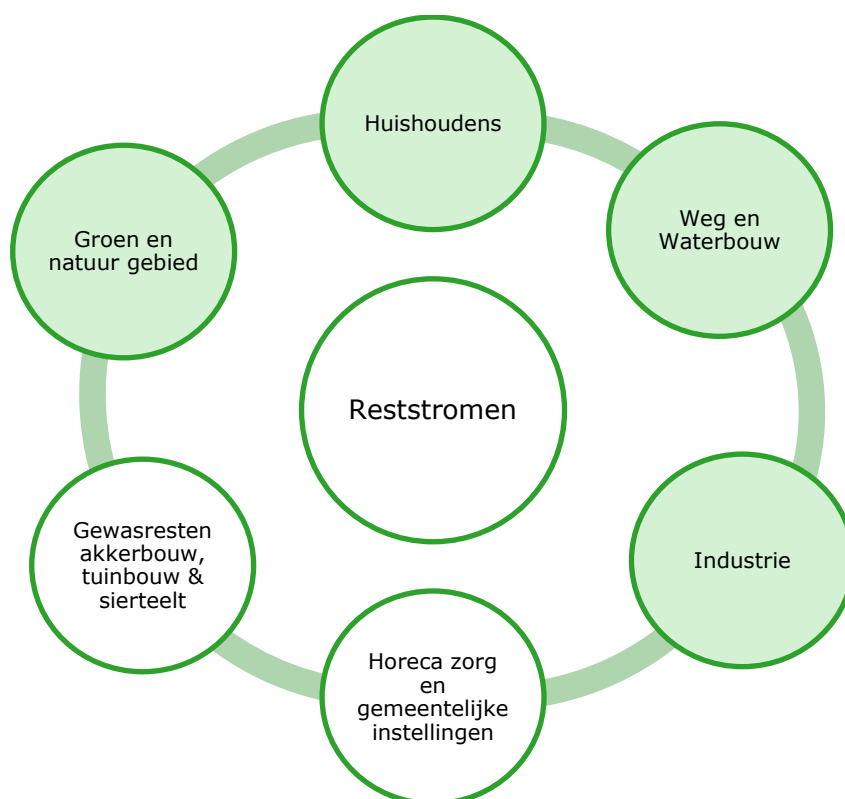
Tenslotte kan de provincie ook maatregelen treffen wanneer het haar eigen gronden verpacht aan derden. Dit wordt al gedeeltelijk gedaan, zo mag er bijvoorbeeld geen glyfosaat worden gebruikt op gronden van de provincie. Echter zouden er nog meer eisen opgenomen kunnen worden m.b.t. gewasrotaties, nutriënt- en bodembeheer.

4 Inventarisatie andere potentiële nutriënten-bronnen in Noord-Holland

De resultaten voor dit hoofdstuk zijn gebaseerd op literatuur, interviews en data van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). De resultaten zijn geëvalueerd met de provincie en belanghebbende door middel van een presentatie en discussie.

In dit hoofdstuk worden nutriënten uit riool water zuiverings installaties (RWZI's), groenten fruit en tuinafval (GFT), industrieën en bermgras gezien als andere potentiële nutriënten bronnen in de provincie Noord-Holland. Tabel 6 geeft een overzicht van de potentiële hoeveelheid nutriënten in ton/jaar voor stikstof en fosfaat. Er zit het meeste potentieel in het terugwinnen van stikstof en fosfaat uit RWZI's. Echter om dit te kunnen terugwinnen zijn nieuwe technieken nodig bij de riool water zuivering installaties die relatief grote investeringen vergen. Uit GFT en bermgras zou ook stikstof en fosfaat kunnen worden teruggewonnen, hiervoor zijn minder nieuwe technieken en investeringen nodig. Echter moeten er dan logistieke verbeteringen komen en moet de marktwaarde voor deze producten kunnen concurreren met soortgelijke producten van andere bronnen. Er is in dit onderzoek geen grote extra potentie gevonden in de industriële sector aangezien de reststromen in deze sector vaak al benut worden.

Figuur 17, geeft alle reststromen in Noord-Holland schematisch weer, de licht groen gekleurde reststromen worden meegenomen in dit onderzoek. De ongekleurde reststromen niet omdat ze te klein zijn of ze niet binnen de scope van dit onderzoek pasten.



Figuur 17 Schematisch overzicht reststromen in Noord-Holland, licht gekleurde reststromen worden meegenomen in dit onderzoek (Circle Economy, 2017).

4.1 Andere grootschalige bronnen van nutriënten in Noord Holland

Naast de mest zijn er ook andere nutriëntenstromen in Noord-Holland. Deze kunnen worden onderverdeeld in:

- **Akkerbouw, tuinbouw en sierteelt;** hier vallen nutriëntenstromen uit de ongebruikte delen van planten in deze teelten onder,
- **Weg en waterbouw;** hier vallen nutriëntenstromen uit baggerslib, bermgras en waterplanten onder,
- **Huishoudens;** hieronder vallen Groenten Fruit en Tuinresten (GFT) en het humane afvalwater dat in riool water zuiverings installaties (RWZI's) wordt verwerkt.
- **Groen- en natuurgebied;** hier vallen nutriëntenstromen uit het bosbeheer, park- en plantsoen onderhoud en natuurgras van open natuur onder,
- **Horeca, zorg en gemeentelijke instellingen;** hier vallen nutriëntenstromen vanuit voedselafval uit horeca en hotels, voedselafval uit gemeentelijke instellingen en voedselafval uit ziekenhuizen en zorginstellingen onder,
- **Industrie;** hier vallen nutriëntenstromen uit de voedselverwerking industrie, haven van Amsterdam en andere grote industrieën onder.

In dit rapport worden maar enkele van deze bronnen verder onderzocht. De mate waarin deze stromen worden onderzocht hangt af van de beschikbaarheid van data en de bereidheid van de sector om mee te werken in het verstrekken van data.

In dit rapport wordt er voornamelijk gefocust op nutriëntenstromen vanuit:

- Riool Water Zuivering Installaties (RWZI's); deze wordt onderzocht omdat dit een grote stroom aan nutriënten is. Verder wordt er ook bij de waterschappen veel onderzoek en interesse getoond om meer nutriënten uit deze stroom terug te winnen,
- Groenten Fruit en Tuinafval (GFT); dit is een relatief kleinere stroom maar er zit veel potentie in de kwaliteit van de stroom.
- Industriële reststromen; er zijn veel industrieën in Noord-Holland met aanzienlijke nutriëntenstromen,
- Bermgras; dit is een kleine maar kansrijke reststroom waardoor het interessant is om de potentie hiervan te onderzoeken.

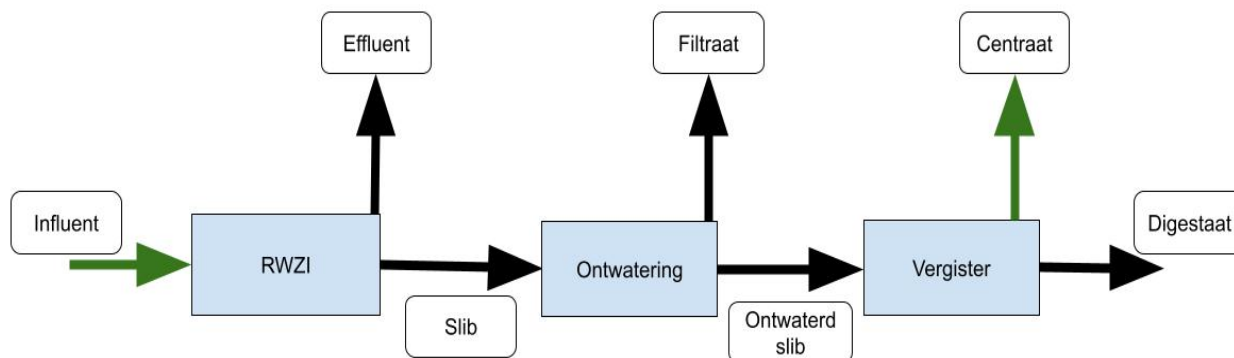
4.1.1 Riool Water Zuivering Installaties (RWZI's)

Het terugwinnen van nutriënten uit RWZI's levert een positieve bijdrage aan het sluiten van de kringlopen en verlaagt het gebruik van primaire grondstoffen. De waterschappen behandelen d.m.v. RWZI's grote hoeveelheden rioolwater met nutriënten zoals stikstof en fosfor. Gegeven dat stikstof en fosfor belangrijke nutriënten zijn voor de groei van planten, maakt dat het terugwinnen van deze nutriënten uit RWZI's van groot belang is.

In totaal had Noord-Holland 30 RWZI's in 2021, in deze installaties werd in 2021 285,6 miljoen m³ aan afvalwater behandeld. In dit afvalwater zit 14,5 duizend ton aan stikstof (stikstofverbindingen) en 1,9 duizend ton aan fosfaat (fosforverbindingen). In dit afvalwater zitten ook andere grondstoffen; in 2020 werd er 289,6 m³ aan afvalwater gezuiverd waarvan 22,9 ton koper, 1,5 ton chroom, 58,2 ton zink, 5,3 ton lood, 0,054 ton cadmium, 1,8 ton nikkel, 0,032 ton kwik en 0,84 ton arseen. In dit deelhoofdstuk wordt er echter alleen gekeken naar stikstof en fosfaat aangezien deze van groot belang zijn voor de landbouw en er ver doorontwikkelde technieken zijn om deze terug te winnen. Slechts een klein aandeel van al de nutriënten in de afvalwaterstroom in Noord-Holland wordt nu terugwonnen. De nutriënten belanden deels in het zuiveringsslib (stikstof en fosfaat), deels in het effluent dat wordt geloosd op het oppervlaktewater (stikstof en fosfaat) en, in geval van stikstof, gaat ook een (groot) deel verloren via gasvormige verliezen. Al het zuiveringsslib wordt in Nederland verbrand.

4.1.1.1 Stikstof potentie

Stikstof kan worden teruggewonnen in RWZI's op twee plekken: in het "influent", de stroom afvalwater die wordt aangevoerd naar de RWZI, of in het "centraat", de waterfractie vanuit slibontwatering. Figuur 18 geeft schematisch aan waar deze stromen zich bevinden in het proces van een RWZI.



Figuur 18 Schematisch weergave van een RWZI, de groene pijlen geven de plekken aan waar stikstof kan worden teruggewonnen.

Voor de terugwinning van stikstof in het centraat kunnen meerdere technieken worden gebruikt, de meest voorkomende techniek is strippen en/of scrubben, deze worden ook meegenomen in dit onderzoek. Andere technieken om stikstof terug te winnen uit het centraat zijn: membraanstrippen, bipolaire membraan elektrolyse en ionenwisseling.

Het terugwin rendement van stikstof met het gebruik van strippen en/of scrubben ligt tussen de 50% en 90%. In dit onderzoek hebben we het meest voorkomende terugwinrendement van 83% meegenomen voor de berekeningen van stikstof. Tijdens het strippen en/of scrubben worden $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (25% tot 52%), NH_4NO_3 (35% tot 54%) en NH_3 (<20%) gevormd.

Het centraat bevat een hoge concentratie aan stikstof (in de vorm van ammonium, NH_4) echter bevat deze stroom maar 6% van de hoeveelheid stikstof die werd ingevoerd in het influent. In zuiveringen met een grote aanvoer van extern slib kan dit oplopen tot 20% aan stikstof van het influent. Dit indiceert dat het van belang is om deze toepassing in te zetten op grote RWZI's (zie verderop in dit hoofdstuk). In deze studie hebben we de 6% aangehouden voor de berekeningen. Dit geeft dat er uitgaande van de data van het CBS in 2021, 868 ton aan stikstof in het centraat zit (14,5 duizend ton aan stikstof in het influent * 0,06). Met een terugwin rendement van 83% kan er 721 ton aan stikstof worden gewonnen per jaar in Noord-Holland uit het centraat d.m.v. strippen en/of scrubben (op basis van data in 2021).

Het overgrote deel van de stikstof dat een RWZI ingaat komt terecht in het filtraat, digestaat en effluent.

De terugwinning van stikstof in het influent kan tot zover alleen door middel van de ionenwisseling techniek. Wel moet dit rioolwater worden voorbehandeld waarbij de zuivering gebaseerd is op fysisch chemische scheiding in plaats van het actief slibproces. Het voorbehandelde rioolwater is water wat ontdaan is van alle verontreinigingen, op ammonium na. Doordat het voorbehandelde rioolwater nog nagenoeg de volledige vracht aan stikstof bevat, wordt dat ook een interessante stroom om stikstof uit terug te winnen. (STOWA et al., 2021)

In deze studie wordt ervan uitgegaan dat na voorbehandeling al de stikstof in het influent wordt behouden. De ionenwisseling techniek heeft een terugwin rendement tussen de 90% en 98%. Bij de berekeningen van deze studie wordt uitgegaan van een terugwin rendement van 90%, dit wordt gedaan om dat de techniek nog niet vaak getest is. D.m.v. de ionenwisselingstechniek wordt een zure ammoniumrijke productstroom gevormd. Uitgaande van de data van het CBS in 2021, zit er 14,5 duizend ton aan stikstof in het influent zit. Met een terugwin rendement van 90% kan er 13 duizend ton aan stikstof worden terug gewonnen per jaar in Noord-Holland uit het influent d.m.v. de ionenwisseling techniek (op basis van data in 2021). Het product dat wordt gewonnen d.m.v. de ionenwisseling techniek staat gelijk aan kunstmest. Deze 13 duizend ton kan dus worden gebruikt om stikstof tekorten aan te vullen.

De hoeveelheden teruggewonnen uit het centraat en via het influent kunnen niet worden opgeteld. Immers, als een groot deel van de N uit het influent wordt gehaald, zal er ook minder in het centraat terecht komen.

Het is belangrijk om deze meststoffen emissiearm toe te dienen op het land. Dit komt omdat deze meststoffen veel $\text{NH}_4\text{-N}$ bevatten en daardoor het risico van $\text{NH}_3\text{-N}$ verluchtiging groter is dan bij veel gangbare kunstmestsoorten.

4.1.1.2 Fosfaat potentie

Fosfaat komt in afvalwater in een aantal vormen voor. Er kan onderscheid worden gemaakt in gebonden fosfaat en opgelost fosfaat. Opgelost fosfaat bestaat vrijwel volledig uit ortho-fosfaat, of vrije en beschikbare fosfaationen in oplossing. Ortho-fosfaat is de meest gemakkelijk beschikbare vorm van fosfaat. Zowel biologisch als chemisch kan deze vorm gemakkelijk gebonden worden. In het influent van een rwzi is ongeveer twee derde van het fosfaat aanwezig in de vorm van ortho-fosfaat. De rest van het fosfaat is gebonden aan organisch materiaal of in de vorm van onoplosbare zouten aanwezig.

Fosfaat kan worden teruggewonnen door de winning van struviet in het influent. Het terugwin rendement van deze technologie varieert tussen de 40% en 50%. In dit onderzoek wordt gerekend met een terugwin rendement van 40%, dit wordt gedaan omdat het terugwin rendement sterk varieert tussen locaties en omdat men geen onwaarschijnlijke data wil presenteren. Dit geeft dat uitgaande van de data van het CBS 744 ton P/jaar kan worden gewonnen. Dit gaat om zuivere P, in de (kunst)mest wereld wordt er gerekend met P_2O_5 als eenheid. Om deze data te kunnen vertalen naar de data in hoofdstuk 2 moet de zuivere P worden omgerekend naar P_2O_5 . Dit betekent dat er potentieel per jaar via de winning van struviet 1,8 duizend ton aan P_2O_5 kan worden gebruikt om de tekorten aan te vullen.

Het terugwinnen van fosfaat zou ook kunnen bij verbrandingsassen, dit heeft een groot terugwin rendement maar heeft nog een lage technologische haalbaarheid. Daarom wordt dit niet verder uitgewerkt in dit onderzoek.

4.1.2 Groenten Fruit en Tuinafval

In Noord- Holland varieert de GFT-inzameling sterk per gemeente, zo wordt er in de gemeente Amsterdam gemiddeld genomen, over de jaren 2018 tot en met 2021, 0,68 kg GFT-afval ingezameld per inwoner (Centraal Bureau voor de Statistiek). Daar tegenover staat de gemeente Hollands Kroon waar gemiddeld, over de jaren 2018 tot en met 2021, 170 kg aan GFT afval per inwoner wordt ingezameld. Voor de berekening nemen we het gemiddelde aantal kg ingezameld GFT per gemeente (gemiddeld 96,3 kg ingezameld GFT per inwoner per jaar voor de provincie Noord-Holland). De provincie Noord-Holland heeft 2.956.223 inwoners in 2023 (Noord-Holland, 2023). Deze data geeft dan er in Noord-Holland 284,7 duizend ton aan GFT wordt ingezameld per jaar ($96,3 * 2.956.223$).

Dit GFT afval wordt verzameld en ontdaan van verontreiniging. In dit onderzoek wordt ervan uitgegaan dat ongeveer 37% van al het ingezamelde GFT in Noord-Holland van voldoende kwaliteit is om compost te maken. Dit betekent dat er van de 284,7 duizend ton jaarlijks ingezamelde GFT zo'n 105,4 duizend ton aan nat GFT-afval overblijft dat kan worden gebruikt voor compost. Potentieel gezien zou dit 100% kunnen zijn mochten de verontreinigingen worden geëlimineerd.

Per ton verse GFT-compost zit er 8,9 kg N in en 4,4 kg P_2O_5 . Dit betekent dat er momenteel 937 ton aan N in het GFT-compost zit, potentieel wanneer 100% van het GFT-afval zou worden gebruikt voor compost zou dit 2500 ton aan N kunnen zijn. Er zit momenteel 463 ton aan P_2O_5 in het compost potentieel als 100% van het GFT-afval zou worden gebruikt voor compost 1250 ton aan P_2O_5 kunnen zijn. In dit verslag rekenen we verder met wat momenteel beschikbaar is aangezien er veel moet veranderen aan de inzameling van GFT mocht er 100% beschikbaar zijn.

Compost bestaat uit vooral organische N, wat betekent dat niet al de stikstof meteen beschikbaar is voor gewasopname. Op de korte termijn (in het jaar van toediening) komt circa 10% van de stikstof beschikbaar, terwijl op de langere termijn dat kan toenemen tot circa 60% voor bouwlandgewassen en circa 80% bij gebruik op grasland. Hiermee is op de korte termijn 94 ton aan stikstof beschikbaar om aan te vullen op de tekorten

in hoofdstuk 2 en op de lange termijn ongeveer 656 ton aan beschikbare stikstof. In dit rapport rekenen we met de korte termijn, wel is het belangrijk om bewust te zijn van de lange termijn beschikbaarheid.

4.1.3 Industrie

Er is getracht om de reststromen van de industriële sector in kaart te brengen door contact te zoeken met grote voedselverwerkende instellingen in Noord-Holland. Zo is er contact gezocht met een haven, een bloemenveiling, de meel en bakkerij industrie, de kaasmakerij en een luchtvaart instituut in de provincie. Echter, is alleen kaasmaker Cono ingegaan op het verzoek.

Cono geeft in het interview aan dat hun reststromen voornamelijk worden hergebruikt in de fabriek zelf. Dit doen ze om de kosten zo laag mogelijk te houden en om aan hun duurzaamheidsplan voor 2030 te voldoen. De reststromen die ze wel hebben worden naar de RWZI-installatie gebracht om daar gefilterd te worden. De potentie van die reststroom wordt dus al meegenomen in hoofdstuk 4.2.1. Er ligt dus een kleine reststroom bij Cono die potentieel nog zou kunnen worden gebruikt, alleen wordt aangegeven dat de grootte van deze reststroom verwaarloosbaar is en dat Cono al plannen maakt om deze ook te hergebruiken.

4.1.4 Bermgras

Bermgras is een afvalstroom waar op dit moment geen afdoende oplossing voor bestaat. Omdat bermgras vrij snel na het maaien moet worden afgevoerd vindt de bewaring plaats in de piekperiodes. Bermgras vormt een aanzienlijke bron van biomassa die een potentieel heeft voor bio-vergistinginstallatie, omdat het niet concurreert met bijvoorbeeld biomassa voor voedsel en veevoer. Het vergisten van bermgras gebeurt nu nog zelden omdat er ook veel verontreinigingen (zwerfvuil en zand) in te vinden zijn die problematisch kunnen zijn voor de vergistingsinstallatie. Denk hierbij aan schade aan pompen en mengsystemen, vorming van bezink- en drijfslagen, etc.

Het restproduct uit de vergistingsinstallatie (het digestaat) zou kunnen dienen als meststof in de landbouw en op die manier kunnen nutriënten worden terug geleverd. Echter, er zijn tijdens dit onderzoek geen eenduidige data gevonden over de hoeveelheid bermgras in Noord-Holland. Daarom is er een noodzaak om dit verder uit te zoeken. Wel zijn er data beschikbaar over de hoeveelheid bermgras in Noord-Holland Noord, zo'n 13 duizend ton drooggewicht in 2018. Noord-Holland Noord telt 18 gemeenten met een totale oppervlakte van 2526 km². Noord-Holland heeft een oppervlakte van 4090 km². De cijfers van het rapport van de Rijksuniversiteit Groningen en Berenschot laten dus data zien over 62% van Noord-Holland. Om de potentie van heel Noord-Holland te berekenen wordt in dit onderzoek aangenomen dat de hoeveelheid bermgras in de rest van de provincie evenredig is aan die in Noord-Holland Noord. Uitgaande opschaling op basis van oppervlakte zou erin heel Noord-Holland ongeveer 20,9 duizend ton aan bermgras per jaar beschikbaar zijn.

De potentie aan stikstof en fosfor over de hoeveelheid bermgras in Noord-Holland Noord kan worden uitgerekend aan de hand van tabel 5. Omdat er geen specifieke data beschikbaar is over de hoeveelheid bermgras in het voorjaar en in het najaar wordt in dit onderzoek uitgegaan dat de gemiddelde waarden toereikend zijn voor de gehalten stikstof en fosfor. Dit geeft aan dat er alleen al in Noord-Holland potentieel per jaar in het bermgras een totale hoeveelheid aan stikstof zit van 128 ton en er 193 ton aan fosfor als P₂O₅. De hoeveelheid stikstof in het bermgras die gebruikt kan worden door de planten zal minder zijn dan hoeveelheid die hierboven is uitgerekend. Dit komt omdat er na vergisting de stikstof nog deels aanwezig is als organische N. Naar schatting zal ongeveer 60 tot 70% van de stikstof werkzaam zijn en valt daarmee te vergelijken met de N-behoefte zoals berekend in hoofdstuk 2. Het betreft dan 83 ton aan werkzame stikstof per jaar (uitgaande van 65% werking).

Tabel 5 De nutriënten samenstelling van ingekuild berm- en natuurgras (Zwart et al., 2015 & RVO, 2019).

Gehalte (kg per ton droge stof)	Bermgras voorjaar	Bermgras najaar	Gemiddelde
Totaal Stikstof	7,4	4,7	6,1
Fosfor (als P ₂ O ₅)	11,5	6,9	9,2

Benadrukt moet worden dat deze potentie is geschat op basis van cijfers van Noord-Holland Noord, waarbij het onduidelijk is of de gemiddelde bermgrasproductie in Noord-Holland Noord representatief is voor de rest van Noord-Holland.

4.1.5 Overzicht resultaten

In tabel 6 worden de resultaten van hoofdstuk 4.1 "Inschatting van het productiepotentieel van alternatieve nutriëntenbronnen" weergegeven.

Tabel 6 Overzicht potentiële stikstof en fosfor terugwinning alternatieve bronnen.

Bron	Nutriënten	Totale hoeveelheid (ton/jaar)	Werkzame hoeveelheid (ton/jaar)
RWZI	Stikstof	721 (strippen / scrubben)	721
		13.000 (ionenwisseling)	13.000
	Fosfor (P ₂ O ₅)	1.800	1.800
GFT	Stikstof	937	94 *
	Fosfor (P ₂ O ₅)	463	463
Bermgras	Stikstof	128	83
	Fosfor (P ₂ O ₅)	193	193

* Dit is werkzaam op de korte termijn, op de lange termijn is er 656 ton N beschikbaar

4.2 Bestaande verkoopmodellen

De nutriëntenstromen die in beeld zijn gebracht in hoofdstuk 4.1 kunnen op verschillende manieren van economische waarden zijn. In dit hoofdstuk wordt dit verder onderzocht en uitgelicht per nutriënten stroom.

Voor de afzet van de teruggewonnen nutriënten uit de RWZI's zijn een aantal randvoorwaarden om een succesvolle afzet te garanderen. Zo moet de gewonnen stikstof en fosfor voldoen aan kwaliteitseisen en de marktprijs moet kunnen concurreren met andere stikstof en fosfor producten. STOWA geeft aan dat de landbouw op korte en middellange termijn de meest interessante markt is om vanuit economisch perspectief teruggewonnen stikstof in te zetten. Dit komt door het mogelijke milieuvoordeel van de teruggewonnen stikstof en fosfor voor de boer. Buiten de landbouw kan de teruggewonnen stikstof nog worden ingezet in de milieutechniek en de chemische sector. Echter moet deze nutriënten stroom wel de einde-afval status hebben verkregen eer het inzetbaar is (uitleg hierover in hoofdstuk 4.4).

Voor het terugwinnen van fosfor als struviet zit er ook nog een extra economische rendabiliteit in het onderhoud van een RWZI. Door het terugwinnen van het fosfor slibben de buizen in de RWZI minder snel dicht doordat het fosfor niet meer in grote hoeveelheden neerslaat in het systeem.

Het GFT afval wordt eerst vergist waar groengas uit kan worden gewonnen, dit levert al een financieel voordeel op. Het verwerkte compost van het GFT-afval kan worden verkocht als compost van keurmerk A. De prijzen hiervan wisselen sterk tussen de aanbieders. In 2015 zat de prijs voor een ton compost tussen de 25 en 30 euro. Er is te verwachten dat deze prijs zal stijgen aangezien de vraag zal oplopen voor alternatieve bemestingsproducten.

Het bermgras kan vooral worden ingezet voor vergisting, het digestaat van de vergisting zou kunnen worden ingezet in de landbouw. Verder zijn er een aantal bestaande initiatieven voor het verwaarden van bermgras. Zo is Investa in Alkmaar bezig met het produceren van groengas uit bermgras. Ook wordt er in de provincie onderzoek gedaan naar het maken van strooizout uit het sap van bermgras en onderzoekt HVC of er papier kan worden gemaakt uit het bermgras.

In het algemeen is het zo dat het terugwinnen van nutriënten uit bronnen buiten de landbouw kosten met zich meebrengt. Als deze kosten worden doorberekend in de prijs van het product is het de vraag of deze producten kunnen concurreren met bijvoorbeeld kunstmest. Hierbij moet echter worden bedacht dat nutriënten deels eindig zijn, zoals bijvoorbeeld fosfaat. Om ook op de langere termijn te kunnen beschikken over voldoende fosfaat voor gewasproductie, is het nodig dat lekken in het voedselsysteem worden gedicht en dat kan door nutriënten uit reststromen die ontstaan in de voedselketen zo veel mogelijk te hergebruiken.

4.3 Wettelijke en technologische mogelijkheden voor opschaling van deze installaties

Het terugwinnen van nutriënten in een RWZI heeft veel potentieel als we kijken naar de hoeveelheid nutriënten (tabel 5 en tabel 6). Echter heeft deze nutriëntenstroom nog veel obstakels. Mede omdat dit een humane reststroom is en dit nog weerstand heeft in de maatschappij. Of de teruggewonnen stikstof en fosfor uit de RWZI's mag worden gebruikt hangt af van de afval status die het verkrijgt. Wanneer deze nutriënten het status afvalstof krijgen kan deze alleen worden geleverd aan afnemers die vergund zijn om deze specifieke afvalstoffen te ontvangen. Dit is vastgelegd in Europese wetgeving (EURAL-code, www.euralcode.nl). Het treft wel dat teruggewonnen stikstof en fosfor met de status van afvalstof in Nederland wel vrij als meststof kan worden verhandeld na toelating op de Uitvoeringsregeling Meststoffen. Het zou echter handiger zijn als de teruggewonnen stikstof en fosfor uit de RWZI's een einde afval status konden verkrijgen. Dit vergemakkelijkt de mogelijkheden om deze stoffen te kunnen gebruiken.

De ionenwisseling techniek en het strippen en/of scrubben uit hoofdstuk 4.2.1 hebben beide een ander Technical Readiness Level (TRL). TRL's zijn ooit door de NASA bedacht om aan te geven in welke fase de ontwikkeling van een nieuwe technologie zit, ze lopen van 1 (laagste TRL) tot en met 10 (hoogste TRL). De ionenwisseling techniek heeft een TRL van ongeveer 5 en het strippen en/of scrubben een 9. Deze TRL waardes zijn ingeschat op basis van schaalgrootte. Strippen en of/scrubben is de meest doorontwikkelde technologie, deze techniek wordt al wereldwijd commercieel geïmplementeerd. De ionenwisseling techniek is in andere toepassingen al wel verder ontwikkeld tot commercieel inzetbare technieken (bijvoorbeeld bij demiwaterproductie). Voor toepassing op stikstofterugwinning is de techniek tot op respectievelijk lab- en pilotschaal getest. De prestatie op praktijkschaal is dus nog onbekend. Ook zijn de investeringskosten voor de ionenwisseling techniek hoger dan die voor het strippen en/of scrubben.

Voor het hergebruiken van bermgras en GFT-afval zijn geen juridische belemmeringen gevonden in dit onderzoek. Echter zijn er wel logistieke belemmeringen. Zo zit er vaak zwerfvuil in bermgras wat verder verwerking kan tegenwerken. Ook zijn de piekmomenten waarin bermgras wordt gemaaid lastig om logistiek te reguleren. Ook in het ingezamelde GFT-afval zitten vaak nog verontreinigingen. Een makkelijkere en beter geselecteerde verzameling zal niet alleen een grotere kwantiteit kunnen betekenen maar ook de verwerking tot compost verbeteren. Er zou ook kunnen worden gekozen voor een betere na-scheiding hierbij kan de kwaliteit van het GFT afval omhoog voor het wordt vergist en verwerkt tot compost.

Dit jaar is het project Kringloopsluiting Nutriënten Afvalwater en Proceswater (KNAP) gestart. Hierin wordt gekeken naar de mogelijkheden van het gebruik van nutriënten uit humane afvalstromen in de landbouw. Naast de landbouwkundige aspecten wordt er ook een kwaliteitssysteem ontwikkeld waarin o.a. aandacht is voor aanwezigheid van contaminanten (micro-organismen, medicijnresten, zware metalen).

5 Beoordeling van de mogelijke zelfvoorziening van de agrarische sectoren met nutriënten uit de provincie

In dit hoofdstuk zullen de resultaten van de voorgaande hoofdstukken worden gecombineerd. Op deze wijze wordt de mogelijkheid tot zelfvoorziening van agrarische nutriënten binnen de provincie Noord-Holland besproken. Hierbij is het belangrijk om nogmaals op te merken dat noodzakelijke aannames die gemaakt zijn in dit onderzoek, er toe leiden dat precieze cijfers in de praktijk kunnen afwijken. Dit onderzoek geeft vooral inzicht in de orde van grootte van behoeftes en productie van agrarische nutriënten en van potentiële nutriëntenbronnen buiten de agrarische sectoren.

5.1 Beoordeling welke en hoeveel van de jaarlijkse benodigde nutriënten van de agrarische sector in de provincie beschikbaar zijn

De resultaten van hoofdstuk 1 en 2 hebben laten zien dat, op provincieniveau, de behoeftes voor de nutriënten stikstof, kali en fosfaat hoger liggen dan de hoeveelheden van deze nutriënten die in dierlijke mest worden geproduceerd. Hiermee is duidelijk geworden dat, wanneer men spreekt over zelfvoorziening binnen de agrarische sectoren op het gebied van deze drie nutriënten, er een tekort is binnen de provincie. Dit is grotendeels te verklaren door de relatief grote maar extensieve melkveesector in Noord-Holland, waarbij de gewassen binnen die sector (grasland en groenvoedergewassen) hoge behoeftes hebben maar we tegelijkertijd, door de extensieve aard met relatief weinig GVE's per hectare, een lage nutriëntenproductie per hectare zien.

Daarnaast is in hoofdstuk 4 de potentie van alternatieve nutriëntenbronnen onderzocht, welke mogelijk de tekorten kunnen verkleinen. Hierbij is gekeken naar hergebruik van nutriënten uit RWZI's, GFT-afval en bermgras. Tabel 7 geeft een overzicht van de nutriëntenbehoeftes van agrarische sectoren, de nutriëntenproductie binnen agrarische sectoren, de potentiële nutriëntenbronnen buiten de agrarische sectoren en de uiteindelijke tekorten.

Tabel 7 Overzicht van nutriëntenbehoeftes en -productie binnen agrarische sectoren in Noord-Holland, potentiële andere nutriëntenbronnen en uiteindelijke tekorten. Hoeveelheden zijn gegeven in tonnen per jaar. (gebaseerd op cijfers van 2022).

	Stikstof	Fosfaat	Kali
Behoefte	31.423	6.910	31.031
Productie binnen agrarische sectoren	9.737	5.307	24.521
Productie buiten agrarische sectoren ¹	898 ²	2.456	
Tekort	20.788 *	-853	6.510

¹ Er is alleen gekeken naar stikstof en fosfaat.

² hierbij is bij de RWZI's uitgegaan van de techniek strippen en scrubben bij stikstofwinning uit rioolwaterzuiveringsinstallaties. Bij de techniek ionenwisseling is de stikstofproductie buiten agrarische sectoren 13177 ton per jaar en zal het stikstoftekort afnemen naar 8509 ton per jaar.

Voor fosfaat is te zien dat met het inzetten van nutriëntenbronnen buiten de agrarische sectoren er in principe mogelijkheid bestaat voor zelfvoorziening. Wel zullen hier aanzienlijke investeringen voor nodig zijn, aangezien de grootste potentie voor fosfaatwinning zit in het winnen van fosfaat uit rioolwater (waar de nodige installaties voor zullen moeten worden gebouwd). Daarbij is het nu nog beperkt mogelijk om nutriënten uit rioolwater te benutten vanwege regelgeving rondom dit onderwerp. Voor stikstof zien we dat er, ondanks de inzet van nutriëntenbronnen buiten de agrarische sectoren, een tekort zal blijven. Echter is dit tekort sterk afhankelijk van de in te zetten techniek voor stikstofwinning uit rioolwater, waarbij ionenwisseling een veel hogere potentie voor zelfvoorziening laat zien dan strippen en scrubben, maar ook een lagere TRL heeft en dus op een langere termijn pas inzetbaar zal zijn.

Daarnaast is het noemenswaardig dat niet alle mogelijke nutriëntenbronnen van buiten de agrarische sectoren zijn meegenomen in dit onderzoek. Zoals aangegeven in hoofdstuk 4 zijn er nog andere sectoren waar mogelijkheden liggen voor de zelfvoorziening van de besproken nutriënten binnen de provincie Noord-Holland. De daadwerkelijke potentie van nutriëntenbronnen buiten de agrarische sectoren zal dus in de werkelijkheid hoger liggen dan de cijfers die hier behandeld zijn.

Tot slot wordt hier nogmaals benadrukt dat de geschetste situatie in dit onderzoek gebaseerd is op het huidige teeltsysteem met het daarbij behorende beleid. Wanneer beleid rondom bemesting en de eiwittransitie verandert, dan zal ook de nutriëntenbalans veranderen. Wanneer bijvoorbeeld wordt ingezet op lagere gebruiksnormen voor bemesting, dan zal de nutriëntenbehoefte dalen. Dit geldt ook als er op grotere schaal vlinderbloemigen worden ingezet (bijvoorbeeld gras-klover, veldbonen). Deze gewassen binden luchtstikstof, waardoor de stikstofbehoefte via meststoffen daalt.

5.2 Identificatie van gebieden met een hoog potentieel voor het sluiten van nutriëntenkringlopen

Gezien de relatief hoge nutriëntenbehoeftes van agrarische sectoren, in vergelijking met de nutriëntenproductie binnen agrarische sectoren, zal er in geen geval sprake zijn van een volledige zelfvoorziening binnen agrarische sectoren in de provincie Noord-Holland. Ditzelfde geldt op PPLG gebiedsniveau. Wanneer de potentie van nutriëntenbronnen buiten de agrarische sector wordt benut, zal de behoefte voor geïmporteerde nutriënten van buiten de provincie echter wel afnemen (en voor fosfaat zelfs helemaal verdwijnen). Aangezien de potentiële nutriëntenbronnen buiten de agrarische sector alleen provincie-breed zijn berekend, valt niet te zeggen welke gebieden hier een hoger potentieel hebben dan anderen.

Naast de mogelijkheid tot zelfvoorziening in agrarische nutriënten binnen Noord-Holland, biedt dit onderzoek ook inzichten in de potentie voor het sluiten van nutriëntenkringlopen. Zo is gebleken dat sommige gebieden (zowel op gemeente- als op PPLG gebiedsniveau) minder stikstof in dierlijke mest produceren dan ze mogen toedienen. Deze gebieden hebben dus nog plaatsingsruimte voor dierlijke mest over nadat de geproduceerde dierlijke mest daar is toegediend (effectief kan dit gezien worden als een tekort aan dierlijke mest). Tegelijkertijd zien we gebieden waar juist een overschot aan dierlijke mest is, omdat er in die gebieden meer stikstof in dierlijke mest wordt geproduceerd dan mag worden toegediend. Daarbij zal het vervallen van de derogatie ervoor zorgen dat daar waar nu al overschotten aan dierlijke mest zijn, deze overschotten zullen toenemen. Zo is te zien dat met name het PPLG gebied Laag Holland en PPLG gebied Gooi en Vechtstreken een significant overschot zal krijgen aan dierlijke mest (ruim 1.000 ton aan stikstof in dierlijke mest), terwijl bijvoorbeeld het PPLG gebied Zuid-Kennemerland en Amstel-Meerlanden juist een vergelijkbare hoeveelheid aan plaatsingsruimte over heeft. Door bepaalde gebieden met een overschot aan dierlijke mest te koppelen met gebieden waar juist nog plaatsingsruimte voor dierlijke mest over is, kan er worden bijgedragen aan een duurzamere benutting van dierlijke mest provincie-breed en dus aan het sluiten van nutriëntenkringlopen. Wel moet hierbij worden opgemerkt dat dit de nutriëntentekorten provincie-breed niet zal verkleinen, en er dus externe inputs nodig blijven om te voorzien in de nutriëntenbehoeftes van agrarische sectoren. Welke gebieden wel of geen overschot aan dierlijke mest hebben is terug te vinden in bijlage 1B (op gemeenteniveau) en in bijlage 2 (op PPLG gebiedsniveau).

Tot slot heeft dit onderzoek een sterke koppeling met het parallel lopende onderzoek *technische en economische haalbaarheidsstudie van technieken ter mestverwerking en mestverwaarding in Noord-Holland* van Wageningen Livestock Research (nog in uitvoering). Binnen dit project wordt gekeken naar verschillende manieren van mestverwerking zoals vergisting en het verwaarden van dierlijke mest tot mestproducten op maat. Hierbij kan informatie over gebied specifieke behoeftes en overschotten bijdragen aan het identificeren van manieren om op een duurzame manier mest te benutten voor de Noord-Hollandse situatie.

5.3 Vooruitzicht op de politieke veranderingen m.b.t. bemestingsbeleid

De komende jaren zullen er veel beleidsprogramma's van kracht worden die in meer of mindere mate effect hebben op het nutriëntengebruik in Nederland en daarmee ook in Noord-Holland. Hieronder is een overzicht van verschillende beleidsprogramma's, te beginnen met de boer-tot-bord strategie van de Europese Unie. Deze strategie is onderdeel van de Green Deal.

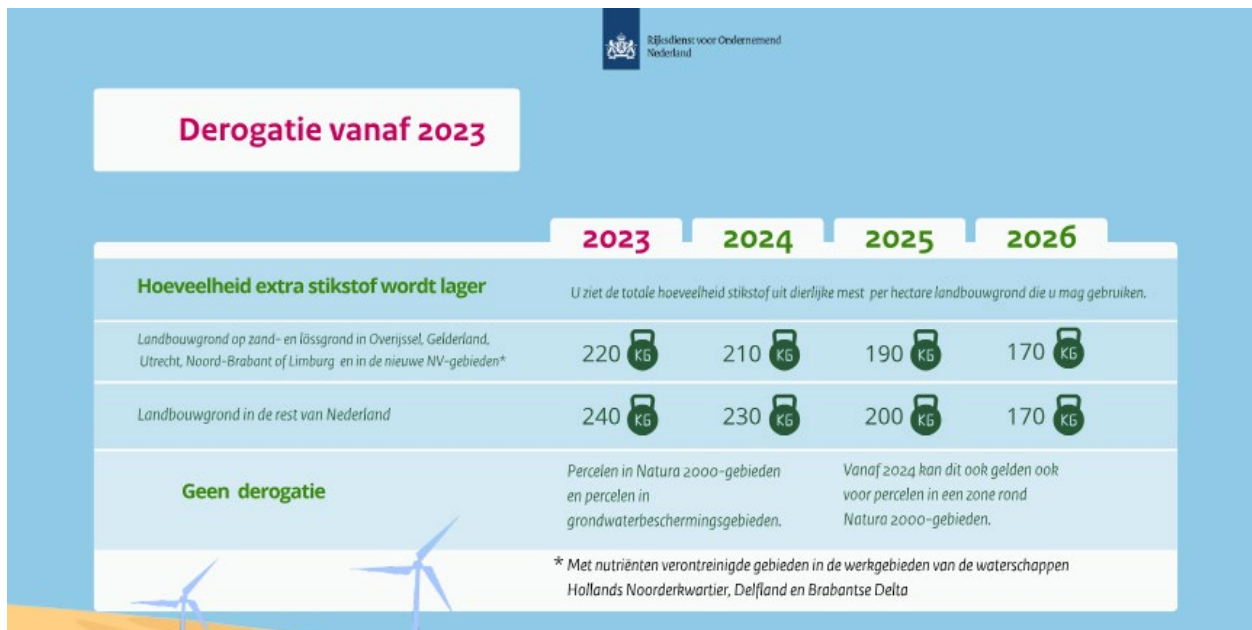
In de "boer-tot-bord strategie" is een doel opgenomen om het verlies van nutriënten met 50% te reduceren terwijl de bodemvruchtbaarheid wordt behouden. Het gevolg van dit doel is dat in 2030 het gebruik van meststoffen met 20% is gedaald. Hierbij is de verwachting dat het bij deze daling vooral om kunstmest gaat. Deze daling moet behaald worden door een integraal nutriënten management plan. Een verdere concretisering is niet opgenomen in de strategie ([Farm to fork](#)). Dit doel is ook opgenomen in de Biodiversiteitsstrategie van de Europese Unie ([Biodiversity strategy for 2030](#)).

Onderdeel van de biodiversiteitstrategie is de kaderrichtlijn water (KRW) hierin is opgenomen dat alle aangewezen wateren moeten voldoen aan vastgestelde doelen. Deze doelen omvatten o.a. subdoelen op het gebied van nutriëntenverontreiniging. Om deze subdoelen te halen zijn maatregelen opgenomen in het 7^e actieplan nitraatrichtlijn. Deze maatregelen hebben soms (in)direct effect op de mestwetgeving van Nederland. Voorbeelden hiervan zijn het verschuiven van het mestuitrij seizoen en het verplichten van teeltvrije zones langs watervoerende sloten waar geen mest mag worden gebruikt. Daarnaast is het gebruik van organische strorijke mest gestimuleerd door het percentage fosfaat dat hierin zit maar deels mee te tellen in de mestruimte van een agrariër. Zo telt slechts 25% van het fosfaat uit compost en 75% van vaste mest en champost mee voor de fosfaatgebruiksruimte.

Tenslotte zijn er nog maatregelen die voortvloeien uit het 7^e Nitraatactieprogramma. Dit betreft bijvoorbeeld het afbouwen van de derogatie en het aanwijzen van zogenaamde 'nutriënten verontreinigde gebieden'. De derogatie om extra stikstof uit dierlijke mest te mogen gebruiken wordt de komende jaren afgebouwd van 240 kg per ha in 2023 naar 170 kg per hectare in 2026. Het afbouwen gaat stapsgewijs vanaf 2023, zoals te zien is in Figuur 8. Er bestaat echter wel onderscheid tussen grond in nutriënten verontreinigde gebieden en landbouwgrond daarbuiten. In nutriënten verontreinigde gebieden is de afbouw is namelijk versneld, daarnaast zal er ook een korting op de gebruiksnorm van stikstof komen van 20% in 2025. Dit geldt ook voor agrariërs die niet deelnemen aan de derogatie. Dit is relevant voor de provincie Noord-Holland, omdat het waterschap Noord-Hollands Noorderkwartier ook is aangemerkt als nutriënten verontreinigd gebied.

Naast het feit dat het vervallen van derogatie zorgt voor een verlaging van de toegestane mest-N-aanvoer, zal het ook kunnen zorgen voor een verschuiving van grasland naar bouwland. Op geldt nog een verplichting van minimaal 80% grasland. Hoe groot die verschuiving precies gaat zijn valt nog niet te zeggen. De verwachting is dat de huidige voorwaarde van minstens 80% van het areaal op een melkveehouderij moet gras zijn niet meer zal opgaan. Vanuit een agronomisch perspectief is een ongeveer 70% van het areaal als grasland benutten een mooiere verdeling. Dit houdt dus in dat veel melkveehouderijen een deel van hun grasland zullen omzetten in bouwland.

Alle tot nu toe besproken beleidsprogramma's sturen richting het verminderen van het gebruik van nutriënten. Dit moet voorkomen dat er overschotten ontstaan die vervolgens in het milieu terecht kunnen komen. Ondanks dat het hier gaat om landelijke of Europese beleidsprogramma's heeft de provincie hier een rol in de uitvoering.



Figuur 19 Weergave van de afbouw van derogatie op het gebruik van stikstof uit dierlijke mest. Deze wordt stapsgewijs afgebouwd naar 170 kg per hectare in 2026.

Naast beleidsprogramma's die direct invloed hebben op gebruiksnormen zijn er ook nog een paar beleidsprogramma's die indirect invloed kunnen hebben op het gebruik van nutriënten. Het eerste voorbeeld komt wederom uit de (Farm to fork) strategie van de EU. Hierin is opgenomen dat het landbouwareaal uit ten minste 15% biologische landbouw moet bestaan. Op dit areaal zal geen kunstmest meer mogen worden gebruikt, en biologische landbouw vereist dat 70% van de dierlijke mest een biologische herkomst heeft. Om aan deze groeiende behoefte te voldoen, zal er significant meer biologisch vee moeten worden gehouden. Een andere beleidsontwikkeling is opgenomen in de eiwittransitie, waarin beschreven staat dat er meer eiwit uit plantaardige bronnen afkomstig moet zijn. Deze doelstelling is tweedelig, namelijk een krimp van dierlijke eiwitbronnen en een vergroting van plantaardige bronnen. Met name de krimp van dierlijke eiwitbronnen zal op termijn de beschikbaarheid van dierlijke mest verminderen.

Ten slotte wordt er al sinds 2008 gewerkt aan de zogenaamde 'Renure' wetgeving. Deze houdt in dat dierlijke mest verwerkt mag worden en dat bepaalde producten die daarbij ontstaan mag worden als kunstmestvervanger. Dit houdt dus in dat een deel van de dierlijke mest-N gebruikt zou kunnen worden in de kunstmestplaatsingsruimte wat de noodzaak voor aankoop van kunstmest op melkveebedrijven vermindert. Een officieel besluit voor deze wetgeving is nog niet gevallen, en wacht momenteel nog op officiële goedkeuring van de Europese commissie. De precieze invulling laat dus nog even op zich wachten. Een dergelijke regeling zal naar verwachting geen groot effect hebben op de productie van kunstmest, omdat een lager mestgebruik op melkveebedrijven leidt tot een hoger mestgebruik bij bijvoorbeeld akkerbouwers. De kunstmestbesparing vindt dan daar plaats in plaats van op het melkveebedrijf.

Literatuur

- Asai, M., Moraine, M., Ryschawy, J., de Wit, J., Hoshide, A. K., & Martin, G. (2018). Critical factors for crop-livestock integration beyond the farm level: A cross-analysis of worldwide case studies. *Land use policy*, 73, 184-194.
- Breukers, A., de Wolf, P. L., & Molendijk, L. P. G. (2008). Trendanalyse veranderend grondgebruik; consequenties voor de bodemgezondheid. Retrieved from WorldCat.org database. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*.
- van Bruggen, C., Bannink, A., Bleeker, A., Bussink, D. W., van Dooren, H. J. C., Groenestein, C. M., ... & van der Zee, T. C. (2023). Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2021 (No. 242). Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen UR.
- BVOR. (2023). Factsheet Keuze in Compost. AGFstorage. Geraadpleegd op 19 september 2023, van https://agfstorage.blob.core.windows.net/misc/GN_nl/2023/03/10/Keuze_in_compost_kies_de_passende_kwaliteit_BVOR_Factsheet_1.pdf
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (z.d.-a). Huishoudelijk afval per gemeente per inwoner [Dataset]. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83452NED/table?ts=1697376655627>
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2023). Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar gemeente. In opendata.cbs.nl. Geraadpleegd op 16 oktober 2023, van <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/80781ned/table?ts=1680073452595>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (z.d.). Zuivering van stedelijk afvalwater; per provincie en stroomgebiedsdistrict [Dataset]. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7477/table?ts=1696325668663>
- centrale, G. m. (2015). Groene mineralen centrale [Press release]. Retrieved from <https://www.groenemineralecentrale.nl/nl>
- Circle Economy. (2017). Noord-Holland Noord Biomassa: Fase 1: Grondstofstromen. In Provincie Noord-Holland. Geraadpleegd op 14 oktober 2023, van <https://www.noord-holland.nl/dsresource?objectid=bcf6fafd-b6bd-4dd4-a5e8-bb347ba2f7e8&type=PDF>
- DHV, milieu en infrastructuur & Twente. (1992). KEUZE GFT-VERWERKINGSSYSTEEM COMPOSTEERINRICHTING BOELDERSHOEK: Bijlage bij het Milieu-effectrapport. In [commissiener.nl](https://www.commissiener.nl) (Nr. F2460-63-001). DHV milieu en infrastructuur BHV. Geraadpleegd op 19 september 2023, van https://www.commissiener.nl/docs/mer/p03/p0381/381-032mer_bijl.pdf
- van Dijk, W. & P. Galama, (2019). De maat van mest. Perspectief van mestbewerking op de boerderij vanuit belang akkerbouwer en melkveehouder. Wageningen Research, Rapport 547.
- Eurofins (2020). Nieuwe fosfaatwetgeving gebaseerd op twee fosfaatmetingen. In [eurofins-agro.com](https://www.eurofins-agro.com). Geraadpleegd op 16 oktober 2023, van <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/nieuwe-fosfaatwetgeving-gebaseerd-op-twee-fosfaatmetingen>
- Geel, W. C. A. v., & Dijk, W. v. a. (2013). Toepassing van digestaat in de landbouw: bemestende waarde en risico's : deskstudie in het kader van Energierijk [1 online resource (26 p.)]. Retrieved from <http://edepot.wur.nl/280427>

Gollenbeek, L., van Gastel, J., Casu, F., Huisman, I., & Verdoes, N. (2022). *Berekeningen emissies en economie voor verschillende scenario's voor verwaarding van rundveemest: NL Next Level Mestverwaarden*. Retrieved from

Gollenbeek, L., van Gastel, J., Casu, F., & Verdoes, N. (2021). *Emissies en kosten van verschillende scenario's voor de verwaarding van kalvermest: NL Next level mestverwaarden WP2*. Retrieved from

Hanemaaijer, A., Kishna, M., Kooke, M., Brink, H., Koch, J., Prins, A. G., & Rood, T. (2021). *Integrale Circulaire Economie Rapportage*. In Plan Bureau voor de Leefomgeving. Geraadpleegd op 16 oktober 2023, van <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-integrale-circulaire-economie-rapportage-2021-4124.pdf>

Hoek-van den Hil, E., Antonis, A., Brouwer, M., Bruins, M., Dame-Korevaar, A., Groenestijn, J. v., . . . Appel, M. (2022). *Use of insects for food and feed : scientific overview of the present knowledge on insect rearing, use of residual streams as substrates, and safety aspects [1 online resource (PDF, 77 pages) : illustrations]*. Retrieved from <https://doi.org/10.18174/571273>

Kroes, K., Huurman, S., Visser, C. d., Hemke, G., Liere, J. v., Top, N. v. d., & Wilt, J. d. (2016). *De ECOFERM Kringloopboerderij in de praktijk [1 online resource (PDF, 127 pages) : illustrations]*. Retrieved from <http://edepot.wur.nl/377521>

Kwant, K., Hamer, A., Siemers, W., & Both, D. (2016). *Monitoring Biobased Economy in Nederland 2015*. In Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Geraadpleegd op 14 oktober 2023, van <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/03/Monitoring%20Biobased%20Economy%20in%20Nederland%202015.pdf>

Langhout, J., & Smeding, F. (2006). *Riet voor stro [1 online resource.]*. Retrieved from <http://edepot.wur.nl/115837>

Lesschen, J. P., Hendriks, C., Slier, T., Porre, R., Velthof, G., Rg tussen agrarische sectoren in Noord-Holland : analyse en aandachtspunten op bedrijfs- en regioniveau [1 online resource (PDF, 47 pages) : illustrations]. Retrieved from <https://doi.org/10.18174/453524>

Lehnert, N., Musselman, B. W., & Seefeldt, L. C. (2021). *Grand challenges in the nitrogen cycle*. *Chemical Society Reviews*, 50(6), 3640-3646.

Leterme, P., Nesme, T., Regan, J., & Korevaar, H. (2019). *Environmental benefits of farm-and district-scale crop-livestock integration: A european perspective*. In *Agroecosystem Diversity* (pp. 335-349): Elsevier.

Nigussie, A., Kuyper, T. W. P. d., Neergaard, A. d. P. d., & Bruun, S. D. (2017). *Closing the nutrient loops in (peri-)urban farming systems through composting*. Wageningen University, Wageningen. Retrieved from <https://doi.org/10.18174/395151> WorldCat.org database.

Noord-Holland. (2023, 14 augustus). *Noord-Holland in cijfers en kaarten*. Provincie Noord-Holland. https://www.noord-holland.nl/Over_de_provincie/Noord_Holland_in_cijfers

Noord-Holland | Ontwikkelfonds.nl. (2023, 24 juli). *Ontwikkelfonds.nl*. <http://www.ontwikkelfonds.nl/provincies/noord-holland/>

Noord-Holland, P. (2021). *Voedselvisie 'boer en business in balans' [Press release]*. Retrieved from https://www.noord-holland.nl/Onderwerpen/Land_en_tuinbouw_visserij/Voedsel_Verbindt

Noorduyn, L. (2008). *Aardbeitelers inspireren veehouders, boomkwekers en gemeente*. Retrieved from WorldCat.org database.

Onderzoek voorschoning bioafval. (2023, 20 januari). VANG Huishoudelijk afval. <https://vang-hha.nl/kennisbibliotheek/onderzoek-voorschoning-bioafval/>

Prins, A. M., Galema, P., Beldman, A. C. G., & Laverman, W. (2011). Agro-landerij: een moderne, regionale samenwerking. Retrieved from WorldCat.org database. Wageningen UR.

Regan, J. T., Marton, S., Barrantes, O., Ruane, E., Hanegraaf, M., Berland, J., . . . Nesme, T. (2017). Does the recoupling of dairy and crop production via cooperation between farms generate environmental benefits? A case-study approach in Europe. *European journal of agronomy*, 82, 342-356.

Rietra, R., . . . Rietra, R. (2021). De potentie voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw [1 online resource (PDF, 87 pages) : illustrations]. Retrieved from <https://doi.org/10.18174/557330>

Rijksuniversiteit Groningen & Berenschot. (2021). Foto van de regio Noord-Holland Noord : Onderzoek BRE Noord-Holland Noord. In Provincie Noord-Holland. Geraadpleegd op 16 oktober 2023, van https://www.noord-holland.nl/Bestuur/Regionale_bestuurskracht/Regio_s/Regionale_bestuurskracht_West_Friesland/Documenten/Bijlage_8_Foto_van_het_BRE_Noord_Holland_Noord.pdf

RVO. (2019). Tabel 9 Forfaitaire opbrengst en stikstof- en fosfaatgehalten in ruwvoer en enkelvoudig diervoer 2019-2021. In RVO.nl. Geraadpleegd op 16 oktober 2023, van <https://www.rvo.nl/files/file/2019/01/Tabel-9-Opbrengst-en-gehalten-stikstof-en-fosfaat-in-ruwvoer-en-enkelvoudig-diervoer-2019-2021.pdf>

RVO. (2023) Tabel 2 Stikstof landbouwgrond. In RVO.nl. Geraadpleegd op 16 oktober 2023, van <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2023-02/Tabel-2-Stikstof-landbouwgrond-2023.pdf>

RVO. (2021) Tabel 9 Werkzame stikstof landbouwgrond. In RVO.nl. geraadpleegd op 16 oktober 2023, van <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/12/Tabel-9-Werkzame-stikstof-landbouwgrond-2019-2021.pdf>

Samenstelling organische meststoffen. (z.d.). sites.wageningenur.nl. <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/handeling/organische-stofbeheer/samenstelling-en-werking-organische-meststoffen/samenstelling-organische-meststoffen.htm>

Smit, A. B. (2009). Samen werken aan samenwerking. Wageningen: LEI Wageningen UR.

Stok, T. van der. (2013). Van bermgras naar groengas : sieta de vries van de provincie utrecht werkt aan een biogashub. *Grondig : Vakblad Voor De Cumelasector, Specialisten in Groen En Infra* (7): 24 - 25. Retrieved 2023, from <https://edepot.wur.nl/313417>.

STOWA, Buunen, A., Clevering-Loeffen, P., Van Leusden, M., Van Opijnen, J., & Wiegant, W. (2018). Handboek stikstof- en fosfor terugwinning uit communaal afvalwater op RWZI's. In STOWA (978.90.5773.2). Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer. Geraadpleegd op 3 oktober 2023, van <https://www.stowa.nl/publicaties/handboek-stikstof-en-fosfaatverwijdering-uit-communaal-afvalwater-op-rwzis>

STOWA, Elbersen, R., Roelofsen, D., Dan, J., De Jong, A. L., Boorsma, J., & Bovée, M. (2021). Stikstofterugwinning uit rioolwater; van marktambitie naar praktijk. In STOWA (978.90.5773.941.5). Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer. Geraadpleegd op 3 oktober 2023, van <https://www.stowa.nl/publicaties/stikstofterugwinning-uit-rioolwater-van-marktambitie-naar-praktijk>

STOWA, Reitsma, B. A. H., & Bults, J. E. (2007). Terugwinning van fosfaat uit RWZI's. In STOWA (90.5773.359.5). STOWA. Geraadpleegd op 3 oktober 2023, van <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202000-2010/Publicaties%202005-2009/STOWA%202006-25.pdf>

Tönjes, J. (2015). *Koolstof voor opruimprijs: Compost is langetermijninvestering*. AKKER. Geraadpleegd op 16 oktober 2023, van <https://edepot.wur.nl/366020>

Universiteit Gent, OWS nv, IGEAN, & VITO. (z.d.). *BERMG(R)AS DROGE ANAEROBE VERGISTING VAN BERMGRAS, IN COMBINATIE MET GFT+*. In *normecows*. Geraadpleegd op 16 oktober 2023, van <https://normecows.com/media/2023/02/Bermgras-openbaar-rapport.pdf>

van't Riet, S., & van Dam, A. (2003). *Duurzaam bodemleven: literatuurstudie voor composteren bij bloembollenbedrijven*. Retrieved from

Zwanet, H., Agricola, H., Koopmans, C., (2023). *Impact van koolstofmaatregelen op regioniveau - Een scenariostudie naar de mogelijkheden per provincie*. [1 online resource (PDF, 97 pages) : illustrations]. Retrieved from *Verkenning van de bodemvitaliteit in Fryslân (wur.nl)*

Zwart, K., de Boer, D., & Alterra, Wageningen UR. (2015). *Droge vergisting van berm- en natuurgras (1566 7197)*. Wageningen UR. Geraadpleegd op 16 oktober 2023, van <https://edepot.wur.nl/350624>

Bijlage 1 Cijfers op gemeenteniveau

Tabel B1A: Nutriëntenbehoefte en -productie per sector op gemeenteniveau.

Gemeente	Stikstofbehoefte (x1000 kg)				Kalibehoefte (x1000 kg)				Fosfaatbehoefte (x1000 kg)			
	Akkerbouw	Bloembollen en - knollen	Tuinbouw open grond	Grasland en groenvoedergewassen	Akkerbouw	Bloembollen en - knollen	Tuinbouw open grond	Grasland en groenvoedergewassen	Akkerbouw	Bloembollen en - knollen	Tuinbouw open grond	Grasland en groenvoedergewassen
Aalsmeer	49,465	1,552	6,748	28,875	42,787	1,999	8,646	28,118	9,592	0,348	1,504	6,469
Alkmaar	172,517	36,179	79,262	1445,230	183,483	46,593	71,245	1356,813	39,487	8,103	12,390	316,525
Amstelveen	22,479	0,000	0,279	234,000	19,516	0,000	0,315	225,731	5,018	0,000	0,055	52,119
Amsterdam	46,807	0,000	6,581	865,203	39,284	0,000	7,882	813,608	9,954	0,000	1,371	189,684
Bergen (NH.)	16,266	82,841	8,368	618,727	14,626	106,688	12,581	578,262	4,002	18,554	2,188	135,134
Beverwijk	7,033	2,302	0,662	65,924	4,801	2,965	1,044	62,623	1,653	0,516	0,182	14,544
Blaricum	1,569	0,000	0,496	47,019	0,849	0,000	0,474	43,905	0,314	0,000	0,082	10,264
Bloemendaal	0,000	5,902	0,000	34,583	0,000	7,602	0,000	32,077	0,000	1,322	0,000	7,518
Castricum	0,309	17,254	0,752	417,546	0,469	22,220	1,102	393,262	0,171	3,864	0,192	91,630
Diemen	0,000	0,000	0,000	4,295	0,000	0,000	0,000	3,984	0,000	0,000	0,000	0,934
Dijk en Waard	62,454	30,544	228,976	437,107	82,483	39,337	211,198	419,300	16,489	6,841	36,730	97,017
Drechterland	17,025	164,389	126,084	821,067	11,027	211,710	151,099	777,246	3,602	36,819	26,278	180,747
Edam-Volendam	27,017	0,000	0,093	935,719	21,054	0,000	0,136	881,221	5,577	0,000	0,024	205,331
Enkhuizen	0,000	45,217	9,863	69,500	0,000	58,234	9,849	64,712	0,000	10,128	1,713	15,144
Gooise Meren	0,000	0,000	0,000	248,376	0,000	0,000	0,000	232,641	0,000	0,000	0,000	54,320
Haarlem	0,141	0,000	2,285	28,970	0,134	0,000	3,303	26,870	0,037	0,000	0,574	6,298
Haarlemmermeer	989,468	34,595	44,011	731,908	793,087	44,553	63,593	695,211	207,081	7,748	11,060	161,460
Heemskerk	0,746	10,087	10,439	41,674	0,392	12,990	13,690	39,307	0,149	2,259	2,381	9,154
Heemstede	0,322	0,000	1,018	16,179	0,294	0,000	0,982	15,037	0,063	0,000	0,171	3,522
Heiloo	0,378	5,642	0,207	197,569	0,251	7,266	0,336	184,448	0,076	1,264	0,058	43,122
Den Helder	7,094	248,213	0,000	12,417	9,342	319,666	0,000	11,905	1,663	55,594	0,000	2,755

Hilversum	4,440	0,000	0,031	97,627	2,330	0,000	0,051	92,138	0,888	0,000	0,009	21,451
Hollands Kroon	2292,734	670,530	241,403	2424,555	2496,364	863,553	232,489	2367,590	551,380	150,183	40,433	544,148
Hoorn	0,000	1,722	3,030	15,746	0,000	2,217	3,604	14,605	0,000	0,386	0,627	3,423
Huizen	0,000	0,000	0,313	0,000	0,000	0,000	0,506	0,000	0,000	0,000	0,088	0,000
Koggenland	62,465	181,515	22,921	1575,601	69,949	233,767	29,576	1479,268	14,319	40,655	5,144	345,087
Landsmeer	0,000	0,000	0,000	300,853	0,000	0,000	0,000	279,730	0,000	0,000	0,000	65,500
Laren	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Medemblik	158,023	219,467	376,614	1392,567	135,952	282,645	390,943	1318,130	33,824	49,156	67,990	306,538
Oostzaan	0,000	0,000	0,000	142,616	0,000	0,000	0,000	132,282	0,000	0,000	0,000	31,004
Opmeer	7,008	28,508	5,151	834,065	8,587	36,715	7,470	784,740	1,921	6,385	1,299	182,917
Ouder-Amstel	0,000	0,000	0,016	421,738	0,000	0,000	0,021	391,178	0,000	0,000	0,004	91,682
Purmerend	191,476	3,056	25,336	1484,809	177,712	3,935	25,275	1399,237	41,327	0,684	4,396	325,951
Schagen	324,376	457,031	276,693	1473,539	406,278	588,595	256,002	1399,798	80,500	102,364	44,522	325,085
Stede Broec	4,478	82,600	175,796	68,373	3,848	106,377	166,486	67,822	0,977	18,500	28,954	15,497
Texel	532,750	64,137	25,926	1246,871	577,113	82,600	26,517	1201,528	130,058	14,365	4,612	277,530
Uitgeest	0,000	0,000	0,563	305,897	0,000	0,000	0,863	288,696	0,000	0,000	0,150	67,213
Uithoorn	4,608	0,180	2,684	76,628	4,176	0,232	3,958	71,333	0,962	0,040	0,688	16,695
Velsen	1,054	0,980	0,000	110,999	1,442	1,263	0,000	103,381	0,251	0,220	0,000	24,191
Waterland	1,659	0,000	0,165	1109,056	0,860	0,000	0,219	1037,916	0,336	0,000	0,038	242,426
Wijdmeren	1,796	0,007	1,951	390,310	1,002	0,009	2,783	365,882	0,363	0,002	0,484	85,404
Wormerland	0,000	1,375	0,037	795,527	0,000	1,771	0,048	738,509	0,000	0,308	0,008	173,031
Zaanstad	37,748	0,000	0,000	726,405	30,314	0,000	0,000	680,550	7,568	0,000	0,000	158,889
Zandvoort	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel B1A vervolg

Gemeente	Stikstofproductie in stal (werkzame hoeveelheid) (x1000 kg)							
	<i>Rundvee melk</i>	<i>Rundvee vlees</i>	<i>Rundvee overig</i>	<i>Rundvee stieren</i>	<i>Schapen & geiten (excl. melkgeiten)</i>	<i>Melkgeiten</i>	<i>Varkens</i>	<i>Pluimvee</i>
Aalsmeer	0,000	0,939	0,425	0,100	0,052	0,000	0,000	0,000
Alkmaar	390,775	5,207	1,838	0,469	4,134	1,792	0,059	32,308
Amstelveen	48,979	1,614	0,790	0,134	0,445	1,255	0,025	0,000
Amsterdam	148,726	10,775	4,086	1,004	5,693	15,597	16,535	0,000
Bergen (NH.)	99,202	4,200	0,684	1,205	1,031	0,000	0,199	0,000
Beverwijk	18,162	0,051	0,213	0,033	0,143	0,000	0,000	0,000
Blaricum	0,000	0,683	0,258	0,368	0,224	0,000	0,000	0,000
Bloemendaal	6,109	0,000	0,000	0,033	0,106	0,000	0,000	0,000
Castricum	98,119	2,698	1,033	1,473	0,973	0,000	0,000	0,000
Diemen	1,280	0,000	0,000	0,000	0,260	0,000	0,000	0,000
Dijk en Waard	109,050	0,888	0,182	0,167	2,783	8,785	7,066	35,222
Drechterland	232,189	0,222	0,289	0,167	3,719	20,304	15,361	0,000
Edam-Volendam	221,584	4,200	0,896	1,875	2,059	0,132	0,000	0,000
Enkhuizen	10,852	0,427	0,030	0,067	1,449	0,202	0,000	5,500
Gooise Meren	69,563	0,832	0,441	0,167	1,222	0,000	0,000	0,000
Haarlem	5,908	0,000	0,000	0,000	0,037	0,000	0,000	0,000
Haarlemmermeer	70,426	8,280	4,740	0,536	1,064	0,213	0,018	75,570
Heemskerk	9,200	3,073	1,534	1,239	1,438	0,000	0,000	0,000
Heemstede	2,408	0,034	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,720
Heiloo	41,476	1,571	0,425	0,201	0,745	0,000	0,012	0,000
Den Helder	2,440	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000
Hilversum	15,796	3,107	1,838	0,234	0,546	0,111	0,000	0,000
Hollands Kroon	768,879	9,504	1,109	1,741	10,461	48,492	0,112	217,503
Hoorn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,395	0,000	0,000	0,000
Huizen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Koggenland	440,223	1,537	0,456	0,736	3,512	0,020	17,709	0,000
Landsmeer	53,568	2,788	0,744	0,335	1,124	0,000	0,000	0,000

Laren	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Medemblik	386,206	2,663	0,684	1,138	8,287	0,000	0,012	0,000	
Oostzaan	3,420	1,451	1,033	0,067	1,333	0,000	0,006	0,000	
Opmeer	259,176	2,885	1,382	0,402	2,565	0,091	5,449	7,388	
Ouder-Amstel	92,923	4,537	1,595	0,435	0,643	0,000	0,000	0,000	
Purmerend	385,142	12,647	2,491	1,004	7,382	12,449	9,959	0,000	
Schagen	396,024	3,367	1,474	0,971	9,097	17,834	10,664	1,212	
Stede Broec	5,448	0,307	0,152	0,067	0,147	0,000	0,018	0,000	
Texel	193,618	33,544	5,909	2,009	15,467	0,233	7,462	0,000	
Uitgeest	89,533	0,751	0,365	0,335	1,031	2,621	0,000	0,000	
Uithoorn	11,125	2,151	1,960	0,201	0,026	0,000	0,000	0,000	
Velsen	4,933	2,988	0,987	0,268	0,222	0,000	0,043	0,000	
Waterland	254,272	4,371	2,734	0,670	4,691	4,241	0,018	0,000	
Wijdmeren	73,223	4,371	2,096	0,569	1,574	0,030	0,017	0,000	
Wormerland	193,057	5,293	2,233	1,506	4,958	20,931	0,069	0,000	
Zaanstad	160,602	1,707	1,382	0,502	2,017	5,476	0,025	3,663	
Zandvoort	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Tabel B1A vervolg

Gemeente	Stikstofproductie in weide (werkzame hoeveelheid) (x1000 kg)							
	<i>Rundvee melk</i>	<i>Rundvee vlees</i>	<i>Rundvee overig</i>	<i>Rundvee stieren</i>	<i>Schapen & geiten (excl. melkgeiten)</i>	<i>Melkgeiten</i>	<i>Varkens</i>	<i>Pluimvee</i>
Aalsmeer	0,000	0,483	1,160	0,000	0,853	0,000	0,000	0,000
Alkmaar	135,302	2,681	5,014	0,000	70,926	0,000	0,000	0,000
Amstelveen	17,281	0,826	2,155	0,000	3,885	0,000	0,000	0,000
Amsterdam	51,656	5,397	11,147	0,000	38,956	0,000	0,000	0,000
Bergen (NH.)	36,083	2,162	1,865	0,000	16,786	0,000	0,000	0,000
Beverwijk	5,929	0,026	0,580	0,000	2,559	0,000	0,000	0,000
Blaricum	0,000	0,352	0,704	0,000	3,263	0,000	0,000	0,000
Bloemendaal	2,157	0,000	0,000	0,000	1,902	0,000	0,000	0,000
Castricum	34,951	1,389	2,818	0,000	15,495	0,000	0,000	0,000
Diemen	0,447	0,000	0,000	0,000	4,646	0,000	0,000	0,000
Dijk en Waard	37,640	0,457	0,497	0,000	16,682	0,000	0,000	0,000
Drechterland	81,186	0,114	0,787	0,000	12,440	0,000	0,000	0,000
Edam-Volendam	77,323	2,162	2,445	0,000	35,359	0,000	0,000	0,000
Enkhuizen	3,856	0,220	0,083	0,000	25,848	0,000	0,000	0,000
Gooise Meren	23,656	0,404	1,202	0,000	13,466	0,000	0,000	0,000
Haarlem	2,049	0,000	0,000	0,000	0,657	0,000	0,000	0,000
Haarlemmermeer	24,913	4,263	12,929	0,000	17,132	0,000	0,000	0,000
Heemskerk	3,232	1,582	4,185	0,000	16,579	0,000	0,000	0,000
Heemstede	0,823	0,018	0,041	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Heiloo	14,557	0,809	1,160	0,000	12,175	0,000	0,000	0,000
Den Helder	0,863	0,000	0,000	0,000	0,150	0,000	0,000	0,000
Hilversum	5,443	1,600	5,014	0,000	9,362	0,000	0,000	0,000
Hollands Kroon	269,862	4,878	3,025	0,000	73,163	0,000	0,000	0,000
Hoorn	0,000	0,000	0,000	0,000	7,079	0,000	0,000	0,000
Huizen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Koggenland	153,720	0,791	1,243	0,000	60,781	0,000	0,000	0,000
Landsmeer	18,711	0,984	2,030	0,000	18,377	0,000	0,000	0,000

Laren	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Medemblik	135,768	1,371	1,865	0,000	141,841	0,000	0,000	0,000	0,000
Oostzaan	1,334	0,747	2,818	0,000	19,449	0,000	0,000	0,000	0,000
Opmeer	90,203	1,485	3,771	0,000	42,162	0,000	0,000	0,000	0,000
Ouder-Amstel	32,798	2,268	4,351	0,000	10,837	0,000	0,000	0,000	0,000
Purmerend	133,122	3,393	6,796	0,000	101,086	0,000	0,000	0,000	0,000
Schagen	137,670	1,714	4,020	0,000	119,118	0,000	0,000	0,000	0,000
Stede Broec	1,870	0,158	0,414	0,000	2,629	0,000	0,000	0,000	0,000
Texel	69,093	10,451	16,120	0,000	263,288	0,000	0,000	0,000	0,000
Uitgeest	31,306	0,387	0,995	0,000	9,800	0,000	0,000	0,000	0,000
Uithoorn	3,736	1,107	5,346	0,000	0,473	0,000	0,000	0,000	0,000
Velsen	1,732	1,538	2,693	0,000	3,228	0,000	0,000	0,000	0,000
Waterland	89,185	2,250	7,459	0,000	63,410	0,000	0,000	0,000	0,000
Wijdmeren	26,132	2,250	5,718	0,000	26,517	0,000	0,000	0,000	0,000
Wormerland	65,892	2,725	6,091	0,000	31,785	0,000	0,000	0,000	0,000
Zaanstad	56,298	0,879	3,771	0,000	24,522	0,000	0,000	0,000	0,000
Zandvoort	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel B1A vervolg

Gemeente	Kaliproductie in stal (x1000 kg)							
	<i>Rundvee melk</i>	<i>Rundvee vlees</i>	<i>Rundvee overig</i>	<i>Rundvee stieren</i>	<i>Schapen & geiten (excl. melkgeiten)</i>	<i>Melkgeiten</i>	<i>Varkens</i>	<i>Pluimvee</i>
Aalsmeer	0,000	2,778	2,040	0,395	0,188	0,000	0,000	0,000
Alkmaar	1196,288	15,405	8,817	1,846	15,148	3,562	0,077	34,894
Amstelveen	151,722	4,774	3,789	0,527	1,302	2,495	0,033	0,000
Amsterdam	456,190	31,819	19,601	3,955	15,722	31,010	22,036	0,000
Bergen (NH.)	313,282	12,425	3,279	4,746	3,698	0,000	0,258	0,000
Beverwijk	53,613	0,152	1,020	0,132	0,533	0,000	0,000	0,000
Blaricum	0,000	2,020	1,239	1,450	0,770	0,000	0,000	0,000
Bloemendaal	18,936	0,000	0,000	0,132	0,396	0,000	0,000	0,000
Castricum	305,782	7,980	4,955	5,800	3,459	0,000	0,000	0,000
Diemen	3,939	0,000	0,000	0,000	0,968	0,000	0,000	0,000
Dijk en Waard	333,185	2,626	0,874	0,659	7,480	17,467	9,092	36,599
Drechterland	715,187	0,657	1,384	0,659	9,132	40,368	20,277	0,000
Edam-Volendam	681,666	12,425	4,299	7,382	7,547	0,262	0,000	0,000
Enkhuizen	33,767	1,263	0,146	0,264	5,395	0,402	0,000	5,941
Gooise Meren	210,581	2,454	2,113	0,659	3,821	0,000	0,000	0,000
Haarlem	18,102	0,000	0,000	0,000	0,137	0,000	0,000	0,000
Haarlemmermeer	218,518	24,496	22,735	2,109	3,800	0,423	0,025	80,690
Heemskerk	28,422	9,091	7,360	4,878	4,561	0,000	0,000	0,000
Heemstede	7,313	0,101	0,073	0,000	0,000	0,000	0,000	0,603
Heiloo	128,059	4,647	2,040	0,791	2,677	0,000	0,016	0,000
Den Helder	7,573	0,000	0,000	0,000	0,031	0,000	0,000	0,000
Hilversum	48,213	9,192	8,817	0,923	2,001	0,221	0,000	0,000
Hollands Kroon	2373,935	28,110	5,319	6,855	29,026	96,412	0,146	215,711
Hoorn	0,000	0,000	0,000	0,000	1,475	0,000	0,000	0,000
Huizen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Koggenland	1354,834	4,546	2,186	2,900	12,914	0,040	23,022	0,000
Landsmeer	164,891	8,081	3,570	1,318	4,040	0,000	0,000	0,000

Laren	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Medemblik	1193,621	7,879	3,279	4,482	30,334	0,000	0,016	0,000	0,000
Oostzaan	11,299	4,293	4,955	0,264	4,585	0,000	0,008	0,000	0,000
Opmeer	795,996	8,536	6,631	1,582	9,236	0,181	7,263	7,979	0,000
Ouder-Amstel	287,916	13,396	7,651	1,714	2,338	0,000	0,000	0,000	0,000
Purmerend	1177,775	36,253	11,950	3,955	24,812	24,752	13,066	0,000	0,000
Schagen	1215,401	9,953	7,068	3,823	30,097	35,458	13,977	1,309	0,000
Stede Broec	16,590	0,909	0,729	0,264	0,548	0,000	0,025	0,000	0,000
Texel	604,084	96,696	28,345	7,910	56,489	0,463	9,946	0,000	0,000
Uitgeest	275,779	2,222	1,749	1,318	3,088	5,212	0,000	0,000	0,000
Uithoorn	33,417	6,364	9,400	0,791	0,098	0,000	0,000	0,000	0,000
Velsen	15,232	8,839	4,736	1,055	0,763	0,000	0,057	0,000	0,000
Waterland	784,743	12,930	13,116	2,637	15,695	8,432	0,025	0,000	0,000
Wijdmeren	228,466	12,930	10,056	2,241	5,725	0,060	0,022	0,000	0,000
Wormerland	585,747	15,657	10,711	5,932	13,504	41,615	0,088	0,000	0,000
Zaanstad	495,474	5,051	6,631	1,977	6,507	10,887	0,033	3,956	0,000
Zandvoort	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel B1A vervolg

Gemeente	Kaliproductie in weide (x1000 kg)							
	<i>Rundvee melk</i>	<i>Rundvee vlees</i>	<i>Rundvee overig</i>	<i>Rundvee stieren</i>	<i>Schapen & geiten (excl. melkgeiten)</i>	<i>Melkgeiten</i>	<i>Varkens</i>	<i>Pluimvee</i>
Aalsmeer	0,000	0,644	2,504	0,000	1,909	0,000	0,000	0,000
Alkmaar	192,603	3,569	10,823	0,000	158,692	0,000	0,000	0,000
Amstelveen	24,991	1,100	4,651	0,000	8,693	0,000	0,000	0,000
Amsterdam	73,729	7,184	24,061	0,000	87,162	0,000	0,000	0,000
Bergen (NH.)	53,472	2,878	4,025	0,000	37,558	0,000	0,000	0,000
Beverwijk	8,003	0,035	1,252	0,000	5,727	0,000	0,000	0,000
Blaricum	0,000	0,468	1,521	0,000	7,300	0,000	0,000	0,000
Bloemendaal	3,122	0,000	0,000	0,000	4,256	0,000	0,000	0,000
Castricum	50,942	1,849	6,082	0,000	34,669	0,000	0,000	0,000
Diemen	0,640	0,000	0,000	0,000	10,395	0,000	0,000	0,000
Dijk en Waard	53,437	0,608	1,073	0,000	37,326	0,000	0,000	0,000
Drechterland	116,532	0,152	1,699	0,000	27,833	0,000	0,000	0,000
Edam-Volendam	110,801	2,878	5,277	0,000	79,114	0,000	0,000	0,000
Enkhuizen	5,610	0,293	0,179	0,000	57,833	0,000	0,000	0,000
Gooise Meren	33,153	0,538	2,594	0,000	30,129	0,000	0,000	0,000
Haarlem	2,920	0,000	0,000	0,000	1,470	0,000	0,000	0,000
Haarlemmermeer	36,106	5,675	27,907	0,000	38,332	0,000	0,000	0,000
Heemskerk	4,658	2,106	9,034	0,000	37,094	0,000	0,000	0,000
Heemstede	1,158	0,023	0,089	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Heiloo	20,961	1,076	2,504	0,000	27,240	0,000	0,000	0,000
Den Helder	1,252	0,000	0,000	0,000	0,335	0,000	0,000	0,000
Hilversum	7,717	2,130	10,823	0,000	20,946	0,000	0,000	0,000
Hollands Kroon	388,578	6,494	6,530	0,000	163,697	0,000	0,000	0,000
Hoorn	0,000	0,000	0,000	0,000	15,838	0,000	0,000	0,000
Huizen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Koggenland	220,397	1,053	2,683	0,000	135,993	0,000	0,000	0,000
Landsmeer	26,833	1,311	4,383	0,000	41,118	0,000	0,000	0,000

Laren	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Medemblik	195,754	1,825	4,025	0,000	317,359	0,000	0,000	0,000	0,000
Oostzaan	2,081	0,995	6,082	0,000	43,517	0,000	0,000	0,000	0,000
Opmeer	128,970	1,977	8,140	0,000	94,333	0,000	0,000	0,000	0,000
Ouder-Amstel	47,446	3,019	9,392	0,000	24,248	0,000	0,000	0,000	0,000
Purmerend	189,222	4,517	14,669	0,000	226,173	0,000	0,000	0,000	0,000
Schagen	196,643	2,282	8,676	0,000	266,516	0,000	0,000	0,000	0,000
Stede Broec	2,643	0,211	0,894	0,000	5,881	0,000	0,000	0,000	0,000
Texel	100,850	13,913	34,795	0,000	589,086	0,000	0,000	0,000	0,000
Uitgeest	44,935	0,515	2,147	0,000	21,926	0,000	0,000	0,000	0,000
Uithoorn	5,178	1,474	11,539	0,000	1,058	0,000	0,000	0,000	0,000
Velsen	2,494	2,048	5,814	0,000	7,223	0,000	0,000	0,000	0,000
Waterland	128,347	2,995	16,100	0,000	141,874	0,000	0,000	0,000	0,000
Wijdmeren	38,146	2,995	12,344	0,000	59,329	0,000	0,000	0,000	0,000
Wormerland	92,642	3,627	13,149	0,000	71,117	0,000	0,000	0,000	0,000
Zaanstad	80,980	1,170	8,140	0,000	54,866	0,000	0,000	0,000	0,000
Zandvoort	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel B1A vervolg

Gemeente	Fosfaatproductie in stal (x1000 kg)							
	<i>Rundvee melk</i>	<i>Rundvee vlees</i>	<i>Rundvee overig</i>	<i>Rundvee stieren</i>	<i>Schapen & geiten (excl. melkgeiten)</i>	<i>Melkgeiten</i>	<i>Varkens</i>	<i>Pluimvee</i>
Aalsmeer	0,000	1,240	0,308	0,069	0,032	0,000	0,000	0,000
Alkmaar	261,245	6,878	1,331	0,321	2,564	0,991	0,046	16,547
Amstelveen	32,656	2,126	0,572	0,092	0,272	0,694	0,016	0,000
Amsterdam	99,384	14,038	2,959	0,687	3,468	8,630	11,069	0,000
Bergen (NH.)	65,845	5,547	0,495	0,824	0,638	0,000	0,158	0,000
Beverwijk	12,240	0,068	0,154	0,023	0,089	0,000	0,000	0,000
Blaricum	0,000	0,902	0,187	0,252	0,138	0,000	0,000	0,000
Bloemendaal	4,073	0,000	0,000	0,023	0,066	0,000	0,000	0,000
Castricum	65,328	3,563	0,748	1,008	0,602	0,000	0,000	0,000
Diemen	0,855	0,000	0,000	0,000	0,161	0,000	0,000	0,000
Dijk en Waard	72,935	1,173	0,132	0,115	1,693	4,861	5,951	20,707
Drechterland	155,008	0,293	0,209	0,115	2,252	11,234	11,016	0,000
Edam-Volendam	147,971	5,547	0,649	1,282	1,277	0,073	0,000	0,000
Enkhuizen	7,228	0,564	0,022	0,046	0,900	0,112	0,000	2,817
Gooise Meren	46,623	1,068	0,319	0,115	0,750	0,000	0,000	0,000
Haarlem	3,949	0,000	0,000	0,000	0,023	0,000	0,000	0,000
Haarlemmermeer	46,937	10,937	3,432	0,366	0,659	0,118	0,012	40,423
Heemskerk	6,137	4,059	1,111	0,847	0,883	0,000	0,000	0,000
Heemstede	1,613	0,045	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,690
Heiloo	27,674	2,075	0,308	0,137	0,462	0,000	0,008	0,000
Den Helder	1,626	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000
Hilversum	10,568	4,104	1,331	0,160	0,339	0,062	0,000	0,000
Hollands Kroon	513,021	12,534	0,803	1,191	6,374	26,830	0,087	152,551
Hoorn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,246	0,000	0,000	0,000
Huizen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Koggenland	293,947	2,030	0,330	0,504	2,179	0,011	14,030	0,000
Landsmeer	35,767	3,102	0,539	0,229	0,696	0,000	0,000	0,000

Laren	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Medemblik	257,630	3,518	0,495	0,779	5,140	0,000	0,008	0,000	0,000
Oostzaan	2,245	1,917	0,748	0,046	0,823	0,000	0,004	0,000	0,000
Opmeer	173,140	3,811	1,001	0,275	1,589	0,050	3,641	3,784	0,000
Ouder-Amstel	61,951	5,905	1,155	0,298	0,398	0,000	0,000	0,000	0,000
Purmerend	257,542	12,691	1,804	0,687	4,552	6,888	7,444	0,000	0,000
Schagen	264,604	4,422	1,067	0,664	5,603	9,867	8,024	0,621	0,000
Stede Broec	3,647	0,406	0,110	0,046	0,091	0,000	0,012	0,000	0,000
Texel	128,877	35,529	4,279	1,374	9,591	0,129	4,991	0,000	0,000
Uitgeest	59,772	0,992	0,264	0,229	0,631	1,450	0,000	0,000	0,000
Uithoorn	7,469	2,841	1,419	0,137	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000
Velsen	3,291	3,946	0,715	0,183	0,137	0,000	0,029	0,000	0,000
Waterland	169,675	5,773	1,980	0,458	2,892	2,346	0,012	0,000	0,000
Wijdmeren	48,738	5,773	1,518	0,389	0,976	0,017	0,015	0,000	0,000
Wormerland	129,324	6,991	1,617	1,031	3,018	11,581	0,058	0,000	0,000
Zaanstad	107,178	2,255	1,001	0,344	1,240	3,030	0,016	1,876	0,000
Zandvoort	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel B1A vervolg

Gemeente	Fosfaatproductie in weide (x1000 kg)							
	<i>Rundvee melk</i>	<i>Rundvee vlees</i>	<i>Rundvee overig</i>	<i>Rundvee stieren</i>	<i>Schapen & geiten (excl. melkgeiten)</i>	<i>Melkgeiten</i>	<i>Varkens</i>	<i>Pluimvee</i>
Aalsmeer	0,000	0,138	0,372	0,000	0,281	0,000	0,000	0,000
Alkmaar	38,054	0,763	1,609	0,000	23,378	0,000	0,000	0,000
Amstelveen	4,865	0,235	0,692	0,000	1,281	0,000	0,000	0,000
Amsterdam	14,531	1,535	3,578	0,000	12,840	0,000	0,000	0,000
Bergen (NH.)	10,174	0,615	0,599	0,000	5,533	0,000	0,000	0,000
Beverwijk	1,662	0,008	0,186	0,000	0,844	0,000	0,000	0,000
Blaricum	0,000	0,100	0,226	0,000	1,075	0,000	0,000	0,000
Bloemendaal	0,607	0,000	0,000	0,000	0,627	0,000	0,000	0,000
Castricum	9,844	0,395	0,904	0,000	5,107	0,000	0,000	0,000
Diemen	0,126	0,000	0,000	0,000	1,531	0,000	0,000	0,000
Dijk en Waard	10,584	0,130	0,160	0,000	5,499	0,000	0,000	0,000
Drechterland	22,845	0,033	0,253	0,000	4,100	0,000	0,000	0,000
Edam-Volendam	21,756	0,615	0,785	0,000	11,655	0,000	0,000	0,000
Enkhuizen	1,086	0,063	0,027	0,000	8,520	0,000	0,000	0,000
Gooise Meren	6,647	0,115	0,386	0,000	4,438	0,000	0,000	0,000
Haarlem	0,576	0,000	0,000	0,000	0,217	0,000	0,000	0,000
Haarlemmermeer	7,014	1,213	4,150	0,000	5,647	0,000	0,000	0,000
Heemskerk	0,910	0,450	1,343	0,000	5,464	0,000	0,000	0,000
Heemstede	0,231	0,005	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Heiloo	4,097	0,230	0,372	0,000	4,013	0,000	0,000	0,000
Den Helder	0,243	0,000	0,000	0,000	0,049	0,000	0,000	0,000
Hilversum	1,531	0,455	1,609	0,000	3,086	0,000	0,000	0,000
Hollands Kroon	75,951	1,388	0,971	0,000	24,115	0,000	0,000	0,000
Hoorn	0,000	0,000	0,000	0,000	2,333	0,000	0,000	0,000
Huizen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Koggenland	43,253	0,225	0,399	0,000	20,034	0,000	0,000	0,000
Landsmeer	5,265	0,280	0,652	0,000	6,057	0,000	0,000	0,000

Laren	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Medemblik	38,214	0,390	0,599	0,000	46,751	0,000	0,000	0,000	0,000
Oostzaan	0,377	0,213	0,904	0,000	6,411	0,000	0,000	0,000	0,000
Opmeer	25,376	0,423	1,210	0,000	13,897	0,000	0,000	0,000	0,000
Ouder-Amstel	9,233	0,645	1,397	0,000	3,572	0,000	0,000	0,000	0,000
Purmerend	37,437	0,965	2,181	0,000	33,318	0,000	0,000	0,000	0,000
Schagen	38,728	0,488	1,290	0,000	39,262	0,000	0,000	0,000	0,000
Stede Broec	0,526	0,045	0,133	0,000	0,866	0,000	0,000	0,000	0,000
Texel	19,462	2,973	5,174	0,000	86,781	0,000	0,000	0,000	0,000
Uitgeest	8,809	0,110	0,319	0,000	3,230	0,000	0,000	0,000	0,000
Uithoorn	1,049	0,315	1,716	0,000	0,156	0,000	0,000	0,000	0,000
Velsen	0,487	0,438	0,865	0,000	1,064	0,000	0,000	0,000	0,000
Waterland	25,100	0,640	2,394	0,000	20,900	0,000	0,000	0,000	0,000
Wijdmeren	7,361	0,640	1,835	0,000	8,740	0,000	0,000	0,000	0,000
Wormerland	18,518	0,775	1,955	0,000	10,477	0,000	0,000	0,000	0,000
Zaanstad	15,844	0,250	1,210	0,000	8,083	0,000	0,000	0,000	0,000
Zandvoort	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel B1B: Totale nutriëntenbehoefes, -productie, -tekorten en gevolgen van het vervallen van de derogatie per gemeente.

Gemeente	Oppervlakte cultuurgrond <i>ha</i>	Stikstofbehoefte		Stikstofproductie (werkzame hoeveelheid)		Stikstoftekort huidig	
		<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>	<i>x1000kg</i>	<i>kg/ha</i>	<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>
Aalsmeer	381,930	86,640	226,848	4,014	10,510	82,626	216,338
Alkmaar	6591,800	1733,188	262,931	650,506	98,684	1082,682	164,247
Amstelveen	883,300	256,758	290,680	77,389	87,613	179,369	203,067
Amsterdam	2986,740	918,591	307,556	309,574	103,649	609,018	203,907
Bergen (NH.)	2641,180	726,201	274,953	163,417	61,873	562,784	213,081
Beverwijk	261,860	75,921	289,930	27,698	105,773	48,223	184,157
Blaricum	189,520	49,083	258,988	5,852	30,880	43,231	228,108
Bloemendaal	155,810	40,485	259,837	10,309	66,163	30,176	193,674
Castricum	1656,650	435,861	263,098	158,948	95,945	276,913	167,152
Diemen	29,280	4,295	146,696	6,633	226,531	1,928	65,834
Dijk en Waard	2913,910	759,081	260,503	219,421	75,301	539,660	185,201
Drechterland	4245,390	1128,564	265,833	366,778	86,394	761,786	179,438
Edam-Volendam	3214,910	962,829	299,489	348,035	108,256	614,794	191,232
Enkhuizen	500,340	124,580	248,990	48,534	97,002	76,046	151,988
Gooise Meren	815,280	248,376	304,651	110,954	136,093	149,372	183,216
Haarlem	99,250	31,395	316,322	8,650	87,154	22,745	229,168
Haarlemmermeer	8107,420	1799,982	222,017	220,083	27,146	1579,899	194,871
Heemskerk	309,940	62,947	203,093	42,062	135,709	27,987	90,298
Heemstede	52,990	17,519	330,614	4,059	76,608	13,460	254,006
Heiloo	754,090	203,796	270,254	73,132	96,980	130,664	173,274
Den Helder	1526,110	267,725	175,430	3,462	2,268	264,263	173,161
Hilversum	370,350	102,098	275,679	43,052	116,247	59,046	159,432
Hollands Kroon	27073,350	5629,222	207,925	1408,729	52,034	4220,494	155,891
Hoorn	70,950	20,498	288,905	7,474	105,346	13,024	183,560
Huizen	2,200	0,313	142,060	0,000	0,000	0,313	142,060
Koggenland	6315,150	1842,502	291,759	680,728	107,793	1161,774	183,966
Landsmeer	1142,490	300,853	263,331	98,662	86,357	202,191	176,974

Laren	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Medemblik	8306,240	2146,672	258,441	679,836	81,846	1466,837	176,595
Oostzaan	476,940	142,616	299,023	31,659	66,379	110,957	232,644
Opmeer	2903,000	874,732	301,320	416,959	143,630	517,391	178,226
Ouder-Amstel	1326,180	421,754	318,022	150,386	113,398	271,368	204,624
Purmerend	5718,900	1704,677	298,078	675,473	118,112	1029,204	179,965
Schagen	10749,770	2531,640	235,506	703,165	65,412	1828,475	170,094
Stede Broec	1535,500	331,247	215,726	11,211	7,301	320,036	208,425
Texel	8471,220	1869,684	220,710	617,192	72,858	1252,491	147,853
Uitgeest	1106,630	306,459	276,930	137,123	123,910	184,490	166,714
Uithoorn	266,830	84,100	315,184	26,125	97,909	57,975	217,275
Velsen	349,820	113,033	323,118	18,633	53,263	94,401	269,855
Waterland	3775,130	1110,880	294,263	433,302	114,778	677,578	179,485
Wijdmeren	1377,810	394,064	286,008	142,498	103,424	251,566	182,584
Wormerland	2714,260	796,939	293,612	334,540	123,253	486,346	179,182
Zaanstad	2604,630	764,152	293,382	260,844	100,146	503,308	193,236
Zandvoort	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel B1B vervolg

Gemeente	Stikstoftekort zonder derogatie		Kalibehoeft		Kaliproductie		Kalitekort huidig		Kalitekort zonder derogatie	
	<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>	<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>	<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>	<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>	<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>
Aalsmeer	82,626	216,338	81,550	213,521	10,458	27,383	71,092	186,138	71,092	186,138
Alkmaar	1175,740	178,364	1658,134	251,545	1641,723	249,055	16,411	2,490	251,267	38,118
Amstelveen	179,369	203,067	245,563	278,006	204,078	231,040	41,485	46,966	41,485	46,966
Amsterdam	635,541	212,788	860,774	288,199	772,470	258,633	88,304	29,565	154,487	51,724
Bergen (NH.)	562,784	213,081	712,157	269,636	435,621	164,934	276,536	104,702	276,536	104,702
Beverwijk	51,435	196,421	71,433	272,789	70,467	269,102	0,966	3,687	9,136	34,890
Blaricum	43,231	228,108	45,227	238,642	14,768	77,923	30,459	160,719	30,459	160,719
Bloemendaal	30,176	193,674	39,678	254,658	26,843	172,278	12,836	82,381	12,836	82,381
Castricum	306,751	185,163	417,053	251,745	421,519	254,440	-4,466	-2,696	74,661	45,067
Diemen	2,618	89,418	3,984	136,066	15,942	544,472	-1,707	-58,288	-0,047	-1,602
Dijk en Waard	539,660	185,201	752,317	258,181	500,427	171,737	251,890	86,444	251,890	86,444
Drechterland	761,786	179,438	1151,082	271,137	933,880	219,975	217,201	51,162	217,201	51,162
Edam-Volendam	684,367	212,873	902,411	280,696	911,652	283,570	-9,241	-2,874	173,002	53,813
Enkhuizen	76,046	151,988	132,794	265,407	111,091	222,032	21,703	43,376	21,703	43,376
Gooise Meren	178,248	218,635	232,641	285,351	286,042	350,851	-22,592	-27,711	51,851	63,599
Haarlem	22,745	229,168	30,307	305,358	22,629	228,004	7,677	77,354	7,677	77,354
Haarlemmermeer	1579,899	194,871	1596,444	196,911	460,815	56,839	1135,629	140,073	1135,629	140,073
Heemskerk	34,031	109,799	66,379	214,167	107,202	345,881	-22,722	-73,310	-7,317	-23,609
Heemstede	13,460	254,006	16,313	307,856	9,361	176,650	6,953	131,206	6,953	131,206
Heiloo	143,379	190,135	192,300	255,010	190,012	251,976	2,288	3,034	35,323	46,841
Den Helder	264,263	173,161	340,913	223,387	9,191	6,022	331,722	217,364	331,722	217,364
Hilversum	68,072	183,804	94,519	255,215	110,982	299,667	-16,463	-44,452	6,806	18,376
Hollands Kroon	4220,494	155,891	5959,995	220,143	3320,811	122,660	2639,185	97,483	2639,185	97,483
Hoorn	13,024	183,560	20,426	287,894	17,313	244,016	3,113	43,878	3,113	43,878
Huizen	Huizen	142,060	0,506	230,000	0,000	0,000	0,506	230,000	0,506	230,000
Koggenland	1260,611	199,617	1812,561	287,018	1760,568	278,785	51,993	8,233	307,614	48,710
Landsmeer	214,077	187,377	279,730	244,843	255,543	223,672	24,187	21,170	54,973	48,117

Laren	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Medemblik	1466,837	176,595	2127,670	256,153	1758,575	211,717	369,095	44,436	369,095	44,436
Oostzaan	110,957	232,644	132,282	277,355	78,079	163,707	54,203	113,647	54,203	113,647
Opmeer	614,994	211,848	837,513	288,499	1070,825	368,868	-80,202	-27,627	170,459	58,718
Ouder-Amstel	306,971	231,470	391,198	294,981	397,119	299,446	-5,921	-4,465	88,096	66,428
Purmerend	1157,040	202,319	1606,158	280,851	1727,143	302,006	-120,985	-21,155	205,884	36,001
Schagen	1828,475	170,094	2650,672	246,579	1791,203	166,627	859,469	79,952	859,469	79,952
Stede Broec	320,036	208,425	344,532	224,378	28,693	18,686	315,839	205,691	315,839	205,691
Texel	1252,491	147,853	1887,758	222,844	1542,576	182,096	345,182	40,748	345,182	40,748
Uitgeest	219,963	198,768	289,558	261,658	358,890	324,309	-29,670	-26,811	63,172	57,085
Uithoorn	57,975	217,275	79,700	298,690	69,319	259,785	10,381	38,905	10,381	38,905
Velsen	94,401	269,855	106,086	303,259	48,261	137,960	57,825	165,299	57,825	165,299
Waterland	790,998	209,529	1038,994	275,221	1126,894	298,505	-87,900	-23,284	207,073	54,852
Wijdmeren	275,319	199,824	369,675	268,307	372,314	270,221	-2,638	-1,915	59,423	43,129
Wormerland	576,716	212,476	740,329	272,755	853,790	314,557	-52,345	-19,285	178,291	65,687
Zaanstad	542,006	208,093	710,864	272,923	675,673	259,412	35,191	13,511	135,431	51,996
Zandvoort	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel B1B vervolg

Gemeente	Fosfaatbehoefte		Fosfaatproductie		Fosfaattekort huidig		Fosfaattekort zonder derogatie	
	<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>	<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>	<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>	<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>
Aalsmeer	17,912	46,900	2,440	6,390	15,472	40,510	15,472	40,510
Alkmaar	376,506	57,117	353,726	53,662	22,780	3,456	73,382	11,132
Amstelveen	57,191	64,747	43,500	49,247	13,691	15,500	13,691	15,500
Amsterdam	201,009	67,300	172,718	57,828	28,291	9,472	43,089	14,427
Bergen (NH.)	159,879	60,533	90,428	34,238	69,451	26,296	69,451	26,296
Beverwijk	16,894	64,513	15,273	58,327	1,620	6,187	3,391	12,950
Blaricum	10,660	56,246	2,881	15,201	7,779	41,045	7,779	41,045
Bloemendaal	8,840	56,736	5,396	34,633	3,444	22,103	3,444	22,103
Castricum	95,857	57,862	87,499	52,817	8,358	5,045	24,783	14,960
Diemen	0,934	31,890	2,673	91,301	-0,021	-0,700	0,258	8,805
Dijk en Waard	157,077	53,906	123,938	42,533	33,139	11,373	33,139	11,373
Drechterland	247,446	58,286	207,357	48,843	40,089	9,443	40,089	9,443
Edam-Volendam	210,931	65,610	191,609	59,600	19,322	6,010	57,626	17,924
Enkhuizen	26,985	53,933	21,383	42,736	5,602	11,197	5,602	11,197
Gooise Meren	54,320	66,628	60,461	74,159	0,372	0,456	16,107	19,756
Haarlem	6,909	69,612	4,764	48,002	2,145	21,610	2,145	21,610
Haarlemmermeer	387,349	47,777	120,908	14,913	266,441	32,864	266,441	32,864
Heemskerk	13,943	44,985	21,205	68,417	-3,682	-11,880	-0,635	-2,049
Heemstede	3,756	70,872	2,609	49,239	1,146	21,632	1,146	21,632
Heiloo	44,519	59,037	39,376	52,217	5,143	6,820	11,989	15,898
Den Helder	60,012	39,323	1,924	1,261	58,088	38,063	58,088	38,063
Hilversum	22,348	60,342	23,244	62,761	-0,896	-2,419	3,977	10,739
Hollands Kroon	1286,144	47,506	815,816	30,134	470,328	17,372	470,328	17,372
Hoorn	4,435	62,514	2,579	36,347	1,857	26,168	1,857	26,168
Huizen	0,088	40,000	0,000	0,000	0,088	40,000	0,088	40,000
Koggenland	405,205	64,164	376,940	59,688	28,265	4,476	82,994	13,142
Landsmeer	65,500	57,331	52,587	46,029	12,913	11,303	19,249	16,848

Laren	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Medemblik	457,508	55,080	353,523	42,561	103,984	12,519	103,984	12,519
Oostzaan	31,004	65,005	13,688	28,700	17,315	36,305	17,315	36,305
Opmeer	192,522	66,318	228,197	78,607	-3,046	-1,049	50,371	17,351
Ouder-Amstel	91,686	69,135	84,553	63,757	7,132	5,378	27,150	20,472
Purmerend	372,358	65,110	365,509	63,912	6,850	1,198	76,023	13,293
Schagen	552,471	51,394	374,639	34,851	177,832	16,543	177,832	16,543
Stede Broec	63,928	41,634	5,882	3,831	58,046	37,803	58,046	37,803
Texel	426,565	50,355	299,159	35,315	127,406	15,040	127,406	15,040
Uitgeest	67,363	60,872	75,807	68,503	-0,066	-0,060	19,545	17,661
Uithoorn	18,386	68,907	15,119	56,661	3,268	12,246	3,268	12,246
Velsen	24,662	70,499	11,155	31,888	13,507	38,611	13,507	38,611
Waterland	242,799	64,315	232,170	61,500	10,629	2,816	71,401	18,914
Wijdmeren	86,253	62,601	76,002	55,162	10,250	7,440	22,919	16,635
Wormerland	173,348	63,865	185,345	68,286	1,270	0,468	51,338	18,914
Zaanstad	166,457	63,908	142,327	54,644	24,130	9,264	45,245	17,371
Zandvoort	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabel B1B vervolg

Gemeente	Stikstofproductie (totale hoeveelheid)	Plaatsingsruimte dierlijke mest huidig	Plaatsingsruimte dierlijke mest zonder derogatie
	<i>x1000 kg</i>	<i>x1000 kg stikstof</i>	<i>x1000 kg stikstof</i>
Aalsmeer	5,839	71,510	64,898
Alkmaar	1162,833	1298,929	996,484
Amstelveen	141,504	201,170	148,786
Amsterdam	535,958	671,855	490,039
Bergen (NH.)	292,926	545,250	417,243
Beverwijk	50,355	58,726	44,516
Blaricum	7,602	35,933	26,228
Bloemendaal	17,888	29,676	22,659
Castricum	285,880	320,307	232,215
Diemen	8,371	2,988	2,117
Dijk en Waard	390,121	591,567	495,049
Drechterland	677,649	887,502	712,057
Edam-Volendam	628,840	700,503	503,132
Enkhuizen	67,206	99,299	85,058
Gooise Meren	198,551	177,166	125,492
Haarlem	15,895	22,750	16,873
Haarlemmermeer	373,971	1523,090	1365,360
Heemskerk	61,410	51,040	42,216
Heemstede	7,543	12,308	9,008
Heiloo	127,015	145,694	104,933
Den Helder	6,450	261,766	259,027
Hilversum	69,128	75,339	54,635
Hollands Kroon	2547,947	5112,657	4553,678
Hoorn	7,738	15,256	12,062
Huizen	0,000	0,374	0,374
Koggenland	1236,274	1386,538	1056,776
Landsmeer	169,610	210,602	149,177

Laren	0,000	0,000	0,000
Medemblik	1162,880	1684,546	1387,047
Oostzaan	39,850	99,211	70,275
Opmeer	749,765	642,561	467,055
Ouder-Amstel	272,413	293,490	207,920
Purmerend	1185,793	1275,078	961,377
Schagen	1220,169	2076,414	1758,781
Stede Broec	18,623	268,450	252,091
Texel	919,953	1595,420	1317,016
Uitgeest	250,760	223,048	158,178
Uithoorn	45,010	61,054	45,361
Velsen	30,024	80,134	57,372
Waterland	759,549	790,967	560,731
Wijdmeren	241,674	282,759	201,389
Wormerland	598,843	555,976	394,210
Zaanstad	468,979	550,620	399,403
Zandvoort	0,000	0,000	0,000

Tabel B1B vervolg

Gemeente	Overschot dierlijke mest huidig	Overschot dierlijke mest zonder derogatie
	<i>x1000 kg stikstof</i>	<i>x1000 kg stikstof</i>
Aalsmeer	-65,671	-59,058
Alkmaar	-136,096	166,349
Amstelveen	-59,665	-7,282
Amsterdam	-135,897	45,919
Bergen (NH.)	-252,324	-124,317
Beverwijk	-8,371	5,839
Blaricum	-28,331	-18,625
Bloemendaal	-11,788	-4,772
Castricum	-34,428	53,665
Diemen	5,383	6,254
Dijk en Waard	-201,446	-104,927
Drechterland	-209,853	-34,408
Edam-Volendam	-71,663	125,708
Enkhuizen	-32,094	-17,852
Gooise Meren	21,385	73,059
Haarlem	-6,855	-0,977
Haarlemmermeer	-1149,119	-991,389
Heemskerk	10,369	19,193
Heemstede	-4,765	-1,465
Heiloo	-18,679	22,082
Den Helder	-255,316	-252,577
Hilversum	-6,211	14,493
Hollands Kroon	-2564,710	-2005,731
Hoorn	-7,518	-4,324
Huizen	-0,374	-0,374
Koggenland	-150,264	179,497
Landsmeer	-40,992	20,434

Laren	0,000	0,000
Medemblik	-521,666	-224,167
Oostzaan	-59,361	-30,425
Opmeer	107,204	282,711
Ouder-Amstel	-21,078	64,493
Purmerend	-89,285	224,416
Schagen	-856,245	-538,612
Stede Broec	-249,827	-233,468
Texel	-675,466	-397,062
Uitgeest	27,713	92,582
Uithoorn	-16,045	-0,351
Velsen	-50,109	-27,347
Waterland	-31,418	198,817
Wijdmeren	-41,085	40,285
Wormerland	42,867	204,633
Zaanstad	-81,641	69,576
Zandvoort	0,000	0,000

Bijlage 2 Cijfers op PPLG gebiedsniveau

Tabel B2: totale nutriëntenbehoefte, -productie, -tekorten en gevolgen van het vervallen van de derogatie per PPLG gebied.

PPLG gebied	Oppervlakte cultuurgrond <i>ha</i>	Stikstofbehoefte		Stikstofproductie (werkzame hoeveelheid)	
		<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>	<i>x1000kg</i>	<i>kg/ha</i>
Zuid-Kennemerland en Amstel-Meerlanden	14289,730	3661,520	256,234	817,222	57,189
Laag Holland	27345,690	7822,593	286,063	2970,144	108,615
Noord- Kennemerland	5973,540	1617,759	270,821	483,888	81,005
Gooi en Vechtstreek	2755,160	793,934	288,163	302,357	109,742
Wadden, Kop van Noord-Holland en West-Friesland	74610,930	17526,146	234,901	5163,489	69,206

Tabel B2 vervolg

PPLG gebied	Stikstoftekort huidig		Stikstoftekort zonder derogatie		Kalibehoefte	
	<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>	<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>	<i>x1000 kg</i>	<i>kg/ha</i>
Zuid-Kennemerland en Amstel-Meerlanden	2844,298	199,045	2844,298	199,045	3345,511	234,120
Laag Holland	4852,449	177,448	5457,240	199,565	7358,460	269,090
Noord- Kennemerland	1133,870	189,815	1133,870	189,815	1565,408	262,057
Gooi en Vechtstreek	491,577	178,421	555,234	201,525	742,569	269,519
Wadden, Kop van Noord-Holland en West-Friesland	12362,658	165,695	12362,658	165,695	18018,232	241,496

Tabel B2 vervolg

PPLG gebied	Kaliproductie		Kalitekort huidig		Kalitekort zonder derogatie	
	x1000 kg	kg/ha	x1000 kg	kg/ha	x1000 kg	kg/ha
Zuid-Kennemerland en Amstel-Meerlanden	1989,033	139,193	1356,478	94,927	1356,478	94,927
Laag Holland	7629,387	278,998	-270,927	-9,907	1282,595	46,903
Noord- Kennemerland	1273,082	213,120	292,325	48,937	292,325	48,937
Gooi en Vechtstreek	784,106	284,595	-41,537	-15,076	123,546	44,842
Wadden, Kop van Noord-Holland en West-Friesland	12845,153	172,162	5173,079	69,334	5173,079	69,334

Tabel B2 vervolg

PPLG gebied	Fosfaatbehoefte		Fosfaatproductie		Fosfaatkort huidig		Fosfaatkort zonder derogatie	
	x1000 kg	kg/ha	x1000 kg	kg/ha	x1000 kg	kg/ha	x1000 kg	kg/ha
Zuid-Kennemerland en Amstel-Meerlanden	793,972	55,562	454,681	31,819	339,290	23,744	339,290	23,744
Laag Holland	1706,267	62,396	1612,768	58,977	93,499	3,419	421,896	15,428
Noord- Kennemerland	355,753	59,555	264,937	44,352	90,816	15,203	90,816	15,203
Gooi en Vechtstreek	173,668	63,034	162,587	59,012	11,081	4,022	45,311	16,446
Wadden, Kop van Noord-Holland en West-Friesland	3880,298	52,007	2811,336	37,680	1068,962	14,327	1068,962	14,327

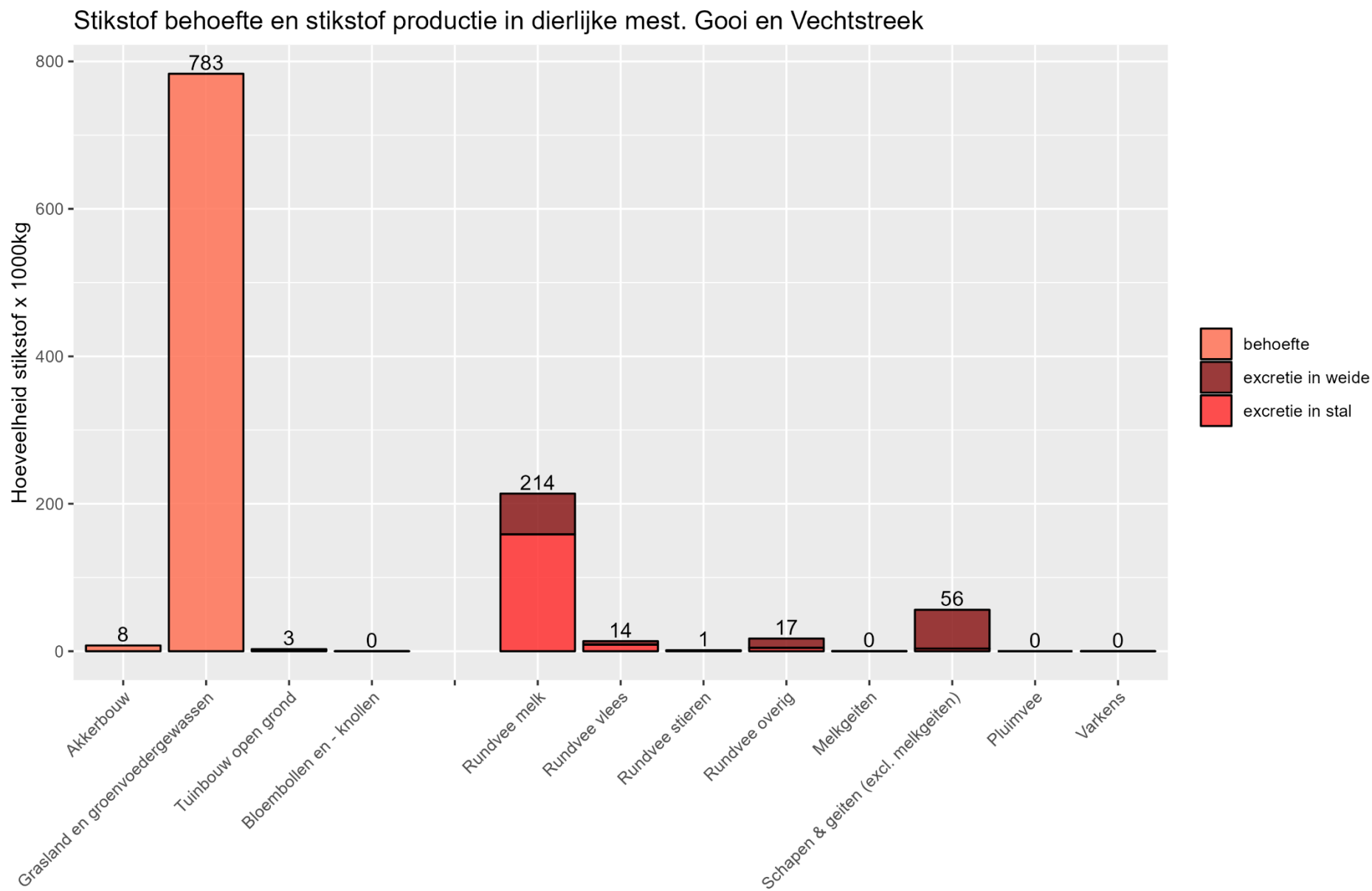
Tabel B2 vervolg

PPLG gebied	Stikstofproductie (totale hoeveelheid)	Plaatsingsruimte dierlijke mest huidig	Plaatsingsruimte dierlijke mest zonder derogatie
	x1000 kg	x1000 kg stikstof	x1000 kg stikstof
Zuid-Kennemerland en Amstel-Meerlanden	1424,391	2889,892	2373,020
Laag Holland	5265,056	5704,934	4192,967
Noord- Kennemerland	847,609	1201,150	898,494
Gooi en Vechtstreek	516,955	571,570	408,117
Wadden, Kop van Noord-Holland en West-Friesland	9004,775	14621,977	12355,695

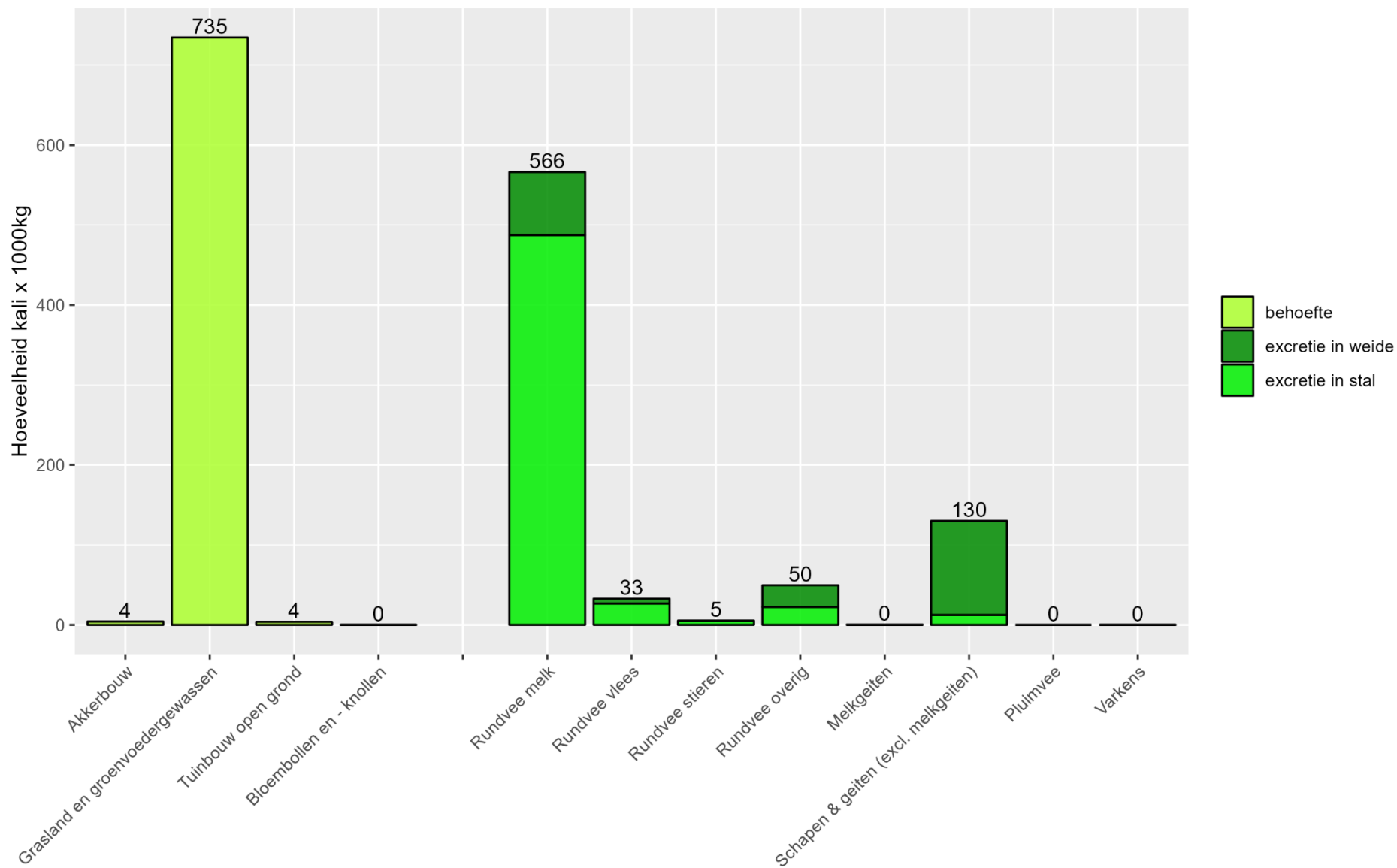
Tabel B2 vervolg

PPLG gebied	Overschot dierlijke mest huidig	Overschot dierlijke mest zonder derogatie
	<i>x1000 kg stikstof</i>	<i>x1000 kg stikstof</i>
Zuid-Kennemerland en Amstel-Meerlanden	-1465,501	-948,628
Laag Holland	-439,878	1072,089
Noord- Kennemerland	-353,542	-50,885
Gooi en Vechtstreek	-54,615	108,838
Wadden, Kop van Noord-Holland en West-Friesland	-5617,202	-3350,920

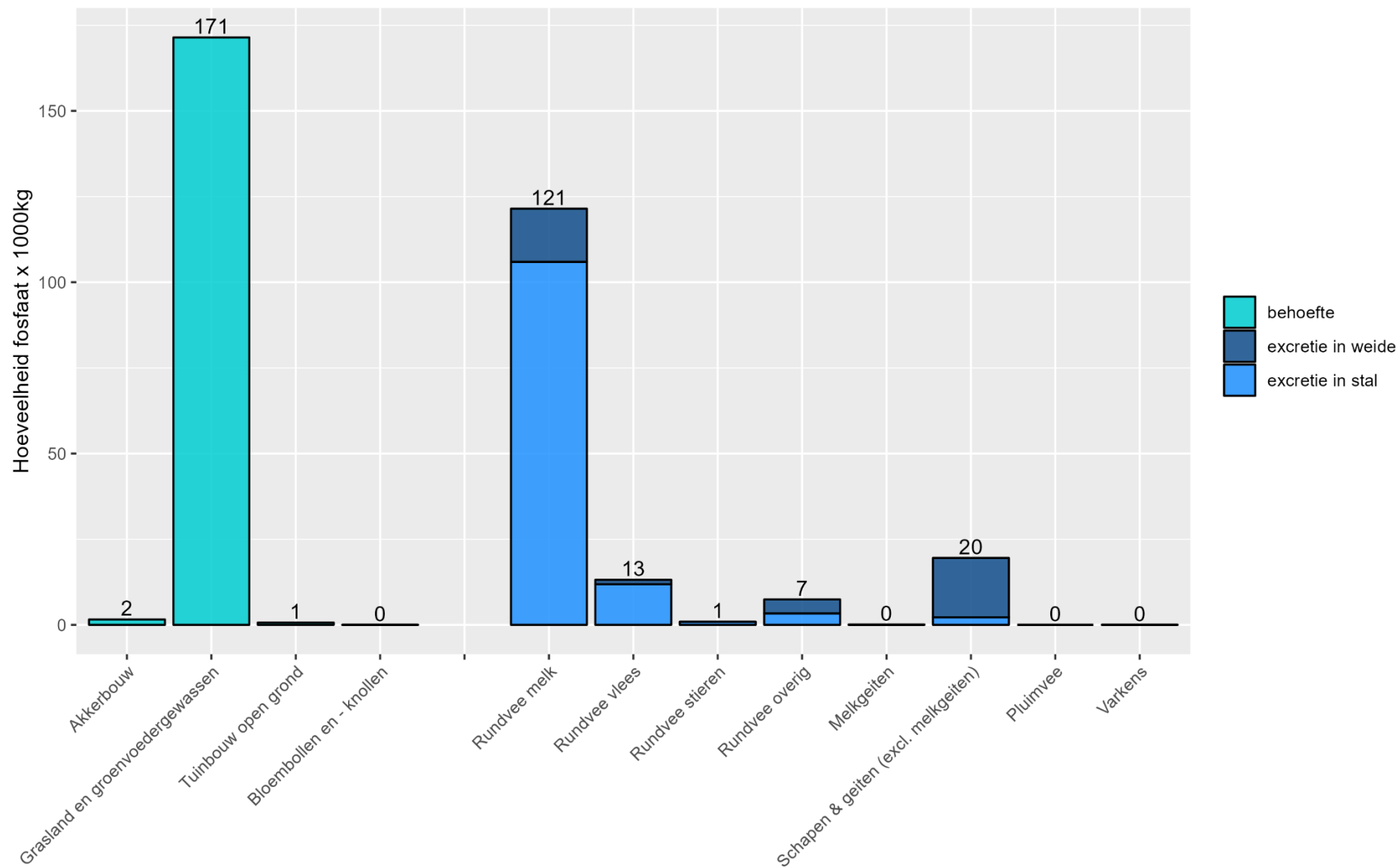
Bijlage 3 Nutriëntenbehoefte en -productie per sector per PPLG gebied



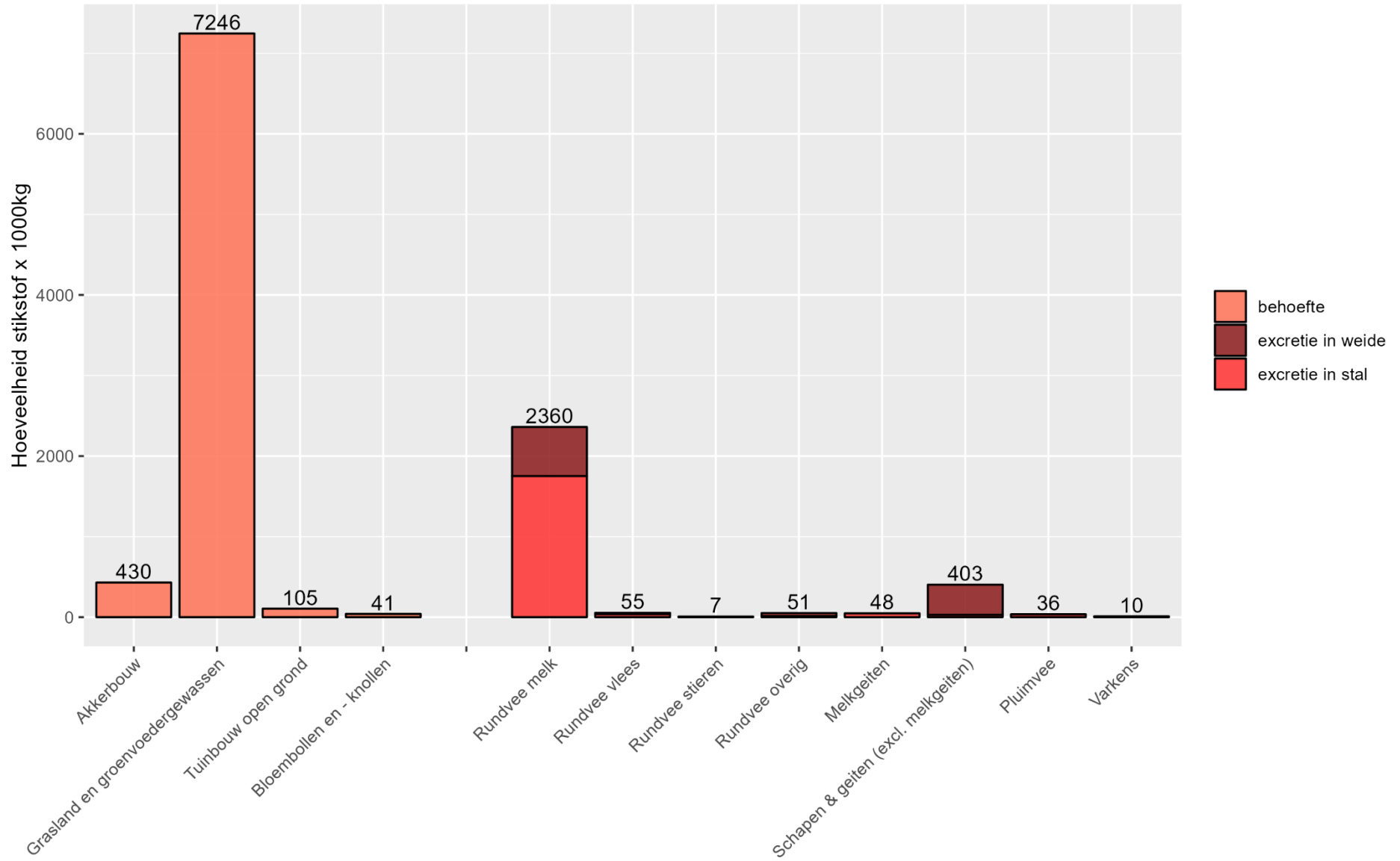
Kali behoefte en kali productie in dierlijke mest. Gooi en Vechtstreek



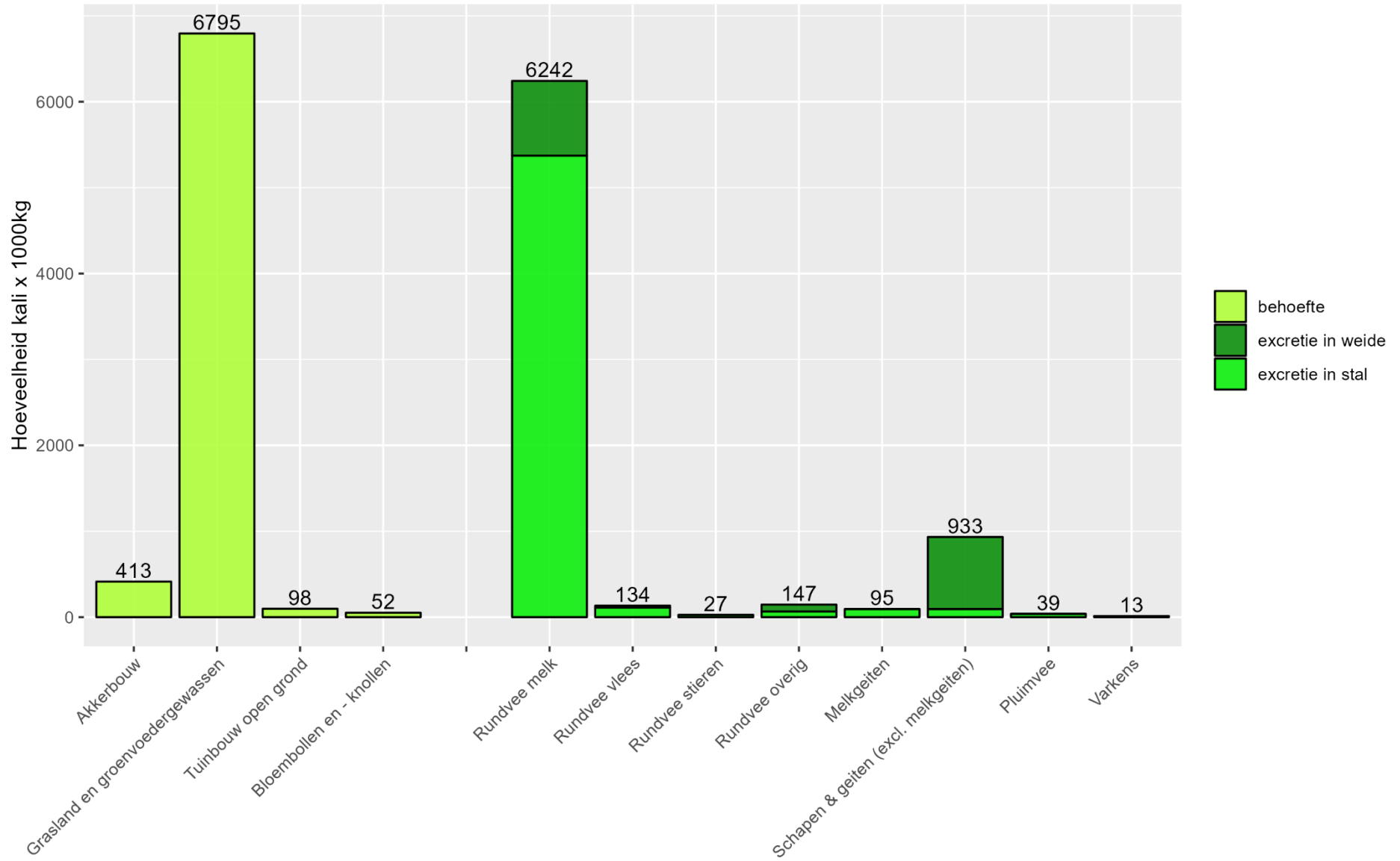
Fosfaat behoefte en fosfaat productie in dierlijke mest. Gooi en Vechtstreek



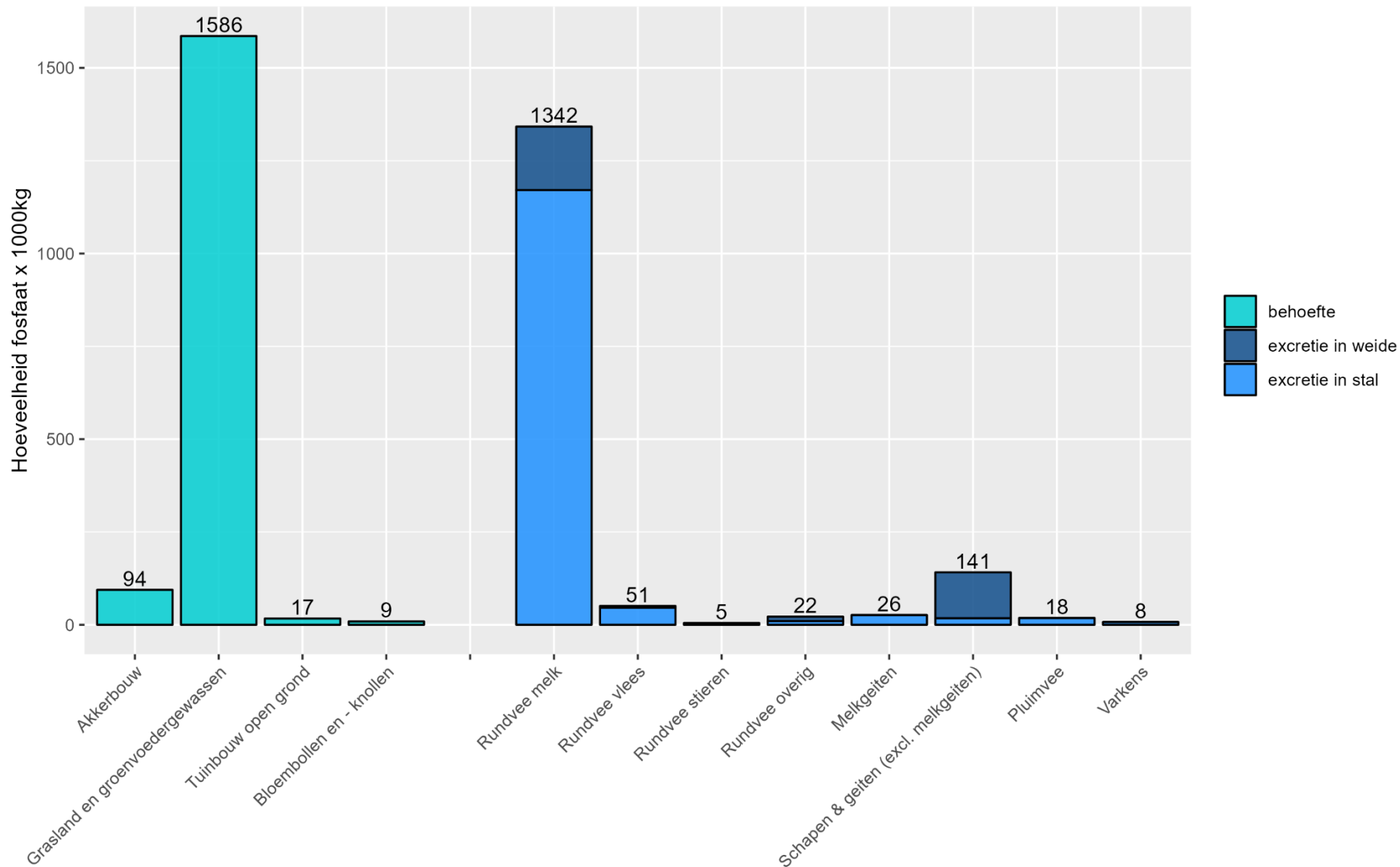
Stikstof behoefte en stikstof productie in dierlijke mest. Laag Holland



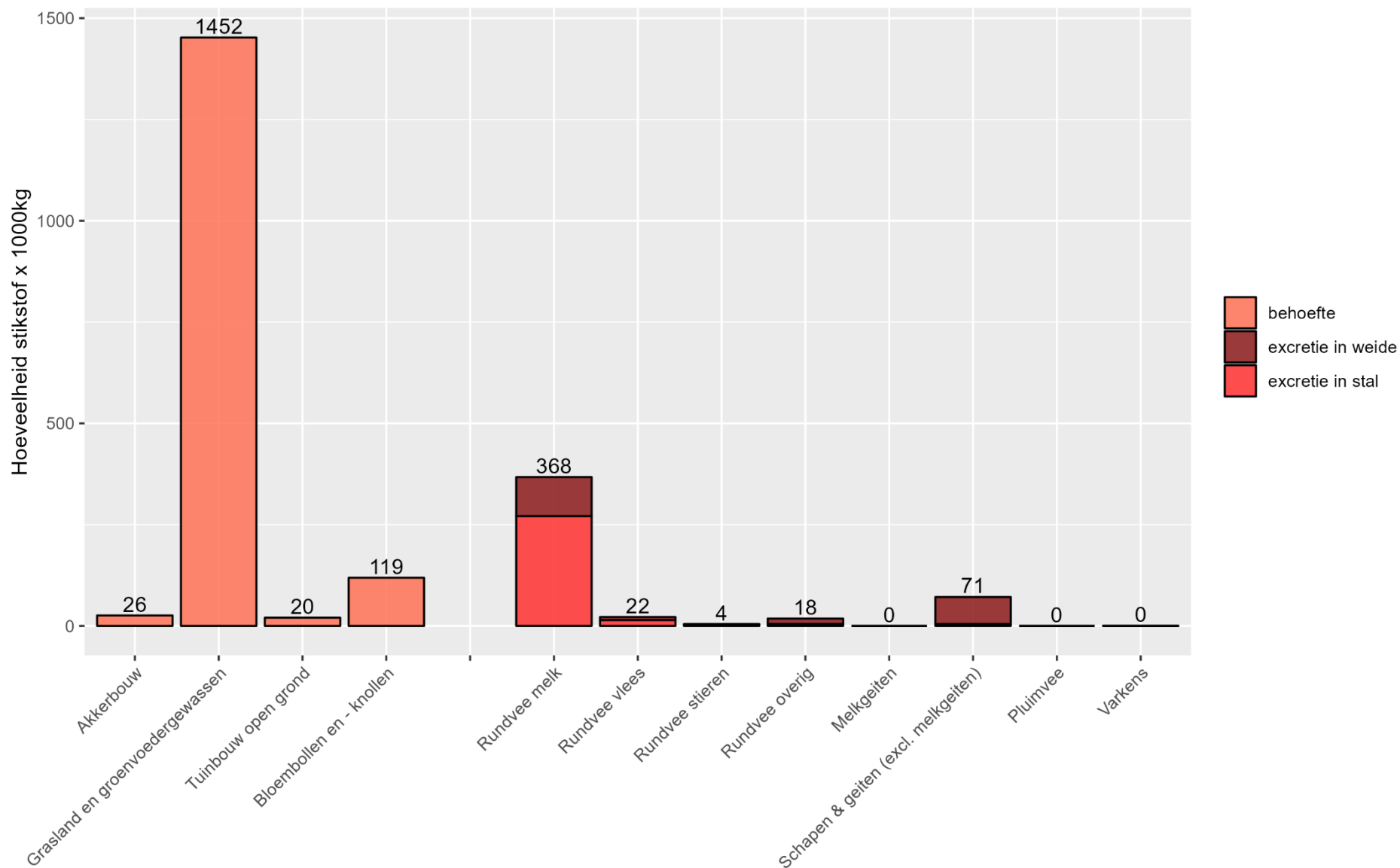
Kali behoefte en kali productie in dierlijke mest. Laag Holland



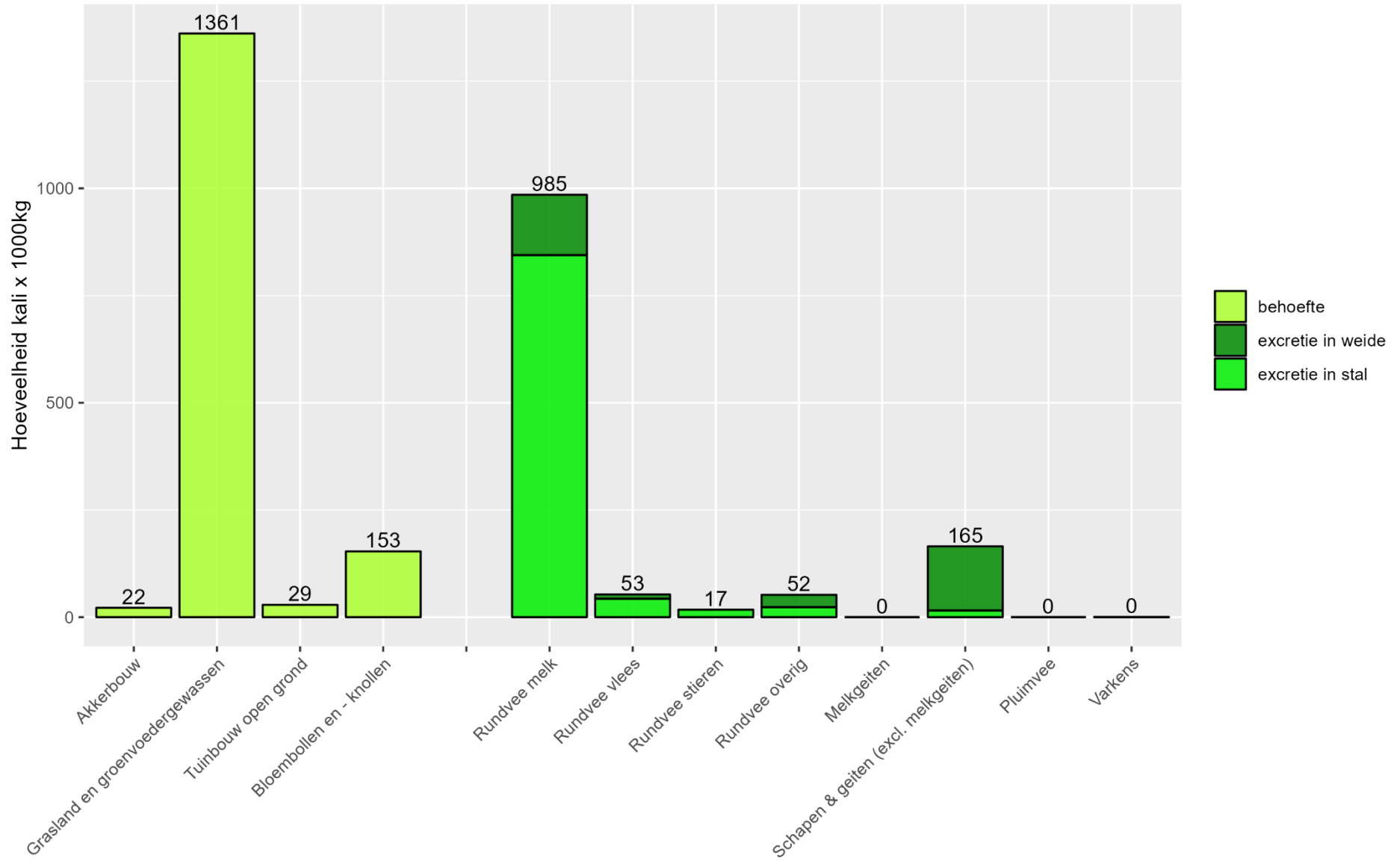
Fosfaat behoefte en fosfaat productie in dierlijke mest. Laag Holland



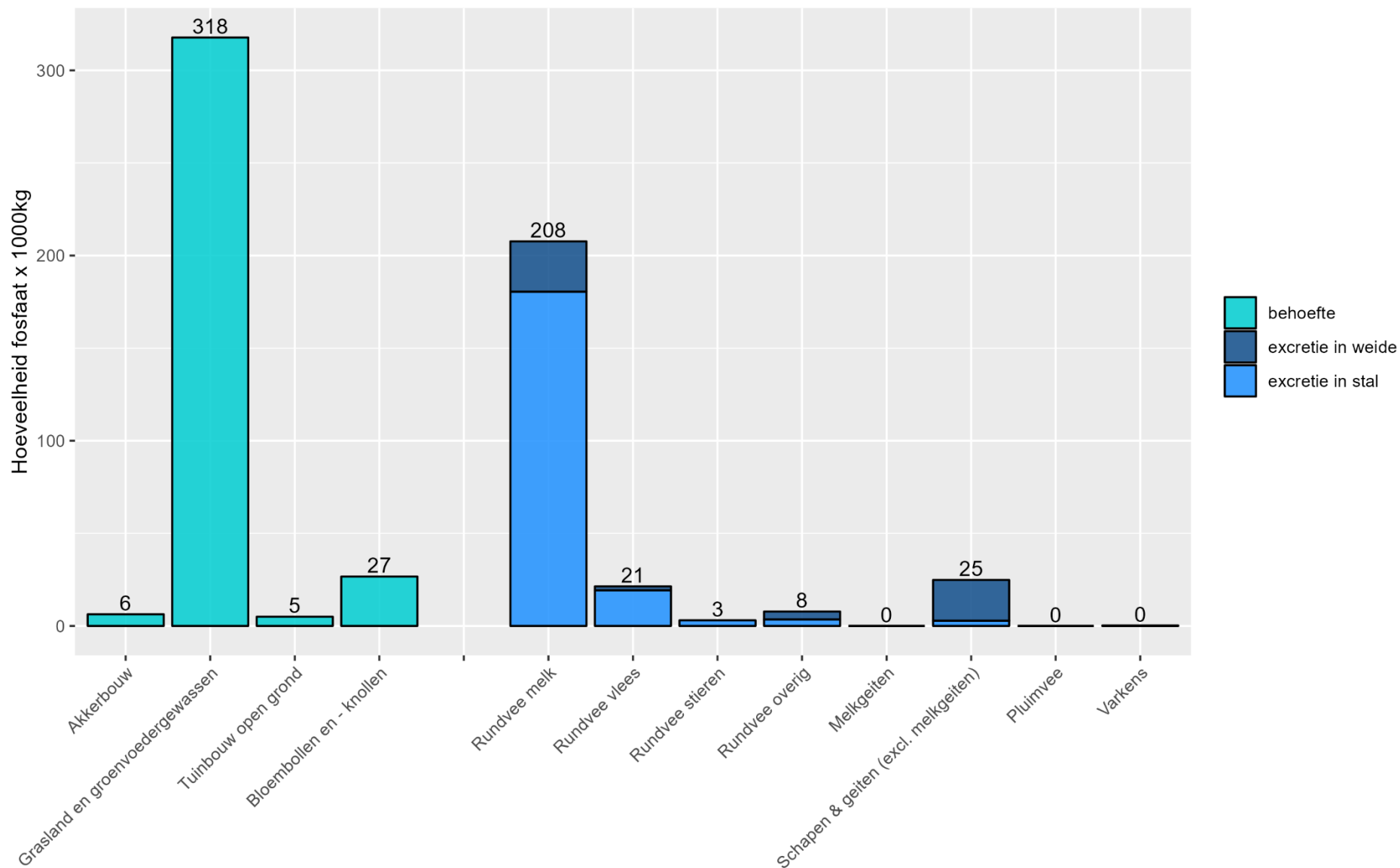
Stikstof behoefte en stikstof productie in dierlijke mest. Noord- Kennemerland



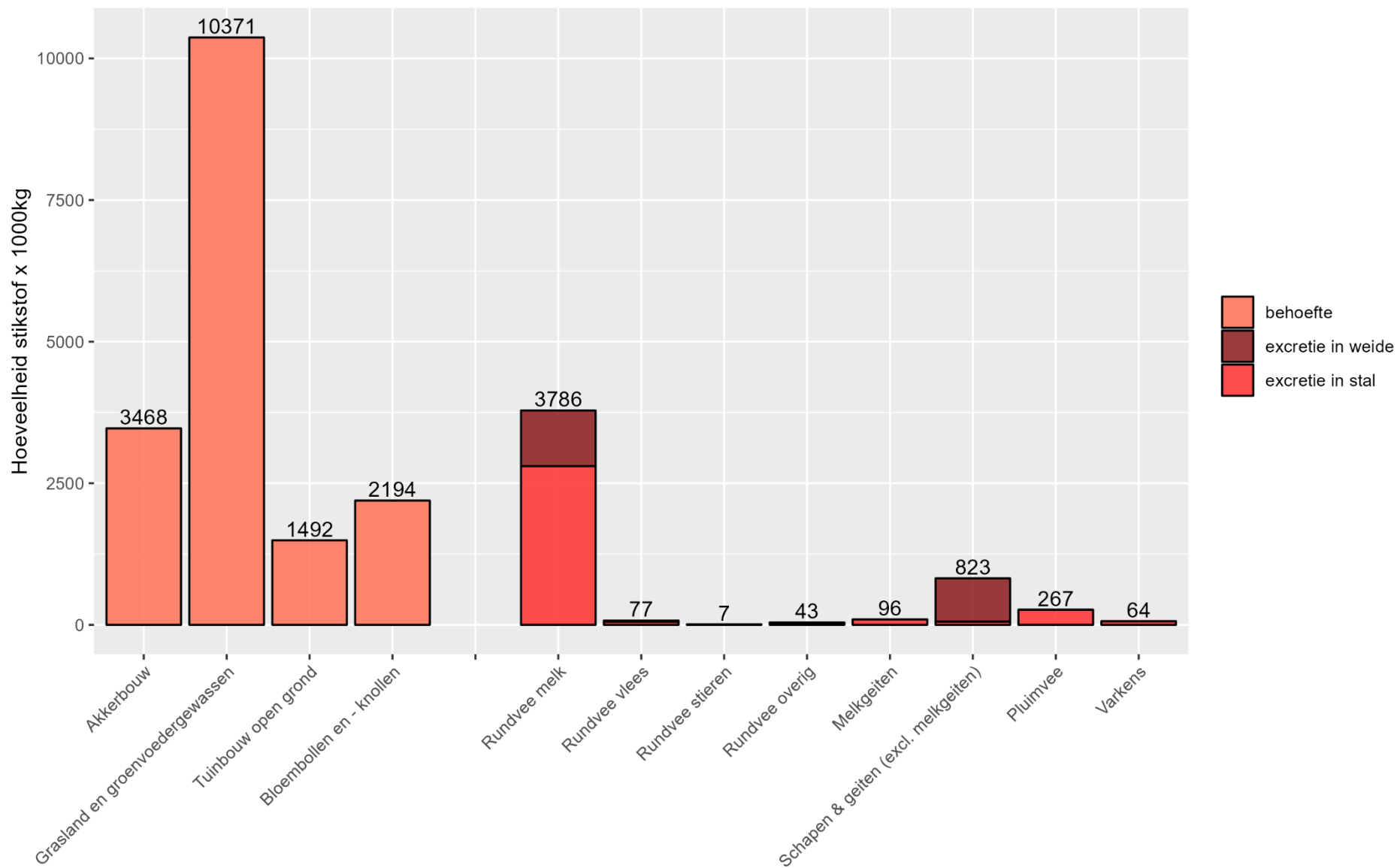
Kali behoefte en kali productie in dierlijke mest. Noord- Kennemerland



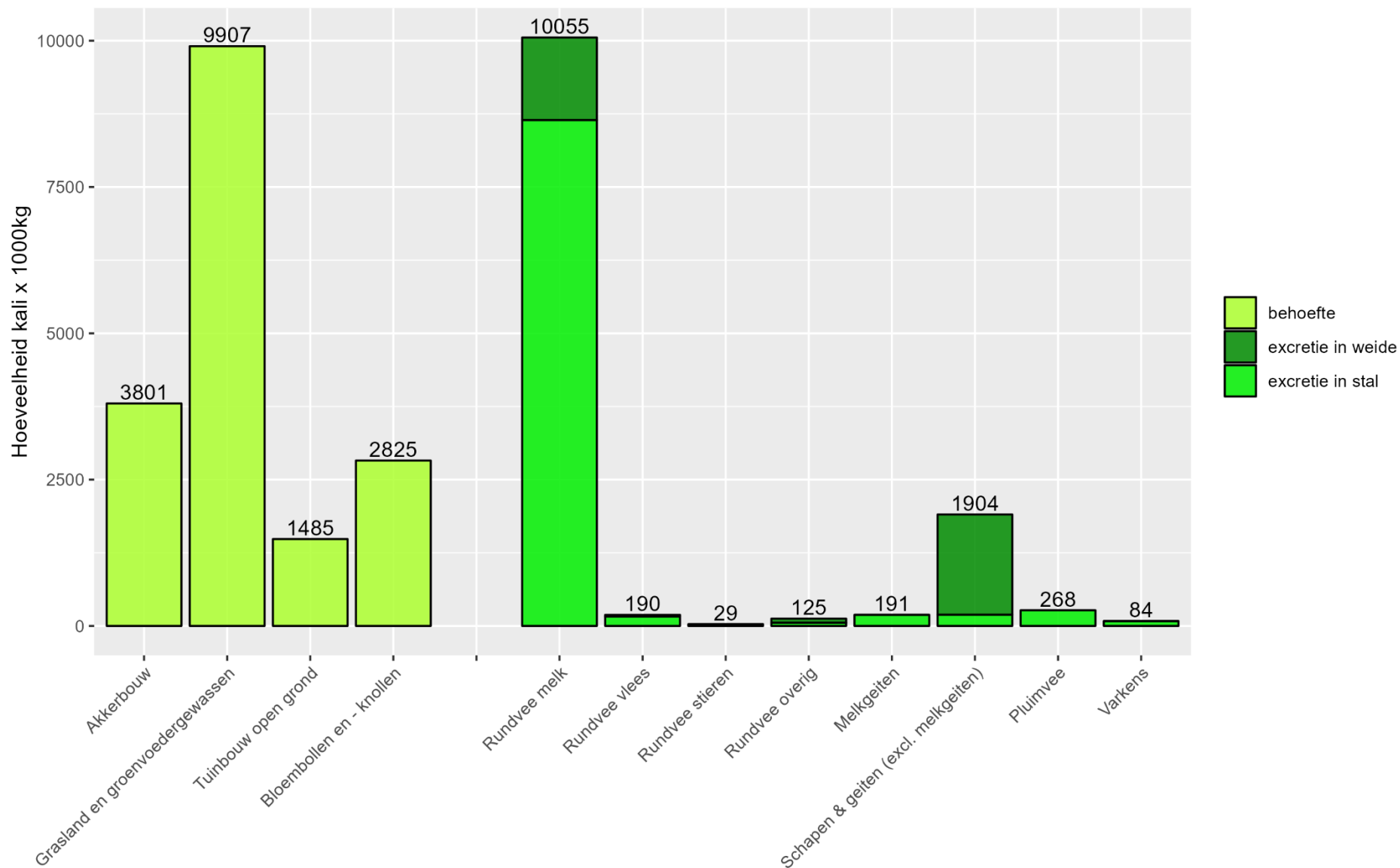
Fosfaat behoefte en fosfaat productie in dierlijke mest. Noord- Kennemerland



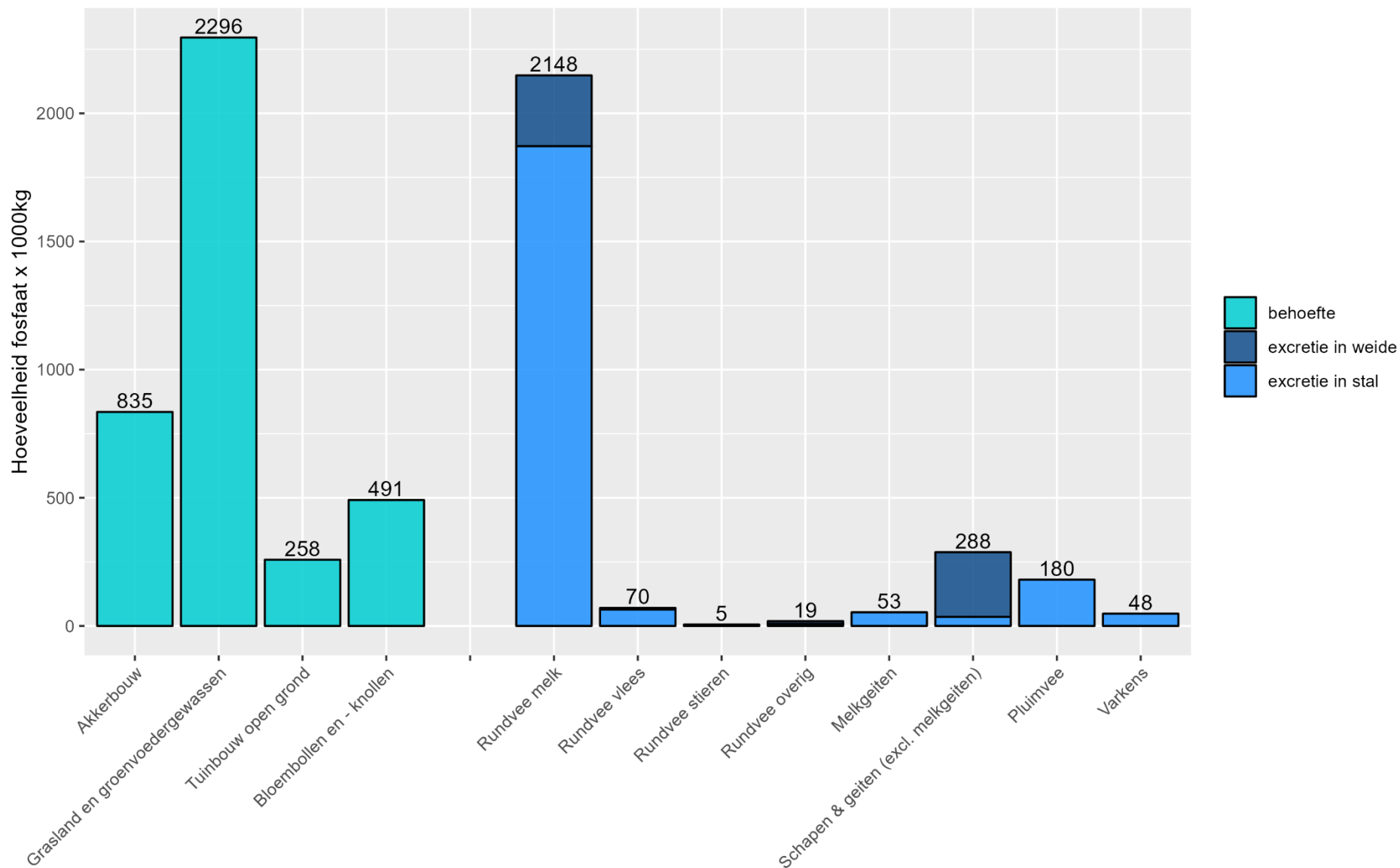
Stikstof behoefte en stikstof productie in dierlijke mest. Wadden, Kop van Noord-Holland en West-Friesland



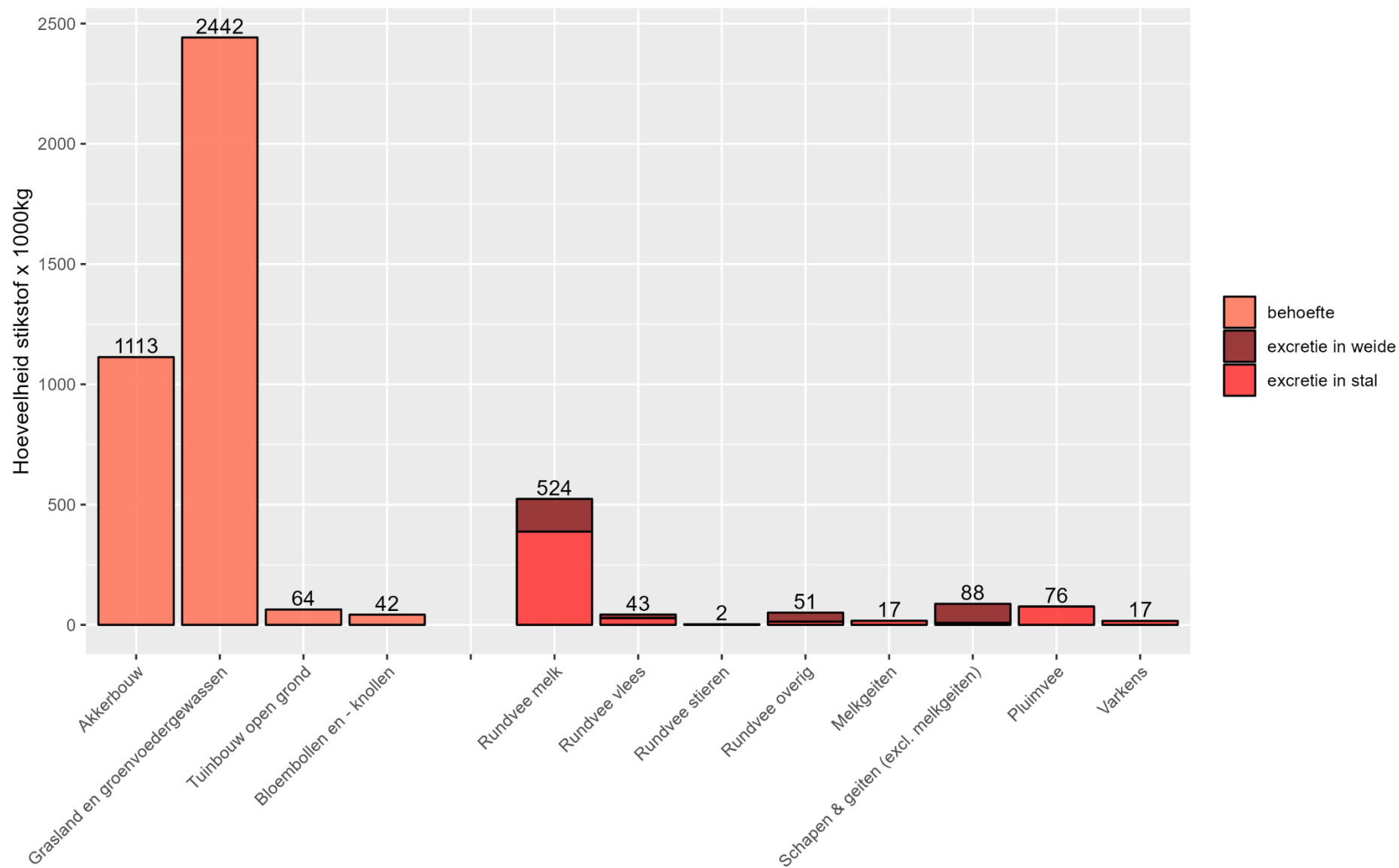
Kali behoefte en kali productie in dierlijke mest. Wadden, Kop van Noord-Holland en West-Friesland



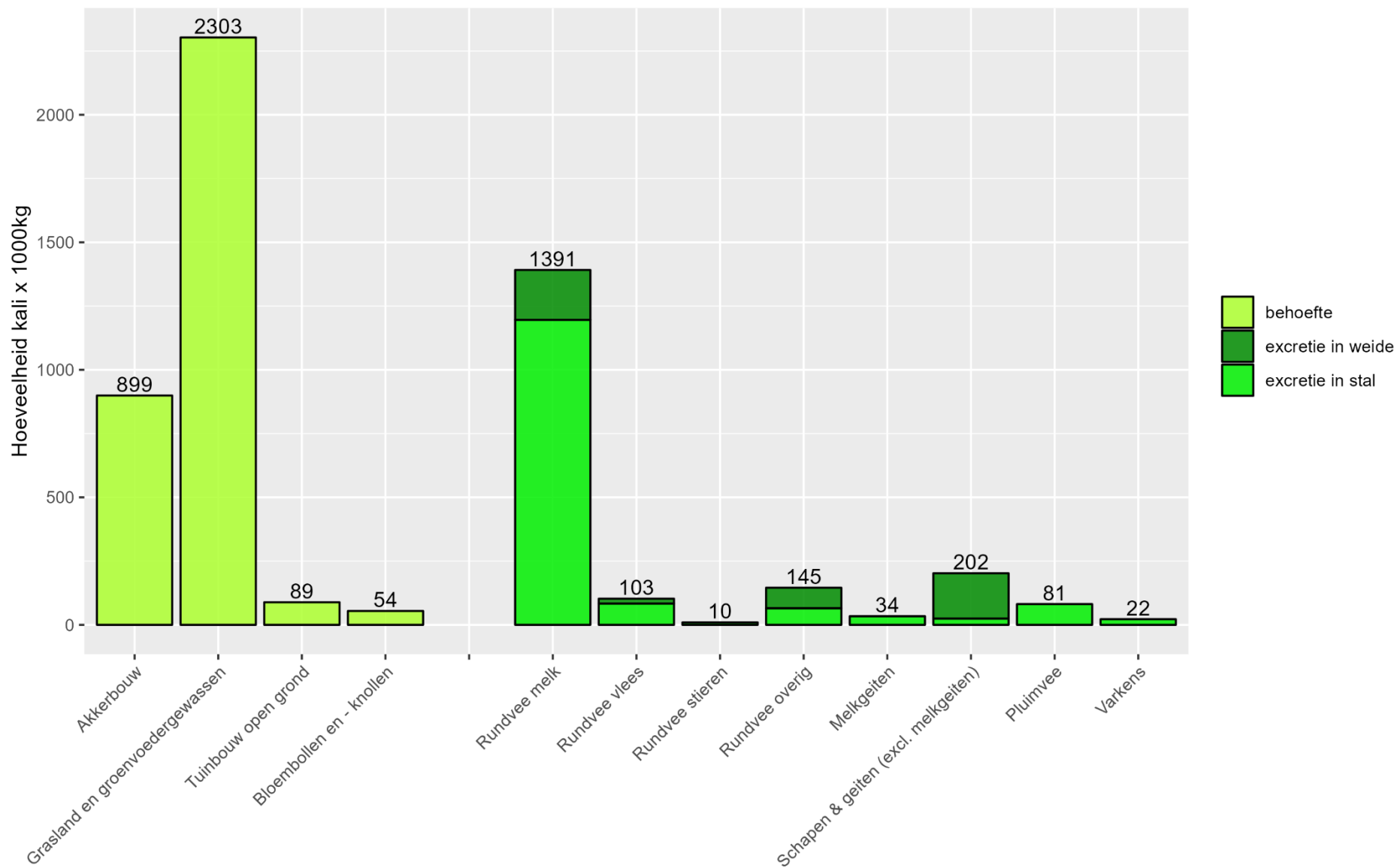
Fosfaat behoefte en fosfaat productie in dierlijke mest. Wadden, Kop van Noord-Holland en West-Friesland



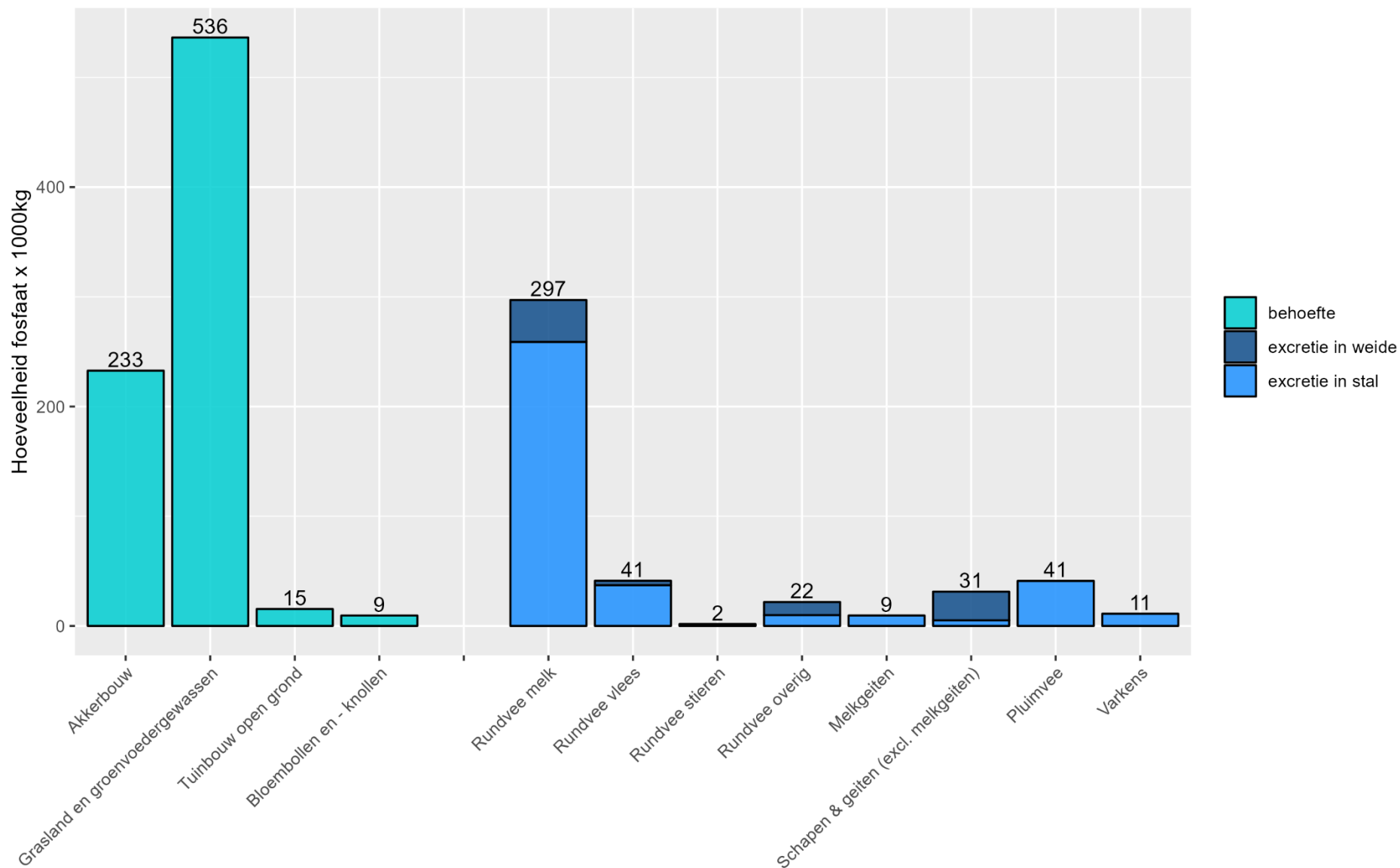
Stikstof behoefte en stikstof productie in dierlijke mest. Zuid-Kennemerland en Amstel-Meerlanden



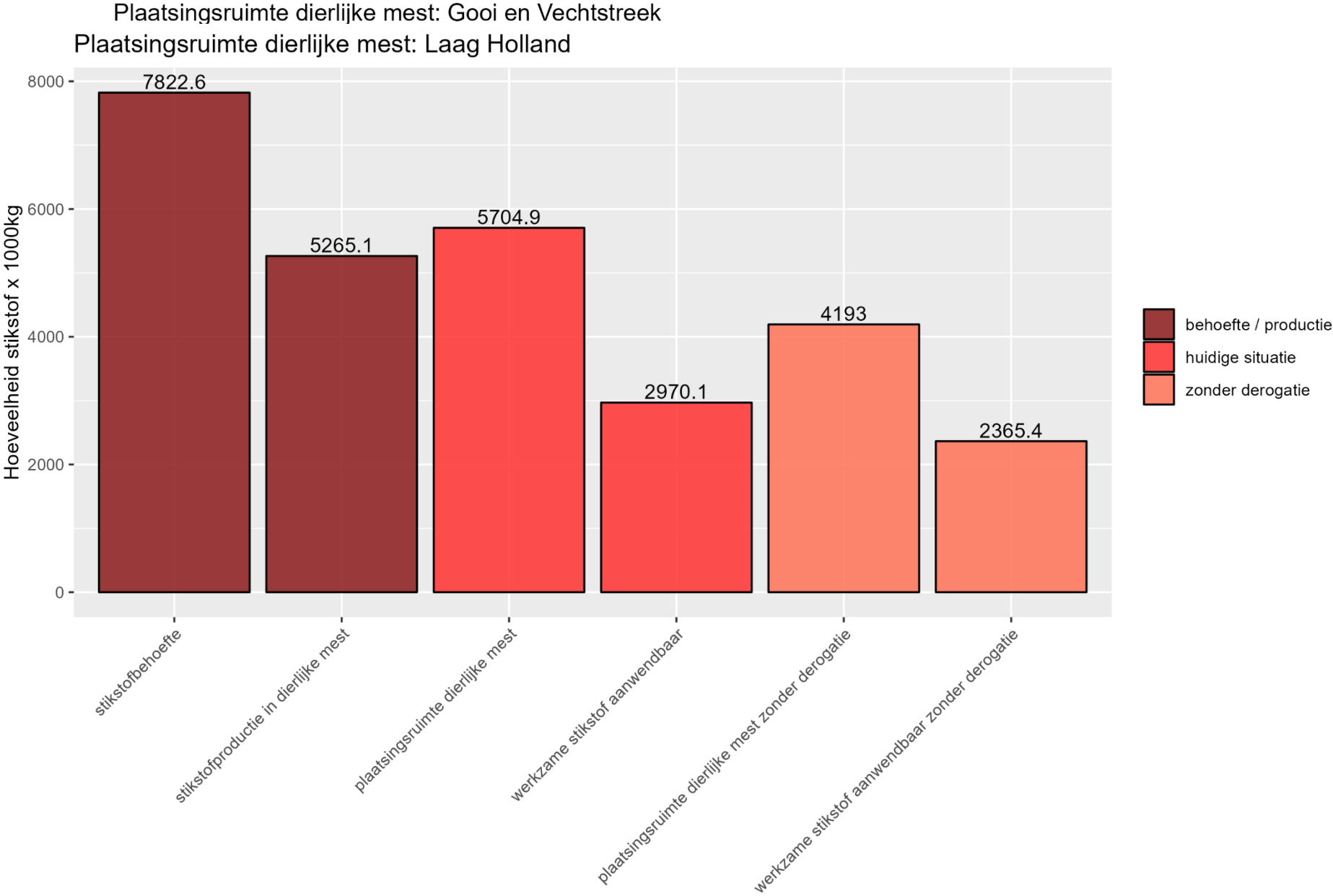
Kali behoefte en kali productie in dierlijke mest. Zuid-Kennemerland en Amstel-Meerlanden



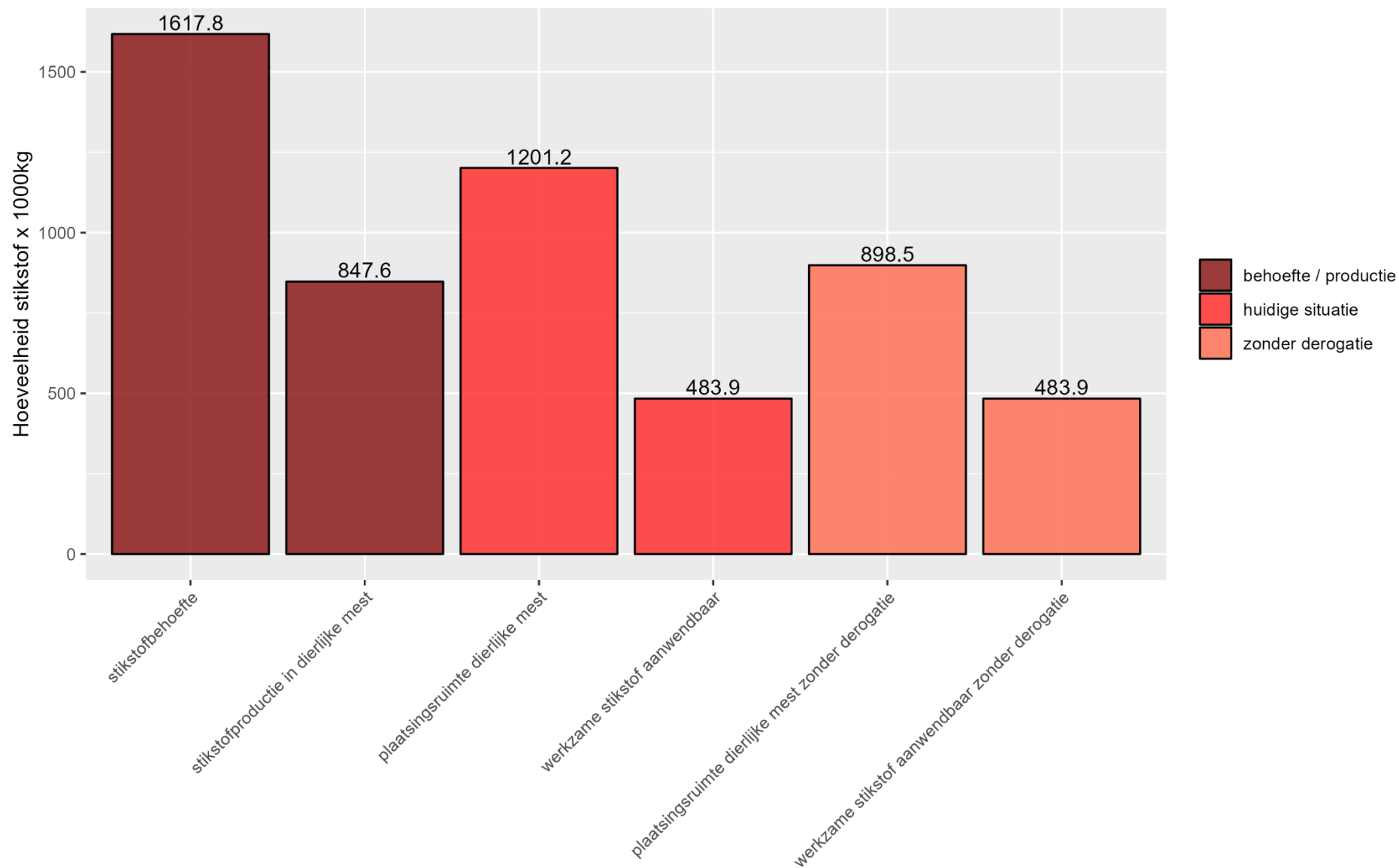
Fosfaat behoefte en fosfaat productie in dierlijke mest. Zuid-Kennemerland en Amstel-Meerlanden



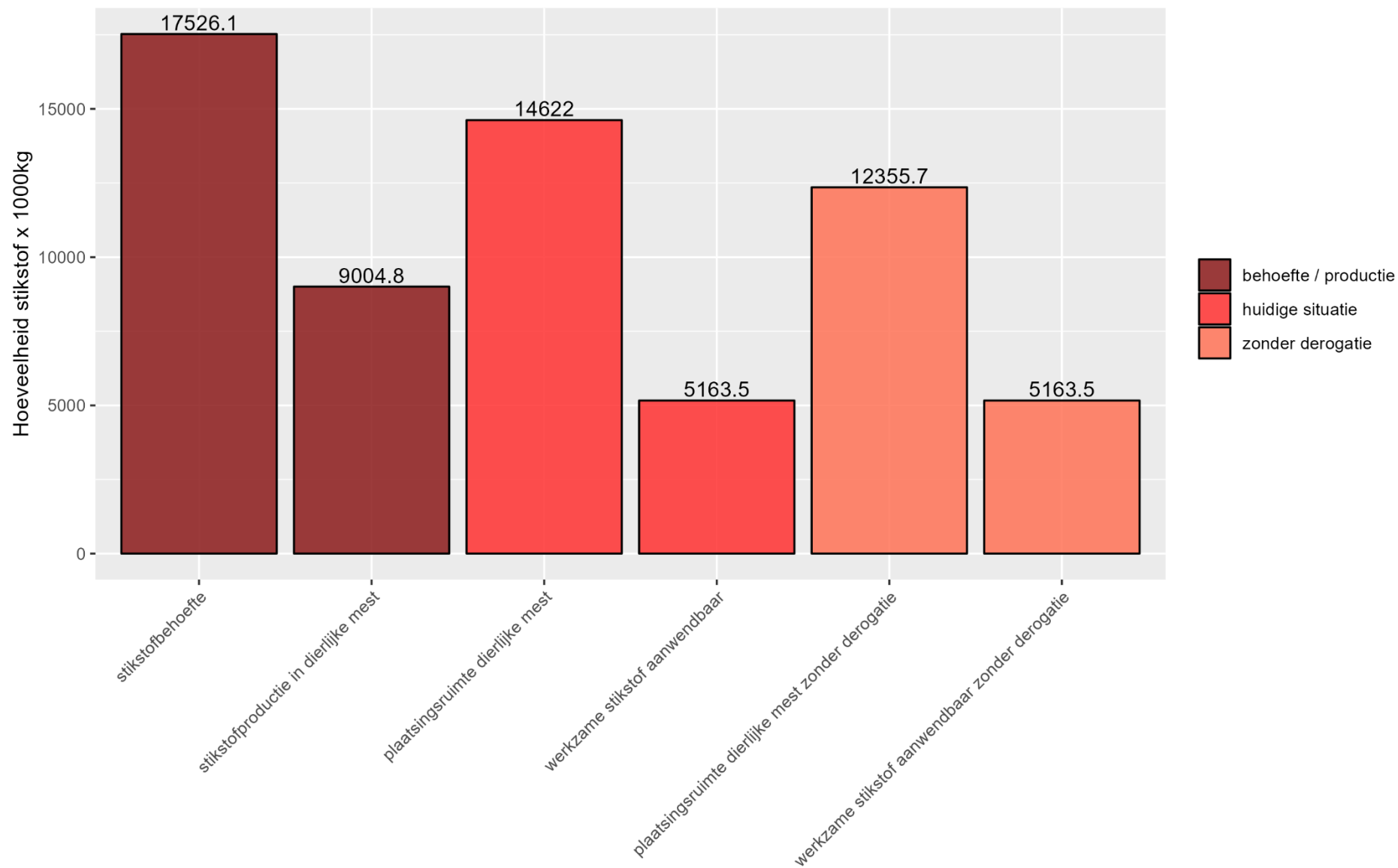
Bijlage 4 Gevolgen van het vervallen van de derogatie per PPLG gebied



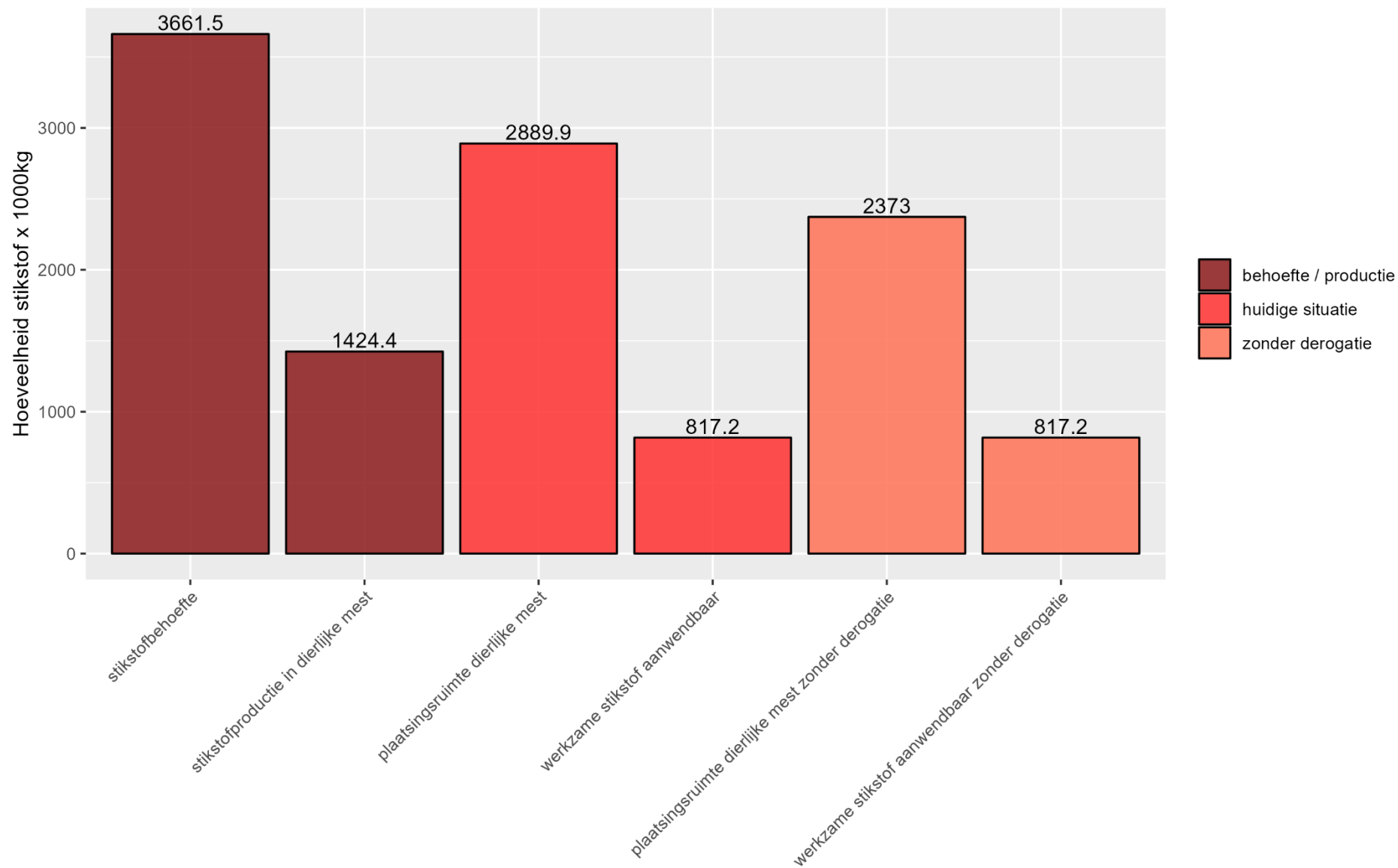
Plaatsingsruimte dierlijke mest: Noord- Kennemerland



Plaatsingsruimte dierlijke mest: Wadden, Kop van Noord-Holland en West-Friesland



Plaatsingsruimte dierlijke mest: Zuid-Kennemerland en Amstel-Meerlanden



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



Wageningen University & Research

Open Teelten

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31)320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten

info.openteelten@wur.nl

Rapport WPR-OT 1049

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, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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.
