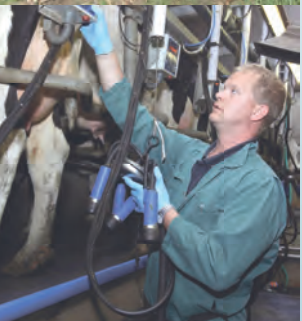




**Koeien &
Kansen**



Bedrijfsspecifieke mest- en kunstmestgiften op melkveebedrijven

Resultaten pilot Bedrijfs Eigen Stikstofbemesting (BES) 2015-2020



Juli 2022

Rapport nr. 91
Rapport Plant Research International nr. 1178



Colofon

Uitgever

Wageningen Livestock Research
Postbus 338, 6700 AH Wageningen
T (0317) 48 01 77
E info@koeienenkansen.nl
www.koeienenkansen.nl

Redactie

Koeien & Kansen

Aansprakelijkheid

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



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

Bestellen

ISSN 0169-3689
Dit rapport is gratis te downloaden op de website: <https://doi.org/10.18174/572769>

Koeien & Kansen werkt aan een duurzame en toekomstgerichte melkveehouderij.

Koeien & Kansen is een samenwerkingsverband van 16 toekomstgerichte melkveehouders, proefbedrijf De Marke, Wageningen University & Research en adviesdiensten. Met subsidie van de Ministeries van LNV en I&W en in opdracht van het georganiseerde bedrijfsleven toetst, evalueert en verbetert het project de effectiviteit en uitvoerbaarheid van (voorgenomen) diverse wet- en regelgeving onder praktijkomstandigheden en ondersteunt het de Nederlandse melkveehouderijsector bij de implementatie ervan. De resultaten van Koeien & Kansen vindt u op: www.koeienenkansen.nl. Voor vragen kunt u mailen naar: info@koeienenkansen.nl.

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen de PPS Meerwaarde Mest en mineralen (TKI-AF-12178) en met subsidie van de Ministeries van LNV en I&W en de brancheorganisatie ZuivelNL.



Bedrijfsspecifieke mest- en kunstmestgiften op melkveebedrijven

Resultaten van de pilot Bedrijfs Eigen Stikstofbemesting (BES) van 2015-2020

J. Verloop¹, G.J. Hilhorst², J. Oenema¹, C. Dekker¹,
A. Hooijboer³ & W. van Dijk¹

¹ Wageningen Plant Research

² Wageningen Livestock Research

³ Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

Voorwoord

Melkveehouders in Nederland dienen zich te houden aan gebruiksnormen voor stikstof in dierlijke mest, voor stikstof in het totaal aan meststoffen en voor fosfaat. Deze gebruiksnormen zijn ingevoerd om het milieu te beschermen tegen belasting door overmatig gebruik van mest. De mestgift die op melkveebedrijven in Nederland is toegestaan, leidt niet op ieder bedrijf precies tot het stikstof- en fosfaatoverschot waarmee aan milieueisen of fosfaatevenwicht voldaan wordt. Op sommige bedrijven is die mestgift landbouwkundig wellicht aantrekkelijk maar milieukundig onvoldoende scherp, op andere bedrijven is diezelfde mestgift milieukundig onnodig stringent en kan daar leiden tot daling van de gewasopbrengst en -kwaliteit. Afhankelijk van de schaal waarop men aan milieueisen wil voldoen, vraagt dat om verfijning van gebruiksnormen. Om de perspectieven hiervan te onderzoeken is het project Bedrijfs Eigen Stikstofbemesting (BES) geïnitieerd. In dat project wordt op enkele bedrijven nagegaan of een groter deel van de kunstmeststikstof door dierlijke mest vervangen kan worden zonder ophoping van fosfaat in de bodem en zonder risico's van een grotere nitraatuitspoeling. Daartoe is een set rekenregels ontworpen waarvan de opzet, de uitkomst en de gevolgen in dit rapport worden gepresenteerd. Wij bedanken om te beginnen de deelnemende veehouderijbedrijven voor hun inbreng. Daarnaast zijn we het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit erkentelijk voor de geboden experimenteerruimte die immers plaatsvindt boven op de al bestaande uitzonderingspositie van Nederland.

Koos Verloop, Gerjan Hilhorst, Jouke Oenema, Colin Dekker, Arno Hooijboer & Wim van Dijk

Samenvatting

Voor landbouwbedrijven in Nederland gelden gebruiksnormen die grenzen stellen aan het gebruik van stikstof in dierlijke mest (mest-N), het totale gebruik van N uit meststoffen en gebruik van fosfaat (P_2O_5). Deze gebruiksnormen zijn ingevoerd om het milieu te beschermen tegen de N- en P_2O_5 -belasting door deze meststoffen die het gevolg kan zijn van overmatig gebruik. De mestgift die op melkveebedrijven in Nederland is toegestaan, leidt niet op ieder bedrijf tot het stikstof- en fosfaatoverschot waarmee aan milieueisen of fosfaatevenwicht voldaan wordt, omdat de generieke normen niet zijn gedifferentieerd voor bedrijfsspecifieke verschillen in N- en P-onttrekking door gewassen. Dat betekent dat in sommige gevallen het milieu tekortgedaan wordt en in andere gevallen het behoud van bodemvruchtbaarheid en de gewasopbrengst tekortgedaan worden.

Uitvoering BES-pilot

In Koeien & Kansen is een procedure voor bedrijfsspecifiek bepalen van de bemestingsruimte ontwikkeld en toegepast op pilot-bedrijven. Het aantal deelnemende bedrijven is toegenomen van 3 in 2015 tot 24 in 2020. De BES-pilot (Bedrijfs Eigen Stikstofbemesting) is opgezet om de landbouwkundige en milieukundige effecten te onderzoeken van bedrijfsspecifieke bemesting. De pilotbedrijven krijgen jaarlijks een bedrijfsspecifieke bemestingsruimte gebaseerd op dezelfde rekensystematiek als de generieke gebruiksnormen voor N en P_2O_5 met dierlijke mest en kunstmest. Met dit verschil dat de gewasopbrengst van N en P_2O_5 nu voor elk afzonderlijk bedrijf wordt bepaald en niet wordt gebaseerd op forfaits. De bedrijfsspecifieke bepaling van de gewasopbrengst is gebaseerd op KringloopWijzer-resultaten van elk bedrijf. Belangrijke uitgangspunten bij de afleiding van de BES-normen zijn fosfaatevenwichtsbemesting en geen stijging van het N-bodemoverschot t.o.v. de generieke situatie.

In de BES-pilot zijn gegevens van de uitgevoerde bemesting, de gewasopbrengsten en overschotten verzameld met behulp van de KringloopWijzer (KLW). De waterkwaliteit werd gemonitord door het RIVM volgens het LMM-protocol (Landelijk Meetnet Mestbeleid) dat gebaseerd is op 16 bemonsteringspunten van grondwater of drainwater per bedrijf. Aanvullend werd op enkele bedrijven op een aantal graslandpercelen een strokenvergelijking aangelegd waarbij op één strook de BES-bemesting en op de andere strook de generieke bemesting werd toegepast. In het najaar werd op deze stroken het Nitraatresidu in de bodem bepaald. De ammoniakemissie werd bepaald met de KringloopWijzer. Gegevens met betrekking tot de bodemvruchtbaarheid, in case van de fosfaattoestand en het organische stofgehalte in de bodem werden verkregen door bodembemonstering die over langere periode op graslandpercelen werd uitgevoerd.

In de analyse werden verschillen onderzocht tussen de bemestingsruimte volgens het generieke stelsel en de BES-bemesting. Nagegaan werd in hoeverre de BES-bemestingsruimte benut werd en hoe omgegaan werd met de inwisseling van ruimte voor mest-N en kunstmest-N. Effecten van de BES op gewasopbrengsten, bodemoverschotten, waterkwaliteit en NH_3 -emissie werden geanalyseerd door vergelijking van resultaten uit de jaren waarin bedrijven nog niet en wel deelnamen aan de BES. Voor bedrijven die lang deelnamen aan de BES werd een trendanalyse uitgevoerd. Hierbij werden de absolute resultaten in beschouwing genomen, maar werden resultaten jaarlijks ook gerankt ten opzichte van representatieve benchmarkbedrijven, zodat de invloed van (weer)jaareffecten die de blik op BES-effecten vertroebelen, zoveel mogelijk werd vermindert. Managementoverwegingen en maatregelen werden verzameld en geregistreerd op bijeenkomsten en individuele uitwisselingen met de deelnemers. In Koeien & Kansen is een procedure voor bedrijfsspecifiek bepalen van de bemestingsruimte ontwikkeld en toegepast op pilot-bedrijven. Het aantal deelnemende bedrijven is toegenomen van 3 in 2015 tot 24 in 2020. De BES-pilot (Bedrijfs Eigen Stikstofbemesting) is opgezet om de landbouwkundige en milieukundige effecten te onderzoeken van bedrijfsspecifieke bemesting. De pilotbedrijven krijgen jaarlijks een bedrijfsspecifieke bemestingsruimte gebaseerd op dezelfde rekensystematiek als de generieke gebruiksnormen voor N en P_2O_5 met dierlijke mest en kunstmest. Met dit verschil dat de gewasopbrengst van N en P_2O_5 nu voor elk afzonderlijk bedrijf wordt bepaald en niet wordt gebaseerd op forfaits. De bedrijfsspecifieke bepaling van de gewasopbrengst is gebaseerd op KringloopWijzer-resultaten van elk bedrijf. Belangrijke uitgangspunten bij de afleiding van de BES-normen zijn fosfaatevenwichtsbemesting en geen stijging van het N-bodemoverschot t.o.v. de generieke situatie.

In de BES-pilot zijn gegevens van de uitgevoerde bemesting, de gewasopbrengsten en overschotten verzameld met behulp van de KringloopWijzer (KLW). De waterkwaliteit werd gemonitord door het RIVM volgens het LMM-protocol (Landelijk Meetnet Mestbeleid) dat gebaseerd is op 16 bemonsteringspunten van grondwater of drainwater per bedrijf. Aanvullend werd op enkele bedrijven op een aantal graslandpercelen een strokenvergelijking aangelegd waarbij op één strook de BES-bemesting en op de andere strook de generieke bemesting werd toegepast. In het najaar werd op deze stroken het Nitraatresidu in de bodem bepaald. De ammoniakemissie werd bepaald met de KringloopWijzer. Gegevens met betrekking tot de bodemvruchtbaarheid, in casu van de fosfaattoestand en het organische stofgehalte in de bodem werden verkregen door bodembemonstering die over langere periode op graslandpercelen werd uitgevoerd.

In de analyse werden verschillen onderzocht tussen de bemestingsruimte volgens het generieke stelsel en de BES-bemesting. Nagegaan werd in hoeverre de BES-bemestingsruimte benut werd en hoe omgegaan werd met de inwisseling van ruimte voor mest-N en kunstmest-N. Effecten van de BES op gewasopbrengsten, bodemoverschotten, waterkwaliteit en NH₃-emissie werden geanalyseerd door vergelijking van resultaten uit de jaren waarin bedrijven nog niet en wel deelnamen aan de BES. Voor bedrijven die lang deelnamen aan de BES werd een trendanalyse uitgevoerd. Hierbij werden de absolute resultaten in beschouwing genomen, maar werden resultaten jaarlijks ook gerankt ten opzichte van representatieve benchmarkbedrijven, zodat de invloed van (weer)jaareffecten die de blik op BES-effecten vertroebelen, zoveel mogelijk werd vermindert. Managementoverwegingen en maatregelen werden verzameld en geregistreerd op bijeenkomsten en individuele uitwisselingen met de deelnemers.

Resultaten

Gemiddeld over de bedrijfsjaren (combinaties van bedrijf en jaar) leidde de BES tot een extra P₂O₅ aanvoer van 12 kg per ha t.o.v. de generieke bemestingsnormen. Deze stijging deed zich vooral voor op de kleibedrijven (+23 kg). Hierdoor kwam het fosfaatoverschot dicht bij nul, terwijl dit eerst nog flink negatief was. De toegestane stikstofaanvoer met dierlijke mest volgens de BES-systematiek was gemiddeld 78 kg per ha hoger dan volgens de generieke normen (101 kg per ha op klei, 49 kg per ha op veen en 55 kg per ha op zand).

Door de verhoogde norm voor mest-N daalt in de BES in vrijwel alle bedrijfssituaties de toegestane (aanvullende) kunstmest-N-gift. Gemiddeld over alle bedrijfsjaren was de toegestane kunstmest-N-gift bij de BES 49 kg N per ha lager dan in de generieke situatie.

Gemiddeld is de gerealiseerde mest-N-gift lager dan de maximaal toegestane norm. De benutting van de extra mest-N-ruimte (boven op de generieke norm) liep uiteen van circa 20% op de veenbedrijven en circa 75% op de zandbedrijven. Gemiddeld over alle bedrijfsjaren werd er 34 kg mest-N per ha meer toegediend dan mogelijk was volgens de generieke mest-N-gebruiksnorm. Ten opzichte van de toegestane kunstmest-N-bemesting binnen de generieke normen is in de BES-pilot gemiddeld over alle bedrijfsjaren 48 kg N per ha minder toegediend.

Gemiddeld over alle bedrijfsjaren was het N-bodemoverschot 8 kg N per ha hoger dan het overschot dat zich voordoet bij bemesting volgens generieke gebruiksnormen en forfaitaire gewasonttrekking, het niveau dat in de BES werd aangeduid als toelaatbaar overschot en het niveau waarop de BES-bemesting was gebaseerd. Het P₂O₅-bodemoverschot was vrijwel gelijk aan het toelaatbare overschot.

De pilotresultaten duiden niet op noemenswaardige effecten van de BES op waterkwaliteit en op kenmerken en management van grasland, het gewas waarin de BES-gebruiksruimte grotendeels wordt toegepast. Extra aanvoer van organische stof kan gunstig zijn voor de koolstofvastlegging op het BES-bedrijf. Een integrale analyse voor de melkvee- en akkerbouwsector samen wijst uit dat de emissie van broeikasgassen iets afneemt met name door een lager kunstmestgebruik en iets lagere lachgasemissies.

De BES geeft een sterke impuls aan de deelnemers om de meststoffen uit dierlijke mest en kunstmest zo goed mogelijk te benutten. Deelnemers durven meer te vertrouwen op het vermogen van de bodem. Diverse deelnemers gebruiken hun kunstmest-N-ruimte in de BES niet volledig. Omdat een lage N-benutting in een jaar ten koste gaat van de bemestingsruimte in een volgend jaar, brengen deelnemers N liever niet naar het land als ze verwachten dat deze, bijvoorbeeld door droogte, niet goed door het gewas kan worden benut. Als meer drijfmest-N wordt gebruikt zal overigens, zonder compenserende maatregelen, ook de ammoniakemissie in het veld toenemen. De deelnemers zijn erg gemotiveerd om in te zetten op compenserende maatregelen (o.a. mest verdunnen, minder eiwit in voer, meer beweiden).

Aanbevelingen

De tot nu toe opgedane ervaringen met de BES-pilot hebben geleid tot een aantal aanbevelingen:

- De onderbouwing van de BES-normen vindt plaats met behulp van het model dat ook gebruikt wordt voor de onderbouwing van de generieke normen. Omdat de afleiding van de norm op gewasniveau plaatsvindt, verdient, met name voor situaties met afwisseling van gras en bouwland, de onderbouwing van de BES-norm nadere aandacht. Omdat de BES-normen mede zijn gebaseerd op de gewasopbrengsten uit de KLW, valt het te overwegen om ten aanzien van deelname aan de BES grenzen te stellen aan het aandeel van het bedrijfsareaal dat bestaat uit nieuwverworven land.
- Omdat er geen directe vergelijking mogelijk is tussen de generieke en BES-bemesting, is het lastig om het effect van de BES-bemesting op de waterkwaliteit vast te stellen. Het meten van Nitraatresidu in een stroken-benadering (vergelijking BES- en generieke bemesting op een perceel) heeft hierbij een belangrijke aanvullende waarde. Hier zou in onderzoek naar bedrijfsspecifieke bemesting meer op ingezet moeten worden.
- Volgens de BES kunnen melkveehouders met een hoge gewasopbrengst meer ruimte krijgen voor gebruik van dierlijke mest. Maar diegenen met een lage gewasopbrengst juist minder. Ook in de BES-pilot bleek dat op een aantal bedrijven de bemestingsruimte lager was dan bij de generieke normen. Deze tweezijdigheid van bedrijfsspecifiek bemesten is een belangrijk aspect bij een sector brede toepassing van de BES. Wanneer alle bedrijven aan de BES meedoen zal naar verwachting de totale gebruiksruimte globaal niet sterk veranderen. Echter, ondernemers die met BES minder dierlijke mest mogen gebruiken dan generiek, zullen hier in het algemeen niet voor kiezen. Dit suggereert dat die

tweezijdigheid bij een sector-brede toepassing niet zomaar bereikt zal worden. Hiervoor zijn echter verschillende oplossingen denkbaar. Het zou goed zijn om deze uit te werken. Het verdient de voorkeur om tweezijdigheid uit te werken in termen van het overschot op de bodembalans dan op basis van de hoeveelheid te plaatsen mest of kunstmest.

- Het valt te overwegen om op bedrijven waar meer dierlijke mest gebruikt mag worden dan gemiddeld, uit te gaan van een hogere standaard van voorzieningen voor mestmanagement zoals de aanpak bij toediening van mest en de voorzieningen voor mestopslag.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1	Inleiding	1
1.1	Bedrijfsspecifiek bemesten in de BES-pilot.....	1
1.2	Dit rapport	4
2	Methode	6
2.1	Aanpak en uitvoering	6
2.2	Deelnemers.....	7
2.3	De bemestingsruimte	8
2.4	Ammoniak	12
2.4.1	Mitigatie opgave	12
2.4.2	De Ammoniaktool; basis voor het ammoniakplan	12
2.5	Nitraatresidu in stroken	13
2.6	Weersomstandigheden	13
2.7	Gegevens.....	14
2.8	Analyse	14
2.8.1	Basisbedrijven en verbredingsbedrijven.....	14
2.8.2	Effecten opgenomen in de analyse	15
2.8.3	Vergelijking met benchmarks door middel van ranking	16
2.8.4	Bodemvruchtbaarheid	16
3	Resultaten	18
3.1	Basisbedrijven.....	18
3.1.1	Baltus.....	18
3.1.2	Dekker	24
3.1.3	Hagoort.....	29
3.1.4	Houbraken	33
3.1.5	Van Wijk	38
3.1.6	Koopman	43
3.2	Verbredingsbedrijven	48
3.3	Nitraatresidu in stroken	59
3.4	Bodemvruchtbaarheid.....	60
4	Synthese	64
4.1	Inleiding.....	64
4.2	Samenvattend beeld resultaten	64
4.3	Berekeningssystematiek BES-normen.....	70
4.4	De BES op een hoger schaalniveau dan het bedrijf	70
4.4.1	Neveneffecten	70
4.4.2	Tweezijdigheid.....	74
4.5	Praktijkervaringen met BES	75
4.5.1	Management.....	75
4.5.2	BES-bemesting en grasland.....	76
4.5.3	Kiezen voor generiek bij een lage BES-gebruiksruimte	77
5	Conclusies en aanbevelingen	78
5.1	Conclusies.....	78
5.2	Aanbevelingen	79

Literatuur	80
Bijlage 1	81
Bijlage 2	84
Bijlage 3	85
Bijlage 4	87
Bijlage 5	92
Bijlage 6	96
Bijlage 7	97

1 Inleiding

1.1 Bedrijfsspecifiek bemesten in de BES-pilot

Gewassen hebben nutriënten nodig om te kunnen groeien. Nutriënten die niet door gewassen worden opgenomen, komen terecht in bodem, water en atmosfeer en kunnen belastend zijn voor het milieu. Om die belasting te beperken zijn in Nederland gebruiksnormen¹ ingevoerd die de maximale hoeveelheid stikstof (N) en fosfaat (P_2O_5) aangeven die met meststoffen op landbouwgrond gebruikt mag worden. Er zijn gebruiksnormen voor fosfaat in meststoffen, voor stikstof in meststoffen en voor stikstof in dierlijke mest. Gebruiksnormen zijn tot op zekere hoogte gedifferentieerd naar omstandigheden. Bij de P_2O_5 -gebruiksnormen wordt onderscheid gemaakt tussen grasland en bouwland en wordt een correctie toegepast naar gelang de fosfaattoestand in de bodem. Bij de gebruiksnorm voor werkzame N en mest-N voor melkveebedrijven wordt onderscheid gemaakt tussen grondsoorten (veen, klei, zand & löss) en tussen gewassen (grasland dat alleen gemaaid wordt, grasland dat (ook) beweid wordt, tijdelijk grasland, snijmaïs). De gebruiksnormen zijn echter niet gedifferentieerd voor bedrijfsspecifieke verschillen in N- en P-onttrekking (Min EZ, 2013). Maar die verschillen zijn er wel, ook voor bedrijven op dezelfde grondsoort (Aarts et al., 2008). Dat betekent dat in sommige gevallen het milieu tekortgedaan wordt en in andere gevallen het behoud van bodemvruchtbaarheid en de gewasopbrengst tekortgedaan worden.

Uit de resultaten van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid, z.d.), is gebleken dat op zand- en lössgronden in veel gevallen minder (kunst)mest gegeven moet worden bij de verlangde waterkwaliteitseisen dan wat landbouwkundig optimaal is. Reeds nu zijn de N-gebruiksnormen daar in veel gevallen lager dan het landbouwkundige advies. Omdat op klei- en veengronden veel denitrificatie plaatsvindt, bestaat daar in beginsel geen conflict tussen het landbouwkundige N-advies en de grondwaterkwaliteit (Schröder et al., 2007). Het Ministerie van EZ, thans LNV, heeft toen de gebruiksnormen werden vastgesteld, besloten om de N-gebruiksnorm voor die grondsoorten te maximeren op het landbouwkundige advies. Voor dit landbouwkundige advies geldt echter dat het betrekking heeft op een gemiddelde situatie en dat het werkt als een richtlijn. Een richtlijn die idealiter niet blindelings wordt opgevolgd maar waarvan afgeweken kan worden als gewasopbrengsten dat rechtvaardigen. Het project Bedrijfs Eigen Stikstofbemesting (BES) verkent de mogelijkheid om gebruiksnormen te differentiëren met behoud van milieukwaliteit, bodemvruchtbaarheid en opbrengst. Overigens moet worden opgemerkt dat er op klei- en veengrond weliswaar geen problemen zijn met de grondwaterkwaliteit, maar dat er nog wel opgaven liggen met betrekking tot kwaliteit van het oppervlaktewater.

Het doel van de BES-pilot is om voor melkveebedrijven:

1. een systematiek te ontwikkelen en te implementeren van bedrijfsspecifieke gebruiksnormen van fosfaat en stikstof in meststoffen,
2. inzicht te krijgen in de landbouwkundige en milieukundige effecten van het uitvoeren van de bemesting volgens bedrijfsspecifieke gebruiksnormen en,
3. inzichten aan te dragen op grond waarvan beleidsmatige besluitvorming mogelijk is over bredere toepassing van de BES.

In de BES-pilot is de volgende werkwijze gehanteerd:

- Een rekensystematiek werd ontwikkeld voor bedrijfsspecifieke bepaling van gebruiksnormen met behulp van resultaten van de KringloopWijzer;
- Voor elk pilot-bedrijf in de BES werd jaarlijks de bemestingsruimte bepaald en werd de opgave voor beperking van de ammoniakemissie vastgesteld. De gebruiksruijme en de taakstelling voor ammoniak werd besproken met de ondernemers in de BES-pilot en de ondernemers vertaalden deze randvoorwaarden in een bemestingsplan en een ammoniakplan;
- Deze plannen werden toegepast. Waar nodig werd hierbij ondersteund door adviseurs of onderzoekers;
- De resultaten werden gemonitord, waarbij grotendeels gebruik werd gemaakt van de KringloopWijzer als monitoringsinstrument. Aanvullend werd de waterkwaliteit en de bodemvruchtbaarheid (fosfaattoestand, organische stofgehalte) bepaald;
- De resultaten van elk jaar werden geëvalueerd en meegenomen in de berekening van de bemestingsruimte voor een volgend jaar;
- Indien evaluaties hiertoe aanleiding gaven, werden aanpassingen toegepast in de rekensystematiek of in het implementatieproces.

¹ Het begrip gebruiksnorm wordt toegelicht in Bijlage 1. In deze Bijlage is een uitgebreide begrippenlijst opgenomen. Aan het eind van elk hoofdstuk is een tabel opgenomen, waarin de lezer snel kan zien welke begrippen uit het hoofdstuk in Bijlage 1 voorkomen.

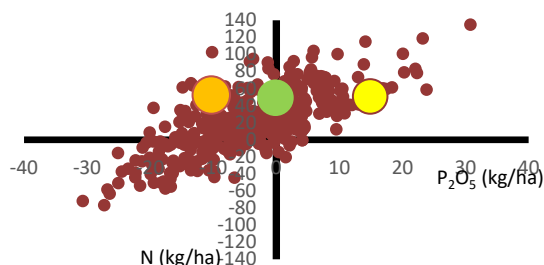
De hoofdkenmerken van de BES-systematiek zijn samengevat in kader 1.1.

De BES-pilot wordt in Koeien & Kansen uitgevoerd op een aantal bedrijven dat sinds 2015 is toegenomen van 3 tot 24 (zie Tabel 1.1)². Tot en met 2018 betrof het bedrijven waarvoor uit de boekhouding van de KringloopWijzer bleek dat ze in de voorgaande drie aaneengesloten jaren (2013-15, 2014-16, 2015-17), gemiddeld, relatief hoge N- en P₂O₅-onttrekkingen realiseerden. In 2019 zijn ook bedrijven uit Koeien & Kansen aangesloten die géén hoge N- en P-onttrekkingen realiseerden. Bij de meeste deelnemers werd de BES toegepast op het hele bedrijf. In 2020 werd op enkele bedrijven de BES-benadering toegepast op enkele percelen.

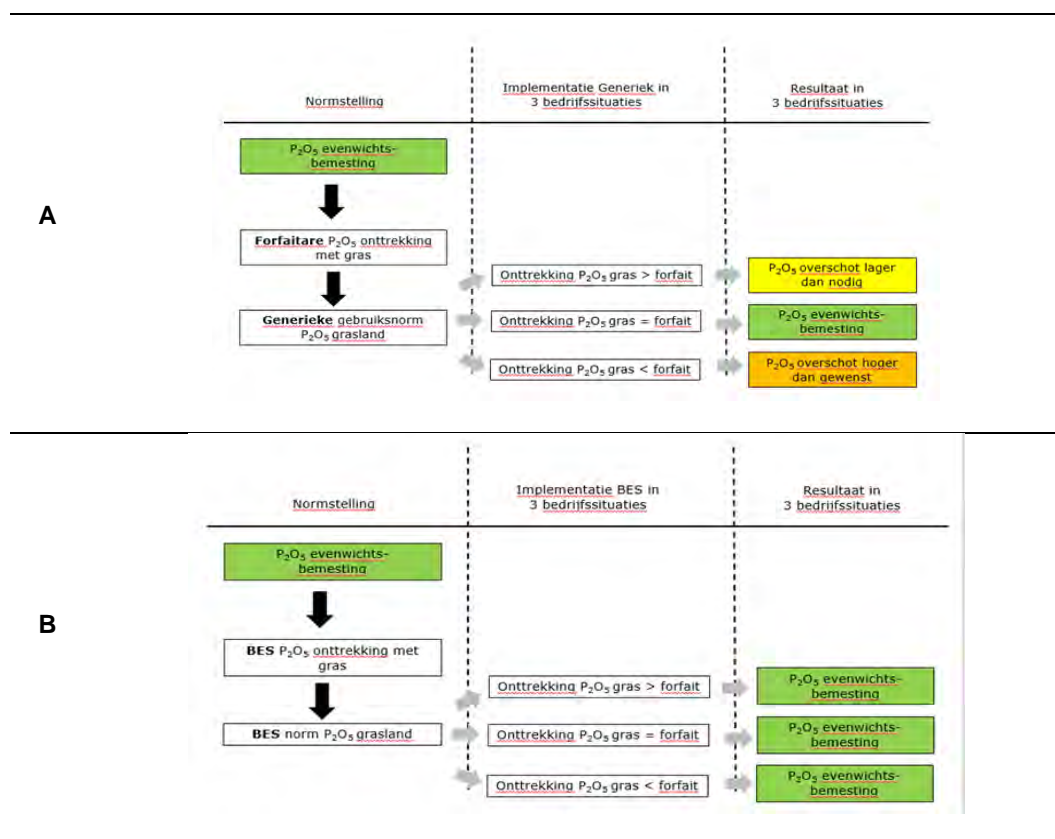
² Met ingang van 2020 bestaat de BES-pilot uit drie deelprojecten die gezamenlijk ruimte bieden voor deelname aan 50 bedrijven. De BES-pilot waar dit verslag over gaat is hernoemd als 'De onderzoekspilot'. Dit is gedaan om verwarring te voorkomen en het verschil met de andere twee deelprojecten duidelijk te maken. De andere deelprojecten zijn de BES in Vruchtbare Kringloop Achterhoek en de BEPS.

Kader 1.1 *Bedrijfsspecifiek bemesten volgens BES.*

Gebruiksnormen voor N en P₂O₅ zijn gebaseerd op een bepaald toelaatbaar overschot op de bodembalans volgens het principe: gebruiksnorm – gewasonttrekking = toelaatbaar overschot. De gewasonttrekking van zowel N als P₂O₅ met gras en maïs op melkveebedrijven op dezelfde grondsoort kent een spreiding rond de forfaitaire waarden die zijn gebruikt bij de onderbouwing van generieke gebruiksnormen (Figuur K1). De BES stemt de bemesting van N en P₂O₅ voor elk BES-bedrijf af op de gewasonttrekking in plaats van de forfaits (zie Figuur K2 voor een schematische weergave voor P₂O₅). De BES en het generieke stelsel hanteren hetzelfde overschot als vertrekpunt voor bepaling van de N en P₂O₅-gebruiksruimte.



Figuur K1 De onttrekking van fosfaat en stikstof met gewas minus de onttrekking volgens het forfait; betekenis van de kleuren, zie tekst (bron: 388 bedr. VKA&VKO (oostelijk zand), gem. 2015 t/m 2017).



Figuur K2 Schematische weergave van het effect van bemesting van P₂O₅ volgens generieke bemesting (A) en bemesting volgens de BES aanpak (B) voor 3 situaties. Betekenis van de kleuren: zie tekst.

Een tweede kenmerk van de BES is dat mest-N-gebruik hoger kan zijn dan de derogatienorm van 230 of 250 kg per ha zolang dit niet leidt tot overschrijding van het toelaatbaar N overschot. De mest-P₂O₅-gift wordt daardoor meer afgestemd op de bedrijfsspecifieke P₂O₅-plaatsingsruimte en wordt minder snel gelimiteerd door maximalisering van het mest-N-gebruik. Kunstmest-N kan aangevuld worden, tenzij dit leidt tot overschrijding van het toelaatbare N overschot.

In de BES benadering kan de gebruiksruimte van mest-N en P₂O₅-gebruiksruimte zowel hoger als lager zijn dan volgens generieke normen. In de situatie die in Figuren K1 en K2 geel en oranje gemarkeerd zijn, is de P₂O₅-gebruiksruimte respectievelijk hoger en lager dan generiek. Dit geldt ook voor de kunstmest-N ruimte en de ruimte voor het gebruik van mest-N en kunstmest-N tezamen.

Tabel 1.1 Aantal bedrijven in de BES-pilot.

Jaar	Bedrijven uit Koeien & Kansen	Bedrijven buiten Koeien & Kansen	Totaal
2015	3	0	3
2016	5	0	5
2017	5	1 ¹⁾	6
2018	6	4 ²⁾	10
2019	6	4 ²⁾	10
2020	17 ³⁾	7 ⁴⁾	24

¹⁾ De Schothorst.

²⁾ De Schothorst, een bedrijf uit project Goude Wiericke, een bedrijf uit Vruchtbare Kringloop Achterhoek en een bedrijf uit Boeren voor Drinkwater Overijssel.

³⁾ Koeien & Kansen bedrijven plus De Marke.

⁴⁾ Als bij ²⁾ maar aangevuld met bedrijven die voorheen in de BEN pilot deelnamen (gericht op bedrijfsspecifieke bemesting met kunstmest-N).

1.2 Dit rapport

Dit rapport doet verslag van de resultaten van het toepassen van bedrijfsspecifieke bemesting voor dierlijke mest en kunstmest in de BES-pilot. De aanpak bij het bepalen van de bedrijfsspecifieke gebruiksruimte is in de rapportage van Schröder et al. (2018) al uitvoerig beschreven. De aanpak wordt hier nogmaals toegelicht in hoofdstuk 2. De resultaten hebben betrekking op de landbouwkundige en milieukundige effecten van de BES aanpak. Deze zijn hoofdstuk 3 opgenomen. Dit hoofdstuk belicht per bedrijf of groep van bedrijven achtereenvolgens:

1. De bemestingsruimte en de gerealiseerde bemesting.
2. De gewasopbrengsten (en ontwikkelingen daarvan).
3. Het overschot van stikstof op de bodembalans.
4. Het overschot van fosfaat op de bodembalans.
5. De ammoniakemissie.
6. De waterkwaliteit.

Daarnaast wordt ingegaan op bodemnitraat residu-metingen en ontwikkeling in bodemvruchtbaarheid (organische stof en fosfaattoestand).

Zoals eerder aangegeven is deze pilot in 2020 opgeschaald naar heel Koeien & Kansen en naar 7 bedrijven buiten Koeien & Kansen. Daar waar mogelijk en relevant zijn de resultaten van deze bedrijven al verwerkt in dit rapport. Het gaat hierbij met name om de bemestingsruimte en de ammoniakemissie. Voor deze bedrijven kan nog niet een volledig beeld gegeven worden van de resultaten van de waterkwaliteit, omdat het vaak langer dan een jaar duurt voordat het watersysteem reageert op aanpassingen in de bemesting.

In hoofdstuk 4 wordt een synthese gegeven van de behaalde resultaten en wordt tevens ingegaan op neveneffecten. Hoofdstuk 5 vermeldt tenslotte de conclusies en aanbevelingen die voortvloeien uit de resultaten en de analyse daarvan.

In Bijlage 1 is een begrippenlijst opgenomen met toelichting van de betekenis.

Tabel 1.2 Begrippen uit dit hoofdstuk die voorkomen in de begrippenlijst in Bijlage 1.

Ammoniakemissie
Ammoniakplan
Bedrijfsspecifiek
Bemestingsruimte
Bodembalans
Denitrificatie
Derogatiernorm
Forfait
Fosfaattoestand (correctie voor)
Gebruiksnorm
Generieke gebruiksnorm
KringloopWijzer
Kunstmest-N
Mest-N
Mest- P_2O_5
Neveneffecten
Onttrekking (N- en P_2O_5)

2 Methode

2.1 Aanpak en uitvoering

Voor elk deelnemend bedrijf wordt sinds 2015 jaarlijks de bemestingsruimte bepaald op grond van de resultaten van de KringloopWijzer in de voorgaande drie jaren; zo wordt de bemestingsruimte voor jaar x bepaald door de KringloopWijzer-resultaten van jaar x-1, x-2, x-3. De bemestingsruimte vervangt de generieke gebruiksnormen voor de deelnemende bedrijven³. De deelnemende bedrijven mogen de ruimte naar eigen inzicht benutten. De methodiek van de berekening van de BES-bemesting is beschreven in paragraaf 2.3.

Als meer dierlijke mest wordt geplaatst op een bedrijf dan volgens de generieke gebruiksnorm is toegestaan, is de ammoniakemissie in het veld bij toediening ook hoger (als gevolg van meer toediening) dan bij bemesting volgens de generieke gebruiksnorm. Deze toename kan tenietgedaan worden door compenserende maatregelen. Dit noemen we de mitigatie opgave. Met ingang van 2019 worden deze compenserende maatregelen aan het begin van elk bemestingsseizoen opgenomen in een ammoniakplan. Hiertoe is een rekeninstrument ontwikkeld (Oenema en Dekker, 2020) dat de deelnemers gebruiken om geschikte maatregelen te selecteren om te voldoen aan de mitigatie opgave. Het gaat hierbij niet alleen om maatregelen op gebied van mesttoediening, maar bijvoorbeeld ook om maatregelen rond veevoeding, stalsystemen, mestopslag en beweiding. Zie verder paragraaf 2.4.

De effecten van de BES worden gemonitord op basis van de resultaten van de KringloopWijzer. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de gegevens van de N- en P- aanvoer naar de bodem met meststoffen en uit andere bronnen, de N- en P-onttrekking met de oogst van gras en maïs, het N- en P-bodemoverschot en de NH₃-emissie. Daarnaast wordt op elk bedrijf een monitoring van grond-, drain- en/of oppervlaktewater uitgevoerd op basis van het LMM-protocol (De Goffau et al., 2012). Deze monitoring geeft bij voldoende deelnemende bedrijven een indicatie van effecten van de BES op de waterkwaliteit voor de volledige BES-pilot, maar is niet geschikt voor evaluatie van effecten voor elk afzonderlijk bedrijf in de BES.

Jaarlijks doorloopt de BES een cyclus waarbij onderzoekers en deelnemers met elkaar samenwerken (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Overzicht van activiteiten in het kader van de BES-pilot.

Stap	Maand/Periode	Activiteit
1	1	Aanleveren KringloopWijzer resultaten van het voorgaande jaar
2a	1-2	Berekenen van de bemestingsruimte voor een komend seizoen
2b	1-2	Berekenen mitigatie opgave voor ammoniak
3	1-2	Bespreken bemestingsruimte en ammoniak mitigatie opgave met deelnemers
4	3	Plannen van de uitvoering van de BES
5	3-9	Uitvoering van de BES op elk bedrijf
6	3-9	Tussentijdse terugkoppeling plenair of voor afzonderlijke bedrijven
7	9-12	Verzamelen bedrijf-, perceelregistraties en KLW resultaten voor evaluatie
8	Winter VOG ¹⁾	Monitoring waterkwaliteit (RIVM) op gedraineerde bedrijven
	Zomer VOG ¹⁾	Monitoring waterkwaliteit (RIVM) op niet gedraineerde bedrijven

¹⁾ VOG: Volgend op het groeiseizoen van het jaar waarin de BES bemesting werd toegepast; bij Zomer VOG volgt de monitoring dus ongeveer een jaar op het groeiseizoen.

De monitoring van waterkwaliteit volgt een eigen dynamiek waarbij meetmomenten verschillen per bedrijf, afhankelijk van het bodemtype en hydrologische omstandigheden (al dan niet aanwezig zijn van werkende drains). Op klei- en veenbedrijven vindt monitoring normaliter plaats in de winter na het seizoen waarin de BES-bemesting is toegepast en op (droge) zandgronden gebeurt dit in de zomer erna (er zit dan dus een jaar tussen de bemestings- en teeltperiode en de monitoring).

³ De deelnemende bedrijven hebben een ontheffing gekregen om te mogen afwijken van de generieke gebruiksnormen.

2.2 Deelnemers

Tabel 2.2 en Figuur 2.1 geven een overzicht van de deelnemers en het jaar waarin ze zijn aangesloten bij de BES-pilot. Sikkenga-Bleker is een biologisch bedrijf. Voor dit bedrijf is de BES-bemesting wel bepaald, maar het bedrijf heeft niet actief deelgenomen⁴.

Tabel 2.2 Overzicht van deelnemers aan de BES (tussen () de code op de kaart in Figuur 2.1).

Bedrijf (nr)	Instapjaar
<i>Zand</i>	
Houbraken (8)	2015
Barink (19)	2018
Dubbink (20)	2018
Kuks (11)	2020
Pijnenborg (12)	2020
Post (13)	2020
Stevens (15)	2020
<i>Zeeklei</i>	
Baltus (2)	2015
Dekker (4)	2015
De Schothorst (18)	2017
Levers (24)	2020
Schouten (22)	2020
Zijderveld (23)	2020
Sikkenga-Bleker (14)	2020
Van de Heijning (7)	2020
<i>Rivierklei</i>	
Van Wijk (17)	2017
Van Erp (5)	2020
<i>Veen</i>	
Hagoort (6)	2017
De Vries (16)	2020
Hogendijk (21)	2018
<i>Löss</i>	
Van Hoven (9)	2020
<i>Divers</i>	
Koopman (10)	2019
Buijs (3)	2020

⁴ Op Proefbedrijf De Marke wordt ook bemest volgens een bedrijfsspecifieke bemestingsruimte. De aanpak hierbij is echter afwijkend ten opzichten van de overige BES-bedrijven. Daarom wordt in een ander nog uit te brengen rapport verslag gedaan van de benadering en de resultaten van De Marke.



Figuur 2.1 De locaties van de BES-deelnemers.

2.3 De bemestingsruimte

De rekensystematiek voor de bemestingsruimte van de BES kent op hoofdlijnen twee onderdelen:

1. Berekening van de dierlijke mest-N-norm (hierna mest-N-norm genoemd)
2. Berekening van de aanvullende kunstmest-N-ruimte

Deze elementen worden hieronder verder toegelicht.

1. Berekening van de dierlijke mest-N-norm

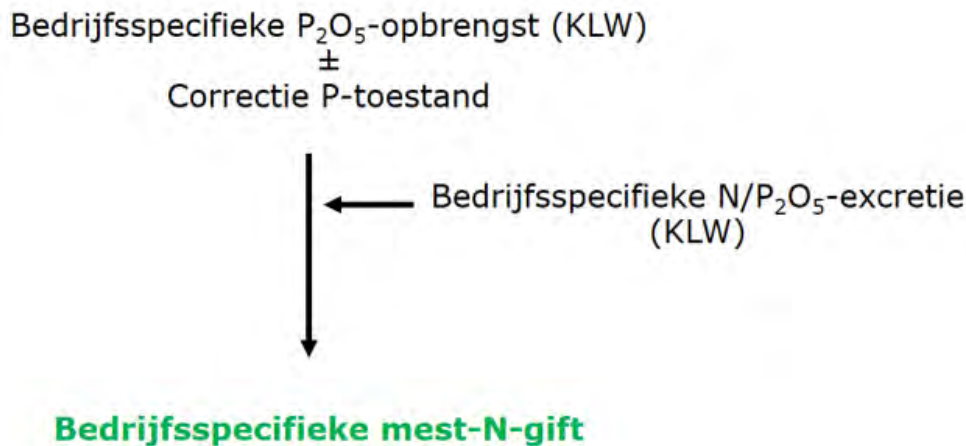
Bij de berekening (zie ook Figuur 2.2 voor een schematische weergave) worden de volgende stappen onderscheiden:

a. Bedrijfsspecifieke P_2O_5 -ruimte

Op basis van de volgens de KringloopWijzer gerealiseerde P_2O_5 -opbrengst (gemiddeld over de drie voorafgaande jaren) wordt berekend hoe hoog de P_2O_5 -bemesting zou moeten zijn om evenwichtsbemesting te bereiken: $\text{mest- } P_2O_5\text{-gift} = P_2O_5\text{-opbrengst} \pm \text{correctie voor de P-toestand van de bodem}$. De correctie voor de P-toestand is vergelijkbaar met die in het generieke stelsel, namelijk een toeslag op de P_2O_5 -opbrengst bij de toestand arm en laag (verschil toegestane P_2O_5 -gift tussen arm/laag en neutraal) en een korting op de P_2O_5 -opbrengst bij de toestand ruim voldoende en hoog (verschil in toegestane P_2O_5 -gift tussen neutraal en ruim voldoende/hoog). Bij toestand neutraal is er geen correctie en is de toegestane P_2O_5 -gift gelijk aan de P_2O_5 -opbrengst.

b. Bedrijfsspecifieke mest-N-ruimte

De mest-N-gift wordt berekend door de bij stap 1.a berekende mest- P_2O_5 gift te vermenigvuldigen met de bedrijfsspecifieke verhouding van de netto-N-excretie en de P_2O_5 -excretie ($N_{\text{excr}}/P_2O_5\text{excr}$) volgens de KringloopWijzer.



Figuur 2.2 Berekening bedrijfsspecifieke mest-N-gift.

2. Berekening van de aanvullende kunstmest-N-ruimte

Bij de berekening worden de volgende stappen onderscheiden (zie Figuur 2.3 voor een schematische weergave):

- a. **Generieke N-bodemoverschot**
 Het generieke N-bodemoverschot wordt berekend bij de situatie, waarbij de (voor het betreffende bedrijf) generieke wettelijk toegestane dierlijke mest- en kunstmest-N-giften voor grasland en maïsland zouden worden toegediend. Hiervoor worden de rekenregels gebruikt zoals ook gehanteerd bij de onderbouwing van de gebruiksnormen (volgens het WOD-model (Schröder et al., 2007)). Aannames hierbij zijn:
 - i. dat maïsland 170 kg mest-N per ha ontvangt,
 - ii. dat de overige mest-N, binnen de generieke mest-N norm op bedrijfsniveau (170 of 230 of 250 kg mest-N per ha) naar het grasland gaat en,
 - iii. dat 60 kg van de mest-N als weidemest op het land komt op bedrijven waar geweid wordt.
 - iv. De N-opbrengst van gras en maïs wordt berekend o.b.v. de relatie tussen voor het gewas beschikbare stikstof en de door het gewas opgenomen stikstof in het oogstproduct, de responscurve (volgens WOD-model; Schröder et al., 2007). Deze curve geldt voor een gemiddeld situatie en wordt hierna de generieke responscurve genoemd.
 - v. In deze stap wordt tevens de NH_3 -emissie berekend bij toediening van mest en kunstmest en weidemest. Deze is een afvoerpost op de bodem-N-balans.
- b. **Bedrijfsspecifieke N-respons gras en maïs**
 Vervolgens wordt een bedrijfsspecifieke responscurve afgeleid voor zowel gras als maïs, door de regressievergelijking behorend bij de generieke responscurve van gras en maïs aan te passen. Deze aanpassing bestaat hieruit dat de regressiecoëfficiënten van de generieke responscurve zodanig worden aangepast dat de bedrijfsspecifieke N-opbrengst van gras en maïs bij de gegeven mest- en kunstmest-N-gift zo goed mogelijk wordt benaderd. De bedrijfsspecifieke N-opbrengst is de N-opbrengst zoals geschat door de KringloopWijzer (gemiddeld over de drie voorafgaande jaren). De hiervoor beschreven correctie vindt plaats op basis van één combinatie van bemesting en N-opbrengst van het gewas.
- c. **Bedrijfsspecifieke kunstmest-N-ruimte**
 Met behulp van de bedrijfsspecifieke responscurve (stap 2.b) en de bedrijfsspecifieke mest-N norm (berekening van de mest-N-norm, stap 1.b) wordt berekend hoe hoog de kunstmest-N aanvulling mag zijn, zonder het in stap 2.a berekende generieke bodem-N overschot te overschrijden. Evenals bij stap 2.a wordt ook hier de NH_3 -emissie berekend als afvoerpost op de bodembalans, maar nu voor de bedrijfsspecifieke mest- en kunstmest-N-gift en de bedrijfsspecifieke hoeveelheid weidemest-N (volgens KLW).
- d. **Indien nodig beperken van de mest-N ruimte**
 Als het generieke bodem-N overschot reeds zonder kunstmest-N overschreden wordt, dan wordt de mest-N-gift gekort zodanig dat dit bodem-N overschot alsnog gerealiseerd wordt.
- e. **Inwisselen kunstmest-N en mest-N**
 Als de voorgaande stappen tot een kunstmest-N gift leidt die te laag geacht wordt om de mest-P goed te benutten, dan wordt de mest-N gift verlaagd tot een niveau waarbij wel voldoende kunstmest-N gegeven kan worden, maar opnieuw met inachtneming van het in stap 2.a berekende generieke bodem-N overschot.

Het resultaat is een bedrijfsspecifieke P_2O_5 -norm, een bedrijfsspecifieke dierlijke mest-N norm, een bedrijfsspecifieke kunstmest-N-gift en (werkzame) N-norm (= dierlijke mest-N x wettelijke N-werkingscoëfficiënt + kunstmest-N). Het generieke N-bodemoverschot (toelaatbaar N-bodemoverschot) is gelijk aan het toelaatbaar N-bodemoverschot in de BES-situatie. In Kader 2.1 is een rekenvoorbeeld weergegeven. De in- en uitvoergegevens van de KWL die gebruikt worden bij het berekenen van mest- en kunstmestgiften in de BES zijn weergegeven in Bijlage 2.

Generieke gebruiksnormen:

- Mest-N: 170/230/250
- Kunstmest-N

Bedrijfsspecifieke normen (BES):

- Mest-N (BES)
- Kunstmest-N



Generieke N-afvoer
gras en mais



Bedrijfsspecifieke N-afvoer
gras en mais
(KLW)

Generiek N-bodemoverschot =
(= toelaatbaar overschot)

Toelaatbaar N-bodemoverschot BES

Generiek model

Bedrijfsspecifiek model

Figuur 2.3 Berekening toegestane kunstmest-N-gift in BES.

Kader 2.1 Voorbeeldberekening BES-normen.

In onderstaande tabel is voor twee bedrijfssituaties de BES-rekenwijze geïllustreerd met een getallenvoorbeeld. Het voorbeeld heeft betrekking op een melkveebedrijf op kleigrond met alleen gras dat wordt beweid en een fosfaattoestand 'ruim voldoende'.

In situatie **A** is de onttrekking van N en P₂O₅ hoog. De P₂O₅-onttrekking bedraagt 120 kg/ha. Na correctie voor de P-toestand leidt dit tot een BES-P₂O₅-norm van 115 kg/ha. Dat is 25 kg/ha hoger dan de generieke norm. Vermenigvuldigen van de BES-P₂O₅-norm met de N/P₂O₅-verhouding in de mest (netto-excretie) levert de BES-norm voor dierlijke mest-N op, in dit geval 361 kg/ha. Bij een toelaatbaar N bodemoverschot van 163 kg/ha (N-bodemoverschot bij generieke bemesting en generieke afvoer) mag er nog 217 kg/ha kunstmest-N worden gegeven. Met BES kan er meer werkzame N worden gegeven dan in de generieke situatie. In situatie **B** is de N- en P₂O₅-afvoer beduidend lager dan in situatie A. Dit leidt ertoe dat zowel de BES-P₂O₅-norm als de BES-norm voor dierlijke mest lager zijn dan de generieke normen. Ook de toegestane aanvoer van werkzame N is lager dan die in de generieke situatie.

De bedrijfsspecifieke BES-normen geven voor zowel situatie A en B een gelijk N- en P₂O₅-bodemoverschot. Wanneer er zou worden bemest volgens de generieke normen dan is het N- en P₂O₅-overschot voor situatie A lager en voor situatie B hoger.

Tabel K2.1.1 Voorbeeldberekening BES-norm voor een tweetal bedrijfssituaties op klei met alleen gras die verschillen in N- en P₂O₅-afvoer van het gras (het gras wordt beweid en de fosfaattoestand is ruim voldoende). Rood gedrukte getallen: generieke gebruiksnormen, groen gedrukte getallen: de BES-normen.

	Situatie A	Situatie B
GENERIEK (kg per ha)		
P ₂ O ₅ -gebruiksnorm	90	90
N-gebruiksnorm werkzame N	345	345
Dierlijke mest-N-gebruiksnorm	250	250
Wettelijke N-werkingscoëfficiënt dierlijke mest	0.45	0.45
Kunstmest-N-ruimte	233	233
N-bodemoverschot	163	163
SPECIFIEK (kg per ha)		
KLW-gegevens (gemiddelde voorgaande drie jaren, kg/ha)		
Gebruik dierlijke mest-N (incl. weidemest)	272	272
Hoeveelheid weidemest-N	53	53
Gebruik kunstmest-N	192	192
N-opbrengst gras	400	250
P ₂ O ₅ -opbrengst gras	120	80
BES-gebruiksnorm		
<i>P₂O₅</i>		
P ₂ O ₅ -opbrengst gras volgens KLW	120	80
Correctie o.b.v. fosfaattoestand	5	5
BES dierlijke mest-P ₂ O ₅ -norm	115	75
<i>N</i>		
N/P ₂ O ₅ in mest	3.14	3.14
BES dierlijke mest-N-norm	361	235
Kunstmest-N	217	123
Werkzame N	380	228
EFFECT OP HET BODEMVERSCHOT (kg per ha)		
<i>N</i>		
Zonder BES	95	245
Met BES	163	163
<i>P₂O₅</i>		
Zonder BES	-30	10
Met BES	-5	-5

2.4 Ammoniak

2.4.1 Mitigatie opgave

Omdat BES-bemesting, gebaseerd op de stappen die zijn weergegeven in 2.3.1 en 2.3.2, in de regel tot een vervanging van kunstmest-N door dierlijke mest-N leiden, zullen de verliezen van ammoniak-N bij (kunst)mesttoediening kunnen toenemen. Dat zou neerkomen op afwenteling van het ene milieucompartiment (water) naar het andere (lucht). Om dat te voorkomen moet er een compensatie plaatsvinden van het verschil tussen de ammoniakemissie bij generieke bemesting en de ammoniakemissie bij BES-bemesting. Dit is de ammoniak mitigatie opgave. Hierbij was er een verschil van aanpak tussen de periode 2015-2019 en de periode vanaf 2020.

Aanpak 2015-2019

De mitigatie opgave werd in deze periode bepaald met het WOD-model, het model dat ook ten grondslag ligt aan de berekening van de bemestingsruimte. In het WOD-model is er van uitgegaan dat van de drijfmest 19% van de toegediende ammonium-N als ammoniak vervluchtigt bij toediening op grasland (op veengrond 26%) en 12% bij toediening op bouwland, bij weidemest-N gaat het WOD-model ervan uit dat 2,2% van de totale N vervluchtigt en bij kunstmest-N 2% van de totale N.

Aanpak vanaf 2020

Vanaf 2020 is de mitigatie opgave niet langer bepaald op grond van het verschil tussen de berekende veldemissie van ammoniak bij toepassing van generieke gebruiksnormen en de BES-bemesting, maar is de opgave afgeleid van de gemiddelde ammoniakemissie in 2018 van een verzameling van ± 12.000 commerciële melkveebedrijven als referentie. Bij het vaststellen van de gemiddelde ammoniakemissie werd onderscheid gemaakt naar productie-intensiteit van de bedrijven (kg melk per ha) en werd onderscheid gemaakt tussen bedrijven op klei, veen en zand. Zo heeft elk bedrijf een bedrijfsbenchmark voor ammoniakemissie die afhankelijk is van productie-intensiteit en bodemtype (in Bijlage 3 zijn deze benchmarks meer in detail beschreven).

Deze benchmark is als basis gebruikt voor de mitigatie opgave voor ammoniak. In 2020 was in het project Koeien & Kansen het doel voor ammoniak om de emissie op bedrijfsniveau terug te brengen tot een niveau van 10% onder de bedrijfsbenchmark. In deze opgave zit het effect van de BES-bemesting besloten. Dat wil zeggen dat als een bedrijf door de BES-bemesting een hogere veldemissie van ammoniak heeft doordat meer dierlijke mest-N wordt toegediend, dit noopt tot extra inzet op maatregelen die de ammoniakemissie beperken.

Sinds de wijziging van de bepaling van de mitigatie opgave voor ammoniak in 2020, wordt het verschil tussen de ammoniakemissie bij de BES-bemesting en bij de generieke bemesting nog wel weergegeven, echter niet langer als mitigatie opgave, maar om inzicht te geven in het 'BES-effect'. In Bijlage 4 is voor een voorbeeldbedrijf beschreven hoe de vaststelling van de mitigatie opgave voor ammoniak volgens de aanpak die sinds 2020 wordt toegepast in zijn werk gaat en hoe hierop aangesloten wordt door planning van maatregelen. In Bijlage 5 is een overzicht opgenomen van mitigatie maatregelen die BES-bedrijven in 2020 hebben toegepast.

2.4.2 De Ammoniaktool; basis voor het ammoniakplan

Van 2015 tot en met 2019 kon aan de mitigatie opgave worden voldaan door maatregelen op gebied van voeding, huisvesting, mestopslag of mesttoediening. Van deelnemers werd gevraagd om scherp te sturen op het eiwitgehalte in het rantsoen, zodat de TAN-excretie in mest omlaag gebracht wordt. Daarnaast werd ingezet op het aanwenden van mest in een verdunning van tenminste 1 deel water op 2 delen mest. Dit is verplicht bij gebruik van een sleepvoetbemester, maar werd ook gedaan wanneer bemest werd met de zodenbemester.

Met ingang van 2020 werd gebruik gemaakt van een Ammoniaktool waarmee de maatregelen gericht op verlagen van de ammoniakemissie konden worden gepland zodanig dat aan de mitigatie opgave werd voldaan. De knoppen waaraan kon worden gedraaid zijn:

1. Verdunnen van mest bij aanwending.⁵
2. Jongveebestand.
3. Beweiden.
4. Eiwitgehalte in het rantsoen.
5. RAV-waarde van de stal.
6. Mestplaatsing (hoeveelheid mest aanpassen).

De laatstgenoemde knop is toegevoegd voor situaties waarin niet voldaan kan worden aan de mitigatie opgave met de eerste 5 knoppen. Ammoniak is dat geval bepalend voor de bedrijfsspecifieke mest-N-ruimte.

2.5 Nitraatresidu in stroken

Op vier bedrijven, waarvan twee op klei en twee op zandgrond, is de BES-bemesting en de bemesting conform generieke gebruiksnormen op naast elkaar gelegen stroken in grasland toegepast. In het najaar werd op deze stroken de hoeveelheid nitraatstikstof (Nitraatresidu, NR) aanwezig in de lagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm onder het maaiveld bepaald. NR wordt beschouwd als indicator van de nitraatuitspoeling naar grondwater. Van NR dat in het najaar in de bodem aanwezig is, kan worden aangenomen dat het grotendeels in het najaar en de winter uitspoelt naar het grondwater omdat minerale stikstof mobiel is in de bodem en omdat opname door het gewas na het groeiseizoen beperkt is (Noij & Ten Berge, 2019). De NR bepaling vond plaats in de eerste helft van november. De bemonstering werd uitgevoerd door met een gutsboor een tiental steken te nemen en deze samen te voegen tot een mengmonster. Dit mengmonster werd bewaard en aangeboden aan een lab voor chemische analyse. De werkwijze is uitgevoerd conform de methode zoals beschreven door Noij & Ten Berge, 2019).

2.6 Weersomstandigheden

De resultaten van de BES worden ook beïnvloed door het weer. Groeizaam weer is niet alleen van invloed op de droge stofopbrengst van gewassen, maar bevordert ook de benutting van stikstof. Groeizaam weer wordt gekenmerkt als warm en vochtig en juist niet als koud en droog. Droogte wordt veroorzaakt door een lage neerslaghoeveelheid; zie Tabel 1 in Bijlage 6. Deze tabel geeft de afwijking van de neerslagsom per twee maanden ten opzichte van de normaalwaarde (30-jarig gemiddelde) per jaar en per regio weer. Droogteverschijnselen worden niet alleen beïnvloed door de neerslaghoeveelheid maar ook door de verdamping en de grondwaterstand. Deze effecten worden niet gerepresenteerd door Bijlage 6.

De jaren 2018, 2019 en 2020 waren over het algemeen vrij droog. De droogte werd in het oosten en midden van het land heftiger ervaren dan in het westen. In 2018 en 2019 was met name de zomer droog, terwijl in 2020 met name het voorjaar droger was. In 2018 is door de droogte het grondwaterpeil gedaald en dit is in de winters van 2018/19 en 2019/20 niet aangevuld. Ook hebben veel graszoden in 2018 schade opgelopen door de aanhoudende droogte, ook deze schade is in 2019 en 2020 niet hersteld.

Wanneer water de limiterende factor wordt voor gewasgroei zal ook de onttrekking van stikstof en fosfaat dalen. Dit beïnvloedt de resultaten van de BES-pilot. Naar verwachting zal het N bodemoverschot en het nitraatgehalte in het uitspoelingswater hoger zijn tijdens en na de droge jaren. Omdat de BES-N-norm wordt berekend uit een voortschrijdend 3 jarig gemiddelde van de KringloopWijzer zullen de weersomstandigheden ook een effect hebben op bemestingsnormen in de toekomst. Hoe beter een melkveehouder weet in te spelen op de weersomstandigheden, en hoe efficiënter meststoffen benut worden, hoe lager het effect van de weersomstandigheden op de bemestingsnorm. Een voorbeeld hiervan is een verlaagde N-bemesting op grasland bij droogte.

⁵ Hierbij zijn aannames gedaan over het effect van verdunnen die niet bevestigd zijn uit veldonderzoek. Mogelijk zal dit verondersteld effect bij gebruik van de zodenbemester vervallen.

2.7 Gegevens

De in dit rapport gepresenteerde gegevens zijn op verschillende manieren verkregen (Tabel 2.3). De meeste landbouwkundige resultaten, de aanvoer van effectieve organische stof (EOS) en de NH₃-emissie zijn bepaald met de KringloopWijzer (Van Dijk et al., 2021). Gegevens met betrekking tot de bodemvruchtbaarheid zijn afkomstig van bodembemonstering op bedrijven. De nitraatconcentratie in het drain/grondwater is bepaald door het RIVM volgens het LMM-protocol (De Goffau et al., 2012).

Tabel 2.3 Overzicht van herkomst van resultaten gepresenteerd in dit rapport; bedrijfsniveau.

Kenmerk	Voor	Eenheid	Bron
<i>Aan- en afvoer bodem</i>			
Aanvoer kunstmest	N	Kg per ha	KLW
Aanvoer dierlijke mest	N, P ₂ O ₅	Kg per ha	KLW
Totale aanvoer ¹	N, P ₂ O ₅	Kg per ha	KLW
Afvoer geoogst gewas	DS, N, P ₂ O ₅	Kg per ha	KLW
Overschot bodembalans	N, P ₂ O ₅	Kg per ha	KLW
<i>Bodemvruchtbaarheid</i>			
Fosfaattoestand	P-AL	mg P ₂ O ₅ /100 g droge grond	Eurofins
OS-gehalte		%	Eurofins
Aanvoer EOS ² naar de bodem	EOS	Kg per ha	KLW
<i>Waterkwaliteit</i>			
Concentratie in drainwater	Nitraat	Mg per liter	LMM/RIVM
Concentratie in grondwater	Nitraat	Mg per liter	LMM/RIVM
<i>Gasvormige verliezen</i>			
Ammoniakemissie	NH ₃	Kg per ha	KLW

1 naast dierlijke mest en kunstmest, depositie, netto mineralisatie en biologische N-binding;

2 EOS = effectieve organische stof.

De gegevens met betrekking tot bodemvruchtbaarheid zijn verkregen door bodembemonstering in Koeien & Kansen. Bemonstering van de chemische bodemvruchtbaarheid vindt op de meeste bedrijven eens in de vier jaar plaats en in een enkel geval eens in de drie jaar om goed aan te sluiten op het vruchtwisselingschema. De monsters zijn geanalyseerd door Eurofins. Alleen analyses van graslandpercelen zijn meegenomen (zie Paragraaf 2.8.4 voor meer toelichting). Per perceel is een mengmonster samen te stellen bestaande uit 40 stekers per te bemonsteren perceel op een diepte van 10 cm.

In het landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) monitort het RIVM de waterkwaliteit en WUR selecteert bedrijven en verzamelt gegevens over de landbouwpraktijk. Het landbouwbedrijf is de eenheid waarvoor informatie verzameld wordt (de bemonsteringseenheid). De bemonsteringsstrategie is erop gericht altijd het meest recente water te bemonsteren dat uitspoelt uit de wortelzone. Daarnaast wordt ook het oppervlaktewater (greppels/sloten) bemonsterd als dit aanwezig is. Het water dat uitspoelt uit de wortelzone wordt bemonsterd via:

- de bovenste meter van het grondwater en/of,
- het bodemvocht (bij een grondwaterspiegel dieper dan 5 meter onder maaiveld) en/of,
- het drainwater.

2.8 Analyse

2.8.1 Basisbedrijven en verbredingsbedrijven

In de beschrijving van deze analyse is een onderscheid gemaakt tussen bedrijven die al vóór 2017 bij de BES waren aangesloten en bedrijven die daarna zijn aangesloten. Deze groepen bedrijven zijn aangeduid als, respectievelijk, basisbedrijven en verbredingsbedrijven (zie Tabel 2.4). De resultaten van de BES zijn voor de basisbedrijven per afzonderlijk bedrijf beschreven, de resultaten van de verbredingsbedrijven zijn bij de analyse geclusterd.

2.8.2 Effecten opgenomen in de analyse

Tabel 2.4 Indeling van de BES-bedrijven.

Basisbedrijven	Verbredingsbedrijven
Baltus	Schothorst
Dekker	Barink
Hagoort	Dubbink
Houbraken	Hoogendijk
Van Wijk	Buijs
Koopman	De Vries
	Kuks
	Pijnenborg
	Post
	Stevens
	Van de Heijning
	Van Erp
	Van Hoven
	Levers
	Schouten
	Zijderveld

De analyse is hoofdzakelijk gericht op:

1. De bedrijfsspecifieke bemestingsruimte (N en P₂O₅ met dierlijke mest en kunstmest-N en de hiermee corresponderende niveaus van werkzame N); analyse van de ontwikkeling in de tijd en vergelijking met generieke normen;
2. De gerealiseerde bemesting op bedrijfsniveau (N en P₂O₅ met dierlijke mest en kunstmest-N); vergelijking met de BES-bemestingsruimte;
3. De bemesting van gras en maïs (N en P₂O₅) en de opbrengsten van deze gewassen (droge stof, N en P₂O₅); analyse van de ontwikkeling in de tijd en vergelijking van de resultaten bij generieke bemesting (pre-BES) met die bij BES-bemesting en vergelijking met benchmarks;
4. Het overschot op de bodembalans op bedrijfsniveau (N en P₂O₅); analyse van de ontwikkeling in de tijd, vergelijking van de resultaten bij generieke bemesting (pre-BES) met die bij BES-bemesting en vergelijking met benchmarks; vergelijking van de gerealiseerde overschotten met de toelaatbare overschotten;
5. NH₃-emissie op bedrijfsniveau; analyse van de ontwikkeling in de tijd en vergelijking met doelen die per bedrijf zijn bepaald voor NH₃-emissie;
6. Concentraties van nitraat in grond- en oppervlaktewater; analyse in de tijd en vergelijking met benchmarks.

Bij de beoordeling van de BES-bemesting is op de BES-bedrijven, behoudens de bedrijven waarop op enkele percelen stroken volgens de BES-normen zijn bemest (zie Paragraaf 2.5), geen directe vergelijking mogelijk met de generieke bemesting, omdat de generieke bemesting nu eenmaal niet is uitgevoerd. In de analyse hebben we daarom een vergelijking gemaakt tussen de pre-BES-periode en de BES-periode. Nadeel hiervan is dat dit verstrengeld is met jaareffecten. Daarom hebben we ook een vergelijking gemaakt met een benchmarkgroep van vergelijkbare bedrijven. Dit wordt hieronder toegelicht.

Een verdere kanttekening is dat de realisatie van de bemesting voor alle jaren (pre-BES- en BES-jaren) is uitgevoerd met de 2020 versie van de KLW. Het blijkt dat door verandering van de rekenwijze van de excretie in de loop der jaren, er vooral in de pre-BES-periode sprake was van een relatief groot verschil tussen de berekende N-excretie en daarmee in de hoeveelheid geplaatste N conform KLW 2020 en de waarden berekend met de KLW uit het betreffende jaar. Dat leidt er toe dat er volgens de KLW-2020-berekening, met name in de pre-BES-periode, meer N is aangevoerd dan volgens de gebruiksnormen mogelijk zou zijn. Het betekent ook dat het verschil in dierlijke mest-N-aanvoer tussen pre-BES en BES geringer dan op basis van het verschil tussen de BES-norm en de generieke norm voor mest-N zou worden verwacht.

2.8.3 Vergelijking met benchmarks door middel van ranking

Bij de analyse van de gewasbemesting, gewasopbrengsten, bedrijfsoverschotten en waterkwaliteit zijn de resultaten van de BES-bedrijven vergeleken met benchmarks die zijn afgeleid voor groepen van zoveel mogelijk representatieve bedrijven. De groepen van representatieve bedrijven zijn geselecteerd op grond van een overeenkomend bodemtype. Deze vergelijking is uitgevoerd om effecten van de BES-bemesting van onder andere weerjaareffecten te kunnen onderscheiden. Deze aanpak berust op de veronderstelling dat de benchmark een vergelijkbare reactie op weerjaren vertoont als het BES-bedrijf waar de analyse op gericht is. Hierdoor zou in meer of mindere mate een correctie kunnen plaatsvinden voor weerjaareffecten.

Bij vergelijking met de benchmark analyseren we per parameter de ontwikkeling in de tijd van het verschil tussen het resultaat van het BES-bedrijf met het gemiddelde van de benchmarkbedrijven. Er is ook een analyse uitgevoerd van de ontwikkeling van de ranking van kenmerken van BES-bedrijven ten opzichte van de benchmarkbedrijven. Deze techniek werkt als volgt. Elk kenmerk van de groep van benchmarkbedrijven heeft een zekere verdeling rond het gemiddelde met een laagste waarde waaronder geen bedrijven voorkomen (het 0% percentiel), een waarde waaronder de laagste 10% bedrijven voorkomen (het 10% percentiel) enzovoorts. Een BES-bedrijf heeft een bepaalde positie in deze spreiding die uitgedrukt kan worden in een ranking. Bij een ranking lager dan 0,5 heeft het kenmerk van het BES-bedrijf een relatief lage waarde (bevindt zich onder de mediaan van de benchmarkgroep), bij een ranking hoger dan 0,5 heeft het kenmerk van het BES-bedrijf een relatief hoge waarde (bevindt zich boven de mediaan van de benchmarkgroep) en bij een waarde van 0,5 zit het BES-bedrijf daartussenin (en bevindt zich rond de mediaan van de benchmarkgroep). Het verloop van de ranking over de tijd is opgenomen bij de analyse om de vergelijking met benchmarkbedrijven te verfijnen.

Tabel 2.5 geeft een overzicht van de indeling en het aantal bedrijven in de benchmarks waarop de ranking is gebaseerd.

Tabel 2.5 Overzicht van de indeling en het aantal bedrijven in de benchmarks.

Grondsoort	BIN ¹	RIVM ²
Klei	67	65
Löss		22
Zand droog	56	
Zand nat	79	
Zand 230 ³		98
Zand 250 ⁴		53
Veen	39	55

¹ Data van bemesting, gewasopbrengsten en bodemoverschotten over de periode 2010-2020. Bron: Bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research (BIN).

² Data van de kwaliteit van het water dat uitspoelt uit de wortelzone (grondwater en drainwater) op melkveebedrijven over de periode 2006-2020. Bron: RIVM, <https://imm.rivm.nl/Tabel/2020/Nitraat>

³ Bedrijven in de Zandregio liggend met een gebruiksnorm dierlijke mest van 230 kg N/ha.

⁴ Bedrijven in de Zandregio liggend met een gebruiksnorm dierlijke mest van 250 kg N/ha.

2.8.4 Bodemvruchtbaarheid

Voor de analyse van de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid werden het P-AL getal en het organisch stofgehalte in de bodem als indicatoren gebruikt. De ontwikkeling werd geanalyseerd voor graspercelen en percelen in vruchtwisseling met gras omdat de extra BES-bemesting (bovenop wat generiek is toegestaan) in het bijzonder op graspercelen wordt toegepast.

De analyse is gericht op veranderingen in de tijd en vergt daarom metingen van percelen over een lange periode. Voor de analyse zijn daarom geschikte graspercelen geselecteerd op de zes Koeien & Kansen-bedrijven die al langer bij de BES betrokken zijn (basisbedrijven).

Tabel 2.6 Begrippen uit dit hoofdstuk die voorkomen in de begrippenlijst in Bijlage 1.

Bedrijfsspecifieke responscurve
Benchmark
BES-norm
Bodemoverschot
Bodemvruchtbaarheid
Drainwater
EOS
Evenwichtsbemesting
Mitigatie opgave
Netto-N-excretie
Nitraatresidu
Ontheffing
OS-gehalte
P-AL
Ranking
RAV-waarde
Sleepvoetbemester
Toelaatbaar overschot
Vruchtwisseling
WOD-model
Zodenbemester

3 Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de BES gepresenteerd. Paragraaf 3.1 geeft een overzicht van resultaten voor de basisbedrijven en paragraaf 3.2 een overzicht van resultaten voor de verbredingsbedrijven. De resultaten van het aanvullende gewas- en bodemonderzoek in stroken (NR bepaling bij BES- en generieke bemesting) zijn opgenomen in Paragraaf 3.3 en de resultaten met betrekking tot de ontwikkeling van de bodemvruchtbaarheid zijn beschreven in Paragraaf 3.4. In hoofdstuk 4 vindt een overall analyse plaats over de bedrijven heen.

3.1 Basisbedrijven

3.1.1 Baltus

Bedrijfskenmerken

Bedrijf Baltus is gelegen in de kop van Noord-Holland in Middenmeer op lichte zeekleigrond, in een gebied met melkveehouderij en akkerbouw. Het bedrijf werkt intensief samen met een akkerbouwer en jaarlijks verhuurt hij ongeveer een derde van zijn areaal (roulerend) aan een akkerbouwer voor de teelt van aardappelen. Er wordt geen gras of maïs geteeld op de grond van de akkerbouwer (geen grondruil). In het teeltplan worden vruchtwisselingen volgens twee schema's uitgevoerd, te weten: I) gras – maïs - aardappel en II) gras - gras - aardappel. Elk vruchtwisselingsschema is gebaseerd op een 3 jarige cyclus (Verloop et al., 2020). Enkele bedrijfskenmerken (situatie 2020):

- Totaal areaal (zonder verhuur) 44,6 ha, waarvan 35,9 ha productiegasland en 8,7 ha maïsland. Het aandeel grasland was 80%.
- Bijna alle grasland is tijdelijk grasland (1- en 2-jarig); 1,1 ha is blijvend grasland.
- De melkproductie per ha bedroeg 27.400 kg en de melkproductie per koe 10.440 kg.
- De koeien en het jongvee staan jaarrond op stal.
- Vanaf 2015 doet Baltus mee met de BES.

Bemesting: BES-normen en realisatie op bedrijfsniveau

Tabel 3.1 geeft een overzicht van bemestingsnormen in BES vergeleken met de generieke normen.

Tabel 3.1 De jaarlijkse toegestane hoeveelheid N en P₂O₅ met dierlijke mest en kunstmest op bedrijfsniveau (kg per ha) volgens de generieke norm (Gen) en de norm conform BES bij maximaal gebruik van dierlijke mest op bedrijf Baltus.

Jaar	Dierlijke mest				Kunstmest		Totaal		Werkzaam ¹	
	N		P ₂ O ₅		N		N		N	
	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES
2015	250	320	76	110	212	185	462	505	362	377
2016	250	352	80	136	242	174	492	526	392	385
2017	250	348	80	132	244	156	494	504	394	365
2018	250	330	79	124	243	178	493	508	393	376
2019	250	341	80	118	252	181	502	522	402	386
2020	250	365	79	123	214	156	464	521	364	375
Gem	250	343	79	124	235	172	485	514	385	377

¹ De hoeveelheid werkzame N is berekend als het dierlijke mest-N gebruik × 0,6 (wc dierlijke mest) + het kunstmest-N gebruik × 1 (wc kunstmest); wc = werkingscoëfficiënt.

In alle jaren was de maximale N- en P₂O₅-BES-norm voor dierlijke mest hoger dan generiek (Tabel 3.1). De BES-norm voor P₂O₅ was gemiddeld 45 kg/ha hoger dan de generieke norm. Gemiddeld over de jaren bedroeg de BES-norm voor dierlijke mest-N 343 kg per ha, waarmee 93 kg N per ha meer kon worden toegediend dan volgens de generieke norm. De N-BES-norm voor kunstmest was in alle jaren lager dan generiek, gemiddeld was deze 63 kg N per ha lager dan de generieke norm. In alle 6 BES-jaren was de totale aanvoer van N hoger dan generiek, voor N-werkzaam was dat in 2 van de 6 jaren het geval. Gemiddeld werd in de BES met dierlijke mest en kunstmest 29 kg N per ha meer aangevoerd dan bij de generieke norm, terwijl de hoeveelheid werkzame N 8 kg/ha lager was.

Gemiddeld over de BES-jaren is met dierlijke mest 61 kg N per ha en 28 kg P₂O₅ per ha minder gebruikt dan de BES-max norm (Tabel 3.2). Alleen in 2015 was de aanvoer van P₂O₅ gelijk aan de BES-max norm terwijl het dierlijke mest-N gebruik 45 kg/ha lager was dan de BES-max norm. Dit is een gevolg van een

veel lagere N/P₂O₅ verhouding in de mest dan waarmee werd gerekend in de afleiding van de BES-norm. In de andere jaren was de werkelijke N/P₂O₅ verhouding in de mest hoger dan die gebruikt in de BES-prognose. Met kunstmest is er gemiddeld 32 kg N/ha minder gebruikt dan de norm. Dit komt, doordat er bij Baltus sprake is van voor- en nateelten. In het generieke gebruiksnormenstelsel is een toeslag opgenomen voor de teelt van gras die voorafgaat aan maïs en op gras dat wordt geteeld na aardappelen. Bij de bepaling van de BES-norm is daarmee rekening gehouden, terwijl deze toeslag in de uitvoering van de bemesting vaak niet is gebruikt. In 1 van de 6 jaren was de werkelijke kunstmestgift echter hoger dan de BES-norm.

Tabel 3.2 De gerealiseerde N- en P₂O₅-bemesting met dierlijke mest en kunstmest (gebruik; kg per ha) en de N/P₂O₅-verhouding in de mest (volgens netto-excretie KringloopWijzer) op bedrijf Baltus en het verschil met de BES-norm (BES).

Jaar	Dierlijke mest						Kunstmest					
	N			P ₂ O ₅			N/P ₂ O ₅			N		
	BES	Gebruik	Verschil	BES	Gebruik	Verschil	BES	Gebruik	BES ¹	Gebruik	Verschil	
2015	320	275	-45	110	113	3	2.9	2.4	230	215	-15	
2016	352	277	-75	136	101	-35	2.6	2.7	249	183	-66	
2017	348	279	-69	132	97	-35	2.6	2.9	225	243	18	
2018	330	273	-57	124	85	-39	2.7	3.2	235	199	-36	
2019	341	282	-59	118	86	-32	2.9	3.3	240	179	-61	
2020	365	306	-59	123	94	-29	3.0	3.2	214	183	-31	
Gem	343	282	-61	124	96	-28	2.8	3.0	232	200	-32	

¹ N-norm bij gerealiseerde drijfmest-N-gift, op basis van jaar-specifieke inwisselkoersen tussen N uit drijfmest en N uit kunstmest.

Bemesting en opbrengsten per gewas

In deze paragraaf worden de bemesting en opbrengsten per gewas in de BES-periode vergeleken met de jaren daaraan voorafgaand (pre-BES) en met een benchmark. Tabel 3.3 geeft een overzicht van grasland en Tabel 3.4 van maïsland.

Vergeleken met de pre-BES-periode (2010 t/m 2014) heeft Baltus in de BES-jaren gemiddeld meer dierlijke mest-N (36 kg/ha) en minder kunstmest-N (75 kg/ha) toegediend op grasland (Tabel 3.3). De N- en P₂O₅-opbrengst van het gras waren in de BES-jaren iets lager dan daarvoor, terwijl de drogestofopbrengst vergelijkbaar was.

Tabel 3.3 Bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van grasland op bedrijf Baltus.

Jaar	BES ¹	Bemesting			Opbrengst		
		N-dierlijk ²	N-kunstmest	P ₂ O ₅ ²	Droge stof	N	P ₂ O ₅
2010	0	307	268	109	20590	452	172
2011	0	370	312	134	18272	381	139
2012	0	307	321	103	16894	351	140
2013	0	262	298	93	18324	389	140
2014	0	281	335	102	18914	413	176
2015	1	328	254	134	19539	370	149
2016	1	336	213	123	17884	319	126
2017	1	337	280	119	20646	425	150
2018	1	329	227	104	14714	356	119
2019	1	342	204	106	21623	494	163
2020	1	377	212	117	17312	386	111
Pre-BES		305	307	108	18599	397	153
BES		342	232	117	18620	392	136
Verschil		36	-75	9	21	-6	-17

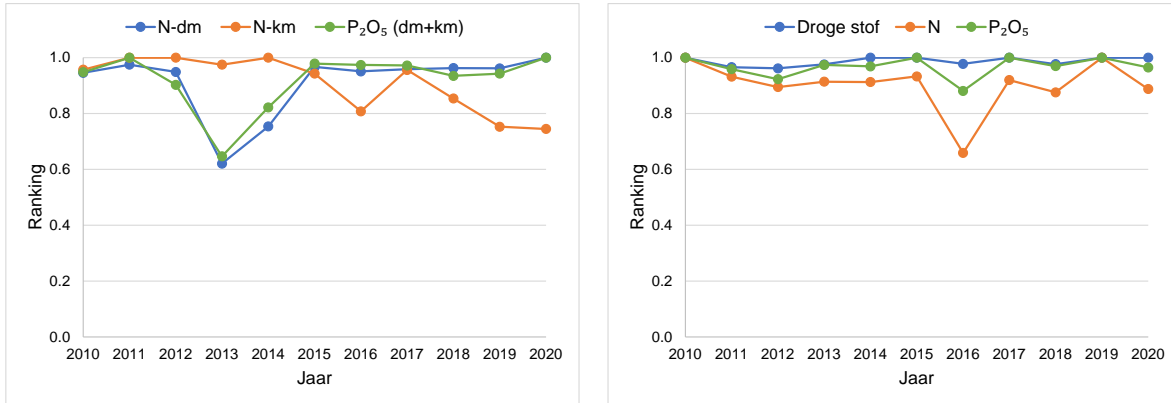
¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES-jaar;² De dierlijke bemesting is inclusief voerresten en strooisel.

Op maïsland (Tabel 3.4) was de gemiddelde dierlijke mest-N aanvoer in de BES-periode lager dan in de periode daarvoor. De kunstmestgift was iets hoger. De drogestof- en N-opbrengst van de maïs was in de BES-periode hoger dan in pre-BES-periode.

Tabel 3.4 Bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van maïsland op bedrijf Baltus.

Jaar	BES ¹	Bemesting			Opbrengst		
		N-dierlijk ²	N-kunstmest	P ₂ O ₅ -dierlijk ²	Droge stof	N	P ₂ O ₅
2010	0	232	129	100	13,868	181	76
2011	0	119	37	59	14,816	172	85
2012	0	184	32	73	15,134	158	87
2013	0	230	34	94	13,475	144	71
2014	0	169	56	84	19,621	207	104
2015	1	180	53	75	15,336	161	82
2016	1	139	50	52	14,242	135	85
2017	1	138	70	48	15,957	163	74
2018	1	155	79	48	21,436	210	94
2019	1	156	66	47	20,931	247	97
2020	1	157	66	48	20,073	199	84
Pre-BES		187	58	82	15383	172	85
BES		154	64	53	17996	186	86
Verschil		-33	6	-29	2613	13	1

¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES-jaar;² De dierlijke bemesting is inclusief voerresten en strooisel.

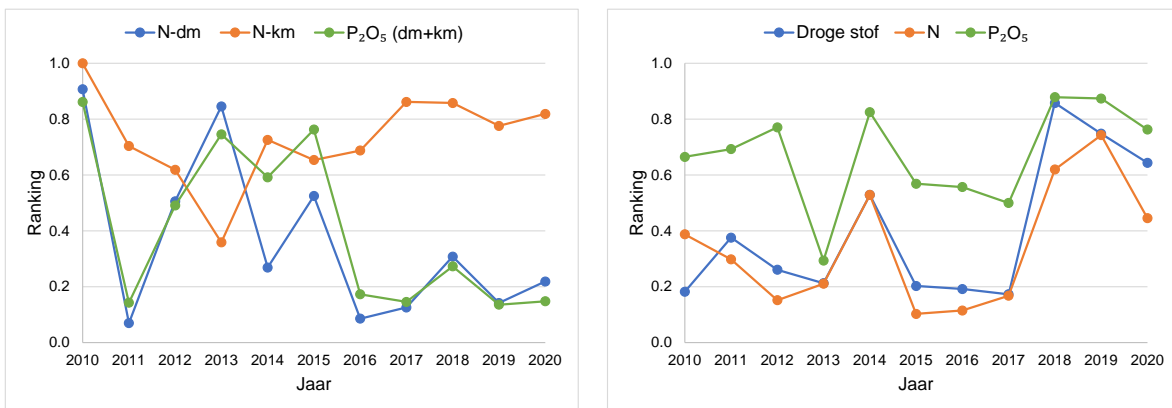


Figuur 3.1 De rangorde van de bemesting (links) en de opbrengsten (rechts) van grasland op bedrijf Baltus ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN, 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2015-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

Kader 3.1 Ranking van resultaten.

Figuur 3.1 geeft de bemesting en opbrengsten van het grasland op het bedrijf Baltus vergeleken met de benchmark bedrijven. Hierbij is gebruik gemaakt van een rangorde (ranking) die de plaats aangeeft van het specifieke BES-bedrijf in de benchmarkgroep. De betekenis van een ranking van 1 is dat de waarde op het bedrijf Baltus hoger is dan de hoogst voorkomend waarde van de groep benchmark-bedrijven; een ranking van 0 betekent dat de waarde op het bedrijf Baltus lager is dan de laagst voorkomende waarde in de benchmarkgroep. Bij een relatieve rangorde rond 0,5 is de waarde van bedrijf Baltus ongeveer gelijk aan de mediaan van de benchmarkgroep. Deze toelichting is ook van toepassing op alle andere figuren in dit hoofdstuk waarbij resultaten van BES-bedrijven worden vergeleken met benchmarkbedrijven. Deze vergelijking wordt behalve voor bemesting en opbrengsten van gras, ook gemaakt voor bemesting en opbrengsten van maïslaan, het bodemoverschot van N en P₂O₅ en de nitraatconcentratie in grond- en of drainwater. De afleiding van de benchmarkwaarden is verder toegelicht in Hoofdstuk 2.8.3.

Over het algemeen is de bemesting op grasland op bedrijf Baltus hoger dan het gemiddelde van de benchmark (Figuur 3.1). Zowel in de pre-BES-periode als in de BES-jaren hoort Baltus bij de 50% bedrijven met een hogere bemesting dan gemiddeld in de benchmark (ranking > 0.5). In de BES-jaren bleef de dierlijke mestgift (N en P₂O₅) vergeleken met de benchmark hoog (ranking > 0.9), terwijl de ranking van N-kunstmest vanaf 2018 is gedaald. Ook met de opbrengsten van gras (droge stof, N, en P₂O₅) hoort Baltus bij de 50% hoogste bedrijven (ranking > 0.5). Er is geen structureel verschil waargenomen in de ranking tussen de pre-BES-periode en de BES-jaren.



Figuur 3.2 De rangorde van de bemesting (links) en de opbrengsten (rechts) van maïsland op bedrijf Baltus ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN, 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2015-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

Het verloop van de ranking van de bemesting van maïsland op bedrijf Baltus is onregelmatig (Figuur 3.2). De ranking varieert van 0,1 tot 1. De ranking van de gift met dierlijke mest op maïsland (N en P₂O₅) is vanaf 2016 laag (<0,3), terwijl die van kunstmest-N vrij hoog is (> 0,7). Ook bij de opbrengsten (droge stof, N, en P₂O₅) is het verloop van de ranking zeer onregelmatig en is er geen tendens te herkennen. Over het algemeen is de ranking van de P₂O₅-opbrengst hoger dan die van de drogestof- en N-opbrengst al is het verschil in ranking in de BES-jaren afgenomen.

N en P₂O₅-bodemoverschot

Tabel 3.5 geeft een overzicht van de gerealiseerde N- en P₂O₅-bodemoverschotten op bedrijf Baltus. Het betreft hier de bodemoverschotten op bedrijfsniveau. Tevens zijn de toelaatbare overschotten weergegeven (voor de definitie van dit begrip wordt verwezen naar Hoofdstuk 2.3). De toelaatbare overschotten zijn alleen bepaald voor de BES-jaren en daardoor is een vergelijking met de gerealiseerde overschotten alleen mogelijk voor deze jaren.

Tabel 3.5 Toelaatbaar en gerealiseerd N en P₂O₅-bodemoverschot (kg per ha) op bedrijf Baltus.

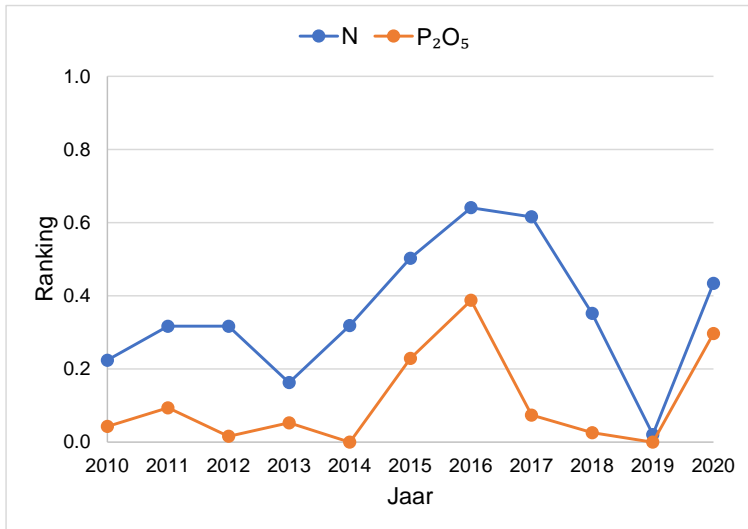
Jaar	BES ¹	Toelaatbaar ²		Gerealiseerd	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
2010	0	-	-	123	-38
2011	0	-	-	138	-22
2012	0	-	-	140	-41
2013	0	-	-	141	-26
2014	0	-	-	148	-63
2015	1	133	-8	174	-13
2016	1	153	-4	186	-8
2017	1	152	-4	184	-30
2018	1	158	-5	161	-21
2019	1	158	-5	32	-56
2020	1	132	-5	153	-2
Pre-BES		-	-	138	-38
BES		148	-5	148	-22
Verskil				10	16

¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES-jaar;

² niet bepaald in 2010-2014.

Gemiddeld over de BES-jaren was het gerealiseerde N-bodemoverschot gelijk aan het toelaatbare N-bodemoverschot (148 kg/ha; Tabel 3.5). Dit komt vooral door het extreem lage gerealiseerde N-bodemoverschot in 2019. In alle andere BES-jaren was het gerealiseerde N-bodemoverschot tussen de 3 en 30 kg/ha hoger dan het toelaatbare N-bodemoverschot. Vergeleken met het toelaatbare P₂O₅-overschot is het gerealiseerde overschot in de BES-periode gemiddeld 17 kg/ha lager.

Vergeleken met de pre-BES-periode (2010 t/m 2014) is het N-bodemoverschot bij Baltus in de BES-jaren met gemiddeld 10 kg/ha toegenomen. Het P₂O₅-overschot is in de BES-periode 16 kg P₂O₅ per ha minder negatief geworden. Opvallend is het lage N-bodemoverschot in 2019 (32 kg per ha). Dit is vooral het gevolg van een hoge -N--opbrengst van zowel het gras als de maïs in dat jaar. (Tabel 3.3 en 3.4).

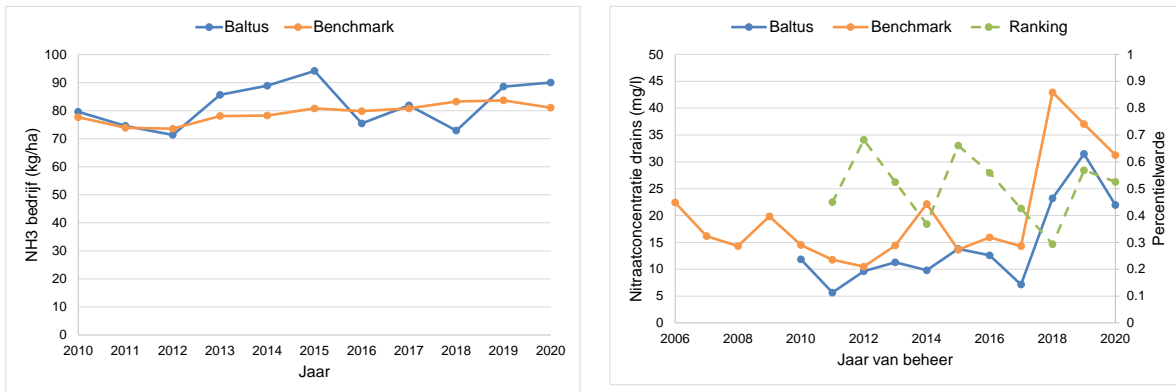


Figuur 3.3 De rangorde van het bodemoverschot (N en P₂O₅) op bedrijf Baltus ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2015-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

Het verloop van de ranking van het bodemoverschot (N en P₂O₅) op bedrijf Baltus is onregelmatig en hoort over het algemeen bij de 50% bedrijven met een lager bodemoverschot dan gemiddeld (Figuur 3.3). Er is geen structureel verschil waargenomen in de ranking in tussen de pre-BES-periode en de BES-jaren.

NH₃-emissie en waterkwaliteit

De NH₃-emissie en waterkwaliteit op bedrijfsniveau worden weergegeven en vergeleken met een benchmark (zie Kader 3.1 voor een toelichting over de benchmark voor nitraat en zie Kader 3.2 voor een toelichting over de NH₃-emissie benchmark). Figuur 3.4 geeft het resultaat per jaar voor bedrijf Baltus. Op bedrijf Baltus is de waterkwaliteit gemeten in het drainwater. In Verloop et al. (2020) is een uitgebreide analyse verricht van de waterkwaliteit bij Baltus. In dit onderzoek beperken we ons tot het verloop van de waterkwaliteit tussen pre-BES-periode en de BES-jaren.



Figuur 3.4 Links: De NH₃-emissie en de NH₃-benchmark emissie (toelichting in kader 3.2; kg/ha); rechts: de nitraatconcentratie in drainwater (mg/l), oranje: de gemeten waarde op het bedrijf en groen: de rangorde ten opzichte van benchmark bedrijven uit het LMM (bron: Imm.rivm, 2022 ; toelichting zie kader 3.1); weergegeven voor bedrijf Baltus, 2010-2020 (BES-jaren: 2015-2020).

Kader 3.2 NH₃-benchmark emissie

De NH₃-benchmark emissie in Figuur 3.4 geeft de gemiddelde NH₃-emissie weer voor bedrijven met dezelfde productie-intensiteit op hetzelfde bodemtype als, in dit geval, het bedrijf Baltus. De benchmark is gebaseerd op een CDKLW dataset uit 2018 (zie ook hoofdstuk 2.#). Voor de overige jaren is de benchmark aangepast aan de in die jaren gerealiseerde productie-intensiteit van het BES-bedrijf. Een verandering van de NH₃-benchmark in de tijd hangt dus samen met een verandering van de productie-intensiteit. Een verandering van de gerealiseerde NH₃-emissie die volledig gelijke tred houdt met die van de NH₃-benchmark is te interpreteren als een verandering die waarschijnlijk vooral toegeschreven moet worden aan de verandering van de productie-intensiteit. Deze benadering is toegepast op alle figuren in dit hoofdstuk met betrekking tot de NH₃-emissie.

De NH₃-emissie nam in de periode voorafgaand aan de BES (2012 t/m 2015) toe en daalde in de jaren daarna weer naar het niveau in 2010 (Figuur 3.4). In 2019 en 2020 was de NH₃-emissies weer hoger. Afgezien van de periode 2012-2015 fluctueert de NH₃-emissie in de loop der jaren rond de benchmark; in de BES-periode is er geen aanwijzing van een toenemende afwijking van de NH₃-emissie ten opzichte van de benchmark.

Het verloop van de nitraatconcentratie in het drainwater bij Baltus is vergelijkbaar met de trend in de benchmark met dit verschil dat de nitraatconcentraties bij Baltus lager zijn. Er lijkt geen sprake te zijn van een duidelijke verandering vanaf de start van de BES-periode. Later in de BES-periode, vanaf 2018, wordt bij Baltus wel een toename van de nitraatconcentratie in drainwater waargenomen, maar die doet zich ook voor bij de benchmark. Er is geen structureel verschil waargenomen in de ranking met betrekking tot de nitraatconcentratie tussen de pre-BES-periode en de BES-jaren.

3.1.2 Dekker**Bedrijfskenmerken**

Bedrijf Dekker is gelegen in de Flevopolder in Zeewolde op zeekleigrond. Een gebied met melkveehouderij en akkerbouw. Sinds 2014 verhuurt het bedrijf jaarlijks ongeveer 15% van het areaal voor de teelt van tulpen en is de rest in gebruik als grasland. Maïs wordt niet op eigen grond geteeld maar aangekocht. Door het rouleren van de tulpen over het bedrijf wordt jaarlijks een stuk grasland vernieuwd. Na de tulpenoogst wordt in de zomer weer gras ingezaaid waarvan in het najaar al gras geoogst wordt. Na 6-7 jaar grasland is er één jaar tulpen en daarna weer grasland. Enkele bedrijfskenmerken (situatie 2020):

- Totaal areaal (zonder verhuur) was 40 ha productiegrasland.
- De melkproductie per ha bedroeg 43.750 kg en de melkproductie per koe 9.100 kg.
- De koeien lopen gedurende 130 dagen buiten en het jongvee staat jaarrond op stal.
- Vanaf 2015 doet Dekker mee met de BES.

Bemesting: BES-normen en realisatie op bedrijfsniveau

Tabel 3.6 geeft een overzicht van bemestingsnormen in BES vergeleken met de generieke normen.

Tabel 3.6 De jaarlijkse toegestane hoeveelheid N en P₂O₅ met dierlijke mest en kunstmest op bedrijfsniveau (kg per ha) volgens de generieke norm (Gen) en de norm conform BES bij maximaal gebruik van dierlijke mest (BES) op bedrijf Dekker.

Jaar	Dierlijke mest				Kunstmest		Totaal		Werkzaam ¹	
	N		P ₂ O ₅		N		N		N	
	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES
2015	250	350	91	136	233	167	483	517	346	325
2016	250	379	90	141	247	196	497	575	360	367
2017	250	485	90	154	246	87	496	572	359	305
2018	250	442	90	136	247	92	497	534	360	291
2019	250	432	90	127	247	148	497	580	360	342
2020	250	357	90	114	245	246	495	603	358	407
Gem	250	408	90	135	244	156	494	564	357	340

¹ De hoeveelheid werkzame N is berekend als het dierlijke mest gebruik × 0,6 (wc dierlijke mest) + het kunstmest-N gebruik × 1 (wc kunstmest); wc = werkingscoëfficiënt..

In alle BES-jaren was de maximale N- en P_2O_5 -norm voor dierlijke mest hoger dan generiek (Tabel 3.6). Met de BES-norm kon gemiddeld 45 kg P_2O_5 per ha meer worden toegediend dan volgens de generieke norm. Deze hoge P_2O_5 -norm is een gevolg van de hoge grasopbrengst en het feit dat het gehele bedrijf in grasland ligt. Hierdoor is ook de N-norm dierlijke mest hoog. Gemiddeld over de jaren bedroeg deze 408 kg N per ha, waardoor 158 kg N per ha meer kon worden toegediend dan volgens de generieke norm. De BES-norm voor kunstmest-N was in bijna alle jaren lager dan generiek, gemiddeld was deze 88 kg N per ha lager dan de generieke norm. In alle BES-jaren was de totale aanvoer van N-totaal hoger dan generiek, voor N-werkzaam was dat in 2 van de 6 jaren het geval. Gemiddeld kon er in de BES met dierlijke mest en kunstmest samen 70 kg N per ha meer aangevoerd worden dan bij de generieke norm, terwijl de hoeveelheid werkzame N in de BES 17 kg per ha lager was dan generiek.

Tabel 3.7 De gerealiseerde N- en P_2O_5 -bemesting met dierlijke mest en kunstmest (gebruik; kg per ha) en de N/ P_2O_5 -verhouding in de mest (volgens netto-excretie Kringloopwijzer) op bedrijf Dekker en het verschil met de BES-norm (BES).

Jaar	Dierlijke mest						Kunstmest					
	N			P_2O_5			N/ P_2O_5			N		
	BES	Gebruik	Verschil	BES	Gebruik	Verschil	BES	Gebruik	BES ¹	Gebruik	Verschil	
2015	350	372	22	136	132	-4	2.6	2.8	146	167	21	
2016	379	418	39	141	116	-25	2.7	3.6	159	190	31	
2017	485	322	-163	154	88	-66	3.1	3.7	244	238	-6	
2018	442	248	-194	136	80	-56	3.3	3.1	281	158	-123	
2019	432	283	-149	127	80	-47	3.4	3.5	291	181	-110	
2020	357	366	9	114	94	-20	3.1	3.9	238	235	-3	
Gem	408	335	-73	135	98	-36	3.0	3.4	226	195	-32	

¹ N-norm bij gerealiseerde dierlijke mest-N-gift, op basis van jaar-specifieke inwisselkoersen tussen N uit dierlijke mest en N uit kunstmest.

Het gebruik van P_2O_5 is in alle jaren lager dan de BES-norm (Tabel 3.7). Dit betekent dat het streven naar fosfaatevenwicht niet is gerealiseerd. In een aantal jaren is zelfs de generieke P_2O_5 norm niet gerealiseerd. Gemiddeld over de BES-jaren was het gebruik van N en P_2O_5 met dierlijke mest respectievelijk 73 en 36 kg per ha lager dan wat mogelijk is conform de BES-max norm. Desondanks is in een paar jaren de norm dierlijke mest-N overschreden. Enerzijds heeft dat te maken met het leren omgaan met de BES-norm op het bedrijf en anderzijds met een groot verschil tussen de voorspelde en de werkelijke verhouding van N/ P_2O_5 in de mest. In vijf van de zes jaren is de verhouding in de berekening lager dan in het gebruik. Er zijn grote verschillen tussen de jaren in deze verhouding en dat verklaart ook de grote verschillen in de gerealiseerde N bemesting met dierlijke mest tussen de jaren. Bij Dekker bleek het benutten van de BES-norm N dierlijke mest een hele uitdaging. Met kunstmest is er gemiddeld 32 kg N per ha minder gebruikt dan de BES-norm.

Bemesting en opbrengsten per gewas

In deze paragraaf worden de bemesting en opbrengsten per gewas in de BES-periode vergeleken met de jaren daaraan voorafgaand (pre-BES). Tabel 3.8 geeft een overzicht van grasland en Tabel 3.9 van maïsland.

Tabel 3.8 Bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van grasland op bedrijf Dekker.

Jaar	BES ¹	Bemesting			Opbrengst		
		N-dierlijk ²	N-kunstmest	P ₂ O ₅ ²	Droge stof	N	P ₂ O ₅
2010	0	418	212	134	17124	421	136
2011	0	430	143	132	13139	330	115
2012	0	313	228	105	15476	369	138
2013	0	367	194	131	15842	391	135
2014	0	275	234	85	17026	431	170
2015	1	408	167	146	14995	343	137
2016	1	457	190	130	16456	395	148
2017	1	362	238	102	13811	375	122
2018	1	284	157	91	13633	427	114
2019	1	322	181	93	15506	442	121
2020	1	420	235	113	12777	391	102
Pre-BES		361	202	117	15721	388	139
BES		376	195	113	14530	396	124
Verschil		15	-8	-5	-1192	7	-15

¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES-jaar;² De dierlijke bemesting is inclusief voerresten en strooisel.

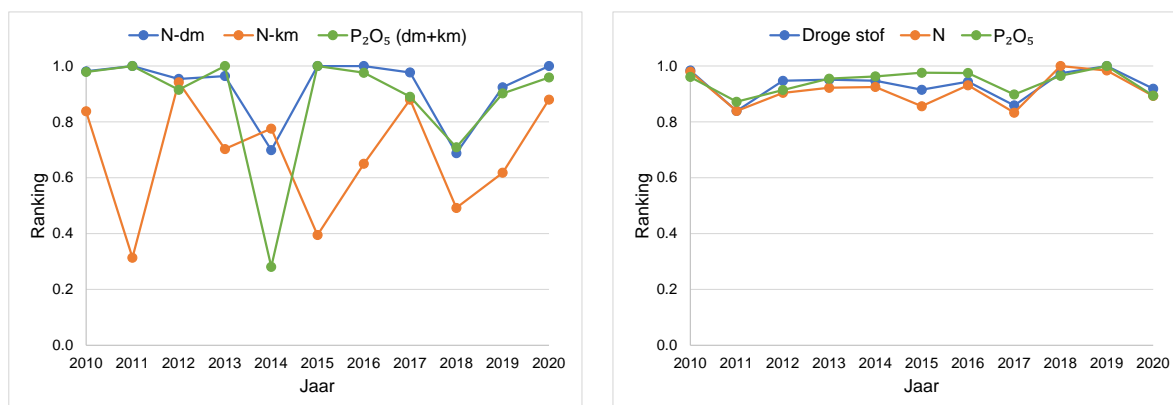
Vergeleken met de pre-BES-periode (2010 t/m 2014) heeft Dekker in de BES-jaren gemiddeld meer dierlijke mest (15 kg N per ha) en minder kunstmest (8 kg N per ha) toegediend op grasland (Tabel 3.8). De N- en P₂O₅-opbrengst van het gras waren in de BES-jaren iets lager dan daarvoor en komt vooral door de groeizame grasjaren 2010 en 2014 en de drogere jaren 2018 en 2020.

Tabel 3.9 Bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van maïsland op bedrijf Dekker.

Jaar	BES ¹	Bemesting			Opbrengst		
		N-dierlijk ²	N-kunstmest	P ₂ O ₅ ²	Droge stof	N	P ₂ O ₅
2010	0	142	38	48	12961	155	54
2011	0	158	26	57	18861	213	79
2012	0	177	19	63	18174	195	80
2013	0	187	24	74	14959	167	76
2014	0						
2015	1						
2016	1						
2017	1						
2018	1						
2019	1						
2020	1						
Pre-BES		166	27	61	16239	183	72
BES							
Verschil							

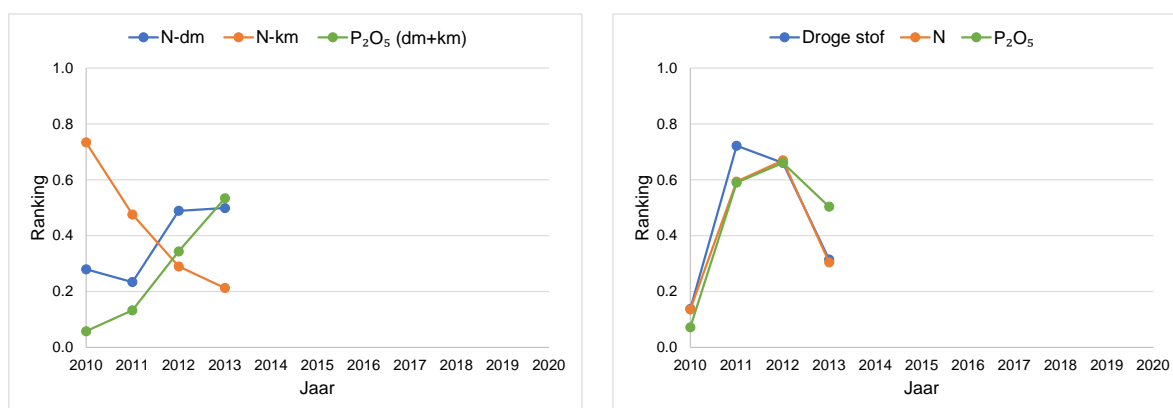
¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES jaar;² De dierlijke bemesting is inclusief voerresten en strooisel.

In 2014 is Dekker gestopt met het telen van maïs. Een vergelijking tussen bemesting en opbrengst tussen de pre-BES-periode en de BES-periode is dus niet te maken (Tabel 3.9).



Figuur 3.5 De rangorde van de bemesting (links) en de opbrengsten (rechts) van grasland op bedrijf Dekker ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2015-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

Over het algemeen is de bemesting met dierlijke mest (N en P₂O₅) op grasland op bedrijf Dekker hoger dan het gemiddelde van de benchmark (ranking > 0,7; Figuur 3.5). Het verloop van de ranking van de bemesting van grasland op bedrijf Dekker is echter onregelmatig. Er is geen structureel verschil waargenomen in de ranking in bemesting tussen de pre-BES-periode en de BES-jaren. Ook bij de opbrengsten (droge stof, N, en P₂O₅) hoort Dekker bij de 50% hoogste bedrijven (ranking > 0.8). Er is geen structureel verschil waargenomen in de ranking in opbrengsten tussen de pre-BES-periode en de BES-jaren.



Figuur 3.6 De rangorde van de bemesting (links) en de opbrengsten (rechts) van maïsland op bedrijf Dekker ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2015-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

In 2014 is Dekker gestopt met het telen van maïs (Figuur 3.6). Een vergelijking tussen bemesting en opbrengst tussen de pre-BES-periode en de BES-periode met de benchmark is dus niet te maken.

N en P₂O₅-bodemoverschot

De N- en P₂O₅-bodemoverschotten worden op bedrijfsniveau weergegeven en besproken. Tabel 3.10 geeft een overzicht van de jaarlijkse toelaatbare en gerealiseerde N- en P₂O₅-bodemoverschotten op bedrijf Dekker. Het toelaatbare N-bodemoverschot is het overschot bij een bemesting volgens generieke normen en een gemiddelde N- en P₂O₅-afvoer met de gras en maïs. Dit overschot vormt de basis van de berekening van de BES-normen. De toelaatbare overschotten zijn alleen bepaald voor de BES-jaren en daardoor is een vergelijking met de gerealiseerde overschotten alleen mogelijk voor die jaren.

Tabel 3.10 Toelaatbaar en gerealiseerd N en P₂O₅-bodemoverschot (kg per ha) op bedrijf Dekker.

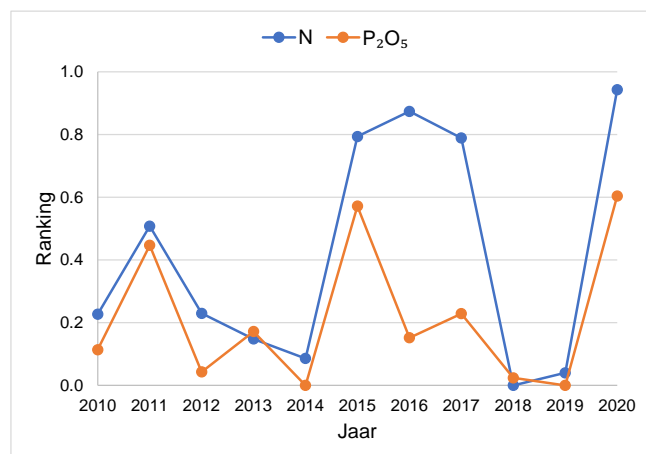
Jaar	BES ¹	Toelaatbaar ²		Gerealiseerd	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
2010	0	-	-	125	-9
2011	0	-	-	161	6
2012	0	-	-	128	-29
2013	0	-	-	136	-4
2014	0	-	-	73	-85
2015	1	187	1	217	9
2016	1	174	0	234	-18
2017	1	173	0	223	-19
2018	1	173	0	53	-23
2019	1	173	0	66	-28
2020	1	172	0	256	11
Pre-BES		-	-	125	-24
BES		175	0	175	-11
Vershil				50	13

¹ 0 = pre-BES-jaar; 1 = BES-jaar;

² niet bepaald in 2010-2014.

Gemiddeld over de BES-jaren was het gerealiseerde N-bodemoverschot gelijk met het toelaatbare N-bodemoverschot (175 kg/ha; Tabel 3.10). Dit komt vooral door het lage gerealiseerde N-bodemoverschot in 2018 en 2019. In alle andere BES-jaren was het gerealiseerde N-bodemoverschot tussen de 30 en 80 kg/ha hoger dan het toelaatbare N-bodemoverschot. Vergeleken met het toelaatbare P₂O₅-overschot is het gerealiseerde overschot in de BES-periode gemiddeld 11 kg per ha lager.

Vergeleken met de pre-BES-periode (2010 t/m 2014) is het N-bodemoverschot bij Dekker in de BES-jaren met gemiddeld 50 kg/ha toegenomen. Het P₂O₅-overschot is in BES minder negatief geworden (was -23, nu -11 kg/ha). Opvallend zijn de grote verschillen in de overschotten tussen de jaren die vooral veroorzaakt zijn door de grote verschillen in bemestingen en opbrengsten. Door een lage bemesting (Tabel 3.7) in het droge jaar 2018 is ondanks een lage opbrengst (Tabel 3.8) een laag N-bodemoverschot gerealiseerd.

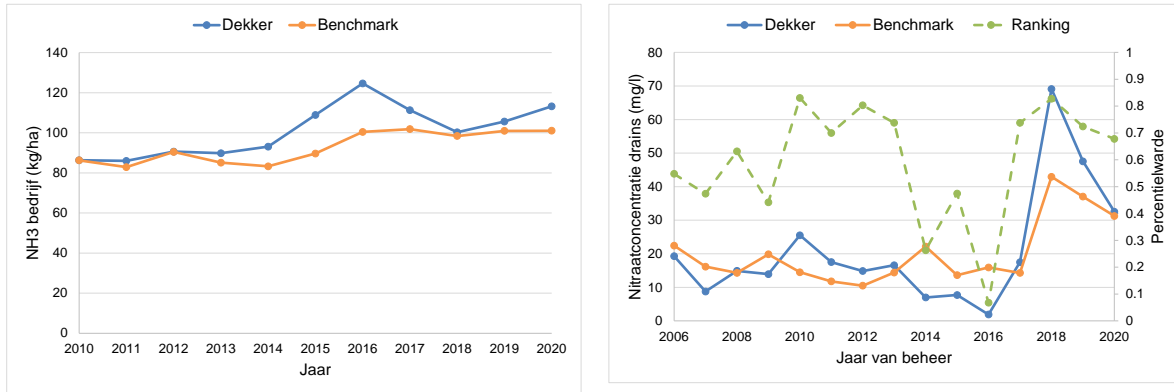


Figuur 3.7 De rangorde van het bodemoverschot van N en P₂O₅ op bedrijf Dekker ten opzichte van benchmark-bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2015-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

Het verloop van de ranking van het bodemoverschot (N en P₂O₅) op bedrijf Dekker is zeer onregelmatig en varieert tussen 0 en 0,95 (Figuur 3.7). Er is geen structureel verschil waargenomen in de ranking in tussen de pre-BES-periode en de BES-jaren.

NH₃-emissie en waterkwaliteit

De NH₃-emissie en waterkwaliteit op bedrijfsniveau worden weergegeven en vergeleken met een benchmark (zie Kader 3.1 voor een toelichting over de benchmark voor nitraat en zie Kader 3.2 voor een toelichting over de NH₃-emissie benchmark). Figuur 3.8 geeft het resultaat per jaar voor bedrijf Dekker. Op bedrijf Dekker is de waterkwaliteit gemeten in het drainwater.



Figuur 3.8 Links: De NH₃-emissie en de NH₃-benchmark emissie (toelichting in kader 3.2; kg/ha); rechts: de nitraatconcentratie in drainwater (mg/l), oranje: de gemeten waarde op het bedrijf en groen: de rangorde ten opzichte van benchmark bedrijven uit het LMM (bron: Imm.rivm, 2022; toelichting zie kader 3.1); weergegeven voor bedrijf Dekker, 2010-2020 (BES-jaren: 2015-2020).

De NH₃-emissie nam in de periode voorafgaand aan de BES vanaf 2013 tot 2016 toe tot ruim 120 kg per ha en is vervolgens daarna gedaald (Figuur 3.8), maar lag wel iets boven de benchmark. In de pre-BES-jaren was er geen verschil tussen bedrijf Dekker en de benchmark. In de BES-jaren is de NH₃-emissie hoger dan in de pre-BES-periode.

De nitraatconcentratie in het drainwater bij Dekker vertoont net als bij de benchmark-bedrijven een toename sinds 2018. De nitraatconcentraties bij Dekker zijn in de jaren 2014 t/m 2016 vergeleken met de benchmark echter relatief laag zijn en in 2018 relatief hoog. Er is geen structureel verschil waargenomen in de ranking met betrekking tot de nitraatconcentratie tussen de pre-BES periode en de BES-jaren.

3.1.3 Hagoort

Bedrijfskenmerken

Bedrijf Hagoort is gelegen in het Utrechtse Veenweidegebied op veengrond. Een gebied met voornamelijk melkveehouderij. Het bedrijf doet veel aan beweiding en teelt zelf geen maïs omdat de grond hier niet geschikt voor is. Enkele bedrijfskenmerken (situatie 2020):

- Totaal areaal was 50,1 ha (blijvend) productiegroenland.
- De melkproductie per ha bedroeg 19.910 kg en de melkproductie per koe 8.240 kg.
- De koeien weiden 1750 uren per jaar
- Het bedrijf houdt geen jongvee.
- Vanaf 2016 doet Hagoort mee met de BES.

Bemesting: BES-normen en realisatie op bedrijfsniveau

Tabel 3.11 geeft een overzicht van bemestingsnormen in BES vergeleken met de generiek normen.

Tabel 3.11 De jaarlijkse toegestane hoeveelheid N en P₂O₅ met dierlijke mest en kunstmest op bedrijfsniveau (kg per ha) volgens de generieke norm (Gen) en de norm conform BES bij maximaal gebruik van dierlijke mest (BES) op bedrijf Hagoort.

Jaar	Dierlijke mest				Kunstmest		Totaal		Werkzaam ¹	
	N		P ₂ O ₅		N		N		N	
	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES
2016	250	268	93	93	153	141	403	409	266	262
2017	250	303	93	99	153	174	403	477	266	310
2018	250	280	92	85	153	172	403	452	266	298
2019	250	288	92	80	153	122	403	410	266	252
2020	250	279	95	74	153	89	403	368	266	215
Gem	250	284	93	86	153	140	403	423	266	267

¹ De hoeveelheid werkzame N is berekend als het dierlijke mest gebruik × 0,6 (wc dierlijke mest) + het kunstmest-N gebruik × 1 (wc kunstmest); wc = werkingscoëfficiënt.

Volgens de BES-norm kon gemiddeld over de jaren 7 kg P₂O₅ per ha minder worden toegediend dan volgens de generieke norm. Gemiddeld over de jaren bedroeg de BES-norm voor dierlijke mest-N 284 kg per ha, waarmee 34 kg N per ha meer kon worden toegediend dan volgens de generieke norm (Tabel 3.11). In de eerste BES-jaren was de maximale N- en P₂O₅-norm hoger dan of gelijk aan de generieke norm. Vanaf 2018 was de maximale P₂O₅-norm lager dan de generieke norm. Bij een lagere P₂O₅-norm dan generiek is een hogere mest-N-norm alleen mogelijk met een hoge N:P₂O₅-ratio in de excretie. De BES-norm voor kunstmest-N was in 3 van de 5 jaren lager dan generiek, gemiddeld was deze 13 kg N per ha lager dan de generieke norm. Met uitzondering van 2020 was de totale mest-N-aanvoer volgens BES hoger dan generiek. In 2019 en 2020 was het niveau van N-werkzaam bij toepassing van de BES-normen lager dan dat bij generieke normen, in de jaren daarvoor was het omgekeerde het geval.

Tabel 3.12 De gerealiseerde N- en P₂O₅-bemesting met dierlijke mest en kunstmest (gebruik; kg per ha) en de N/P₂O₅-verhouding in de mest (volgens netto-excretie KringloopWijzer) op bedrijf Hagoort en het verschil met de BES-norm (BES).

Jaar	Dierlijke mest						Kunstmest				
	N			P ₂ O ₅			N/P ₂ O ₅			N	
	BES	Gebruik	Verschil	BES	Gebruik	Verschil	BES	Gebruik	BES ¹	Gebruik	Verschil
2016	268	280	12	93	85	-8	2.9	3.3	130	131	1
2017	303	305	2	99	79	-20	3.1	3.9	173	136	-37
2018	280	300	20	85	77	-8	3.3	3.9	156	90	-66
2019	288	243	-45	80	76	-4	3.6	3.2	163	126	-37
2020	279	276	-3	74	70	-4	3.8	4.0	91	95	4
Gem	284	281	-3	86	78	-9	3.3	3.6	143	116	-27

¹ N-norm bij gerealiseerde dierlijke mest-N-gift, op basis van jaar-specifieke inwisselkoersen tussen N uit dierlijke mest en N uit kunstmest.

Gemiddeld over de BES-jaren is er met dierlijke mest 3 kg N per ha en 9 kg P₂O₅ per ha minder gebruikt dan de BES-max norm (Tabel 3.12). Het bedrijf Hagoort is altijd onder de BES-max norm voor P₂O₅ gebleven. De dierlijke mest-N norm is in 2018 overschreden met 20 kg/ha, de werkelijke N/P₂O₅ verhouding is in dat jaar ook veel hoger dan die gebruikt bij het maken van het bemestingsplan. In 2019 is er 45 kg N uit dierlijke mest minder aangewend dan de BES-max norm, waarschijnlijk doordat de N/P₂O₅ verhouding toen juist lager uitviel dan vooraf was voorspeld.

Over alle BES-jaren gemiddeld is 27 kg per ha minder kunstmest-N gebruikt dan de BES-norm. In de jaren 2017-2019 was deze duidelijk lager dan de norm, in de ander jaren ongeveer vergelijkbaar met de norm.

Bemesting en opbrengsten per gewas

In deze paragraaf worden de bemesting en opbrengsten per gewas in de BES-periode vergeleken met de jaren daaraan voorafgaand (pre-BES). Tabel 3.13 geeft een overzicht van grasland. Op het bedrijf werd geen maïs geteeld.

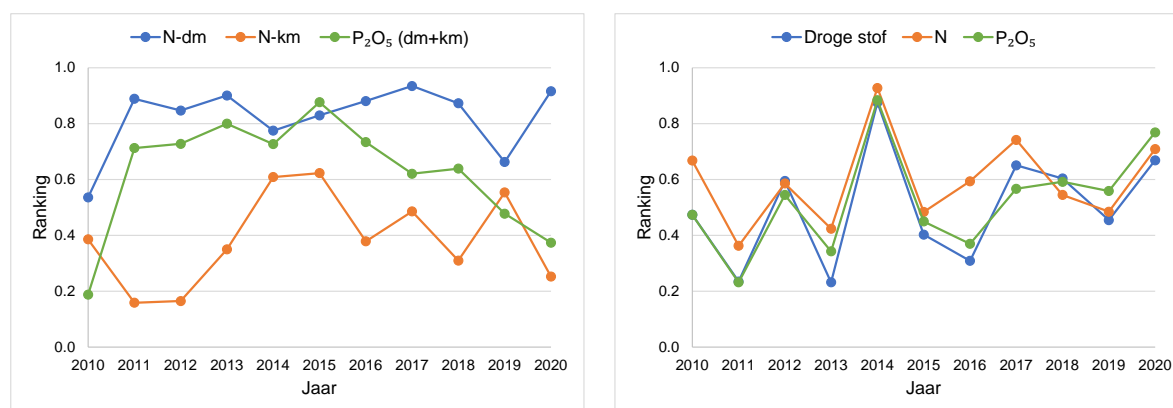
Tabel 3.13 Bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van grasland op bedrijf Hagoort.

Jaar	BES ¹	Bemesting			Opbrengst		
		N-dierlijk ²	N-kunstmest	P ₂ O ₅ ²	Droge stof	N	P ₂ O ₅
2010	0	248	124	70	9152	277	69
2011	0	313	105	97	9595	263	72
2012	0	278	107	94	11036	263	86
2013	0	295	135	95	8699	262	77
2014	0	280	153	94	13480	425	125
2015	0	279	151	94	10146	289	78
2016	1	295	131	90	10674	307	86
2017	1	319	136	84	11495	353	86
2018	1	321	91	84	8784	274	65
2019	1	262	129	82	9716	287	71
2020	1	290	95	74	10890	346	80
Pre-BES		282	129	91	10351	297	85
BES		297	116	83	10312	313	78
Vershil		15	-13	-8	-40	17	-7

¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES-jaar;

² De dierlijke bemesting is inclusief voerresten en strooisel.

Vergeleken met de pre-BES-periode (2010 t/m 2014) heeft Hagoort in de BES-jaren gemiddeld meer dierlijke mest-N (15 kg per ha) en minder kunstmest-N (13 kg per ha) toegediend op grasland (Tabel 3.13). De drogestofopbrengst was vergelijkbaar tussen de pre-BES en de BES-periode. De fosfaat opbrengst van gras was in de BES-jaren iets lager dan in pre-BES-periode, terwijl de stikstof opbrengst wat hoger was.



Figuur 3.9 De rangorde van de bemesting (links) en de opbrengsten (rechts) van grasland op bedrijf Hagoort ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2016-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

Over het algemeen is de bemesting op grasland met dierlijke mest (N en P₂O₅) op bedrijf Hagoort (Figuur 3.9) hoger dan het gemiddelde van de benchmark (ranking > 0,5), terwijl het kunstmest-N gebruik lager is dan het gemiddelde van de benchmark (ranking < 0,5). Er is geen structureel verschil waargenomen in de ranking in bemesting tussen de pre-BES-periode en de BES-jaren, met uitzondering van het P₂O₅-gebruik waarvoor de ranking vanaf 2018 is gedaald. Bij de ranking van de opbrengsten (droge stof, N, en P₂O₅) lijkt er een stijgende trend te zijn, hoewel de fluctuaties tussen de jaren behoorlijk zijn.

N en P₂O₅-overschot bodembalans

Tabel 3.14 geeft een overzicht van de gerealiseerde N- en P₂O₅-bodemoverschotten op bedrijf Hagoort. Het betreft hier de bodemoverschotten op bedrijfsniveau. Tevens zijn de toelaatbare overschotten

weergegeven. De toelaatbare overschotten zijn alleen bepaald voor de BES-jaren en daardoor is een vergelijking met de gerealiseerde overschotten alleen mogelijk voor deze jaren.

Tabel 3.14 Toelaatbaar en gerealiseerd N en P₂O₅-bodemoverschot (kg per ha) op bedrijf Hagoort.

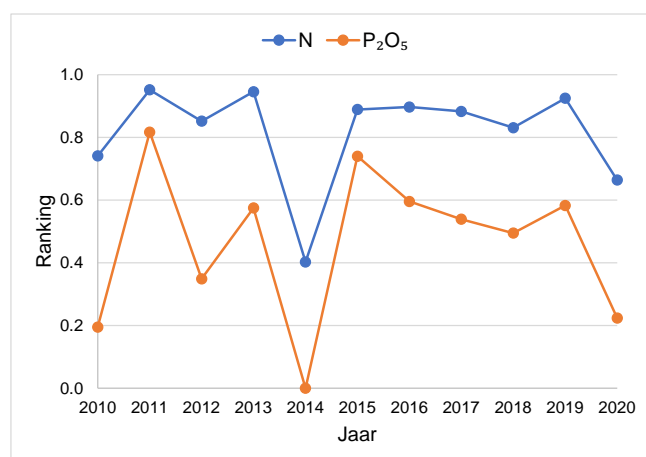
Jaar	BES ¹	Toelaatbaar ²		Gerealiseerd	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
2010	0	-	-	319	1
2011	0	-	-	370	24
2012	0	-	-	343	7
2013	0	-	-	388	19
2014	0	-	-	227	-31
2015	0	-	-	361	17
2016	1	309	3	338	4
2017	1	307	2	317	-3
2018	1	307	2	363	17
2019	1	307	2	341	10
2020	1	307	2	274	-6
Pre-BES		-	-	335	6
BES		307	2	327	4
Vershil				-8	-2

¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES jaar;

² niet bepaald in 2010-2015.

Gemiddeld over de BES-jaren was het gerealiseerde N-bodemoverschot 20 kg per ha hoger dan het toelaatbare N-bodemoverschot. Met uitzondering van 2020 was in alle BES-jaren het gerealiseerde N-bodemoverschot hoger dan het toelaatbare N-bodemoverschot. Het verschil tussen het toelaatbare en gerealiseerde P₂O₅-overschot was gering.

Vergeleken met de pre-BES-periode (2010 t/m 2015) is het N-overschot bij Hagoort in de BES-jaren met gemiddeld 11 kg per ha afgenomen en het P₂O₅-overschot met 2 kg per.



Figuur 3.10 De rangorde van het bodemoverschot (N en P₂O₅) op bedrijf Hagoort ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2016-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

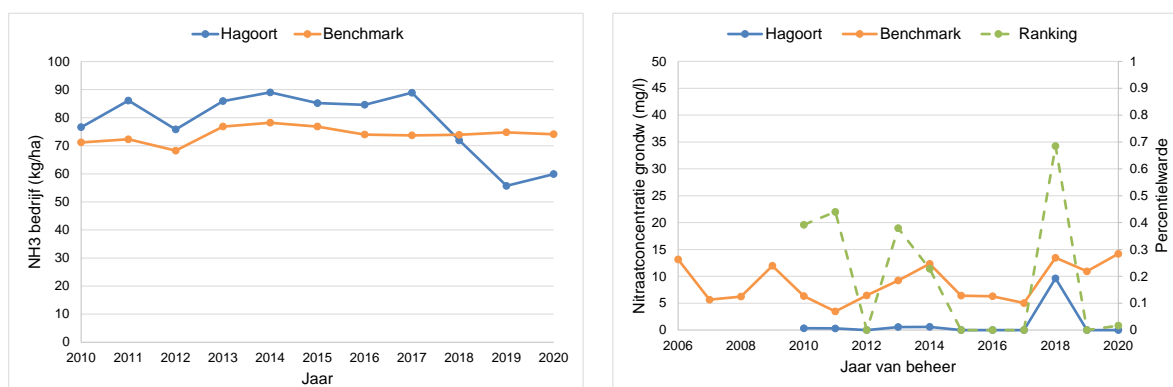
Het verloop van de ranking van het bodemoverschot (N en P₂O₅) op bedrijf Hagoort is onregelmatig (Figuur 3.10). Bij het N-bodemoverschot is de ranking hoog (> 0,8). Dit wordt veroorzaakt door een verschillende rekenwijze van de netto N-mineralisatie op veengrond (correctie voor veenafbraak) tussen benchmark en KringloopWijzer. Op een bedrijf met 100% veengrond (zoals Hagoort) rekent de KringloopWijzer met een aanvoer van 235 kg N per ha op de bodembalans, terwijl in de benchmark wordt gerekend met een aanvoer van 160 kg N per ha. De aanvoer via netto N-mineralisatie wordt ingerekend naar rato van het aandeel veengrond binnen een bedrijf. In de benchmark bedrijven zijn er ook bedrijven met minder dan 100% veengrond met als gevolg een lagere N-mineralisatie. Gemiddeld over alle bedrijven en jaren was de

aanvoer van netto N-mineralisatie in de benchmark 135 kg N per ha. Dit is 100 kg N per ha minder dan er bij Hagoort wordt ingerekend.

Er is geen structureel verschil waargenomen in de ranking in tussen de pre-BES-periode en de BES-jaren.

NH₃-emissie en waterkwaliteit

De NH₃-emissie en waterkwaliteit op bedrijfsniveau worden weergegeven en vergeleken met een benchmark (zie Kader 3.1 voor een toelichting over de benchmark voor nitraat en zie Kader 3.2 voor een toelichting over de NH₃-emissie benchmark). Figuur 3.11 geeft het resultaat per jaar voor bedrijf Hagoort. Op bedrijf Hagoort is de waterkwaliteit gemeten in het grondwater.



Figuur 3.11 Links: De NH₃-emissie en de NH₃-benchmark emissie (toelichting in kader 3.2; kg/ha); rechts: de nitraatconcentratie in drainwater (mg/l), oranje: de gemeten waarde op het bedrijf en groen: de rangorde ten opzichte van benchmark bedrijven uit het LMM (Imm.rivm, 2022; toelichting zie kader 3.1); weergegeven voor bedrijf Hagoort, 2010-2020 (BES-jaren: 2016-2020).

De NH₃-emissie (Figuur 3.11; Links) is voorafgaand aan de BES van 2010 t/m 2015 niet toe of afgenomen. Het eerste jaar van de BES (2016) bleef de NH₃-emissie stabiel. In 2018 en 2019 is een dalende lijn te zien, in 2020 is er weer een lichte toename. Vergeleken met de benchmark is de NH₃-emissie in het begin van de BES-periode hoger dan de benchmark en daarna lager.

Het verloop van de nitraatconcentratie in grondwater bij Hagoort (Figuur 3.11; Rechts) is vergelijkbaar met de trend in de benchmark. De nitraatwaardes bij Hagoort zijn over de gehele periode relatief laag. In 2018 neemt de nitraatconcentratie in het grondwater zowel bij Hagoort als in de benchmark toe. Over het algemeen hoort het bedrijf Hagoort bij de 50% laagste bedrijven, 2018 vormt hierop een uitzondering. Afgezien van 2018 is de ranking van het bedrijf Hagoort sinds deelname aan de BES (2016) niet veranderd ten opzichte van de periode voor deelname.

3.1.4 Houbraken

Bedrijfskenmerken

Melkveebedrijf Houbraken uit Bergeijk Noord Brabant ligt in een gebied met afwisselend bos en intensieve veehouderij. De landbouwgrond bestaat deels uit ontgonnen heide, maar de huiskavel van het bedrijf in het beekdal van de Keersop was in 1850 al in gebruik als grasland. Houbraken past systematisch wisselbouw toe op de droogtegevoelige percelen waarbij gras/klaver, maïs en soms aardappelen (verhuur aan akkerbouwer) elkaar afwisselen. De graslandfase duurt drie jaar, wat gunstig is tegen droogte, omdat jong gras dieper wortelt dan oud grasland. Het jonge gras kan daardoor over een grotere diepte vocht aan de bodem onttrekken dan oud gras. Ook het gebruik van klaver (witte klaver op beweid gras en rode klaver op gemaaid gras), dat dieper wortelt dan gras, draagt hieraan bij. Enkele bedrijfskenmerken (situatie 2020):

- Totaal areaal 51,1 ha, waarvan 42 ha productiegasland en 9,1 ha maïsland. Het aandeel grasland bedroeg 82%.
- De melkproductie per ha bedroeg 23.720 kg en de melkproductie per koe 10.600 kg.
- De koeien lopen gedurende 200 dagen buiten en de pinken 80 dagen. De kalveren staan jaarrond op stal.
- Vanaf 2015 doet Houbraken mee met de BES.

Bemesting: BES-normen en realisatie op bedrijfsniveau

Tabel 3.15 geeft een overzicht van bemestingsnormen in BES vergeleken met de generieke gebruiksnormen.

Tabel 3.15 De jaarlijkse toegestane hoeveelheid N en P₂O₅ met dierlijke mest en kunstmest op bedrijfsniveau (kg per ha) volgens de generieke norm (Gen) en de norm conform BES bij maximaal gebruik van dierlijke mest (BES) op bedrijf Houbraken.

Jaar	Dierlijke mest				Kunstmest		Totaal		Werkzaam ¹	
	N		P ₂ O ₅		N		N		N	
	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES
2015	230	274	80	95	119	129	349	403	223	252
2016	230	275	80	96	121	90	351	365	225	214
2017	230	341	81	102	123	25	353	366	227	178
2018	230	343	79	98	123	75	353	418	227	229
2019	230	329	78	91	120	91	350	420	224	239
2020	230	292	79	86	122	133	352	425	226	264
Gem	230	309	80	95	121	91	351	400	225	229

¹ De hoeveelheid werkzame N is berekend als het dierlijke mest gebruik × 0,6 (wc dierlijke mest) + het kunstmest-N gebruik × 1 (wc kunstmest); wc = werkingscoëfficiënt.

In alle BES-jaren was de maximale N- en P₂O₅-norm voor dierlijke mest hoger dan generiek. Gemiddeld over de jaren was de BES-norm voor dierlijke mest-N 309 kg/ha, 79 kg/ha hoger dan de generieke norm (Tabel 3.15). Volgens de BES-norm kon 15 kg/ha meer P₂O₅ worden toegediend dan volgens de generieke norm. De BES-norm voor kunstmest-N was in bijna alle jaren lager dan generiek, behalve in 2015 en 2020. Verder valt op de lage BES-norm voor kunstmest-N in 2017 (25 kg/ha). Gemiddeld was de BES-norm voor kunstmest-N 30 kg/ha lager dan de generieke norm. In alle BES-jaren was de totale aanvoer van N met kunstmest en dierlijke mest hoger dan generiek, voor N-werkzaam was dat in 3 van de 6 jaren het geval. Gemiddeld kon er in de BES 49 kg N/ha meer met dierlijke mest en kunstmest aangevoerd worden dan bij de generieke norm, en 4 kg/ha meer werkzame N.

Tabel 3.16 De gerealiseerde N- en P₂O₅-bemesting met dierlijke mest en kunstmest (gebruik; kg per ha) en de N/P₂O₅-verhouding in de mest (volgens netto-excretie KringloopWijzer) op bedrijf Houbraken en het verschil met de BES-norm (BES).

Jaar	Dierlijke mest						Kunstmest				
	N			P ₂ O ₅			N/P ₂ O ₅			N	
	BES	Gebruik	Verschil	BES	Gebruik	Verschil	BES	Gebruik	BES ¹	Gebruik	Verschil
2015	274	294	20	95	91	-4	2.9	3.2	109	157	48
2016	275	285	10	96	72	-24	2.9	3.9	80	86	6
2017	341	277	-64	102	76	-26	3.3	3.6	91	82	-9
2018	343	271	-72	98	76	-22	3.5	3.6	147	88	-59
2019	329	276	-53	91	82	-9	3.6	3.4	144	96	-48
2020	292	287	-5	86	80	-6	3.4	3.6	138	113	-25
Gem	309	282	-27	95	80	-15	3.3	3.6	118	104	-15

¹ N-norm bij gerealiseerde dierlijke mest-N-gift, op basis van jaar-specifieke inwisselkoersen tussen N uit dierlijke mest en N uit kunstmest.

Gemiddeld over de BES-jaren werd met dierlijke mest 27 kg N per ha en 15 kg P₂O₅ per ha minder gebruikt dan de BES-max norm (Tabel 3.16). Het bedrijf Houbraken is in alle jaren onder de P₂O₅-norm voor BES-max gebleven. De dierlijke mest-N norm werd in 2015 en 2016 overschreden met respectievelijk 20 en 10 kg/ha. Dit komt doordat de werkelijke N/P₂O₅ verhouding in die jaren veel hoger was dan die gebruikt tijdens het opstellen van het bemestingsplan. Er is gemiddeld 15 kg/ha minder kunstmest-N gebruikt dan de BES-norm. Ten aanzien van de benutting van de kunstmest-N ruimte zijn de verschillen tussen jaren groot: in 2015 een overschrijding van 48 kg N per ha en in 2018 een onderschrijding van 59 kg N per ha.

Bemesting en opbrengsten per gewas

In deze paragraaf worden de bemesting en opbrengsten per gewas in de BES-periode vergeleken met de jaren daaraan voorafgaand (pre-BES). Tabel 3.17 geeft een overzicht van grasland en Tabel 3.18 van maïsland.

Tabel 3.17 Bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van grasland op bedrijf Houbraken.

Jaar	BES ¹	Bemesting			Opbrengst		
		N-dierlijk ²	N-kunstmest	P ₂ O ₅ ²	Droge stof	N	P ₂ O ₅
2010	0	371	101	111	9831	270	86
2011	0	369	138	120	11264	306	108
2012	0	345	140	114	12511	313	120
2013	0	374	137	121	11229	302	101
2014	0	340	167	110	10999	292	111
2015	1	351	181	112	11821	344	113
2016	1	350	105	91	10873	318	97
2017	1	344	102	97	12665	389	116
2018	1	342	104	96	10477	312	90
2019	1	342	111	102	12187	347	102
2020	1	340	132	96	11875	355	96
Pre-BES		360	137	115	11167	297	105
BES		345	123	99	11650	344	102
Vershil		-15	-14	-16	483	48	-3

¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES-jaar;

² De dierlijke bemesting is inclusief voerresten en strooisel.

Vergeleken met de pre-BES-periode (2010 t/m 2014) heeft Houbraken in de BES-jaren gemiddeld 15 kg/ha minder dierlijke mest-N, 16 kg/ha minder dierlijke mest-P₂O₅ en 14 kg/ha minder kunstmest-N toegediend op grasland (Tabel 3.17). Desondanks waren de drogestof- en N-opbrengst van het gras in de BES-jaren iets hoger dan daarvoor.

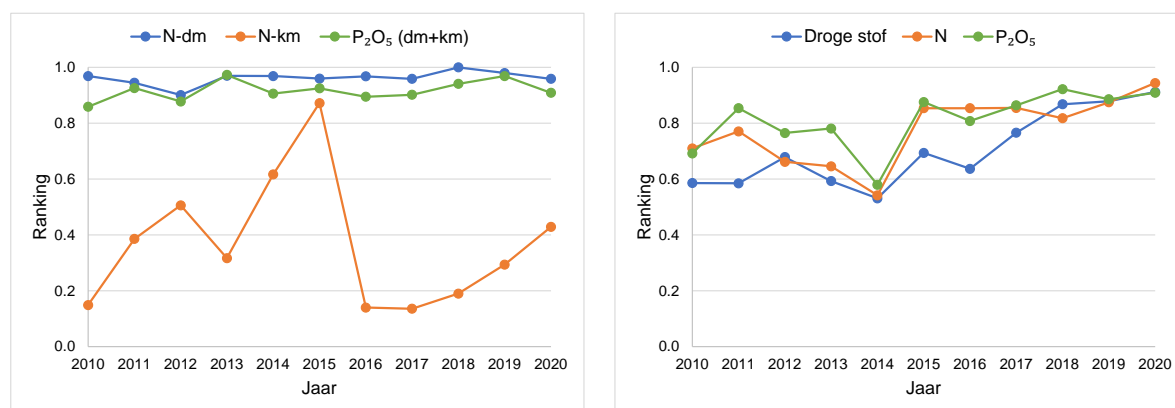
Tabel 3.18 Bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van maïsland op bedrijf Houbraken.

Jaar	BES ¹	Bemesting			Opbrengst		
		N-dierlijk ²	N-kunstmest	P ₂ O ₅ ²	Droge stof	N	P ₂ O ₅
2010	0	129	25	43	16,645	200	71
2011	0	114	34	43	15,487	177	63
2012	0	169	25	60	17,922	206	75
2013	0	107	30	38	15,361	164	68
2014	0	121	0	38	18,645	223	86
2015	1	83	0	26	18,993	194	79
2016	1	103	0	26	9,233	90	47
2017	1	110	0	31	17,676	189	66
2018	1	78	23	22	19,133	207	76
2019	1	77	24	23	18,666	211	74
2020	1	149	24	45	16,293	192	64
Pre-BES		128	23	44	16812	194	73
BES		100	12	29	16666	181	68
Vershil		-28	-11	-16	-146	-14	-5

¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES jaar;

² De dierlijke bemesting is inclusief voerresten en strooisel.

Op maïsland (Tabel 3.18) was de gemiddelde dierlijke mest aanvoer in de BES-periode lager dan in de periode daarvoor. Ook het kunstmest-N gebruik was iets lager. De opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅) van de maïs waren in de BES-periode iets lager dan in pre-BES-periode. Dit wordt voor een groot deel verklaard door de extreem lage opbrengst in 2016 (hagelschade).



Figuur 3.13 De rangorde van de bemesting (links) en de opbrengsten (rechts) van maïsland op bedrijf Houbraken ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2015-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

Het verloop van de ranking van de bemesting van maïsland op bedrijf Houbraken is onregelmatig maar lager dan 0,5 (Figuur 3.13). Opvallend is lage ranking in de periode 2014-2017. Er is geen structureel verschil waargenomen in de ranking van de bemesting tussen de pre-BES-periode en de BES-jaren. Ook bij de opbrengsten (droge stof, N, en P₂O₅) is het verloop van de ranking onregelmatig en is er geen tendens te herkennen.

N en P₂O₅-bodemoverschot

Tabel 3.19 geeft een overzicht van de gerealiseerde N- en P₂O₅-bodemoverschotten op bedrijf Houbraken. Het betreft hier de bodemoverschotten op bedrijfsniveau. Tevens zijn de toelaatbare overschotten weergegeven. De toelaatbare overschotten zijn alleen bepaald voor de BES-jaren en daardoor is een vergelijking met de gerealiseerde overschotten alleen mogelijk voor deze jaren.

Tabel 3.19 Toelaatbaar en gerealiseerd N en P₂O₅-bodemoverschot (kg per ha) op bedrijf Houbraken.

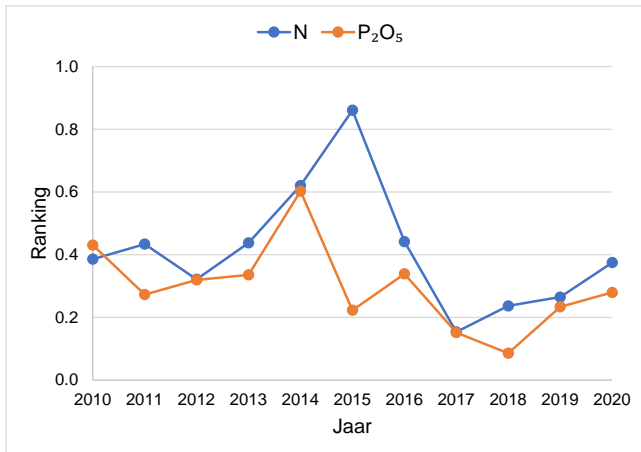
Jaar	BES ¹	Toelaatbaar ²		Gerealiseerd	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
2010	0	-	-	141	10
2011	0	-	-	147	3
2012	0	-	-	132	-8
2013	0	-	-	149	6
2014	0	-	-	162	-10
2015	1	100	-4	197	-9
2016	1	96	-4	147	-9
2017	1	96	-4	70	-23
2018	1	96	-6	123	-5
2019	1	97	-6	91	-9
2020	1	92	-6	137	-4
Pre-BES	-	-	-	146	0
BES	96	-5	-	128	-10
Vershil				-19	-10

¹ 0 = pre-BES-jaar; 1 = BES-jaar;

² Niet bepaald in 2010-2014.

Gemiddeld over de BES-jaren was het gerealiseerde N-bodemoverschot hoger dan het toelaatbare N-bodemoverschot (32 kg per ha). Het gerealiseerde N-bodemoverschot verschilde sterk tussen de BES-jaren. Het opvallend hoge N-bodemoverschot in 2015 wordt vooral veroorzaakt door de hoge bemesting met kunstmest op grasland (180 kg N per ha; Tabel 3.17). Aan de andere kant valt het lage N-bodemoverschot in 2017 op (70 kg per ha) o.a. als gevolg van de hoge N-afvoer met gras. Vergeleken met het toelaatbare P₂O₅-overschot is het gerealiseerde overschot in de BES-periode gemiddeld 5 kg per ha lager.

Vergeleken met de pre-BES-periode (2010 t/m 2014) is het N-bodemoverschot bij Houbraken in de BES-jaren met gemiddeld 19 kg N/ha afgenomen. Ook het P₂O₅-bodemoverschot is in de BES-jaren afgenomen (10 kg per ha) vergeleken met de periode daarvoor.

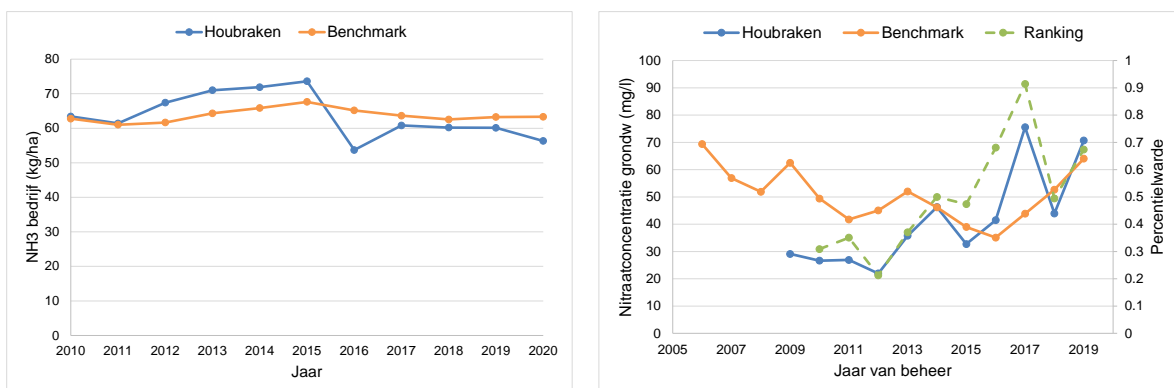


Figuur 3.14 De rangorde van het bodemoverschot (N en P₂O₅) op bedrijf Houbraken ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2015-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

De ranking van het bodemoverschot (N en P₂O₅) op bedrijf Houbraken is in de meeste jaren lager dan 0,5 met uitzondering van een piek voor P₂O₅ in 2014 en voor N in het opstartjaar van de BES (2015). Vanaf 2017 is de ranking van het bodemoverschot vrij stabiel en lager dan 0,4 (Figuur 3.14).

NH₃-emissie en waterkwaliteit

De NH₃-emissie en waterkwaliteit op bedrijfsniveau worden weergegeven en vergeleken met een benchmark (zie Kader 3.1 voor een toelichting over de benchmark voor nitraat en zie Kader 3.2 voor een toelichting over de NH₃-emissie benchmark). Figuur 3.15 geeft het resultaat per jaar voor bedrijf Dekker. Op bedrijf Houbraken is de waterkwaliteit gemeten in grondwater.



Figuur 3.15 Links: De NH₃-emissie en de NH₃-benchmark emissie (toelichting in kader 3.2; kg/ha); rechts: de nitraatconcentratie in drainwater (mg/l), oranje: de gemeten waarde op het bedrijf en groen: de rangorde ten opzichte van benchmark bedrijven uit het LMM (bron: Imm.rivm, 2022; toelichting zie kader 3.1); weergegeven voor bedrijf Houbraken, 2010-2020 (BES-jaren: 2015-2020).

De NH₃-emissie nam in de periode voorafgaand aan de BES vanaf 2011 tot 2015 toe tot ruim 70 kg per ha en is daarna in één jaar (2016) sterk afgenomen (Figuur 3.15). Vervolgens is de NH₃-emissie in de BES-jaren vrij constant gebleven. In de pre-BES-periode ligt de NH₃-emissie iets boven de benchmark terwijl in de BES-jaren deze onder de benchmark lag.

Het verloop van de nitraatconcentratie in grondwater bij Houbraken wijkt af van de trend in de benchmark. De nitraatconcentratie bij Houbraken liet vanaf 2009 een stijgende trend zien tot 2017, terwijl er in de benchmark sprake was van een dalende trend. Vanaf 2017 was bij Houbraken het verloop van de nitraatconcentratie grillig terwijl in de benchmark een stijgende trend kan worden waargenomen. Vergeleken met de benchmark behoort de waarde van de nitraatconcentratie bij Houbraken t/m 2015 bij de groep bedrijven met een lagere waarde dan de mediaan (ranking <0.5) terwijl de jaren daarna het omgekeerde het geval was (ranking > 0.5). Hierbij geldt als kanttekening dat Houbraken een vruchtwisseling van gras en maïs in de praktijk brengt die invloed heeft op de gemeten bedrijfs-gemiddelde nitraatconcentratie zoals bepaald met het LMM-protocol. De LMM-bepalingen werken met 16 monsterpunten per bedrijf die op vaste plekken en percelen gelokaliseerd zijn. Door de vruchtwisseling is het aandeel gras en maïs in de LMM-metingen niet elk jaar gelijk; het grasaandeel was 81% in 2014, 2015 en 2016, 69% in 2017, 81% in 2018 en 75% in 2019 en 2020. Dit beïnvloedt de dynamiek van nitraatuitspoeling omdat maïs geassocieerd is met een hogere nitraatuitspoeling dan gras. Deze invloed vertroebelt de trendanalyse ten dienste van de BES.

3.1.5 Van Wijk

Bedrijfskenmerken

Bedrijf Van Wijk is gelegen op de rivierklei in de Betuwe. Een gebied met melkveehouderij maar ook akkerbouw en fruit- en boomteelt. Het bedrijf Van Wijk ruilt doorgaans geen grond uit met akkerbouwers. Rondom het erf ligt het (blijvend) grasland. Een deel van het land is liberale of kortdurende pacht waardoor de grondpositie van het bedrijf nog wel eens wisselt. Enkele bedrijfskenmerken (situatie 2020):

- Totaal areaal was 47,2 ha, waarvan 39,8 ha productiegrasland en 7,8 ha maïsland. Het aandeel grasland was 84%.
- De melkproductie per ha bedroeg 21.290 kg en de melkproductie per koe 8.680 kg.
- De koeien worden in de zomer ongeveer 760 uur geweid. De kalveren staan jaarrond op stal terwijl de pinken 2 maanden buiten zijn.
- Vanaf 2016 doet van Wijk mee met de BES.

Bemesting: BES-normen en realisatie op bedrijfsniveau

Tabel 3.20 geeft een overzicht van bemestingsnormen in BES vergeleken met de generiek normen.

Tabel 3.20 De jaarlijkse toegestane hoeveelheid N en P₂O₅ met dierlijke mest en kunstmest op bedrijfsniveau (kg per ha) volgens de generieke norm (Gen) en de norm conform BES bij maximaal gebruik van dierlijke mest (BES) op bedrijf Van Wijk.

Jaar	Dierlijke mest				Kunstmest		Totaal		Werkzaam ¹	
	N		P ₂ O ₅		N		N		N	
	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES
2016	250	324	92	105	178	154	428	478	291	300
2017	250	359	92	107	201	124	451	483	314	286
2018	250	322	92	97	202	139	452	461	315	284
2019	250	289	92	83	201	121	451	410	314	251
2020	250	330	103	87	202	126	452	456	315	275
Gem	250	325	94	96	197	133	447	458	310	279

¹ De hoeveelheid werkzame N is berekend als het dierlijke mest gebruik × 0,6 (wc dierlijke mest) + het kunstmest-N gebruik × 1 (wc kunstmest); wc = werkingscoëfficiënt.

Gemiddeld over de jaren bedroeg de BES-norm voor dierlijke mest-N 325 kg/ha, zodat 75 kg/ha meer kon worden toegediend dan volgens de generieke norm (Tabel 3.20). Volgens de BES-norm kon er gemiddeld 2 kg/ha meer P₂O₅ worden toegediend dan volgens de generieke norm. In alle BES-jaren was de maximale N-norm voor dierlijke mest hoger dan de generieke norm. Vanaf 2019 is de maximale P₂O₅-norm lager dan de generieke norm. De BES-norm voor kunstmest-N was in alle jaren lager dan generiek, gemiddeld 64

kg/ha. Alleen in 2019 was de totale aanvoer van N met dierlijke mest en kunstmest lager dan generiek, gemiddeld was de totale N aanvoer in de BES 11 kg/ha hoger dan generiek. Alleen in 2015 was het niveau van N-werkzaam bij bemesting volgens de BES hoger dan dat bij generieke bemesting en gemiddeld was de aanvoer van N-werkzaam in de BES 31 kg/ha lager dan bij generiek.

Tabel 3.21 De gerealiseerde N- en P₂O₅-bemesting met dierlijke mest en kunstmest (gebruik; kg per ha) en de N/P₂O₅-verhouding in de mest (volgens netto-excretie KringloopWijzer) op bedrijf Van Wijk en het verschil met de BES-norm (BES).

Jaar	Dierlijke mest						Kunstmest					
	N			P ₂ O ₅			N/P ₂ O ₅			N		
	BES	Gebruik	Verschil	BES	Gebruik	Verschil	BES	Gebruik	BES ¹	Gebruik	Verschil	
2016	324	349	25	105	78	-27	3.1	4.5	131	153	22	
2017	359	321	-38	107	104	-3	3.4	3.1	162	156	-6	
2018	322	298	-24	97	96	-1	3.3	3.1	161	155	-6	
2019	289	287	-2	83	79	-4	3.5	3.6	123	116	-7	
2020	330	329	-1	87	63	-24	3.8	5.2	127	123	-4	
Gem	325	317	-8	96	84	-12	3.4	3.9	141	141	0	

¹ N-norm bij gerealiseerde drijfmestgift, op basis van jaar-specifieke inwisselkoersen tussen N uit drijfmest en N uit kunstmest.

Gemiddeld over de BES-jaren is er met dierlijke mest-N 8 kg/ha en met dierlijke mest- P₂O₅ 12 kg/ha minder gebruikt dan de BES-max norm (Tabel 3.21). Van Wijk bleef met het gebruik van dierlijke mest altijd onder de P₂O₅-norm voor BES-max. De dierlijke mest-N norm werd in 2016 overschreden met 20 kg/ha. De werkelijke verhouding van N/P₂O₅ in de mest was in 2016 4,5 wat sterk afweek van de waarde van 3,1 op basis waarvan de bemestingsruimte werd berekend in het begin van 2016. Daardoor is de N-norm voor drijfmest overschreden terwijl de ruimte voor dierlijke mest-P₂O₅ niet volledig werd benut. In hetzelfde jaar (2016) werd de kunstmest-N-norm ook overschreden. In alle jaren daarna is overschrijding van de BES-gebruiksruimte niet meer opgetreden, ook niet toen in 2020 de werkelijke N/P₂O₅ verhouding wederom sterk afweek van de waarde gebruikt bij de berekening van de bemestingsruimte.

Bemesting en opbrengsten per gewas

In deze paragraaf worden de bemesting en opbrengsten per gewas in de BES-periode vergeleken met de jaren daaraan voorafgaand (pre-BES). Tabel 3.22 geeft een overzicht van grasland en Tabel 3.23 van maïsland.

Tabel 3.22 Bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van grasland op bedrijf Van Wijk.

Jaar	BES ¹	Bemesting			Opbrengst		
		N-dierlijk ²	N-kunstmest	P ₂ O ₅ ²	Droge stof	N	P ₂ O ₅
2010	0	327	174	103	10995	305	83
2011	0	281	200	97	9975	265	77
2012	0	404	116	131	12877	286	97
2013	0	364	126	129	11507	295	89
2014	0	331	166	95	14411	379	121
2015	0	305	194	95	12679	326	97
2016	1	420	162	126	14154	364	98
2017	1	368	169	110	11533	323	87
2018	1	387	167	104	7461	226	52
2019	1	334	130	75	12967	396	84
2020	1	387	138	103	8367	255	53
Pre-BES		347	163	111	12371	317	95
BES		369	151	98	10082	300	69
Verschil		22	-12	-13	-2289	-17	-26

¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES-jaar;

² De dierlijke bemesting is inclusief voerresten en strooisel.

Vergeleken met de pre-BES-periode (2010 t/m 2014) heeft van Wijk in de BES-jaren gemiddeld meer dierlijke mest-N (22 kg/ha), minder mest-P₂O₅ (13 kg/ha) en minder kunstmest-N (12 kg/ha) toegevend op grasland (Tabel 3.22). De drogestof-, N- en P₂O₅-opbrengst waren in de BES-jaren lager dan daarvoor. Met name in de droge jaren 2018 en 2020 waren de opbrengsten van droge stof, N en P₂O₅ veel lager.

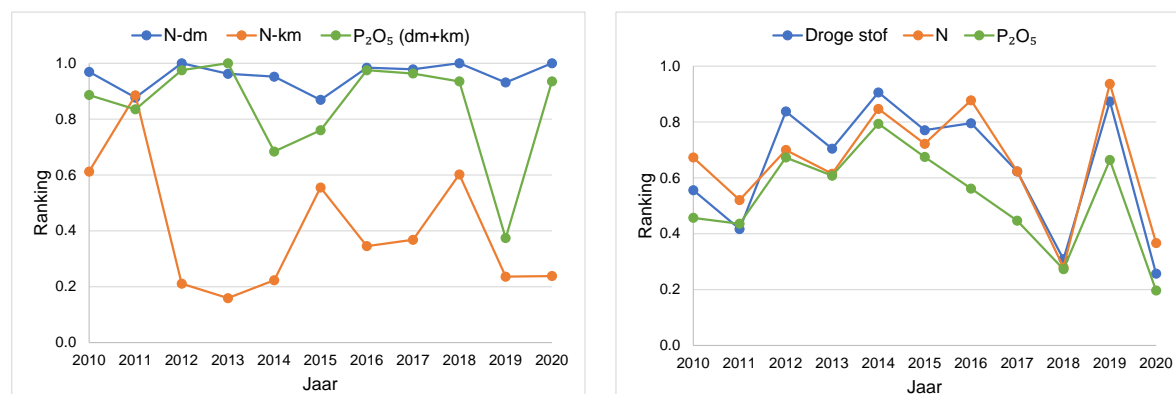
Tabel 3.23 Bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van maïsland op bedrijf Van Wijk.

Jaar	BES ¹	Bemesting			Opbrengst		
		N-dierlijk ²	N-kunstmest	P ₂ O ₅ ²	Droge stof	N	P ₂ O ₅
2010	0	112	102	62	19,847	221	89
2011	0	110	120	67	14,566	160	67
2012	0	0	153	15	16,698	161	75
2013	0	0	153	41	20,162	214	87
2014	0	0	148	39	19,272	209	85
2015	0	119	172	37	18,681	196	73
2016	1	117	114	35	16,636	165	82
2017	1	185	93	56	21,157	210	93
2018	1	0	99	0	11,071	120	50
2019	1	158	43	35	20,218	239	84
2020	1	148	47	40	19,189	222	76
Pre-BES		65	137	42	17980	189	80
BES		123	71	33	17909	198	76
Vershil		57	-67	-10	-72	8	-4

¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES-jaar;

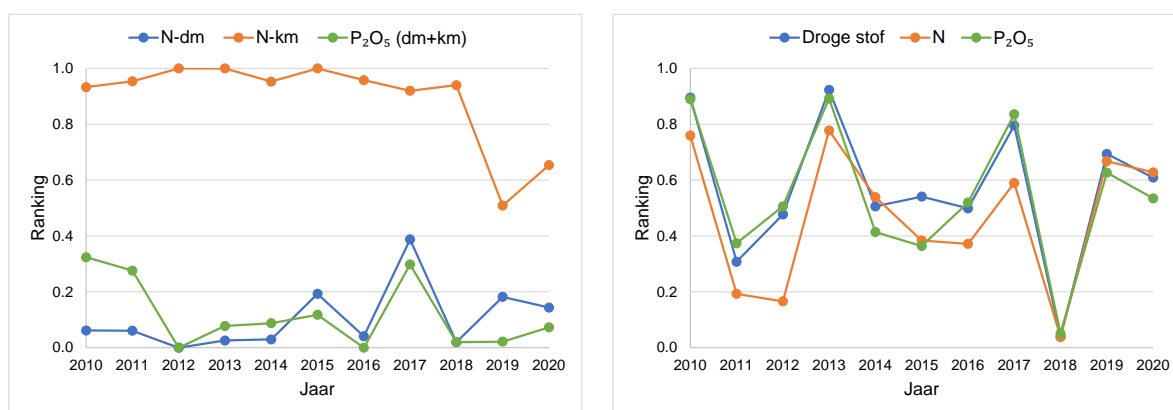
² De dierlijke bemesting is inclusief voerresten en strooisel.

Op maïsland (Tabel 3.23) was de gemiddelde dierlijke mest-N-gift in de BES-periode 57 kg/ha hoger en de P₂O₅-gift 10 kg/ha lager dan in de pre-BES-periode. Het kunstmest-N gebruik was tijdens BES 67 kg/ha lager dan in de pre-BES-periode. Gemiddeld waren de drogestof- en P₂O₅-opbrengst van maïs in de BES-jaren iets lager en de N-opbrengst iets hoger dan in pre-BES-jaren. De maïsopbrengst was met name in 2018 veel lager dan andere jaren.



Figuur 3.16 De rangorde van de bemesting (links) en de opbrengsten (rechts) van grasland op bedrijf Van Wijk ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2016-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

Over het algemeen was de bemesting op grasland met dierlijke mest (N en P₂O₅) op bedrijf Van Wijk (Figuur 3.16) hoger dan de mediaan van de benchmark (ranking > 0,7), terwijl de kunstmest-N gift lager was dan het gemiddelde van de benchmark (ranking < 0,6). We zien geen structureel verschil tussen de ranking van de bemesting in de pre-BES-periode en de BES-jaren. De ranking van de opbrengsten (droge stof, N, en P₂O₅) varieert tussen 0,2 en 0,9 vertoont geen waarneembaar verschil tussen de pre-BES-periode en de BES-jaren.



Figuur 3.17 De rangorde van de bemesting (links) en de opbrengsten (rechts) van maïsland op bedrijf Van Wijk ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2016-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

In tegenstelling tot de bemesting op grasland is de bemesting op maïsland met dierlijke mest-N en -P₂O₅ op bedrijf Van Wijk (Figuur 3.17) lager dan het gemiddelde van de benchmark (ranking < 0,4), terwijl de kunstmest-N gift hoger is dan het gemiddelde van de benchmark (ranking > 0,8). De laatste twee jaren (2019 en 2020) is de ranking van het kunstmest-N gebruik afgenomen tot c.a. 0,6. Het verloop van de ranking van de opbrengsten (droge stof, N, en P₂O₅) is zeer onregelmatig en er is geen tendens in te herkennen.

N en P₂O₅-overschot bodembalans

Tabel 3.24 geeft een overzicht van de gerealiseerde N- en P₂O₅-bodemoverschotten op bedrijf Van Wijk. Het betreft hier de bodemoverschotten op bedrijfsniveau. Tevens zijn de toelaatbare overschotten weergegeven. De toelaatbare overschotten zijn alleen bepaald voor de BES-jaren en daardoor is een vergelijking met de gerealiseerde overschotten alleen mogelijk voor deze jaren.

Tabel 3.24 Toelaatbaar en gerealiseerd N en P₂O₅-bodemoverschot (kg per ha) op bedrijf van Wijk.

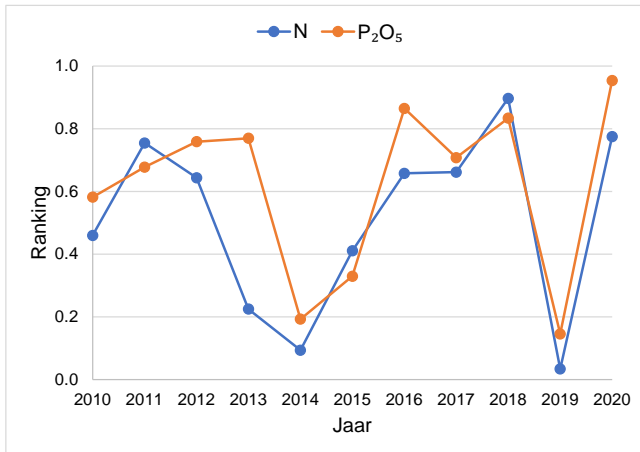
Jaar	BES ¹	Toelaatbaar ²		Gerealiseerd	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
2010	0	-	-	161	10
2011	0	-	-	193	16
2012	0	-	-	188	17
2013	0	-	-	150	25
2014	0	-	-	89	-29
2015	0	-	-	164	-7
2016	1	159	7	187	16
2017	1	157	7	188	13
2018	1	158	7	264	33
2019	1	159	7	56	-16
2020	1	158	7	219	36
Pre-BES		-	-	162	7
BES		158	7	182	17
Vershil				20	10

¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES-jaar;

² Niet bepaald in 2010-2015.

Gemiddeld over de BES-jaren was het gerealiseerde N-bodemoverschot 24 kg/ha hoger dan het toelaatbare N-bodemoverschot. Met uitzondering van 2019 was het gerealiseerde N-bodemoverschot in alle BES-jaren hoger dan het toelaatbare N-bodemoverschot. Het verschil tussen het toelaatbare en gerealiseerde P₂O₅-overschot bedroeg 10 kg/ha.

In de BES-jaren was het N-overschot bij Van Wijk gemiddeld 20 kg/ha hoger dan in de pre-BES-periode (2010 t/m 2014). Het P₂O₅-overschot was in de BES-jaren gemiddeld 10 kg/ha hoger dan in de pre-BES-periode (waarbij opgemerkt wordt dat negatieve overschotten in de BES-jaren nog steeds voorkwamen), terwijl de P₂O₅-bemesting in de BES-jaren lager was dan in de pre-BES-periode (Tabellen 3.22 en 3.23). Verder valt het lage N-overschot in 2019 op (56 kg/ha). Dit is het gevolg van de wat lagere bemesting (zie Tabel 3.21) in combinatie met de verhoudingsgewijs hogere N-opbrengst van grasland in dat jaar (Tabel 3.23).

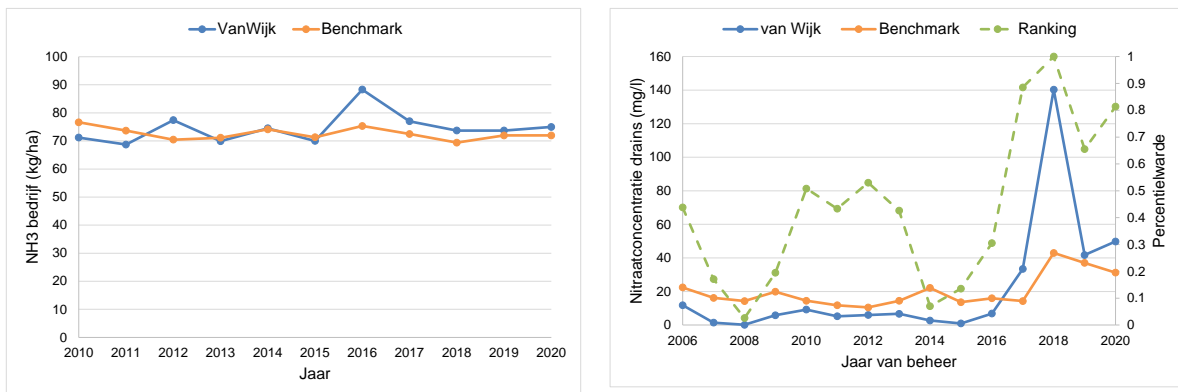


Figuur 3.18 De rangorde van het bodemoverschot (N en P₂O₅) op bedrijf Baltus ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2016-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

Het verloop van de ranking van het bodemoverschot (N en P₂O₅) op bedrijf Van Wijk is onregelmatig en varieert tussen 0,1 en 0,9 (Figuur 3.18). Er is geen structureel verschil waargenomen tussen de ranking in de pre-BES-periode en de BES-jaren.

NH₃-emissie en waterkwaliteit

De NH₃-emissie en waterkwaliteit op bedrijfsniveau worden weergegeven en vergeleken met een benchmark (zie Kader 3.1 voor een toelichting over de benchmark voor nitraat en zie Kader 3.2 voor een toelichting over de NH₃-emissie benchmark). Figuur 3.19 geeft het resultaat per jaar voor bedrijf Van Wijk. Op bedrijf Van Wijk is de waterkwaliteit gemeten in het drainwater.



Figuur 3.19 Links: De NH₃-emissie en de NH₃-benchmark emissie (toelichting in kader 3.2; kg/ha); rechts: de nitraatconcentratie in drainwater (mg/l), oranje: de gemeten waarde op het bedrijf en groen: de rangorde ten opzichte van benchmark bedrijven uit het LMM (Imm.rivm, 2022; toelichting zie kader 3.1); weergegeven voor bedrijf Van Wijk, 2010-2020 (BES-jaren: 2016-2020).

De NH₃-emissie is in zowel gedurende de BES-jaren als de pre-BES-periode vrij stabiel met een uitschieter in 2016 (Figuur 3.19). In de BES-jaren is de NH₃-emissie bij Van Wijk altijd hoger dan de benchmark.

De ontwikkeling in nitraatconcentratie in drainwater bij van Wijk is t/m 2017 vergelijkbaar met de trend in de benchmark met dit verschil dat de nitraatwaardes bij van Wijk over het algemeen lager liggen. De jaren 2017 en 2018 vormen hierop een uitzondering met een grote piek in de nitraatconcentratie in 2018. In 2018 is de nitraatconcentratie op het bedrijf van Wijk hoger dan de hoogste waarde gemeten in de benchmarkgroep ((ranking =1). In 2019 is de nitraatconcentratie weer gelijk met de nitraatconcentratie in de benchmark.

3.1.6 Koopman

Bedrijfskenmerken

Het bedrijf van de gebroeders Koopman is gelegen in het dorp Oudega (Friese Meren). Een gebied met hoofdzakelijk melkveehouderij. In de omgeving van het bedrijf gaan zandgronden in het zuidelijker gelegen Gaasterland geleidelijk over naar afgegraven veengronden met uitsluitend grasland tussen het dorp en de Fluessen. Een klein deel van de percelen ligt op de strook zandgrond terwijl het overgrote deel gelegen is op moerige zandgrond met een top laagje klei dat overbleef na de veenafgravingen. Enkele bedrijfskenmerken (situatie 2020):

- Totaal areaal was 122,3 ha, waarvan 92,8 ha productiegrasland, 7,3 ha natuurland en 22,2 ha maïsland. Het aandeel grasland was 82%.
- De melkproductie per ha bedroeg 13.825 kg en de melkproductie per koe 8.935 kg.
- De koeien worden in de zomer ongeveer 1800 uur geweid. Het jongvee is in het groeiseizoen een paar maanden buiten.
- Vanaf 2019 doen de gebroeders Koopman mee met de BES.

Bemesting: BES-normen en realisatie op bedrijfsniveau

Tabel 3.25 geeft een overzicht van bemestingsnormen in BES vergeleken met de generiek normen.

Tabel 3.25 De jaarlijkse toegestane hoeveelheid N en P₂O₅ met dierlijke mest en kunstmest op bedrijfsniveau (kg per ha) volgens de generieke norm (Gen) en de norm conform BES bij maximaal gebruik van dierlijke mest (BES) op bedrijf Koopman.

Jaar	Dierlijke mest				Kunstmest		Totaal		Werkzaam ¹	
	N		P ₂ O ₅		N		N		N	
	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES
2019	250	293	94	86	206	169	456	462	319	301
2020	250	322	109	87	233	162	483	484	346	307
Gem	250	308	102	87	220	166	470	473	332	304

¹ De hoeveelheid werkzame N is berekend als het dierlijke mest gebruik × 0,6 (wc dierlijke mest) + het kunstmest-N gebruik × 1 (wc kunstmest); wc = werkingscoëfficiënt.

Gemiddeld over de 2 jaren bedroeg de BES-norm voor dierlijke mest-N 308 kg/ha, waardoor 58 kg N per ha meer kon worden toegediend dan volgens de generieke norm (Tabel 3.25). Met P₂O₅ kan er gemiddeld met de BES-norm 15 kg P₂O₅ per ha minder worden toegediend dan volgens de generieke norm. De BES-norm voor kunstmest-N was gemiddeld over beide jaren 54 kg/ha lager dan generiek. Alleen in 2019 was de totale aanvoer van N met dierlijke mest en kunstmest iets hoger dan generiek, terwijl in 2020 er vrijwel geen verschil was. Het niveau van N-werkzaam was gemiddeld over beide jaren bij de BES-bemesting 28 kg per ha lager dan het niveau bij generieke bemesting.

Tabel 3.26 De gerealiseerde N- en P₂O₅-bemesting met dierlijke mest en kunstmest (gebruik; kg per ha) en de N/P₂O₅-verhouding in de mest (volgens netto-excretie KringloopWijzer) op bedrijf Koopman en het verschil met de BES-norm (BES).

Jaar	Dierlijke mest						Kunstmest					
	N			P ₂ O ₅			N/P ₂ O ₅			N		
	BES	Gebruik	Verschil	BES	Gebruik	Verschil	BES	Gebruik	BES ¹	Gebruik	Verschil	
2019	293	233	-60	86	64	-22	3.4	3.6	229	87	-142	
2020	322	263	-59	87	69	-18	3.7	3.8	220	50	-170	
Gem	308	248	-60	87	67	-20	3.6	3.7	225	69	-156	

¹ N-norm bij gerealiseerde drijfmestgift, op basis van jaar-specifieke inwisselkoersen tussen N uit drijfmest en N uit kunstmest.

Gemiddeld over beide BES-jaren is er met dierlijke mest 60 kg N per ha en 20 kg P₂O₅ per ha minder gebruikt dan de BES-max norm (Tabel 3.26). Er is veel minder kunstmest-N gebruikt dan de BES-norm (gemiddeld 156 kg/ha).

Bemesting en opbrengsten per gewas

In deze paragraaf worden de bemesting en opbrengsten per gewas in de BES-periode vergeleken met de jaren daaraan voorafgaand (pre-BES). Tabel 3.27 geeft een overzicht van grasland en Tabel 3.28 van maïsland.

Tabel 3.27 Bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van grasland op bedrijf Koopman.

Jaar	BES ¹	Bemesting			Opbrengst		
		N-dierlijk ²	N-kunstmest	P ₂ O ₅ ²	Droge stof	N	P ₂ O ₅
2014	0	263	223	70	11712	343	92
2015	0	306	234	85	10368	273	75
2016	0	292	182	79	11208	311	83
2017	0	272	148	101	11594	359	90
2018	0	278	116	76	8822	262	62
2019	1	328	113	107	9867	285	67
2020	1	351	66	93	9991	305	73
Pre-BES		282	181	82	10741	310	80
BES		340	90	100	9929	295	70
Verschil		57	-91	18	-812	-15	-10

¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES-jaar;

² De dierlijke bemesting is inclusief voerresten en strooisel.

Vergeleken met de pre-BES-periode (2014 t/m 2018) heeft Koopman in de BES-jaren gemiddeld meer dierlijke mest-N (57 kg/ha) en minder kunstmest-N (91 kg/ha) toegediend op grasland (Tabel 3.27). De drogestof-, N- en P₂O₅-opbrengst waren in de BES-jaren lager dan daarvoor. Beide BES-jaren (2019 en 2020) waren niet erg groeizaam. In de pre-BES-periode (2014 t/m 2018) was alleen 2018 een (extreem) droog jaar met lage opbrengst.

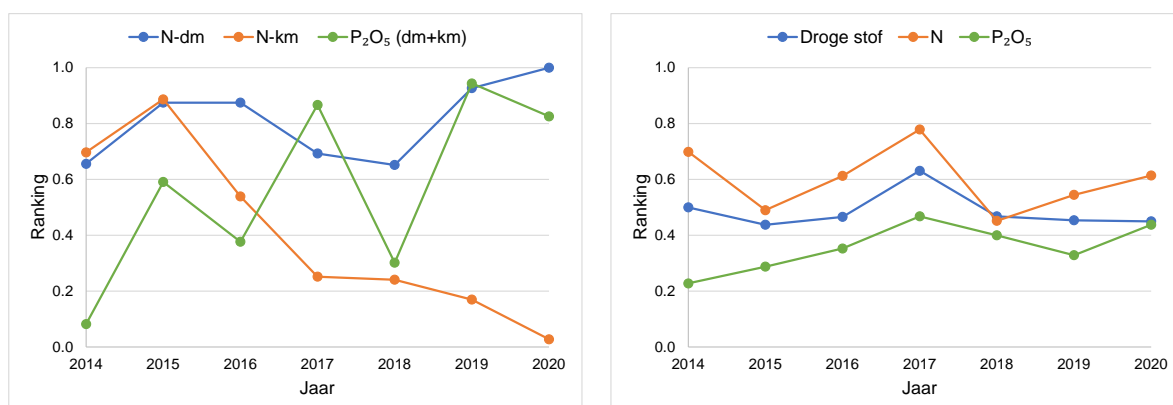
Tabel 3.28 Bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van maïsland op bedrijf Koopman.

Jaar	BES ¹	Bemesting			Opbrengst		
		N-dierlijk ²	N-kunstmest	P ₂ O ₅ ²	Droge stof	N	P ₂ O ₅
2014	0	251	21	89	19201	203	76
2015	0	207	44	83	14873	173	58
2016	0	181	140	47	17327	192	74
2017	0	146	46	38	22242	269	88
2018	0	191	37	53	19785	201	81
2019	1	-	-	-	-	-	-
2020	1	58	0	16	16391	184	59
Pre-BES		195	58	62	18686	208	75
BES		58	0	16	16391	184	59
Vershil		-137	-58	-46	-2295	-24	-16

¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES-jaar;

² De dierlijke bemesting is inclusief voerresten en strooisel.

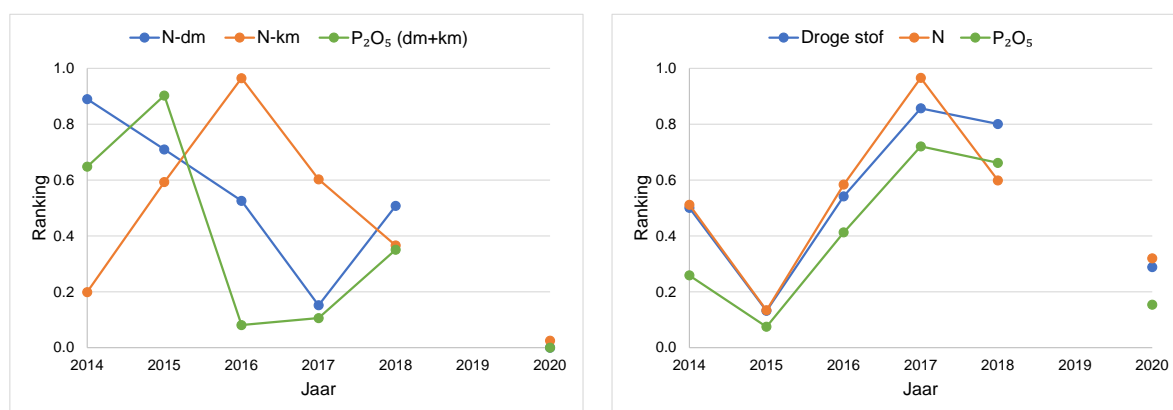
Alleen in het BES-jaar 2020 werd snijmaïs geoogst (Tabel 3.28). Alle maïsland in 2019 werd geoogst als MKS wat in de systematiek van de KringloopWijzer beschouwd wordt als 'overig bouwland'. In het BES-jaar 2020 was het gebruik van N en P₂O₅ met dierlijke mest gemiddeld respectievelijk 137 en 46 kg/ha lager dan in de pre-BES-periode. In 2020 werd geen kunstmest-N gegeven op de maïs en daardoor was de kunstmest-N gift in de BES 58 kg N per ha lager dan pre-BES. Gemiddeld was de opbrengst (drogestof-, N- en P₂O₅) van maïs in 2020 lager dan in pre-BES-jaren. Benadrukt moet worden dat het hier maar ging om één BES-jaar.



Figuur 3.20 De rangorde van de bemesting (links) en de opbrengsten (rechts) van grasland op bedrijf Koopman ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2019-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

Het verloop van de ranking van de bemesting van grasland op bedrijf Koopman is onregelmatig (Figuur 3.20). We zien wel een trend van een toenemende ranking van de P₂O₅-bemesting en een afnemende ranking van kunstmest-N. Vanwege lage fosfaattoestanden van de bodem mag Koopman reparatie bemesting toepassen; Koopman gebruikt naast dierlijke mest ook kunstmestvervangers. Er is geen structureel verschil waargenomen in de ranking van de opbrengsten (droge stof, N, en P₂O₅) tussen de pre-BES-periode en de twee BES-jaren (2019 en 2020).

Ook het verloop van de ranking van de bemesting en opbrengsten (droge stof, N, en P₂O₅) van maïsland op bedrijf Koopman is onregelmatig (Figuur 3.21).



Figuur 3.21 De rangorde van de bemesting (links) en de opbrengsten (rechts) van maïsland op bedrijf Koopman ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2019-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

N en P₂O₅-overschot bodembalans

Tabel 3.29 geeft een overzicht van de gerealiseerde N- en P₂O₅-bodemoverschotten op bedrijf Koopman. Het betreft hier de bodemoverschotten op bedrijfsniveau. Tevens zijn de toelaatbare overschotten weergegeven. De toelaatbare overschotten zijn alleen bepaald voor de BES-jaren en daardoor is een vergelijking met de gerealiseerde overschotten alleen mogelijk voor deze jaren.

Tabel 3.29 Toelaatbaar en gerealiseerd N en P₂O₅-bodemoverschot (kg per ha) op bedrijf Koopman.

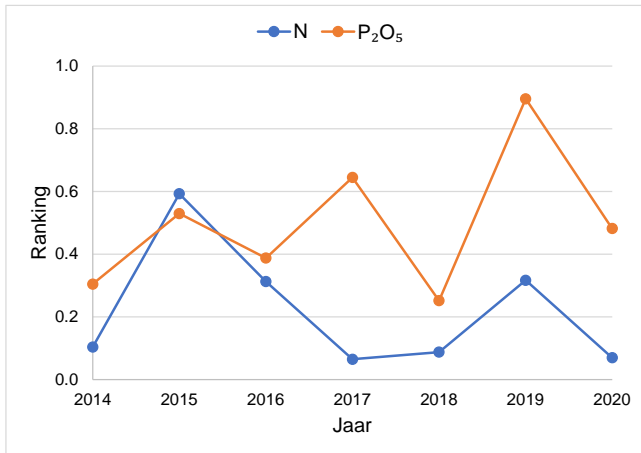
Jaar	BES ¹	Toelaatbaar ²		Gerealiseerd	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
2014	0	-	-	96	-19
2015	0	-	-	195	8
2016	0	-	-	142	-8
2017	0	-	-	60	7
2018	0	-	-	100	5
2019	1	159	8	120	23
2020	1	163	8	82	6
Pre-BES		-	-	119	-1
BES		161	8	101	15
Verschil				-18	16

¹ 0 = pre-BES jaar; 1 = BES-jaar;

² Niet bepaald in 2014-2018.

Gemiddeld over de BES-jaren was het gerealiseerde N-bodemoverschot 60 kg per ha lager dan het toelaatbare N-bodemoverschot. In beide BES-jaren was het gerealiseerde N-bodemoverschot lager dan het toelaatbare N-bodemoverschot. Gemiddeld was het gerealiseerde P₂O₅-overschot over de BES-jaren 7 kg per ha hoger dan het toelaatbare bodemoverschot. Vooral in 2019 was het gerealiseerde P₂O₅-overschot hoog (23 kg per ha), vooral veroorzaakt door de hoge bemesting op grasland (107 kg P₂O₅ per ha; Tabel 3.27).

Vergeleken met de pre-BES-periode (2014 t/m 2018) is het N-overschot bij Koopman in de BES-jaren met gemiddeld 18 kg N per ha afgenomen. Het P₂O₅-overschot is in de BES-jaren gemiddeld gestegen met 16 kg P₂O₅ per ha. De variatie in bodemoverschotten tussen de jaren is vrij groot.

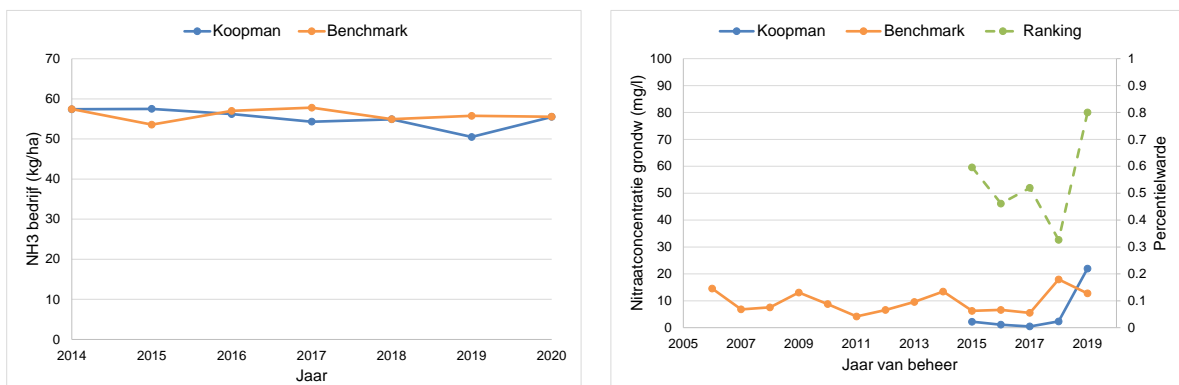


Figuur 3.22 De rangorde van het bodemoverschot (N en P₂O₅) op bedrijf Koopman ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2014-2020 (BES-jaren: 2019-2020; verdere toelichting zie kader 3.1).

Het verloop van de ranking van het bodemoverschot (N en P₂O₅) op bedrijf Koopman is onregelmatig. De behaalde overschotten bevinden zich in het algemeen bij de 50% bedrijven met een lager bodemoverschot dan de mediaan (Figuur 3.22). De ranking van het P₂O₅-bodemoverschot is hoger dan die van het N-bodemoverschot. Er is geen structureel verschil waargenomen in de ranking in tussen de pre-BES-periode en de twee BES-jaren.

NH₃-emissie en waterkwaliteit

De NH₃-emissie en waterkwaliteit op bedrijfsniveau worden weergegeven en vergeleken met een benchmark (zie Kader 3.1 voor een toelichting over de benchmark voor nitraat en zie Kader 3.2 voor een toelichting over de NH₃-emissie benchmark). Figuur 3.23 geeft het resultaat per jaar voor bedrijf Koopman. Op bedrijf Koopman is de waterkwaliteit gemeten in grondwater.



Figuur 3.23 Links: De NH₃-emissie en de NH₃-benchmark emissie (toelichting in kader 3.2; kg/ha); rechts: de nitraatconcentratie in drainwater (mg/l), oranje: de gemeten waarde op het bedrijf en groen: de rangorde ten opzichte van benchmark bedrijven uit het LMM (Imm.rivm, 2022; toelichting zie kader 3.1); weergegeven voor bedrijf Koopman (BES-jaren: 2019-2020).

De NH₃-emissie is in zowel de BES- als pre-BES-jaren vrij constant (Figuur 3.23). In zowel de pre-BES als de BES-jaren is de NH₃-emissie bij Koopman vergelijkbaar met de benchmark.

De ontwikkeling in nitraatconcentratie in grondwater bij Koopman is in de periode 2015-2017 vergelijkbaar met de trend in de benchmark met dit verschil dat de nitraatconcentraties bij Koopman over het algemeen lager liggen. De stijging van de nitraatconcentratie bij de benchmarkbedrijven in 2018 werd niet waargenomen bij Koopman, terwijl in 2019 de nitraatconcentratie bij Koopman hoger was dan die van de benchmark. De ontwikkeling van de ranking van de nitraatconcentratie in de benchmark is grillig en varieert tussen 0,3 en 0,8. De gegevens over het BES-jaar 2020 waren bij het schrijven van dit rapport nog niet beschikbaar.

3.2 Verbredingsbedrijven

In de vorige paragraaf zijn de resultaten van de basisbedrijven besproken. In deze paragraaf worden de resultaten van de verbredingsbedrijven die deelnemen in de BES behandeld. De bedrijven ingedeeld in twee groepen: bedrijven die al meerdere jaren deelnemen in de BES (hieronder weergegeven in de 'a-tabellen' en bedrijven die vanaf 2020 deelnemen in de BES (hieronder weergegeven in de 'b-tabellen).

Bemesting: BES-normen en realisatie op bedrijfsniveau

Tabellen 3.30a en 3.30b geven een overzicht van bemestingsnormen in BES vergeleken met de generieke gebruiksnormen.

Tabel 3.30a De jaarlijkse toegestane hoeveelheid N en P₂O₅ met dierlijke mest en kunstmest op bedrijfsniveau (kg per ha) volgens de generieke norm (Gen) en de norm conform BES bij maximaal gebruik van dierlijke mest (BES) op bedrijven die sinds 2017 en 2018 met de BES meedoen.

Bedrijf	Jaar	Dierlijke mest				Kunstmest		Totaal		Werkzaam ¹	
		N		P ₂ O ₅		N		N		N	
		Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES
De Schothorst	2017	250	414	78	128	181	73	431	487	294	259
	2018	250	379	82	120	135	135	385	514	248	306
	2019	250	381	82	116	195	143	445	524	308	314
	2020	250	344	83	108	201	194	451	538	314	349
	<i>Gem</i>	250	380	81	118	178	136	428	516	291	307
Barink	2018	230	345	81	93	148	3	378	348	286	210
	2019	230	247	81	80	148	79	378	326	286	227
	2020	230	275	83	75	126	110	356	385	264	275
	<i>Gem</i>	230	289	82	83	141	64	371	353	279	237
Dubbink	2018	230	342	84	93	147	111	377	453	251	265
	2019	230	299	81	81	126	118	356	417	230	253
	2020	230	307	96	80	147	89	377	396	251	227
	<i>Gem</i>	230	316	87	85	140	106	370	422	244	248
Hoogendijk	2018	250	350	90	105	153	101	403	451	266	259
	2019	250	288	88	87	153	87	403	375	266	217
	2020	250	321	92	92	153	121	403	442	266	265
	<i>Gem</i>	250	320	90	95	153	103	403	423	266	247
Gemiddeld		240	326	85	95	153	102	393	429	270	260

¹ De hoeveelheid werkzame N is berekend als het dierlijke mest gebruik × 0,6 (wc dierlijke mest) + het kunstmest-N gebruik × 1 (wc kunstmest); wc = werkingscoëfficiënt.

Voor de vier bedrijven die al meerdere jaren meededen aan de BES, bedroeg de BES-norm voor dierlijke mest-N gemiddeld over de jaren en bedrijven 326 kg/ha, waardoor 86 kg N/ha meer kon worden toegediend dan volgens de generieke norm (Tabel 3.30a). Volgens de BES-norm kon gemiddeld over de jaren en bedrijven 10 kg/ha meer P₂O₅ worden toegediend dan volgens de generieke norm. Alleen bij bedrijf Dubbink was de BES-norm voor P₂O₅ gemiddeld over de BES-jaren lager dan generiek. De BES-norm voor kunstmest-N was gemiddeld over de BES-jaren op alle vier bedrijven gemiddeld 51 kg/ha lager dan generiek. Alleen bij bedrijf Barink was de gemiddelde totale aanvoer van N met dierlijke mest en kunstmest over de BES-jaren lager dan generiek. Het niveau van N-werkzaam was op twee van de vier bedrijven gemiddeld over de BES-jaren lager dan generiek. Gemiddeld over de bedrijven en jaren was de aanvoer van N-werkzaam volgens BES-bemesting 10 kg/ha lager dan volgens generieke bemesting.

Tabel 3.30b De jaarlijkse toegestane hoeveelheid N en P₂O₅ met dierlijke mest en kunstmest op bedrijfsniveau (kg per ha) volgens de generieke norm (Gen) en de norm conform BES bij maximaal gebruik van dierlijke mest (BES) op bedrijven die vanaf 2020 zijn gestart in de BES.

Bedrijf	Jaar	Dierlijke mest				Kunstmest		Totaal		Werkzaam ¹	
		N		P ₂ O ₅		N		N		N	
		Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES	Gen	BES
Buijs	2020	250	292	98	84	219	158	469	450	332	289
De Vries	2020	250	317	86	84	132	69	382	386	245	212
Kuks²	2020	230	211	82	63	125	88	355	299	229	183
Pijnenborg	2020	170	228	73	69	133	114	303	342	210	217
Post	2020	250	259	83	85	118	122	368	381	231	239
Stevens²	2020	230	205	82	61	126	108	356	313	230	200
Van de Heijning	2020	250	270	88	73	210	168	460	438	323	290
Van Erp	2020	250	309	113	89	203	81	453	390	316	220
Van Hoven	2020	230	301	91	91	122	103	352	404	226	238
Levers	2020	250	379	90	117	235	188	485	567	348	359
Schouten	2020	250	353	90	100	202	209	452	562	315	368
Zijderveld	2020	250	331	84	103	199	210	449	541	312	359
Gemiddeld		238	288	88	85	169	135	407	423	276	265

¹ De hoeveelheid werkzame N is berekend als het dierlijke mest gebruik × 0,6 (wc dierlijke mest) + het kunstmest-N gebruik × 1 (wc kunstmest); wc = werkingscoëfficiënt;

² Niet volgens BES bemest maar generiek.

Gemiddeld over de bedrijven die slechts één jaar (2020) meededen aan de BES, bedroeg de BES-norm voor dierlijke mest-N 288 kg/ha. Hierdoor kon 55 kg/ha meer N met dierlijke mest worden toegediend dan volgens de generieke norm (Tabel 3.30b). Volgens de BES-norm kon gemiddeld 3 kg/ha minder P₂O₅ worden toegediend dan volgens de generieke norm. Op 2 van de 12 bedrijven was de BES-norm voor dierlijke mest-N lager dan generiek, terwijl dit voor P₂O₅ op 7 van de 12 bedrijven het geval was. De BES-norm voor kunstmest-N was gemiddeld over de bedrijven 34 kg/ha lager dan generiek. Bij slechts 2 van de 12 bedrijven was de BES-norm voor kunstmest-N hoger dan generiek (Schouten en Zijderveld). Op 5 van de 12 bedrijven was de totale N-aanvoer met dierlijke mest en kunstmest volgens BES lager dan bij generiek. Gemiddeld over de bedrijven was de totale N-aanvoer in BES in 2020 16 kg per ha hoger dan bij generiek. Bij BES-bemesting was het niveau van N-werkzaam op 6 van de 12 bedrijven in 2020 lager dan generiek. Gemiddeld over de bedrijven was het niveau van N-werkzaam volgens de BES 11 kg per ha lager dan volgens generieke bemesting.

De bedrijven Stevens en Kuks hebben in 2020 niet volgens de BES bemest. Deze bedrijven komen niet voor in het verdere resultaatoverzicht in dit hoofdstuk.

Tabellen 3.31a en 3.31b geven een overzicht van de gerealiseerde bemesting vergeleken met de BES-normen.

Tabel 3.31a De gerealiseerde N- en P₂O₅-bemesting met dierlijke mest en kunstmest (gebruik; kg per ha) en de N/P₂O₅-verhouding in de mest (volgens netto-excretie KringloopWijzer) en het verschil met de BES-norm (BES) op bedrijven die sinds 2017 en 2018 meedoen met de BES.

Bedrijf	Jaar	Dierlijke mest						Kunstmest		
		N			P ₂ O ₅			N		
		BES	Gebruik	Verschil	BES	Gebruik	Verschil	BES ¹	Gebruik	Verschil
De Schothorst	2017	414	325	-89	128	101	-27	158	145	-13
	2018	379	208	-171	120	69	-51	303	108	-195
	2019	381	220	-161	116	66	-50	298	101	-197
	2020	344	305	-39	108	78	-30	232	119	-113
	<i>Gem</i>	380	265	-115	118	79	-40	248	118	-130
Barink	2018	345	224	-121	93	79	-14	126	101	-25
	2019	247	245	-2	80	45	-35	81	68	-13
	2020	275	273	-2	75	62	-13	112	95	-17
	<i>Gem</i>	289	247	-42	83	62	-21	106	88	-18
Dubbink	2018	342	259	-83	93	63	-30	195	91	-104
	2019	299	264	-35	81	71	-10	153	86	-67
	2020	307	248	-59	80	64	-16	149	80	-69
	<i>Gem</i>	316	257	-59	85	66	-19	166	86	-80
Hoogendijk	2018	350	225	-125	105	70	-35	215	81	-134
	2019	288	202	-86	87	56	-31	165	67	-98
	2020	321	227	-94	92	58	-34	206	84	-122
	<i>Gem</i>	320	218	-102	95	61	-33	195	77	-118
Gemiddeld		326	247	-79	95	67	-28	179	92	-86

¹ N-norm bij gerealiseerde drijfmest-N-gift, op basis van jaar-specifieke inwisselkoersen tussen N uit drijfmest en N uit kunstmest.

Gemiddeld over de vier bedrijven met meerdere BES-jaren en over de BES-jaren was het gebruik van dierlijke mest-N 79 kg/ha lager en van dierlijke mest P₂O₅ 28 kg/ha lager dan de BES-max norm (Tabel 3.31a). Op elk bedrijf en in elk jaar was de gerealiseerde bemesting met dierlijke mest lager dan de BES-max norm. Ook het kunstmest-N gebruik was gemiddeld over de bedrijven en BES-jaren lager dan de BES-norm, te weten: 86 kg/ha lager. Net als bij dierlijke mest was de gerealiseerde bemesting met kunstmest op elk bedrijf en in elk jaar lager dan de BES-norm.

Tabel 3.31b De gerealiseerde N- en P₂O₅-bemesting met dierlijke mest en kunstmest (gebruik; kg per ha) en de N/P₂O₅-verhouding in de mest (volgens netto-excretie KringloopWijzer) en het verschil met de BES-norm (BES) op bedrijven die vanaf 2020 zijn gestart in de BES.

Bedrijf	Jaar	Dierlijke mest						Kunstmest		
		N			P ₂ O ₅			N		
		BES	Gebruik	Verschil	BES	Gebruik	Verschil	BES ¹	Gebruik	Verschil
Buijs	2020	292	257	-35	84	71	-13	192	108	-84
De Vries	2020	317	249	-68	84	67	-17	119	75	-44
Pijnenborg	2020	228	252	24	69	51	-18	89	46	-43
Post	2020	259	233	-26	85	55	-30	149	127	-22
Van de Heijning	2020	270	235	-35	73	53	-20	203	140	-63
Van Erp	2020	309	307	-2	89	79	-10	82	80	-2
Van Hoven	2020	301	264	-37	91	78	-13	134	108	-26
Levers	2020	379	315	-64	117	105	-12	250	179	-71
Schouten	2020	353	272	-81	100	69	-31	286	211	-75
Zijderveld	2020	331	298	-33	103	78	-25	242	234	-8
Gemiddeld		304	268	-36	90	71	-19	175	131	-44

¹ N-norm bij gerealiseerde drijfmest-N-gift, op basis van jaar-specifieke inwisselkoersen tussen N uit drijfmest en N uit kunstmest.

Gemiddeld over de 10 bedrijven met één BES-jaar was het gebruik van dierlijke mest-N in 2020 36 kg/ha lager en van dierlijke mest- P₂O₅ 19 kg/ha lager dan de BES-max norm (Tabel 3.31b). Op elk bedrijf was de gerealiseerde bemesting met dierlijke mest lager dan de BES-max norm, met uitzondering van Pijnenborg (N). Ook het kunstmest-N gebruik was gemiddeld over de bedrijven lager dan volgens de BES-norm, te weten: 44 kg/ha lager.

Bemesting en opbrengsten per gewas

In deze paragraaf worden de bemesting en opbrengsten per gewas in de BES-periode vergeleken met de jaren daaraan voorafgaand (pre-BES). Tabellen 3.32a en 3.32b geven een overzicht van grasland en Tabellen 3.33a en 3.33b van maïsland.

Tabel 3.32a Bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van grasland op bedrijven die sinds 2017 en 2018 meedoen met de BES.

Bedrijf	Periode	Bemesting			Opbrengst		
		N-dierlijk ¹	N-km	P ₂ O ₅ -dierlijk ¹	Droge stof	N	P ₂ O ₅
De Schothorst	Pre-BES	300	234	96	15915	389	133
	BES	367	183	112	14923	395	119
	Verschil	67	-51	16	-992	6	-14
Barink	Pre-BES	275	172	76	12194	331	100
	BES	284	108	73	11299	302	76
	Verschil	9	-64	-3	-895	-29	-24
Dubbink	Pre-BES	284	139	83	12912	343	99
	BES	278	95	72	11119	298	77
	Verschil	-6	-44	-11	-1793	-45	-22
Hoogendijk	Pre-BES	277	138	83	13297	364	106
	BES	345	114	96	11739	367	90
	Verschil	68	-24	13	-1558	3	-16
Gemiddeld	Pre-BES	284	171	85	13580	357	110
	BES	319	125	88	12270	341	91
	Verschil	35	-46	4	-1310	-16	-19

¹ De dierlijke bemesting is inclusief voerresten en strooisel.

Vergeleken met de pre-BES-periode hebben de vier bedrijven in de BES-jaren gemiddeld meer dierlijke mest (36 kg N per ha en 4 kg P₂O₅ per ha) en minder kunstmest (46 kg N per ha) toegediend op grasland (Tabel 3.32a). De opbrengsten van het gras (droge stof, N en P₂O₅) waren in de BES-jaren lager dan daarvoor.

Tabel 3.32b Verschil tussen de bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van grasland in de pre-BES-periode en het BES-jaar 2020 op bedrijven die vanaf 2020 zijn gestart in de BES.

Bedrijf	Bemesting			Opbrengst		
	N-dierlijk	N-km	P ₂ O ₅ -dierlijk	Droge stof	N	P ₂ O ₅
Buijs	58	-30	6	-1661	-37	-27
De Vries	60	-5	16	319	47	-3
Pijnenborg	-9	-63	-12	-2284	-54	-30
Post	-25	-14	-44	-2570	-23	-41
Van de Heijning	-68	-16	-27	-3420	-129	-39
Van Erp	44	-107	2	-1810	-56	-20
Van Hoven	31	-18	8	-236	29	-15
Levers	115	-53	35	222	-5	-18
Schouten	37	-14	-9	-1167	5	-13
Zijderveld	112	-19	6	-293	-27	-22
Gemiddeld	36	-34	-2	-1290	-25	-23

Vergeleken met de pre-BES-periode hebben de bedrijven gemiddeld in het BES-jaar 2020 meer N uit dierlijke mest toegediend dan daarvoor (36 kg N per ha) maar met P₂O₅ uit dierlijke mest en N uit kunstmest is er minder toegediend (respectievelijk 2 en 34 kg per ha; Tabel 3.32b). De verschillen tussen de bedrijven zijn echter groot. De opbrengsten van het gras (droge stof-, N- en P₂O₅-) was in 2020 lager dan daarvoor.

Tabel 3.33a Bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van maïsland op bedrijven die sinds 2017 en 2018 meedoen met de BES.

Bedrijf	Periode	Bemesting			Opbrengst		
		N-dierlijk ¹	N-km	P ₂ O ₅ -dierlijk ¹	Droge stof	N	P ₂ O ₅
De Schothorst	Pre-BES	212	66	64	16868	178	77
	BES	341	48	105	17942	203	74
	Verschil	129	-18	41	1074	25	-3
Barink	Pre-BES	150	2	44	18869	193	79
	BES	199	1	54	16441	181	60
	Verschil	49	-1	10	-2428	-12	-19
Dubbink	Pre-BES	177	9	53	19504	216	88
	BES	213	27	56	16727	192	73
	Verschil	36	18	3	-2777	-24	-15
Hoogendijk	Pre-BES						
	BES						
	Verschil						
Gemiddeld	Pre-BES	180	25	54	18414	196	81
	BES	251	25	72	17037	192	69
	Verschil	71	0	18	-1377	-4	-12

¹ De dierlijke bemesting is inclusief voerresten en strooisel.

Bedrijf Hoogendijk heeft 100% grasland en daardoor geen snijmaïs. Vergeleken met de pre-BES-periode hebben de drie bedrijven in de BES-jaren gemiddeld meer dierlijke mest (71 kg N per ha en 18 kg P₂O₅ per ha) toegediend dan daarvoor (Tabel 3.33a). De kunstmestgift was gemiddeld over de bedrijven en jaren gelijk, maar verschillen tussen de bedrijven zijn groot. De opbrengsten van maïsland (droge stof, N en P₂O₅) waren in de BES-jaren lager dan daarvoor.

Tabel 3.33b Verschil tussen de bemesting (N en P₂O₅; kg per ha) en opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg per ha) van maïsland in de pre-BES-periode en het BES-jaar 2020 op overige bedrijven die vanaf 2020 zijn gestart in de BES.

Bedrijf	Bemesting			Opbrengst		
	N-dierlijk	N-km	P ₂ O ₅ -dierlijk	Droge stof	N	P ₂ O ₅
Buijs						
De Vries	34	0	8	-762	-5	-4
Pijnenborg	51	-17	-16	673	13	-11
Post	-1	-12	-18	567	15	-14
Van de Heijning	37	7	5	-208	10	-2
Van Erp	128	1	35	-744	12	-8
Van Hoven	-109	-18	-40	-1887	-10	-9
Levers						
Schouten	33	13	-10	-3417	-11	-16
Zijderveld	-136	33	-54	-4465	-26	-27
Gemiddeld	5	1	-11	-1280	0	-11

Vergeleken met de pre-BES-periode hebben de bedrijven op maïsland (Tabel 3.33b) gemiddeld in het BES-jaar 2020 iets meer N uit dierlijke mest toegediend dan daarvoor (5 kg N per ha) maar met P_2O_5 uit dierlijke mest en N uit kunstmest is er minder toegediend (respectievelijk 11 en 1 kg per ha). De verschillen tussen de bedrijven zijn echter groot. De drogestof- en P_2O_5 -opbrengst van maïsland was in 2020 lager dan daarvoor, terwijl de N-opbrengst iets hoger was.

De Schothorst: De ranking van de bemesting op grasland met N uit dierlijke mest op De Schothorst (Figuur 3.24) is hoog in zowel pre-BES-periode als in de BES-jaren (ranking > 0,8), terwijl de ranking van N-kunstmest is afgenomen. De ranking van de opbrengsten (droge stof, N, en P_2O_5) is vrij stabiel gebleven en hoog (> 0,9) m.u.v. de N-opbrengst in 2020.

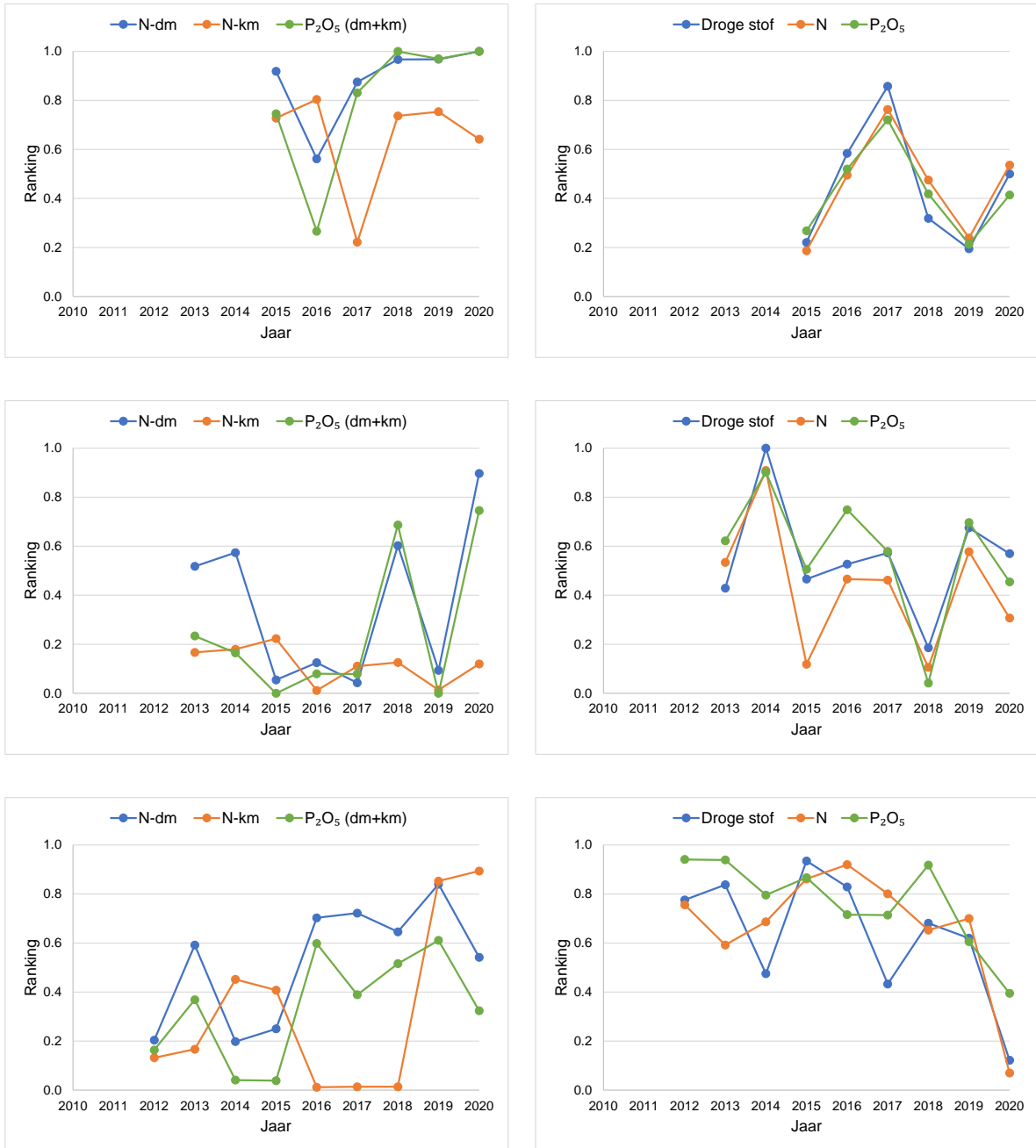
Barink: Het verloop van de ranking van de bemesting van grasland op bedrijf Barink is onregelmatig. De ranking varieert van 0,1 tot 0,9. De ranking van de opbrengsten (droge stof, N, en P_2O_5) is bovengemiddeld (> 0,5) en vrij stabiel over de jaren, m.u.v. het eerste (pre-BES) jaar (2013).

Dubbink: Ook het verloop van de ranking van de bemesting van grasland op bedrijf Dubbink is onregelmatig en varieert van 0,1 tot 0,9. De ranking van de opbrengsten (droge stof, N, en P_2O_5) is bovengemiddeld (> 0,6) en vrij stabiel over de jaren, m.u.v. de P_2O_5 -opbrengst in 2014.

Hoogendijk: Over het algemeen is de bemesting op grasland met N uit dierlijke mest op Hoogendijk hoger dan het gemiddelde van de benchmark (ranking > 0,8), terwijl de N-kunstmestgift lager is dan het gemiddelde van de benchmark (ranking < 0,5). De ranking van de P_2O_5 -bemesting is onregelmatig. Er is geen structureel verschil waargenomen in de ranking in bemesting tussen de pre-BES-periode en de BES-jaren. De ranking van de opbrengsten (droge stof, N, en P_2O_5) was laag in het eerste (pre-BES) jaar (2016), maar blijft vervolgens vrij stabiel (rond 0,8).



Figuur 3.24 De rangorde van de bemesting (links) en de opbrengsten (rechts) van grasland op vier bedrijven (De Schothorst, Barink, Dubbink, Hoogendijk) ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2018-2020 m.u.v. De Schothorst die vanaf 2017 een BES-bedrijf is; verdere toelichting zie kader 3.1).



Figuur 3.25 De rangorde van de bemesting (links) en de opbrengsten (rechts) van maïsland op drie bedrijven (De Schothorst, Barink, Dubbink) ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2018-2020 m.u.v. De Schothorst die vanaf 2017 een BES-bedrijf is; verdere toelichting zie kader 3.1).

Op de drie bedrijven (De Schothorst, Barink en Dubbink) is het verloop van de ranking van de bemesting van maïsland onregelmatig (Figuur 3.25). Op bedrijf Barink is de ranking van N-kunstmest over de gehele periode laag (<0,2). Ook het verloop van de ranking in opbrengsten (droge stof, N, en P₂O₅) is op de drie bedrijven zeer onregelmatig.

Voor de bedrijven die maar één jaar aan de BES hebben meegedaan is geen ranking uitgevoerd, omdat het niet zinvol is één BES-jaar te vergelijken met een langere pre-BES-periode.

N en P₂O₅-bodemoverschot

De N- en P₂O₅-bodemoverschotten worden op bedrijfsniveau weergegeven en beoordeeld. Tabellen 3.34a en 3.34b geven een overzicht van de jaarlijkse toelaatbare en gerealiseerde N- en P₂O₅-bodemoverschotten op de bedrijven. Het toelaatbare N-bodemoverschot is het overschot bij een bemesting volgens generieke normen en een gemiddelde N- en P₂O₅-afvoer met de gras en maïs. Dit overschot vormt de basis van de berekening van de BES-normen. De toelaatbare overschotten zijn alleen bepaald voor de BES-jaren en daardoor is een vergelijking met de gerealiseerde overschotten alleen mogelijk voor die jaren.

Tabel 3.34a Toelaatbaar en gerealiseerd N en P₂O₅-bodemoverschot (kg per ha) op bedrijven die sinds 2017 en 2018 meedoen met de BES.

Jaar	Periode	Toelaatbaar ¹		Gerealiseerd	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
De Schothorst	Pre-BES	-	-	136	-33
	BES	155	-3	113	-5
	Vershil			-23	28
Barink	Pre-BES	-	-	91	-27
	BES	90	-4	89	-3
	Vershil			-2	24
Dubbink	Pre-BES	-	-	67	-20
	BES	100	-1	97	-7
	Vershil			30	13
Hoogendijk	Pre-BES	-	-	279	-23
	BES	307	-2	299	3
	Vershil			20	26
Gemiddeld	Pre-BES	-	-	143	-26
	BES	163	-3	150	-3
	Vershil			6	23

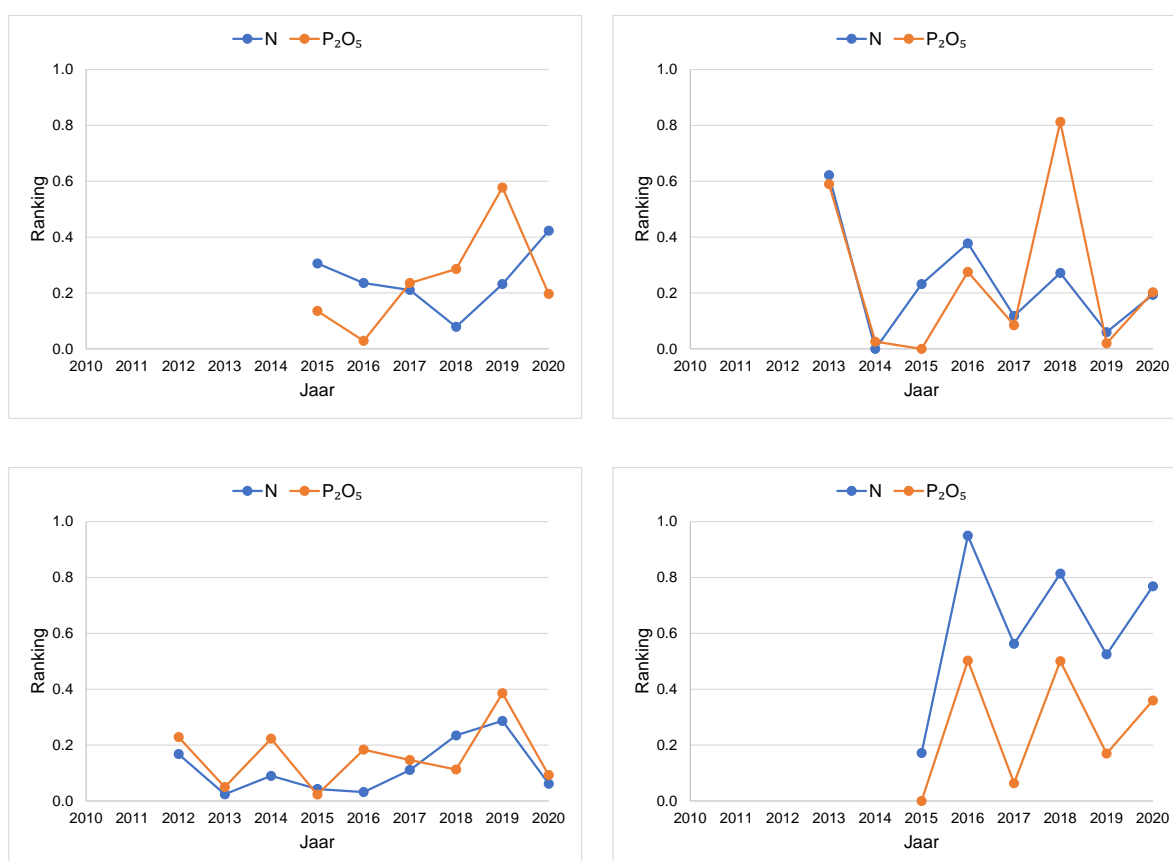
¹ Niet bepaald in pre-BES-periode.

Gemiddeld over de bedrijven en BES-jaren was het gerealiseerde N-bodemoverschot 13 kg per ha lager dan toelaatbare N-bodemoverschot (150 versus 163 kg/ha; Tabel 3.34a). Op alle vier bedrijven was het gerealiseerde N-bodemoverschot lager dan het toelaatbare. In de BES-periode was gemiddeld het gerealiseerde P₂O₅-overschot gelijk met het toelaatbare P₂O₅-overschot. Vergeleken met de pre-BES-periode is het N-bodemoverschot gemiddeld op de vier bedrijven in de BES-jaren met 6 kg/ha toegenomen. Op twee bedrijven was er een toename en op 2 bedrijven een afname van het N-bodemoverschot. Het P₂O₅-overschot is in de BES-periode 23 kg P₂O₅ per ha toegenomen en minder negatief geworden. Op alle vier bedrijven is een toename van het P₂O₅-overschot waargenomen.

Tabel 3.34b Toelaatbaar en gerealiseerd N en P₂O₅-bodemoverschot (kg per ha) in het BES-jaar 2020 op overige bedrijven die vanaf 2020 zijn gestart in de BES.

Jaar	Periode	Toelaatbaar		Gerealiseerd	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
Buijs	BES	161	5	198	20
De Vries	BES	310	-4	276	9
Pijnenborg	BES	73	-14	107	-4
Post	BES	101	-7	102	-12
Van de Heijning	BES	160	-4	190	2
Van Erp	BES	158	22	202	29
Van Hoven	BES	92	0	110	13
Levers	BES	121	-5	158	8
Schouten	BES	158	-1	178	-7
Zijderveld	BES	158	-6	220	-12
Gemiddeld		149	-1	174	5

Gemiddeld over de bedrijven was het gerealiseerde N-bodemoverschot in 2020 25 kg per ha hoger dan het toelaatbare N-bodemoverschot (174 versus 149 kg N/ha; Tabel 3.34b). Vergeleken met het toelaatbare P₂O₅-overschot is het gerealiseerde overschot in de BES-periode gemiddeld 6 kg/ha hoger. De verschillen tussen de bedrijven zijn groot. Omdat deze bedrijven maar 1 BES-jaar hebben is er geen vergelijking gemaakt in gerealiseerde bodemoverschotten tussen het BES-jaar en de periode voor BES (pre-BES).



Figuur 3.26 De rangorde van het bodemoverschot (N en P₂O₅) op op vier bedrijven (De Schothorst, Barink, Dubbink, Hoogendijk) ten opzichte van benchmark bedrijven uit het BIN (bron: BIN 2022) in 2010-2020 (BES-jaren: 2018-2020 m.u.v. De Schothorst die vanaf 2017 een BES-bedrijf is; verdere toelichting zie kader 3.1).

In figuur 3.26 wordt het verloop van de ranking van het bodemoverschot (N en P₂O₅) op de vier bedrijven (De Schothorst, Barink, Dubbink, Hoogendijk) weergegeven. De ranking van de bodemoverschotten bij De Schothorst en Dubbink, het N-bodemoverschot bij Barink en het P₂O₅-bodemoverschot bij Hoogendijk zijn lager dan 0,5. Er is geen structureel verschil waargenomen in de ranking in tussen de pre-BES-periode en de BES-jaren.

NH₃-emissie en waterkwaliteit

Vanwege onvoldoende gegevens van de waterkwaliteit in de pre-BES-periode en BES-jaren op de verbredingsbedrijven beperken we de bespreking van de resultaten alleen tot de NH₃-emissie. De beschikbare gegevens van de waterkwaliteit op de verbredingsbedrijven zijn opgenomen in Bijlage 7. De NH₃-emissie op bedrijfsniveau wordt weergegeven en vergeleken met een benchmark (zie Kader 3.2 voor een toelichting over de NH₃-emissie benchmark). Figuur 3.27 geeft het resultaat per jaar voor de bedrijven De Schothorst, Barink, Dubbink en Hoogendijk.



Figuur 3.27 De NH₃-emissie en de NH₃-benchmark emissie op vier bedrijven (De Schothorst, Barink, Dubbink en Hoogendijk) (BES-jaren: 2018-2020 m.u.v. De Schothorst die vanaf 2017 een BES-bedrijf is, toelichting in kader 3.2; kg/ha).

De NH₃-emissie bij De Schothorst is in alle jaren lager dan de benchmark al is het verschil in 2020 vrijwel nihil (Figuur 3.27). Op bedrijf Barink is NH₃-emissie in de pre-BES-periode (2013-2017) hoger dan de benchmark, maar de verschillen zijn sinds deelname aan de BES (vanaf 2018) steeds kleiner geworden. Ook op bedrijf Dubbink was de NH₃-emissie in de pre-BES-periode (2012-2017) hoger dan de benchmark en dat is in de BES zo gebleven. Bij Hoogendijk is NH₃-emissie door de tijd heen afgenomen en vanaf de BES-deelname (2018) lager dan de benchmark.

Van de overige verbredingsbedrijven is alleen 2020 een BES-jaar.

3.3 Nitraatresidu in stroken

Deze paragraaf geeft de resultaten weer van de N-residu (NR) bepalingen in stroken waarop bemesting in 2021 is uitgevoerd conform de BES-bemesting en de generieke bemesting. De stroken op de 2 kleibedrijven (Van Erp en Dekker) zijn weergegeven in Tabel 3.35 en die van de NR stroken op de 2 zandbedrijven (Houbraken en Stevens) zijn weergegeven in Tabel 3.36.

Bij van Erp was de bemestingsruimte in BES van dierlijke mest-N 62 kg/ha hoger dan generiek en van kunstmest-N 147 kg/ha lager dan generiek. De aanvoer met dierlijke mest-N en kunstmest-N samen was volgens de BES dus duidelijk lager dan volgens generieke bemesting. Op het bedrijf van Van Erp werd ook de gewasopbrengst gedurende het jaar gemeten zodat een perceelsspecifiek stikstofbodemoverschot berekend kon worden. Er is een klein verschil in N-onttrekking tussen de BES en generieke behandeling waardoor het N-bodemoverschot in BES, als gevolg van de lagere Nbemesting, lager was. Het N-residu was bij de BES-behandeling lager dan bij generieke bemesting. Bij Dekker was de bemestingsruimte in BES van zowel dierlijke mest-N als kunstmest-N hoger dan volgens generieke bemesting. Op dit bedrijf zijn stroken aangelegd op twee percelen (P10 en P11). De verhouding van kunstmest-N en dierlijke mest-N is verschillend tussen de stroken. Op beide stroken komt de bemesting overeen met de BES-gebruiksruimte. Bij Dekker was op beide percelen het Nresidu iets hoger bij BES dan bij de generieke bemesting.

Tabel 3.35 Bemesting, N-bodemoverschot en N-residu (kg N per ha) op stroken met bemesting volgens BES en volgens de generieke derogatienorm, aangelegd op grasland op kleibedrijven.

Behandeling	Van Erp		Dekker P10		Dekker P11	
	Generiek	BES	Generiek	BES	Generiek	BES
N-dierlijk	251	313	258	277	254	338
N-kunstmest	217	70	232	232	157	157
N-dierlijke + N-kunstmest	468	383	491	510	411	495
N-onttrekking	324	308	nb *	nb	nb	nb
N-bodemoverschot	144	74	nb	nb	nb	nb
N-residu (0-90 cm-mv)	23	16	22	24	28	34

* Niet bepaald.

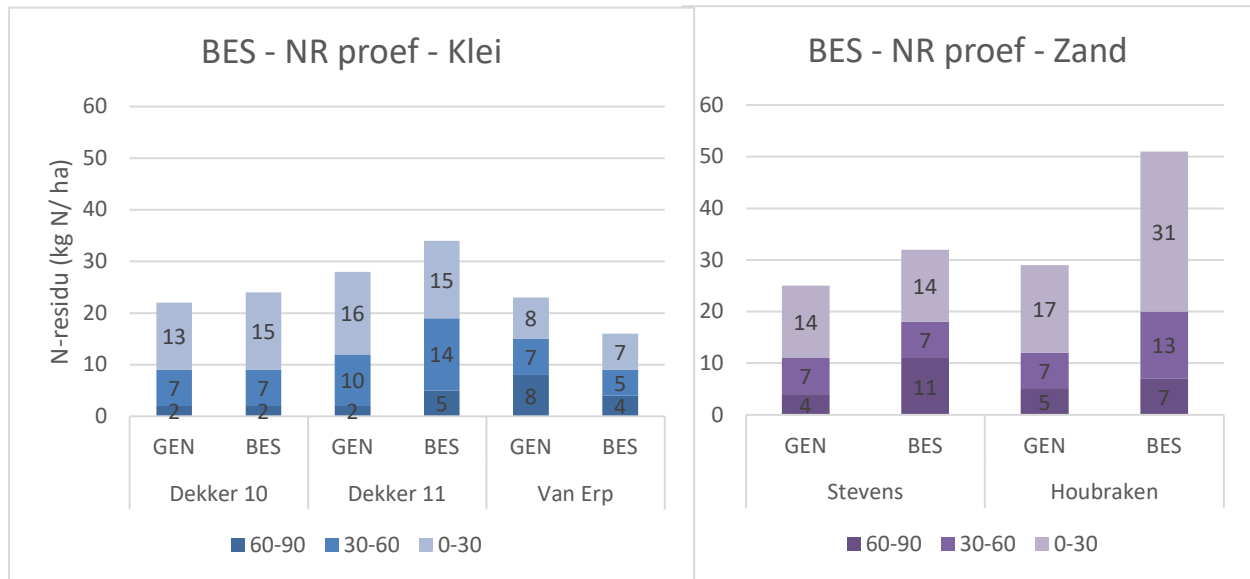
Bij Houbraken (Tabel 3.36) was de bemestingsruimte in BES van dierlijke mest-N 20 kg/ha hoger dan generiek en de ruimte voor gebruik van kunstmest-N is 29 kg/ha hoger dan generiek. De aanvoer met dierlijke mest-N en kunstmest-N samen is volgens de BES dus hoger dan volgens generieke bemesting. Het perceel met stroken werd bij Houbraken in beide jaren 3 keer (in totaal 46 dagen) beweide. De beweidingmethode was beperkt standweiden; er zijn geen aanwijzingen dat de beweiding niet gelijkmatig over de stroken heeft plaatsgevonden. Het N-residu was bij de BES-behandeling hoger dan bij de generieke bemesting. Bij Stevens was de bemestingsruimte van zowel dierlijke mest-N als kunstmest-N volgens BES lager dan volgens generieke bemesting. De aanvoer met dierlijke mest-N en kunstmest-N samen was volgens de BES 90 kg lager dan volgens generieke bemesting. De onttrekking van N door geoogst gewas was volgens de BES 23 kg/ha lager dan volgens de generieke bemesting en het bodemoverschot van stikstof was volgens de BES 67 kg/ha lager dan generiek. Het N-residu was bij de BES-behandeling echter juist hoger dan volgens de generieke bemesting.

Tabel 3.36 Bemesting, N-bodemoverschot en N-residu (kg N per ha) op stroken met bemesting volgens BES en volgens de generieke derogatienorm, aangelegd op grasland op zandbedrijven.

Behandeling	Houbraken		Stevens	
	Generiek	BES	Generiek	BES
N-dierlijk	254	274	240	180
N-kunstmest	161	190	143	113
N-dierlijke + N-kunstmest	415	464	383	293
N onttrekking	Nb*	Nb*	269	246
N-bodemoverschot	Nb*	Nb*	114	47
N-residu (0-90 cm-mv)	29	51	25	32

* Niet bepaald.

De gemeten N-residu waarden uit 2021 zijn ook uitgezet in de grafiek in Figuur 3.28 Deze grafiek laat zien dat de onderlinge verschillen tussen de gevonden N-residu waarden klein zijn, behalve bij bedrijf Houbraken. Bij Houbraken heeft de N-residu monsternamen ongeveer 4 weken eerder plaats gevonden dan bij de andere 3 bedrijven (oktober i.p.v. november). Het is denkbaar dat bij Houbraken een deel van de stikstof uit de bovengrond na bemonstering nog opgenomen is door het nog groeiende gras.



Figuur 3.28 N-residu in de bodem (kg N per ha, per laag van 30 cm) bij generieke en BES-bemesting bij een strokenvergelijking op grasland op vijf bedrijven in de BES

3.4 Bodemvruchtbaarheid

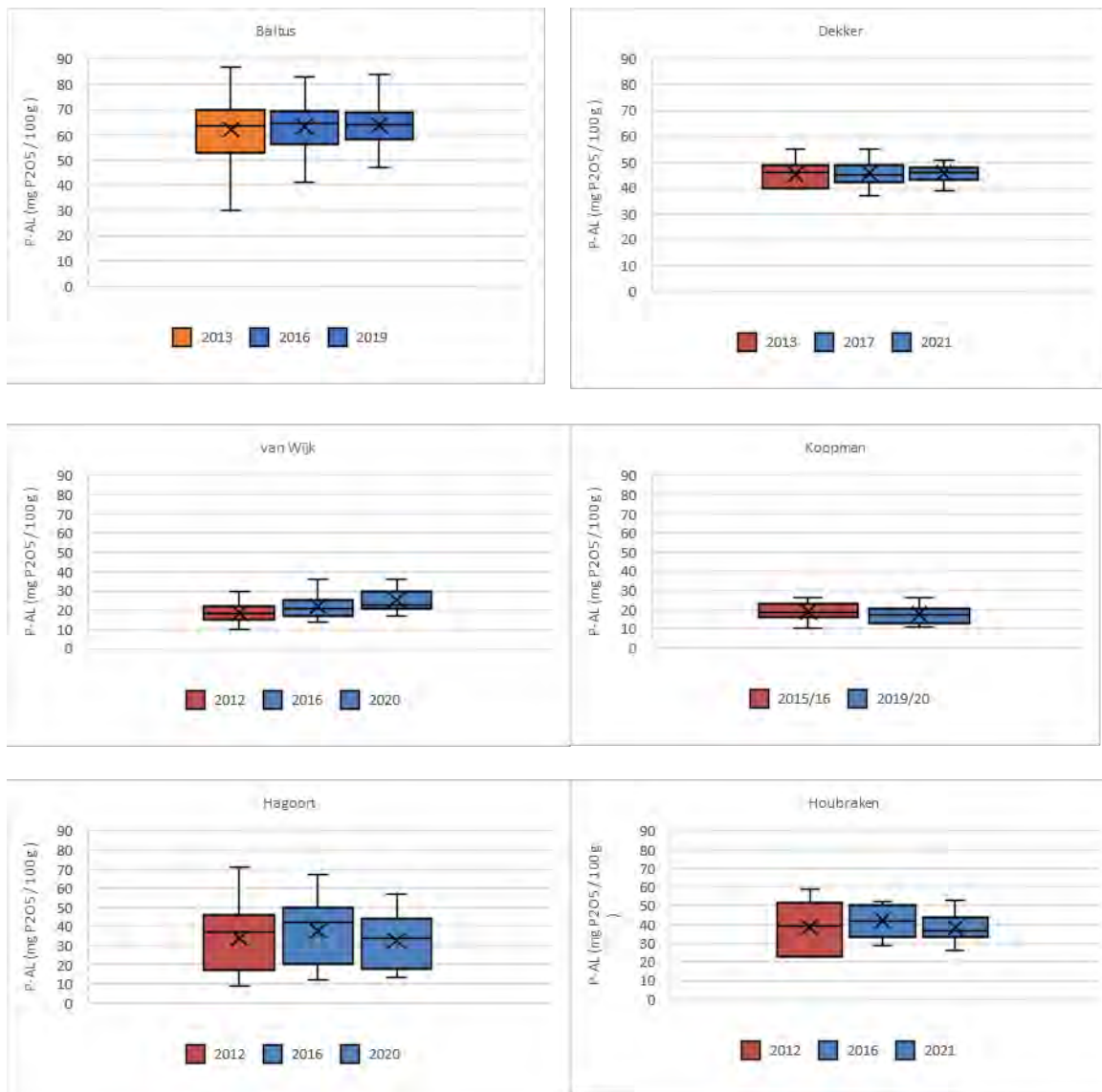
In deze paragraaf worden resultaten met betrekking tot de effecten van BES op bodemvruchtbaarheid gepresenteerd aan de hand van de aanvoer van effectieve organische stof (EOS), de ontwikkeling van het organische stofgehalte (OS) in de bodem en de ontwikkeling van de fosfaattoestand van de bodem (uitgedrukt als PAL). Omdat de BES-bemesting vooral invloed heeft gehad op grasland zijn de trendanalyses (OS en PAL) beperkt tot metingen op grasland.

Tabel 3.37 geeft het relatieve verschil in EOS-aanvoer naar de bodem weer op bedrijfsniveau tussen de pre-BES-periode en de BES-periode. Gemiddeld is de aanvoer van EOS in de BES iets hoger dan in de periode daarvoor. Er zijn echter duidelijke verschillen tussen enerzijds bedrijven op klei waar de EOS aanvoer in de BES-periode aanzienlijk hoger is dan in pre-BES-periode en anderzijds bedrijven op veen, zand en löss met veel kleinere verschillen. Opvallend is dat EOS-aanvoer op sommige bedrijven in de BES-periode lager was dan in de pre-BES-periode. Dit komt door veranderd landgebruik (bijvoorbeeld Pijnenborg, vanwege het stoppen met derogatie) en incidenteel ook doordat in BES niet meer maar minder dierlijke mest is geplaatst.

Tabel 3.37 Relatief verschil in EOS-aanvoer naar de bodem op bedrijfsniveau tussen de pre-BES-periode en de BES-periode (%).

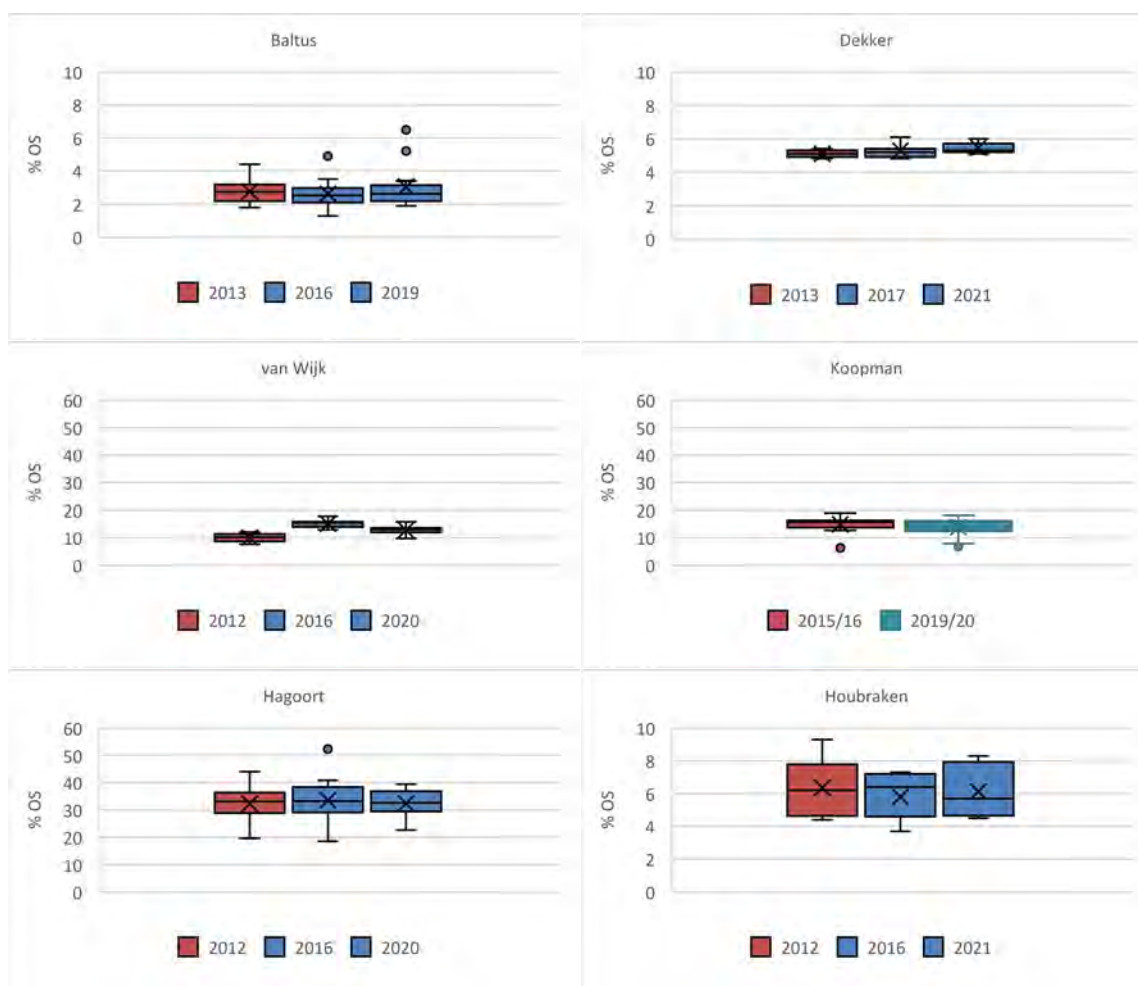
Grondsoort	Bedrijf	Vershil (%)
klei	Baltus	12
	Buijs	-3
	Dekker	16
	Koopman	4
	Levers	17
	De Schothorst	-2
	Schouten	4
	Van de Heijning	-10
	Van Erp	15
	Van Wijk	10
	Zijderveld	16
löss	Van Hoven	3
veen	DeVries	3
	Hagoort	4
	Hoogendijk	-7
zand	Barink	4
	Dubbink	3
	Houbraken	2
	Pijnenborg	0
	Post	-5
gem		4
min		-10
max		17

Figuur 3.29 geeft de PAL waarde weer in de bodem op grasland voor de kleibedrijven Baltus, Dekker, Koopman en Van Wijk, voor het veenbedrijf Hagoort en het zandbedrijf Houbraken. De jaren staan voor de jaren waarop de P-AL waarden zijn bepaald en waarop bodembemonstering is uitgevoerd. De waarnemingen in de pre-BES-periode zijn oranje gekleurd en de waarnemingen in de BES-periode zijn blauw gekleurd. De horizontale lijn met een X in het midden in de vierkante vlakken geven de medianen aan. De vierkanten markeren de +25 en -25 percentielen en de verticale I vormige lijn geven de standaarddeviaties weer. De spreiding tussen verschillende waarnemingen binnen een jaar is zo groot dat voor geen van de bedrijven een significante trend waarneembaar is. Bij Baltus lijken de laagste waarden in BES minder voor te komen dan daarvoor. Bij van Wijk lijkt een tendens naar hogere PAL waarden op te treden en op de overige bedrijven zien we een min of meer stabiele situatie.



Figuur 3.29 Fosfaattoestand in de bodem op grasland, uitgedrukt als PAL getal op BES-bedrijven op klei (A-D), veen (E) en zand (F).

Figuur 3.30 geeft het OS-gehalte weer in de bodem op grasland voor de kleibedrijven Baltus, Dekker, Koopman en Van Wijk, voor het veenbedrijf Hagoort en het zandbedrijf Houbraken. De jaren staan voor de jaren waarop de bodembemonstering en analyse is uitgevoerd. De opzet van de figuren is gelijk aan die van Figuur 3.29 en is hierboven toegelicht. De spreiding tussen verschillende waarnemingen binnen een jaar is zo groot dat voor geen van de bedrijven een significante trend waarneembaar is. Bij Dekker neigen de waarden iets naar een toename. Bij de overige bedrijven zien we een min of meer stabiele situatie en is geen BES-effect herkenbaar.



Figuur 3.30 Bodem OS-gehalte in de bodem (%) op grasland op BES bedrijven op klei (A-D), veen (E) en zand (F).

Tabel 3.38 Begrippen uit dit hoofdstuk die voorkomen in de begrippenlijst in Bijlage 1.

BES-max
 Inwisselkoersen
 Kunstmestvervanger
 Pre-BES
 Standaarddeviatie
 Voerresten
 Voor- en nateelten
 Werkzame N

4 Synthese

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vatten we eerst de resultaten zoals besproken in hoofdstuk drie samen (Paragraaf 4.2). Daarna gaan we in op de neveneffecten van de BES (Paragraaf 4.3) en tweezijdigheid in relatie tot de BES. In Paragraaf 4.4 gaan we in op ervaringen van deelnemende bedrijven in relatie tot de BES.

4.2 Samenvattend beeld resultaten

BES-normen en realisatie

Normen

In Figuur 4.1 is voor alle bedrijfsjaren (combinaties van bedrijf en jaar) de generieke gebruiksnorm (GEN) en de BES-norm tegen elkaar uitgezet. Dit is gedaan voor dierlijke mest-N, dierlijke mest-P₂O₅ (fosfaatgebruiksnorm), de kunstmest-N (toegestane kunstmest-N bij een gegeven mest-N-gift), werkzame N en de som van dierlijke mest-N en kunstmest-N. De gemiddelde waarden zijn per grondsoort weergegeven in Tabel 4.1.

In de meeste bedrijfsjaren mag er volgens de BES-systematiek meer mest-N worden toegediend dan bij de generieke norm. Op klei, veen en zand bedroeg de gemiddelde BES-norm over alle bedrijfsjaren, respectievelijk, 350, 297 en 280 kg N per ha en kon er 100, 47 en 55 kg mest-N per ha extra worden toegediend t.o.v. de generieke norm. Gemiddeld over alle bedrijfsjaren kon er 78 kg mest-N per ha extra worden toegediend. De drie bedrijfsjaren waarbij de BES-norm lager was dan de generieke norm betroffen alle zand-situaties.

Gemiddeld over de bedrijfsjaren is de BES-norm voor mest-P₂O₅ alleen voor de kleibedrijven hoger dan de generieke norm. Gemiddeld over alle bedrijfsjaren was de BES-norm 12 kg P₂O₅ per ha hoger dan de generieke norm. Dat in de meeste gevallen de BES-norm voor *mest-N* wel hoger is dan de generieke norm komt door de gunstige N/P₂O₅-verhouding in de mest.

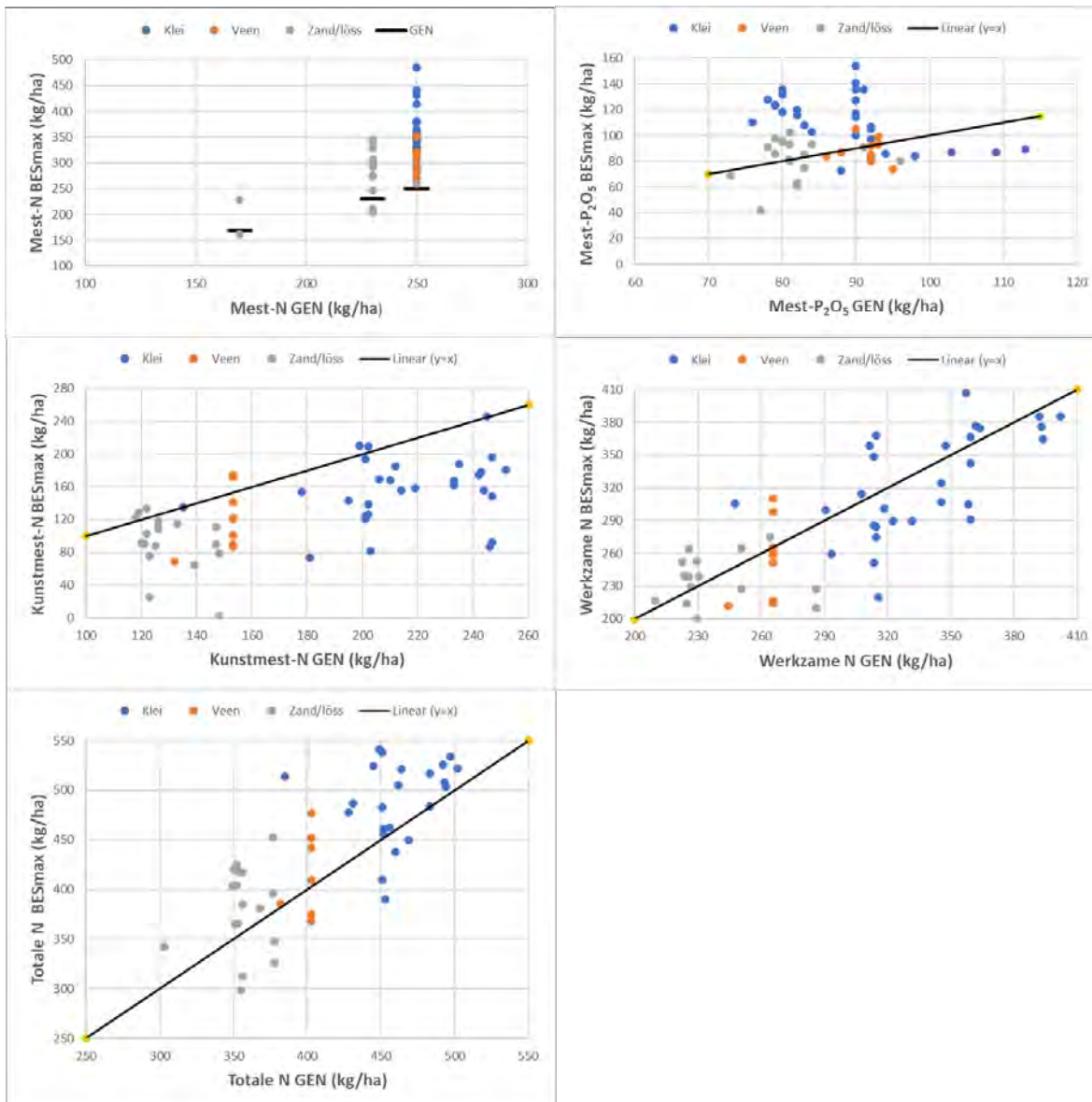
Door de verhoogde norm voor mest-N daalt in de BES in vrijwel alle bedrijfssituaties de toegestane kunstmest-N-gift. Gemiddeld over de bedrijfsjaren bedraagt deze daling 61, 27 en 38 kg N per ha op, respectievelijk, de klei-, veen en zandbedrijven. Gemiddeld over alle bedrijfsjaren was de toegestane kunstmest-N-gift bij de BES 49 kg N per ha lager dan in de generieke situatie.

De daling in het kunstmestgebruik compenseerde niet de stijging van het mest-N-gebruik waardoor de totale N-aanvoer in de BES stijgt t.o.v. de generieke situatie. Deze stijging bedroeg gemiddeld over de bedrijfsjaren 41, 18 en 17 kg N per ha voor, respectievelijk, klei, veen en zand. Gemiddeld over alle bedrijfsjaren bedroeg de stijging 30 kg N per ha.

In vergelijking met de generieke situatie daalt gemiddeld over de bedrijfssituaties de hoeveelheid toegediende werkzame N. Deze daling bedraagt gemiddeld over alle bedrijfssituaties 11 kg N per ha.

Tabel 4.1 Verschil tussen de BES-norm en de generieke norm (BES minus generiek) voor mest-P₂O₅, mest-N, , kunstmest-N, werkzame N en totale N in de periode 2015-2020 (kg/ha).

Grondsoort	Aantal bedrijfsjaren	Mest-P ₂ O ₅	Mest-N	Kunstmest- N	Werkzame N	Totale N
Klei	29	+23	+101	-61	-12	+41
Veen	9	-2	+49	-31	-9	+18
Zand	18	+1	+55	-38	-11	+17
Gemiddeld	56	+12	+78	-49	-11	+30

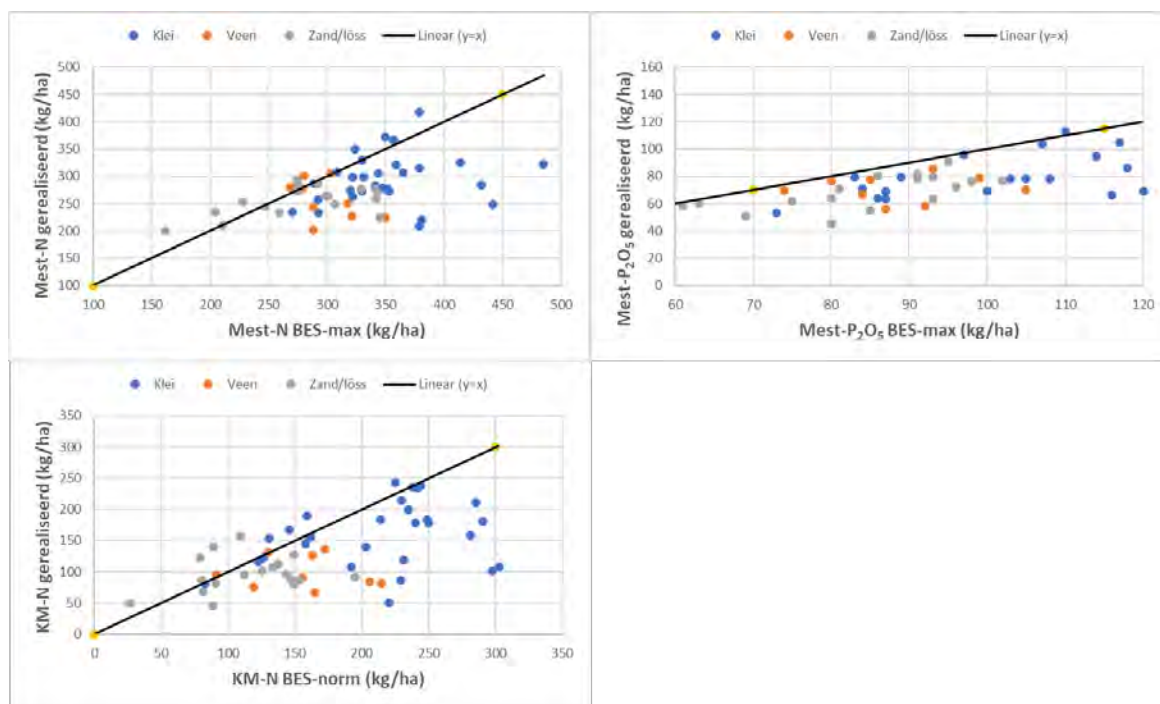


Figuur 4.1 De generieke gebruiksnorm (mest-N, mest-P₂O₅, kunstmest-N, werkzame N en de som van mest-N en kunstmest-N) versus de BES-normen voor alle bedrijfsjaren in de periode 2015-2020.

Gerealiseerde bemesting

In Figuur 4.2 en Tabel 4.2 is de gerealiseerde bemesting met dierlijke mest-N en -P₂O₅ en kunstmest-N weergegeven versus de toegestane bemesting volgens de BES. In de meeste situaties is er minder mest-N en mest-P₂O₅ toegediend dan was toegestaan. Gemiddeld over de bedrijfsjaren was de mest-N-gift op de klei-, veen- en zandbedrijven respectievelijk, 65, 37 en 14 kg per ha lager dan toegestaan volgens de BES. De gerealiseerde mest-P₂O₅-bemesting was 26, 18 en 15 kg P₂O₅ per ha lager dan de BES-norm. Gemiddeld over alle bedrijfsjaren is er met mest 45 kg N per ha en 21 kg P₂O₅ per ha minder toegediend dan toegestaan. Dat in een aantal gevallen de mest-N-gift hoger is dan de BES-norm, heeft deels te maken met het feit dat de N/P₂O₅-verhouding bij de realisatie hoger was dan waarmee gerekend bij de afleiding van de BES-norm. Ook kan soms hebben meegespeeld dat deelnemers hebben moeten leren werken met de nieuwe situatie.

Ten opzichte van de generieke gebruiksruijme is er in de BES 34 kg per ha meer mest-N toegediend, 9 kg mest-P₂O₅ per ha minder toegediend en 48 kg kunstmest-N per ha minder toegediend (Tabel 4.2). De daling van de hoeveelheid kunstmest-N is sterker dan op basis van de BES-berekening zou hoeven.



Figuur 4.2 De gerealiseerde bemesting (mest-N, mest-P₂O₅, kunstmest-N) versus de toegestane bemesting in de BES voor alle bedrijfsjaren in de periode 2015-2020.

Tabel 4.2 Verschil tussen gerealiseerde en toegestane bemesting (mest-P₂O₅, mest-N en kunstmest-N; realisatie minus BESmax, kg/ha) en verschil tussen gerealiseerde bemesting volgens BES en toegestane bemesting volgens de generieke normen (GEN).

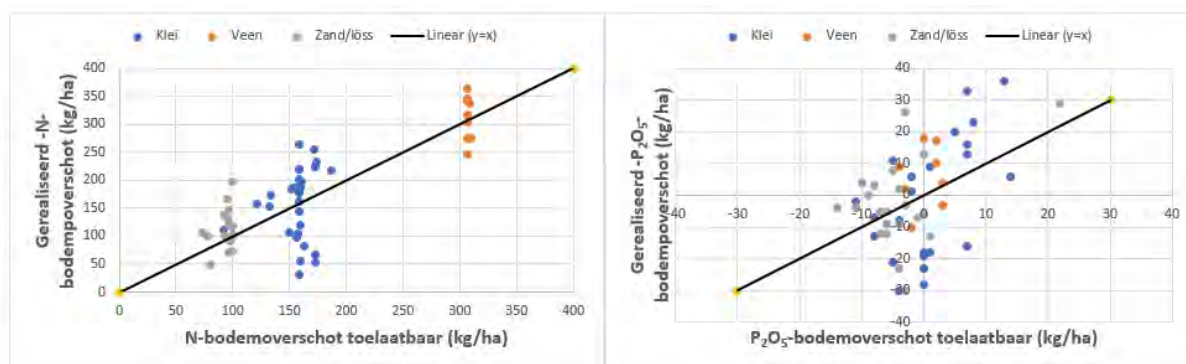
		Aantal bedrijfsjaren	Mest-P ₂ O ₅	Mest-N	Kunstmest-N
BES-realisatie minus BES-MAX 1)	Klei	29	-26	-58	-52
	Veen	9	-18	-43	-59
	Zand	18	-15	-24	-20
	<i>Gemiddeld</i>	56	-21	-45	-43
BES-realisatie minus GEN	Klei	29	-3	44	-57
	Veen	9	-20	6	-52
	Zand	18	-14	31	-33
	<i>Gemiddeld</i>	56	-9	34	-48

¹⁾ voor kunstmest-N: verschil tussen realisatie en toegestane kunstmest-N bij gerealiseerde mest-N-gift

N- en P₂O₅-bodemoverschot

In Figuur 4.3 is het gerealiseerde en toelaatbare N- en P₂O₅-bodemoverschot tegen elkaar uitgezet en in Tabel 4.3 is het verschil tussen het gerealiseerde en toelaatbare N- en P₂O₅-bodemoverschot weergegeven. Gemiddeld over alle bedrijfsjaren is het gerealiseerde N-bodemoverschot 8 kg per ha hoger dan het toelaatbare bodemoverschot. Op de zandbedrijven was het verschil hoger dan op de klei- en veenbedrijven. Gemiddeld is het toegestane P₂O₅-bodemoverschot vrijwel gelijk aan het toelaatbare bodemoverschot. Op de kleibedrijven was het gerealiseerde overschot gemiddeld lager dan toelaatbaar, terwijl gemiddeld op veen- en zandbedrijven het omgekeerde het geval was.

Figuur 4.3 laat zien dat er sprake was van aanzienlijke variatie tussen de afzonderlijke bedrijfsjaren. Deze variatie wordt vooral veroorzaakt doordat de N- en P₂O₅-afvoer met gras en maïs in een afzonderlijk jaar doorgaans afwijkt van de gemiddelde afvoer van de voorgaande drie jaren, waarop de BES-bemesting is gebaseerd. De gerealiseerde N- en P₂O₅-bemesting is in de meeste gevallen lager dan toelaatbare bemesting (Figuur 4.2, Tabel 4.2).



Figuur 4.3 Het gerealiseerde N-bodemoverschot versus het toelaatbare N-bodemoverschot voor alle bedrijfsjaren in de periode 2015-2020.

Tabel 4.3 Verschil tussen gerealiseerd en toelaatbare N-bodemoverschot (gerealiseerd minus toelaatbaar, kg/ha) in de periode 2015-2020.

Grondsoort	Aantal bedrijfsjaren	N-bodemoverschot	P ₂ O ₅ -overschot
Klei	29	1	-4
Veen	9	4	+4
Zand	18	20	+3
Gemiddeld	56	8	-1

Voor de zes kernbedrijven is ook gekeken naar het gerealiseerde N- en P₂O₅-bodemoverschot in zowel de periode voorafgaand aan de BES (pre-BES) en de BES-periode. In Tabel 4.4 zijn gemeten waarden op het bedrijf en de ranking binnen de benchmarkgroep weergegeven; beide gemiddeld over alle zes de bedrijven. Gemiddeld is het N-overschot in de BES-periode 6 kg per ha hoger dan in periode ervoor en ook de ranking is in de BES-periode hoger. Het P₂O₅-overschot is in de BES-periode gemiddeld 7 kg per ha hoger dan ervoor, terwijl er in de ranking geen verschil was. Een hoger P₂O₅-overschot in de BES-periode was te verwachten, omdat in de pre-BES-periode op veel bedrijven sprake was van een negatief P₂O₅-overschot, terwijl er binnen de BES in de basis gestreefd wordt naar evenwichtsbemesting. Wel met correcties voor de bodemtoestand, maar deze zijn gelijk aan die gebruikt in de generieke situatie.

Bij vergelijking pre-BES en BES moet de kanttekening worden geplaatst dat de fosfaatgebruiksnormen in de pre-BES (2010-2014) hoger waren dan in de BES-periode (met name bij toestand hoog). Ook de N-gebruiksnorm voor maïs is op zuidelijk zand en löss in 2014 verlaagd. Dit betreft vooral de vergelijking van gemeten waarden op het bedrijf. Bij de ranking maakt dat minder uit, omdat zowel BES- als niet-BES-bedrijven daarmee te maken hadden.

Tabel 4.4 Gerealiseerd N- en P₂O₅-bodemoverschot (kg/ha) en ranking t.o.v. de benchmark in de pre-BES- en BES-periode (gemiddelde van de 6 kernbedrijven).

	N-overschot		P ₂ O ₅ -overschot	
	Absoluut	Ranking	Absoluut	Ranking
pre-BES	171	0,42	-8	0,36
BES	177	0,53	-1	0,36

Drogestof-, N- en P₂O₅-opbrengst gras

Voor de 6 kernbedrijven is nagegaan in hoeverre bij gras de drogestofproductie en de N- en P₂O₅-opbrengst in de BES-periode anders was dan in de periode ervoor. Omdat niet op alle bedrijven maïs wordt geteeld is deze analyse alleen weergegeven voor het grasland. Zoals eerder beschreven is hiervoor de ranking methode gebruikt, waarbij de relatieve positie van het BES-bedrijf is weergegeven binnen een benchmarkgroep (Tabel 4.5). Dit is gedaan om zo goed als mogelijk te corrigeren voor jaareffecten.

Gemiddeld over de zes bedrijven is de ranking in de BES-periode wat hoger dan in de pre-BES-periode. Het verschil is echter niet groot en gegeven de variatie tussen de jaren van beperkte betekenis.

Tabel 4.5 Gerealiseerde opbrengsten (droge stof, N en P₂O₅; kg/ha) en ranking t.o.v. de benchmark in de pre-BES- en BES-periode (gemiddelde van de 6 kernbedrijven).

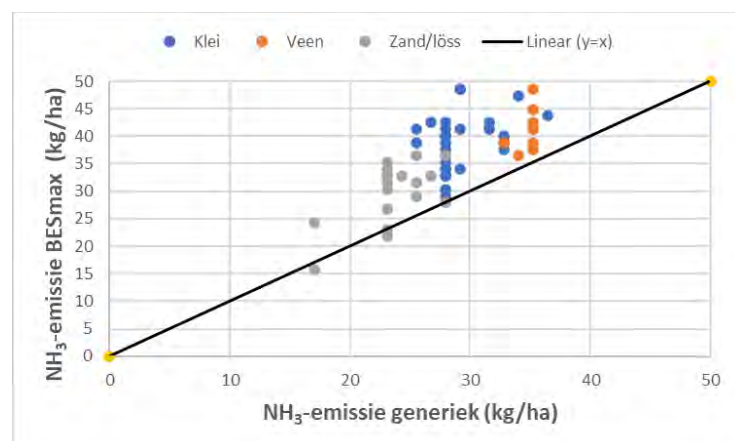
	Absoluut		Relatief	
	Pre-BES	BES	Pre-BES	BES
Drogestofopbrengst (kg/ha)	13158	12521	0,69	0,76
N-opbrengst (kg/ha)	334	340	0,73	0,77
P₂O₅-opbrengst (kg/ha)	110	97	0,67	0,76

Ammoniakemissie

In Tabel 4.6 en Figuur 4.4 is de berekende NH₃-emissie in het veld (emissie bij mest- en kunstmesttoediening en uit weidemest) weergegeven voor de generieke situatie en bij de maximaal toegestane BES-mest-N-gift. Gemiddeld over de bedrijfsjaren leidt toepassing van de maximaal toegestane BES-bemesting tot een stijging van de NH₃-emissie in het veld van 10, 6 en 6 kg NH₃ per ha voor, respectievelijk, de bedrijven op klei, veen en zand. Gemiddeld over alle bedrijfsjaren bedraagt de stijging 8 kg NH₃ per ha. Figuur 4.4 geeft in essentie weer wat het BES-effect op ammoniak was dat tot en met 2019 door mitigerende maatregelen moest worden tenietgedaan. In 2020 is de mitigatie opgave afgeleid van een bedrijfsbenchmark voor NH₃ uit 2018 minus 10% (zie ook hoofdstuk 2.4) en was het mitigeren van het BES-effect een onderdeel hiervan.

Tabel 4.6 De gemiddelde berekende NH₃-veldemissie (kg per ha) in de generieke situatie (GEN) en in de BESmax-situatie in de periode 2015-2020.

	Aantal bedrijfsjaren	NH ₃ GEN	NH ₃ BESmax	NH ₃ verschil BESmax en GEN
Klei	29	29	39	10
Veen	9	35	41	6
Zand	18	24	30	6
Gemiddeld	56	28	37	8

**Figuur 4.4** De berekende NH₃-veldemissie (kg per ha) in de generieke situatie (GEN) uitgezet tegen de BESmax-situatie voor alle bedrijfsjaren in de periode 2015-2020.

In Tabel 4.7 is voor de bedrijven die voor minimaal twee jaar aan de BES hebben meegedaan (10 bedrijven) de gemiddelde bedrijfsammoniakemissie voor de BES-periode en de periode daaraan voorafgaand (pre-BES) weergegeven. De waarden voor de BES-periode zijn het resultaat van zowel het BES-effect als de mitigatie effecten. Hierbij moet wel worden aangetekend dat er bij verdunnen met water bij een zodenbemester rekening is gehouden met een verlaging van de ammoniakemissie die in relatieve zin vergelijkbaar is met die van verdunnen bij sleepvoettoediening. Lopend onderzoek moet uitwijzen of dit daadwerkelijk zo is. Op de klei- en zandbedrijven is er geen sprake van duidelijke verschillen in NH₃-emissie tussen de pre-BES en de BES-periode. Op de veenbedrijven was de NH₃-emissie duidelijk lager in de BES-periode. Dit was echter ook het geval in de benchmarkgroep. Dit geeft aan dat de BES-bedrijven konden voldoen aan de mitigatie opgave zoals deze tot 2020 was aangegeven. Was dit niet het geval dan zou immers een toename van de NH₃-emissie op bedrijfsniveau waargenomen zijn.

Tabel 4.7 De gemiddelde gerealiseerde NH₃-emissie op bedrijfsniveau (kg per ha) in de pre-BES- en BES-periode (gemiddelde van 10 bedrijven met minimaal twee BES-jaren) en waarde zoals gerealiseerd in de benchmarkgroep.

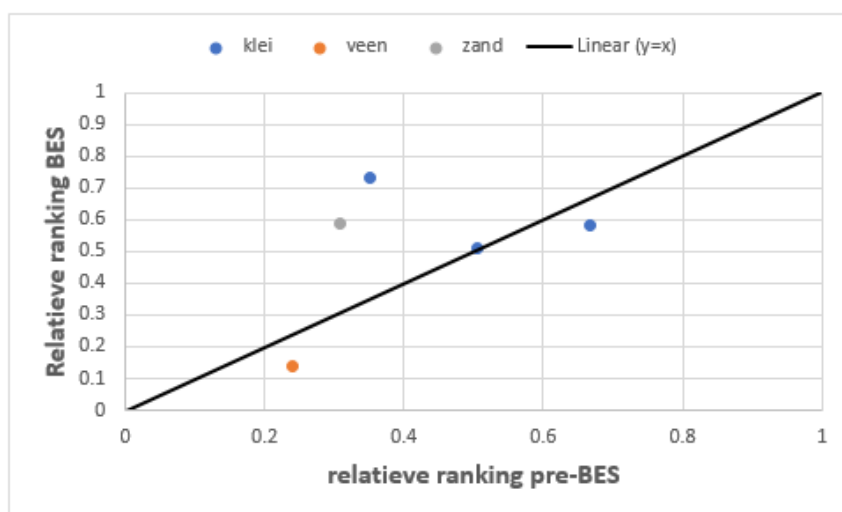
	Aantal BES-bedrijven	BES-bedrijven		Benchmark	
		pre-BES	BES	pre-BES	BES
Klei	5	74	78	75	77
Veen	2	80	64	74	68
Zand	3	65	62	59	60
Totaal	10	72	70	70	70

Waterkwaliteit

Nitraatgehalte

Op de BES-bedrijven is de waterkwaliteit gemeten conform de systematiek zoals door RIVM gehanteerd in het LMM-monitoringsnetwerk. In Figuur 4.5 is de ranking weergegeven in zowel de pre-BES- als de BES-periode voor vijf kernbedrijven (de waarden van het zesde kernbedrijf zijn niet opgenomen in de figuur, omdat de meetmethodiek verschilde in de pre-BES en de BES-periode).

Op twee bedrijven was de ranking in de BES-periode hoger dan in de pre-BES-periode. Uit het verloop van het absolute nitraatgehalte in de tijd op deze bedrijven bleek dat er in de BES-periode sprake was van een enkele hoge uitschieter naar boven die niet te verklaren is door het hogere mestgebruik. Mogelijk dat het scheuren van grasland hier een rol heeft gespeeld.



Figuur 4.5 De ranking voor het gemeten nitraatgehalte in het grondwater (zand) en drainwater (klei, veen) in de pre-BES uitgezet tegen de BES-periode op de zes kernbedrijven.

Nitraatresidu in stroken

De N residu metingen wijzen op één uitzondering na niet of nauwelijks op verschillen tussen de volgens BES-bemeste stroken en de volgens generieke normen bemeste stroken. Dat geldt ook voor de strokenvergelijking waarin de BES-behandeling uitkomt op een lagere bemesting dan de generieke behandeling. Er is één waarneming op het bedrijf Houbraken waarbij het nitraatresidu 22 kg per ha hoger is in de BES-behandeling dan in de generieke behandeling. De gemeten waarde is vrij laag vergeleken met de waarden die door Noij en Ten Berge worden gerapporteerd in een uitgebreid onderzoek naar de NR-methode (Noij & Ten Berge, 2021). Het resultaat is moeilijk te interpreteren omdat de bemonstering van NR relatief vroeg (begin oktober) heeft plaatsgevonden en omdat hierna nog een grassnede geoogst is. Het kan dus zijn dat een deel van het nitraatresidu nog opgenomen door het gras.

Bodemvruchtbaarheid

De BES-bemesting heeft (ongewogen) gemiddeld over alle deelnemende bedrijven geresulteerd in een toename van de aanvoer van EOS van 4% ten opzichte van de periode voor de BES; de toename is met

17% het hoogst op kleibedrijven. Deze toename is veroorzaakt door een hoger gebruik van dierlijke mest in de BES. De extra mest die in de BES gebruikt kon worden, is vooral toegepast op grasland. Toch kunnen nog geen duidelijke effecten van de BES op het OS-gehalte en het PAL getal worden waargenomen. Dit kan verklaard worden doordat de verandering van de aanvoer van EOS en P naar de bodem relatief laag is ten opzichte van de totale voorraden van OS en P die in de bodem aanwezig zijn. Daardoor zal een trendbreuk in deze kengetallen pas na langdurig voortzetten van de aangepaste bemesting waarneembaar zijn.

4.3 Berekeningssystematiek BES-normen

Zoals eerder aangegeven worden de BES-normen berekend o.b.v. de KLW-gegevens. Bij de laatste spelen de uitgevoerde bemesting en de gerealiseerde N- en P₂O₅-opbrengst een belangrijke rol. Hierbij kunnen de volgende kanttekeningen worden gemaakt:

- Wat betreft de toegestane kunstmeststikstofgift speelt de N-benutting een belangrijke rol. Deze wordt afgeleid van de gemiddelde N-bemesting en de N-opbrengst van het gewas (beide 3-jarig gemiddelde in KLW). In situaties met wisselbouw kan de gehanteerde rekensystematiek tot afwijkende waarden voor de N-benutting leiden. Bij wisselbouw kunnen zich situaties voordoen dat de N-bemesting van de maïs laag is door de N-nalevering uit de gescheurde graszode. Dit levert een schijnbaar hoge berekende N-benutting op van de maïs omdat de nalevering niet wordt meegenomen als aanvoerpost in de berekening. Omgekeerd kan de hogere N-behoefte en N-bemesting van het nieuw ingezaaide grasland leiden tot schijnbaar lagere N-benutting omdat in de rekensystematiek geen rekening wordt gehouden met opbouw van N in de graslandperiode. Dit vereist nadere aandacht bij de verdere doorontwikkeling van de rekensystematiek.
- De P₂O₅- en N-mest-norm worden rechtstreeks afgeleid van de P₂O₅-opbrengst van het gewas (en de N/P₂O₅-verhouding in de mest). Als door een matige N-benutting beduidend minder kunstmest-N kan worden gegeven (ook beduidend minder dan op basis van het verhoogde mest-N-gebruik mocht worden verwacht), kan dit leiden tot een lagere voorspelde P₂O₅-opbrengst dan waarmee in de berekening van BESnorm rekening is gehouden. Dergelijke effecten zijn niet in de berekening verdisconteerd.
- De BES-normen zijn gebaseerd op de N- en P₂O₅-opbrengst van de gewassen volgens de KLW. Bij nieuwe percelen is daarover nog geen informatie bekend en wordt uitgegaan van de generieke N- en P₂O₅-opbrengst. Bij een eventuele verdere uitrol van de BES is het goed om hiervoor richtlijnen te ontwikkelen, omdat ruil, huur en aankoop regelmatig voorkomt in de praktijk.

4.4 De BES op een hoger schaalniveau dan het bedrijf

In deze paragraaf gaan we in op effecten op een hoger schaalniveau dan het individuele BES-bedrijf. In 4.3.1 wordt ingegaan op effecten die samenhangen met bedrijven die mest- en of voer aan- en afvoeren naar het melkveebedrijf. In 4.3.2 gaan we in op tweezijdigheid van de BES. Het gaat hier om het veronderstelde of beoogde evenwicht in de populatie van melkveebedrijven tussen bedrijven waarop BES het overschot doet toenemen en bedrijven waarop de BES het overschot doet afnemen.

4.4.1 Neveneffecten

Bedrijfsspecifieke bemesting op BES-bedrijven heeft neveneffecten op andere bedrijven. Deze *off farm* effecten hangen samen met verandering van aan- en afvoer naar en van bedrijven van dierlijke mest, kunstmest en voer. Bij deze *off farm* effecten zijn omliggende (melk)veebedrijven, akker- en tuinbouwbedrijven (zowel binnen als buiten een regio), mestverwerkers, transportbedrijven en voerleveranciers betrokken. Vanwege het grote aantal en de diversiteit van betrokken partijen en bedrijven die via de mestmarkt op verschillende schaalniveaus met elkaar verbonden zijn, is het moeilijk om te voorspellen wat het effect van de BES op de ontwikkeling op de mestmarkt zal worden. Daar is deze pilot van 24 bedrijven ook niet op ingericht. We richten ons derhalve op de te verwachten effecten op landbouwbedrijven binnen en buiten de BES. We gaan daarbij uit van generalisatie van de ontwikkelingen

die bij deelnemende BES-bedrijven zijn waargenomen:

1. BES-bedrijven komen dichterbij de buurt van P evenwichtsbemesting;
2. Er wordt meer dierlijke mest geplaatst op BES-bedrijven en minder afgevoerd;
3. Er wordt minder kunstmest-N gebruikt;
4. Het niveau van N-werkzaam blijft ongeveer gelijk;
5. De productie en benutting van ruwvoer en het mengvoergebruik blijft ongeveer gelijk.

We beschouwen eventuele gevolgen van structurele veranderingen in de bedrijfsstructuur zoals bijvoorbeeld stoppen met derogatie in de melkveehouderij of een ander bouwplan in de akkerbouw-als 2^e orde effecten. Deze laten we hier buiten beschouwing.

In Tabel 4.8 is een overzicht gegeven van de te verwachten effecten bij de verschillende thema's. Hierbij is steeds onderscheid gemaakt tussen BES-bedrijven en niet-BES-bedrijven. De laatste betreffen bedrijven die rundveemest ontvangen in een niet-BES-situatie. Hieronder is ervan uitgegaan dat dit vooral akker- en tuinbouwbedrijven (AT) zijn, maar het kunnen ook extensievere melkveebedrijven zijn.

Bedrijfsmatige effecten

Mest- en kunstmestgebruik

De lagere mestafvoer op BES-bedrijven heeft tot gevolg dat het gebruik van rundveemest op AT-bedrijven lager wordt. Op laatstgenoemde bedrijven ontstaat dan wel meer ruimte voor varkensmestproducten, waardoor er mogelijk minder mest hoeft te worden geëxporteerd. Dit heeft weer tot gevolg dat minder Nederlandse mest op buitenlandse AT-bedrijven wordt gebruikt. Op groter schaalniveau (inclusief buitenland) betreft het, bij gelijkblijvende mestproductie, vooral een herverdeling van mest.

Op melkveebedrijven leidt het verhoogde mestgebruik tot een verlaagd kunstmest-N-gebruik. Op AT-bedrijven (in binnen- en buitenland) zal hierdoor het kunstmestgebruik (NPK) toenemen. Hierdoor zal naar verwachting op groter schaalniveau geen significante verandering in kunstmestgebruik plaatsvinden.

Economie

Door de BES kan meer mest op het eigen bedrijf worden gebruikt en dalen de mestafzetkosten en de kunstmestkosten. Wel stijgen de uitrijkosten wat doordat meer mest moet worden toegediend. Voor AT-bedrijven zullen de kosten stijgen door minder vergoeding voor acceptatie van mest en meer gebruik van kunstmest.

Emissies

De BES geeft een verschuiving van dierlijke mest en kunstmest tussen bedrijven. Het resultaat is dat er meer dierlijke mest op grasland wordt toegediend en minder op bouwland. Bij verschillen in emissiefactoren tussen grasland en bouwland zal dit netto leiden tot verschillen.

Ammoniak

Door het hogere mestgebruik zal op de BES-bedrijven de NH₃-emissie stijgen. Dit wordt **niet** gecompenseerd door een lagere ammoniakemissie op AT-bedrijven door een lager mestgebruik. Dat komt omdat de emissie bij toediening op bouwland in veel gevallen lager is dan bij toediening op grasland (2% bij uitrijden/direct onderwerken op bouwland tegen 17% bij zodenbemesting op grasland; van Bruggen et al., 2021). Doordat er door de BES relatief meer mest wordt toegediend op grasland stijgt netto de NH₃-emissie.

Bij bovenstaande kunnen de volgende kanttekeningen worden gemaakt:

- De stijging van de NH₃-emissie op de BES-bedrijven kan worden tegengegaan door flankerende maatregelen zoals minder eiwit in rantsoen, meer beweiden en verdunnen van mest.
- Een deel van de rundveemest die wordt ingezet op akker- en tuinbouwbedrijven zal ook ondiep wordt toegediend (o.a. in graangewassen) met een hogere emissie (24%, van Bruggen et al., 2021). Als de BES leidt tot minder ondiepe toedieningen op AT-bedrijven zal de totale stijging van de NH₃-emissie lager zijn.

N grond- en oppervlaktewater

De resultaten hebben geen duidelijke effecten op het nitraatgehalte in het uitspoelwater laten zien. Mogelijk dat op langere termijn op BES-bedrijven de uitspoeling wat zou kunnen toenemen doordat het N-mineralisatieniveau van de bodem stijgt door een hogere aanvoer van organische mest-N. Anderzijds vindt

het hogere mestgebruik door de BES vooral plaats op grasland waar de risico's van uitspoeling geringer zijn dan op bouwland. Bovendien zal door de BES minder mest overblijven voor AT-bedrijven, waardoor daar het N-mineralisatieniveau en daarmee het risico van uitspoeling zou kunnen dalen.

Broeikasgassen

Bij de methaanemissies treden naar verwachting geen verandering op, omdat er geen aanwijzingen zijn dat de graskwaliteit verandert. Als door de BES meer mest wordt toegediend op grasland, zal de lachgasemissie iets lager zijn doordat deze emissie op grasland iets lager is dan op bouwland (Velthof & Mosquera, 2011). Afgezet tegen de totale broeikasgasemissies op melkvee- en AT-bedrijven betreft het slechts een gering effect. De indirecte CO₂-emissies als gevolg van kunstmestgebruik dalen op de melkveebedrijven, maar stijgen op AT-bedrijven, waardoor er per saldo weinig verschil zal zijn. Wel zullen de CO₂-emissies als gevolg van transport en bewerking van mest waarschijnlijk wat dalen.

Bodemvruchtbaarheid

Doordat meer mest op de BES-bedrijven blijft zal daar de EOS-aanvoer stijgen en zal er daardoor wat meer koolstof in de bodem worden opgeslagen. Dit gaat ten koste van de EOS-aanvoer naar AT-bedrijven, waardoor daar de opslag in de bodem daalt. Netto zal de BES niet leiden tot verschillen.

In het algemeen is de behoefte aan organische stof op AT-bedrijven hoger dan op melkveebedrijven. Op melkveebedrijven wordt er immers relatief veel organische stof aangevoerd met dierlijke mest en gewasresten van gras. De BES leidt ertoe dat er meer organische stof achterblijft op melkveebedrijven en er minder resteert voor AT-bedrijven. Deze bedrijven zullen dan moeten zorgen voor extra aanvoer via andere externe koolstofbronnen (zoals compost) of via aanpassing van het bouwplan.

De BES biedt bedrijven met een hoge fosfaatafvoer de mogelijkheid meer richting evenwichtsbemesting te gaan. Doordat er binnen de derogatievoorwaarden geen kunstmestfosfaat is op bedrijven met hoge fosfaatafvoer, is de fosfaatbalans vaak negatief. Elders betekent dit een lagere fosfaataanvoer met mest waardoor er meer fosfaatkunstmest nodig is.

Biodiversiteit

Het effect van de BES op biodiversiteit is lastig in te schatten. Gebaseerd op ervaringen van de deelnemers leidt de BES niet tot een andere bemestings- en maaifrequentie waardoor er niet direct een effect op de leefomstandigheden van weidevolgels is te verwachten. Wel wordt wat meer organische stof aangevoerd, hetgeen mogelijk een (gering) effect op de ondergrondse biodiversiteit kan hebben. Op de AT-bedrijven geldt dan het omgekeerde.

De ervaringen van deelnemers laten zien dat vervanging van kunstmest door dierlijke mest mogelijk tot een wat hoger klaveraandeel kan leiden, hoewel de aanvoer van werkzame N niet sterk afnam op de BES-bedrijven. Het kan ook zijn dat hier jaareffecten doorheen spelen.

Tabel 4.8 Effecten van de BES-aanpak binnen de BES-bedrijven en daarbuiten.

Aspect	Effect binnen BES*	Effect buiten BES*	Netto effect
Gebruik rundveemest	Toename gebruik rundveemest. Herverdeling gebruik naar gelang managementprestaties.	Afname gebruik van rundveemest.	Geen: herverdeling tussen bedrijven binnen en buiten BES.
Gebruik kunstmest	Afname gebruik kunstmest-N.	Toename gebruik kunstmest-NPK.	Geen: herverdeling naar meer in akkerbouw.
Ammoniakemissie	Toename door meer gebruik dierlijke mest op grasland. Toename volgens KLW gemitigeerd door flankerende maatregelen.	Geringe afname door minder gebruik rundveemest (gering omdat de EF voor NH ₃ bij toediening in de akkerbouw laag is).	Toename zonder mitigatie (emissie bij toediening op gras is hoger dan bij toediening op bouwland). Verlaging/neutraal bij succesvolle mitigatie.
Waterkwaliteit	Geen duidelijk effect.	Onbekend, afhankelijk gevolg minder rundveemest op bodemkwaliteit (OS-gehalte) en extra kunstmest-N gebruik.	Onduidelijk.
Emissie broeikasgassen	Methaanemissie verandert niet doordat graskwaliteit nauwelijks verandert. Lachgasemissie neemt toe door toename N aanvoer naar de bodem. Minder <i>off farm</i> CO ₂ emissie door lager kunstmest-N gebruik.	Meer <i>off farm</i> CO ₂ emissie door hoger kunstmest-N gebruik.	<i>Off farm</i> CO ₂ gebruik i.v.m. produceren kunstmest blijft gelijk door herverdeling van kunstmest. Minder CO ₂ emissie door besparing op fossiele brandstof voor mesttransport.
Bodemvruchtbaarheid	Toename EOS aanvoer vooral op kleigronden wat iets bijdraagt aan de C voorraad in de bodem. Lange termijn fosfaattoestand op peil door evenwichtsbemesting.	Afname EOS-aanvoer, daardoor iets lagere C-voorraad in de bodem. Evt. te compenseren door andere C-bron zoals compost. Andere fosfaatbron (o.a. kunstmest) nodig t.b.v. handhavingfosfaattoestand.	Herverdeling. In akkerbouw mogelijk onder druk.
Biodiversiteit	Geen duidelijk effect op weidevogels en bodemleven; maaifrequentie en bemestingsfrequentie veranderen niet. Toename klaveraandeel door vervanging kunstmest door rundveemest. Afgezein van klaveraandeel geen duidelijk effect op botanische samenstelling.	Geen effect bekend	Onbekend
Kosten en baten bedrijf	Afvoerkosten zijn lager als meer dierlijke mest wordt gebruikt. Er is een besparing op kosten voor aanschaf kunstmest. Uitrijdkosten zijn hoger.	Minder inkomsten op akkerbouwbedrijf voor acceptatie aangevoerde mest. Meer kosten voor kunstmest. Loonwerkkosten op akkerbouwbedrijf zijn lager door minder toediening dierlijke mest.	

* De begrippen zijn toegelicht in de tekst hierboven in deze paragraaf waarin Tabel 4.8 wordt geïntroduceerd.

In Tabel 4.9 is ter illustratie een voorbeeldberekening weergegeven wat het gevolg is van de BESbemesting op zowel het BES-bedrijf als het akkerbouwbedrijf waar het overschot mest van het melkveebedrijf naar toegaat. Alleen het directe effect van de BES-aanpak op mestgebruik is weergegeven zonder rekening te houden met eventuele verdere aanpassingen in de bedrijfsvoering binnen of buiten de BES. Voor het gemak is er vanuit gegaan dat het bedrijfsareaal voor beide bedrijven gelijk is.

Voor de verschuiving van de dierlijke mest-N-gift en de kunstmest-N-gift is uitgegaan van het gemiddelde BES-effect van alle bedrijfsjaren in de BES-periode (zie de vetgedrukte waarden in Tabel 4.9). De extra mest-N-plaatsingsruimte als gevolg van de BES is 34 kg per ha. Hiermee vermindert de mest-N-aanvoer op het akkerbouwbedrijf met 34 kg per ha en stijgt het kunstmest-N-gebruik. Deze stijging is geringer dan de daling op het melkveebedrijf. Bij de berekeningen is uitgegaan van de eerste orde effecten van veranderingen van mestplaatsing en is zonder voorbehoud uitgegaan van emissiefactoren. Verdere aanpassingen in de bedrijfsvoering, zoals mitigerende maatregelen die zijn toegepast in de BES, zijn in deze berekening niet in beschouwing genomen.

Bezien over zowel het melkvee- als het akkerbouwbedrijf stijgt de NH₃-emissie. Dit komt omdat de extra BES-mest wordt toegediend op grasland, terwijl in een situatie zonder BES deze zou zijn toegediend op bouwland waar de NH₃-emissie doorgaans lager is.

De N₂O-emissie daalt doordat er in de BES meer mest op grasland wordt toegediend en minder op bouwland én doordat het kunstmestgebruik daalt. Dit komt doordat de N₂O-emissiefactor bij gebruik van mest-N op grasland lager is dan bij gebruik van mest-N op bouwland. Het lagere kunstmestgebruik leidt ook tot lagere CO₂-emissies bij de productie van kunstmest. Bezien over zowel het melkvee- als het akkerbouwbedrijf dalen de broeikasgasemissies. Als ook het transport van mest wordt meegenomen, dan dalen de emissies in de BES-situatie nog wat meer, omdat minder mest hoeft te worden getransporteerd. Het moet wel benadrukt worden dat het effect gering is t.o.v. de totale broeikasgasemissies op een melkvee- of akkerbouwbedrijf.

Tabel 4.9 Voorbeeldberekening van de effecten van de BES-aanpak op het mest- en kunstmestgebruik en de NH₃- en broeikasgasemissies op het BES-melkveebedrijf en het akkerbouwbedrijf.

		BES-bedrijf	AKK-bedrijf	Totaal
Dierlijke mest	kg N/ha	34	-34	0
Kunstmest	kg N/ha	-48	20	-14
NH₃-emissie				
Dierlijke mest¹	kg/ha	3.5	-0.4	1.5
Kunstmest	kg/ha	-1.5	0.6	-0.4
Totaal	kg/ha	2.1 ²	0.2	1.1 ²
N₂O-emissie				
Dierlijke mest	kg CO ₂ -eq/ha	42	-183	-70
Kunstmest	kg CO ₂ -eq/ha	-159	68	-46
Totaal	kg CO ₂ -eq/ha	-117	-115	-116
CO₂-emissie				
Mesttoediening	kg CO ₂ /ha	21	-21	0
Kunstmest	kg CO ₂ /ha	-322	137	-92
Totaal	kg CO ₂ /ha			
N₂O+CO₂	kg CO ₂ -eq/ha	-417	0	-209
CO₂-emissie transport mest				
50 km	kg CO ₂ /ha			-43
100 km	kg CO ₂ /ha			-85

¹ Emissiefactor NH₃ bij mesttoediening op grasland 17% en op bouwland 2%.

² Exclusief compenserende mitigatie maatregelen, zoals genomen in de BES-pilot.

4.4.2 Tweezijdigheid

Een belangrijk uitgangspunt voor de BES is dat er milieukundig geen verslechtering mag optreden t.o.v. een generieke bemesting. Dat geldt zowel binnen als buiten het bedrijf op regionaal of landelijk niveau. Binnen het bedrijf wordt dat geborgd door bij de berekening van de BES-ruimte het bodemoverschot in de generieke situatie als basis te nemen. Op groter schaalniveau is deze borging minder krachtig dan op bedrijfsniveau omdat het milieukundig effect van de BES op hoger schaalniveau afhangt van welke

bedrijven kiezen voor BES-bemesting en dat is minder goed te voorspellen en te sturen. Bij hoge opbrengsten en een goede Nbenutting geeft deelname aan de BES meer bemestingsruimte dan in de generieke situatie. Bij de BES-deelnemers kwam het ook voor dat de BES-norm lager was dan de generieke norm. Dit noemen we tweezijdigheid. Om op groter schaalniveau dan het individuele bedrijf de milieusituatie niet te verslechteren zal de extra bemestingsruimte die aan het ene bedrijf gegeven wordt, moeten worden gecompenseerd door minder bemestingsruimte op het andere bedrijf. Dit is in tabel 4.10 geïllustreerd aan de hand van een fictief getallenvoorbeeld voor stikstof.

De generieke N-gebruiksnormen zijn gebaseerd op een gemiddelde afvoer van stikstof met geoogst product. Om aan de milieudoelen te voldoen geldt er een maximaal toelaatbaar overschot. Het toelaatbaar overschot hangt af van de grondsoort en de verhouding gras en maïs. Bij eenzelfde grondsoort en eenzelfde verhouding gras en maïs is dat toelaatbare overschot voor elk bedrijf gelijk, in dit fictieve voorbeeld 160 kg N per ha. In werkelijkheid heeft bedrijf 1 een hogere afvoer dan generiek en is het werkelijk overschot lager, 120 kg N per ha. Bij bedrijf 2 is het omgekeerde het geval en is de werkelijke afvoer lager dan generiek en is het werkelijke overschot hoger, 200 kg N per ha. Gemiddeld is het overschot gelijk aan het toelaatbare overschot. De onderschrijding van het toelaatbaar overschot op bedrijf 1 compenseert de overschrijding van het toelaatbaar overschot op bedrijf 2. Als bedrijf 1 meedoet aan de BES ontstaat er extra bemestingsruimte op dit bedrijf, omdat het toegestane overschot van 160 kg N per ha de bovengrens is. Als bedrijf 2 meedoet aan de BES daalt de bemestingsruimte omdat de bemestingsruimte volgens BES wordt aangepast aan de lage gewasopbrengst. Als beide bedrijven meedoen aan de BES blijft gemiddeld het overschot op 160 kg N per ha. Als bedrijf 2 zou besluiten niet mee te doen aan de BES (omdat generiek meer bemestingsruimte geeft) dan stijgt gemiddeld het N-overschot en wordt de situatie milieukundig slechter als in de generieke situatie. Verslechtering is te voorkomen door de generieke gebruiksnorm te verlagen.

Tabel 4.10 Fictief voorbeeld twee bedrijven met verschillend werkelijk N-bodemoverschot.

Situatie	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Gemiddeld
Toelaatbaar overschot bij generieke norm en forfaitaire gewasonttrekking	160	160	160
Werkelijk overschot bij generieke norm en bedrijfsspecifieke onttrekking/benutting	120	200	160
Werkelijk overschot wanneer:			
Beide bedrijven doen mee aan BES	160	160	160
Alleen bedrijf 1 doet mee aan BES	160	200	180

4.5 Praktijkervaringen met BES

4.5.1 Management

De BES-normen en de landbouwkundige en milieukundige effecten van de BES worden deels bepaald door de groeiomstandigheden, maar ook het management van de ondernemer speelt een rol. De kunstmestruimte is bijvoorbeeld afhankelijk van de behaalde N-benutting zoals afgeleid uit de KLV-gegevens van de voorgaande drie jaren. Een efficiënt uitgevoerde N-bemesting wordt beloond door meer bemestingsruimte. Het stimuleert de deelnemers hun dierlijke mest goed te verdelen en kritisch om te gaan met de hoeveelheid kunstmest. Immers, onnodig gegeven kunstmest verlaagt de N-benutting en zal de bemestingsruimte het komende jaar beperken. In die zin kan de BES worden gezien als een soort van zelfcorrigerend systeem. Het feit dat de deelnemers gemiddeld minder kunstmest-N hebben gebruikt dan toegestaan bij de gegeven hoeveelheid mest-N kan hiervoor een aanwijzing zijn.

Dit wordt bevestigd door gesprekken met deelnemers over het al dan niet volledig opmaken van de BES-gebruiksruimte. Deelnemers verklaren het feit dat ze de gebruiksruimte in BES soms niet volledig benutten als volgt:

- **Stapsgewijze leren gebruiken**

Ondernemers krijgen soms veel meer ruimte dan generiek en vinden het dan niet verstandig om die extra ruimte in een keer volledig in te zetten. Ze kiezen er dan liever voor om stapsgewijze toe te werken naar

die extra ruimte en ervaring op te doen met meer drijfmest en meer kunstmest of meer drijfmest en minder kunstmest.

- **Volume dierlijke mest**

Ondernemers bekijken ook of de volumes op hun percelen goed toegepast kunnen worden. Dat speelt bijvoorbeeld op bedrijven met flink meer ruimte voor dierlijke mest die tegelijk ook een behoorlijke weidekavel hebben. Deze deelnemers kunnen op een flink volume uitkomen per snede. Dit speelt nog sterker als de mest ook nog verdund wordt toegediend want bij verdunning draagt het aan mest toegevoegde bij aan het volume.

- **Optimaliseren dierlijk-N/kunstmest-N**

Ondernemers kunnen met het oog op het gewenste N bemestingsniveau afzien van BESmax en daardoor wat meer kunstmest-N ruimte behouden.

- **Vertrouwen op bodem**

BES-deelnemers geven aan dat ze door BES meer durven te vertrouwen op de bodem, waardoor ze het aandurven om minder kunstmest-N te gebruiken.

- **Bij droogte minder bemesten**

Ondernemers zien in dat als weersomstandigheden niet gunstig zijn, ze een deel van de gegeven N (vooral kunstmest-N) toch niet goed kunnen benutten. Droogte speelt hierbij een behoorlijke rol. Die slechte benutting vertaalt zich in een slecht KLW resultaat voor het lopende jaar en kost BES-ruimte in de volgende jaren.

- **Kosten van kunstmest**

Kunstmest is niet gratis. Ook dat kan een reden zijn om bij ongunstig weer niet de volledige kunstmestruimte te gebruiken.

- **Ruimte niet nodig**

Ondernemers hebben soms de visie dat ze een deel van de toebedeelde ruimte voor hun productie eenvoudigweg niet nodig en zien er daarom van af om deze ruimte volledig te benutten. Mogelijk speelt het RE gehalte in het rantsoen ook een rol. Waarschijnlijk speelt ook een rol dat het ongewenst is dat overmatige uitspoeling plaatsvindt.

- **Gunnen aan akkerbouwer**

Ondernemers die een vaste relatie hebben met een akkerbouwer en daar grond mee ruilen of aan verhuren kiezen er soms voor om de akkerbouwer jaarlijks van een bepaalde hoeveelheid mest te voorzien.

- **Benutten binding van N door klaver**

Deelnemers proberen meer in te zetten op gras met klaver, zodat kunstmest-N achterwege kan blijven.

Deze verklaringen voor het niet volledig benutten van de BES-gebruiksruimte en andere observaties in de BES wekken de indruk dat deelnemers door het systeem van bedrijfsspecifieke gebruiksruimte gemotiveerd worden om in hun keuzes meer aandacht te besteden aan het nutriëntenmanagement dan wanneer gewerkt wordt met generieke gebruiksnormen. De deelnemers proberen door bedrijfsoptimalisatie om gebruiksruimte en emissies meer of minder vergaand te ontkoppelen. Dit effect wordt wel aangeduid als plasticiteit van bedrijfssystemen; deze plasticiteit kan ertoe leiden dat bedrijfsresultaten gunstiger zijn dan verondersteld op basis van emissiemodellen.

4.5.2 BES-bemesting en grasland

De BES-bemesting beïnvloedt vooral de bemesting op grasland (zie hoofdstuk 3). Naast de effecten die uitgedrukt kunnen worden in de kengetallen die in hoofdstuk 3 zijn weergegeven, heeft de BES-aanpak effecten die niet tot uiting komen door kengetallen die in het monitoringsprogramma van de BES opgenomen zijn. Deelnemers hebben de volgende inzichten naar voren gebracht over gevolgen van BES-bemesting voor het grasland en voor graslandmanagement:

- Het aandeel klaver in het grasland is op sommige bedrijven toegenomen. Dit wordt toegeschreven aan het beperken van het kunstmest-N gebruik;
- De BES heeft, afgezien van voornoemde toename van het klaveraandeel in de zode een verwaarloosbaar effect op de botanische samenstelling van de graszode; BES-deelnemers wijzen erop

dat dergelijke effecten, als ze worden waargenomen, moeilijk te onderscheiden zijn van effecten van het weer;

- BES-bemesting geeft slechts zelden aanleiding tot extra bemestingsrondes met dierlijke mest en dus een extra insnijding in de bodem; een enkel bedrijf experimenteert met een gedeelde gift in de eerste grassnede;
- Hogere drijfmest-jaar-giften leiden dus in het algemeen tot wat hogere volumes per toediening. Daarbij komt dat op de deelnemende bedrijven veel ingezet wordt op verdunning van mest met water, ook bij zodenbemesting;
- De graskwaliteit verandert niet duidelijk en er zijn dus geen indirecte effecten op methaan emissie of NH₃ emissie die zouden samenhangen met verandering van voederwaarde of andere kenmerken van gras. Ook hier wordt gewezen op dominantie van weereffecten.
- Er is door BES geen verandering in het oogststadium of de maaifrequentie. Dit hangt ermee samen dat de graskwaliteit niet verandert. Wel wordt erop gewezen dat vanuit de methaandoelen gestuurd wordt op een hogere maaifrequentie. Dit is echter geen BES-effect.
- Grasland wordt door de BES niet sneller omgezet in maïs en wordt niet sneller doorgezaaid.

4.5.3 Kiezen voor generiek bij een lage BES-gebruiksruimte

Diverse bedrijven hebben afgezien van het toepassen van BES-bemesting op bedrijfsniveau of hebben overwogen hiervan af te zien. De redenen zijn verschillend:

- **Biologisch bedrijf**

Sikkenga is een biologisch bedrijf. Voor dit bedrijf is ook een BES-gebruiksruimte bepaald. Onzeker was echter of de SKAL, de instantie die toezicht houdt op biologische producten, de BES-aanpak zou accepteren. Sikkenga heeft er niet voor gekozen om dat traject te verkennen.

- **Minder plaatsingsruimte voor dierlijke mest dan generiek**

Diverse bedrijven hadden in de BES minder plaatsingsruimte voor dierlijke mest dan generiek. Een voorbeeld is bedrijf Stevens. Dit bedrijf ligt op zeer droogtegevoelige grond en heeft in de, met name in het Oost Nederland extreem, droge jaren in 2017, 2018 en 2019 lage opbrengsten gerealiseerd. Hierdoor was de ruimte voor gebruik van drijfmest en kunstmest op dit bedrijf in 2020 lager dan generiek (zie Tabel 3.30b). Stevens schatte in dat het volgen van de BES-bemesting tot aanzienlijke opbrengstderving en hogere voerkosten zou leiden. Ook als 2020 een groeizaam jaar zou worden, wat een te hoog bedrijfsrisico met zich mee zou brengen.

- **Minder plaatsingsruimte voor kunstmest-N dan generiek**

Diverse bedrijven hadden in de BES één of meer jaren minder plaatsingsruimte voor kunstmest-N dan generiek. Voor deze bedrijven gold dat volgens BES (veel) minder kunstmest-N gegeven mocht worden dan generiek wat ten koste gaat van het niveau van N-werkzaam. Een voorbeeld was bedrijf Van Wijk (zie Tabel 3.20). Van Wijk heeft er steeds voor gekozen om toch met de BES-normen te werken en in te zetten op een maximale benutting van N uit dierlijke mest.

Een breed gedeeld motief is dat inleveren van bemestingsruimte niet te verkiezen is als dit ertoe kan leiden dat een bedrijf wat betreft de gewasproductie in een negatieve spiraal komt van minder bemesting en minder gewasopbrengst. Dit argument weegt zwaarder dan voorheen doordat deelnemers toeslagen krijgen voor het goed scoren op eiwit van eigen land.

Tabel 4.11 Begrippen uit dit hoofdstuk die voorkomen in de begrippenlijst in Bijlage 1.

Tweezijdigheid
Off farm effect

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Gemiddeld over de bedrijfsjaren leidde de BES tot een extra toegestane mest-P₂O₅-aanvoer van 12 kg P₂O₅ per ha t.o.v. een bemesting volgens de generieke bemestingsnormen. Deze stijging deed zich vooral voor op de kleibedrijven (+23 kg P₂O₅ per ha), terwijl er op de veen- en zandbedrijven amper verschil was met de generieke bemesting. De toegestane mest-N-aanvoer volgens de BES-systematiek was gemiddeld over alle bedrijfsjaren 78 kg N per ha hoger dan volgens de generieke normen (+101 kg N per ha op de kleibedrijven, +49 kg N per ha op de veenbedrijven en +55 kg N per ha op de zandbedrijven).

Door de verhoogde norm voor mest-N daalt in de BES in vrijwel alle bedrijfssituaties de toegestane (aanvullende) kunstmest-N-gift. Gemiddeld over de bedrijfsjaren bedraagt deze daling 61, 27 en 38 kg N per ha op, respectievelijk, de klei-, veen en zandbedrijven. Gemiddeld over alle bedrijfsjaren was de toegestane kunstmest-N-gift bij de BES 49 kg N per ha lager dan in de generieke situatie.

Gemiddeld is de gerealiseerde mest-N-gift lager dan de maximaal toegestane norm. De benutting van de extra mest-N-ruimte (bovenop de generieke norm) liep uiteen van circa 20% op de veenbedrijven en circa 75% op de zandbedrijven. Gemiddeld is er ook minder kunstmest-N gebruikt dan toegestaan bij de gerealiseerde mest-N-giften.

Gemiddeld over alle bedrijfsjaren was het N-bodemoverschot 8 kg N per ha hoger dan het toelaatbare overschot waarop de BES-bemesting was gebaseerd. Het P₂O₅-bodemoschot was vrijwel gelijk aan het toelaatbare overschot.

De absolute opbrengsten van N, P₂O₅ en droge stof verschilden op de BES-bedrijven niet duidelijk van de opbrengsten voorafgaand aan de BES. Maar de ranking van de opbrengsten nam in BES-periode wel toe ten opzichte van de periode voorafgaand aan BES. Dit wijst op een positief effect van de BES op de opbrengsten, dat pas zichtbaar wordt na ontstrengeling van weer- en jaareffecten.

Wanneer de BES-periode werd vergeleken met de periode daarvoor was er geen duidelijk verschil in NH₃-emissie op de bedrijven. Ook de ranking t.o.v. de benchmarkgroep gaf geen duidelijke aanwijzing voor een hogere NH₃-emissie.

Ook bij de metingen van de waterkwaliteit was geen duidelijk effect van de BES-bemesting te zien. Vergelijking van het nitraatresidu in de laag 0-90 cm in de herfst bij bemestingsstroken met de generieke en BES-bemesting liet zien dat op vier van de vijf graspercelen het verschil gering was, terwijl op één perceel het nitraatresidu bij de BES-bemesting ruim 20 kg N per ha hoger was.

De uiteindelijke milieueffecten van de BES worden bepaald op een schaalniveau hoger dan dat van de populatie BES-bedrijven. Op dit schaalniveau wegen mee zowel BES-bedrijven met, t.o.v. generieke bemesting, gemiddeld meer gebruik van dierlijke mest en minder gebruik van kunstmest als bedrijven buiten de BES (o.a. akker- en tuinbouw) met dientengevolge juist minder gebruik van dierlijke mest en meer gebruik van kunstmest. Op dit schaalniveau kunnen effecten slechts geïndiceerd worden op basis van algemene rekenregels. Deze geven aan dat de ammoniakemissie zou toenemen, tenzij de emissie door mitigatie maatregelen binnen de BES zelf tegengegaan zou worden en dat de emissie van broeikasgassen (methaan, lachgas en CO₂), iets zou afnemen.

Veehouders passen de gebruiksruimte van BES niet zonder meer toe, maar zien hier regelmatig van af om diverse redenen, zoals de verwachting van een slechte benutting van gegeven (kunst)mest bij ongunstig weer.

Deelnemers die in de BES meer dierlijke mest maar aanzienlijk minder kunstmest-N kunnen plaatsen, twijfelen soms over het toepassen van de BES vanwege de verwachting dat opbrengsten onder druk komt te staan door een lager niveau van werkzame N.

De deelnemers die in de BES minder dierlijke mest en minder kunstmest-N kunnen plaatsen, lijken niet te kiezen voor het toepassen van de BES op het gehele bedrijf of zijn hiermee zeer terughoudend vanwege de verwachting dat de opbrengsten door een lagere bemesting dan het generieke niveau sterk onder druk komen te staan en de vrees dat de gewasproductie het patroon zal gaan vertonen van een negatieve spiraal van steeds minder opbrengst resulterend in een steeds lagere bemesting.

De extra gebruiksruimte in BES wordt voornamelijk toegepast op grasland door per bemestingsronde een iets groter volume toe te dienen. Er is slechts bij uitzondering sprake van een extra bemestingsronde. Het management van grasland, de botanische samenstelling van de zode, de voederwaarde en daaraan gerelateerde aspecten zoals verteerbaarheid ondervinden geen duidelijke invloed van de BES-bemesting. Er is ook geen sprake van sneller doorzaaien of van eerder toepassen van graslandvernieuwing door de BES.

De BES vergroot de inzet van deelnemende ondernemers om het (nutriënten)management te optimaliseren. Dit geldt zowel voor deelnemers die veel extra gebruiksruimte krijgen in de BES maar ook voor bedrijven met een beperkte extra gebruiksruimte of zelfs een lagere gebruiksruimte.

5.2 Aanbevelingen

Het gegeven dat bij brede toepassing op vrijwillige basis zeer waarschijnlijk niet voldaan zal worden aan tweezijdigheid, hoeft niet te betekenen dat mestgebruik en/of bodemoverschotten op nationale schaal gaan toenemen. Er zijn verschillende manieren om met een systeem van bedrijfsspecifieke bemesting te sturen op een gelijk niveau dierlijke mest ten opzichte van dat bij de huidige generieke gebruiksnormen of op een gelijkblijvend of zelfs lager niveau van bodemoverschotten. Het is aan te bevelen om deze opties te verkennen en daarbij zullen ook de niveaus van generieke gebruiksnormen in beschouwing genomen moeten worden. Hierbij is naast milieu-effecten en landbouwkundige effecten ook het draagvlak en het effect op de mestmarkt relevant.

Voor een bedrijf dat regelmatig veel grond bij het bedrijfsareaal betreft, zijn er meer onzekerheden over de toe te kennen BES-gebruiksruimte dan voor bedrijven met een constant bedrijfsareaal. Het valt te overwegen om ten aanzien van deelname aan de BES-grenzen te stellen aan het aandeel van het bedrijfsareaal dat bestaat uit nieuw verworven land.

De relatie tussen de gebruiksruimte en waterkwaliteit is zeer indirect en effecten van bedrijfsspecifieke gebruiksruimte zijn moeilijk door onderzoek aan te tonen. Het meten van Nitraatresidu in een strokenbenadering heeft een belangrijke aanvullende waarde. Hier zou in onderzoek naar bedrijfsspecifieke bemesting meer op ingezet moeten worden.

De KringloopWijzer wordt jaarlijks doorontwikkeld. Dit stelt evaluaties die ver teruggaan in de tijd soms voor lastige problemen. In onderzoek zal men effecten willen berekenen met het best beschikbare model, en dat zal in het algemeen het meest recente model zijn. Maar voor de jaren uit het verdere verleden kan het meest recente KLV fors gaan afwijken van de destijds gebruikte KLV-versie. Voorkomen moet dan worden dat bedrijven zich voor deze situaties in het verleden moeten verantwoorden vanwege het beeld dat het recente KLV-model oplevert, terwijl dit beeld op grond van de destijds gebruikte KLV-model niet bekend was.

Bij gebruik van meer dierlijke mest dan gemiddeld past een hogere standaard van voorzieningen voor mestmanagement zoals de aanpak bij toediening van mest en de voorzieningen voor mestopslag. Het valt te overwegen om hier, aanvankelijk van de bedrijfsspecifieke gebruiksruimte aanvullende eisen aan te stellen.

De onderbouwing van de BES-normen vindt met behulp van het WOG/WOD-model. Omdat de afleiding van de norm op gewasniveau plaatsvindt, verdient, met name voor situaties met afwisseling van gras en bouwland, de onderbouwing nadere aandacht. Ook is het aan te bevelen goede richtlijnen op te stellen voor situaties dat nieuwe grond wordt toegevoegd aan het bedrijf.

Literatuur

- Aarts, H.F.M., Daatselaar, C.H.G., Holshof, G., 2008. Bemesting, meststofbenutting en opbrengst van productiegrasland en snijmaïs op melkveebedrijven. Plant Research International Wageningen UR, Rapport 208, 49 pp.
- De Goffau, A., Van Leeuwen, T.C., Van den Ham, A., Doornwaard, G.J., Fraters, B., 2012. Minerals Policy Monitoring Programme Report 2007-2010: Methods and procedures. Bilthoven, National Institute for Public Health and the Environment. RIVM rapport 680717018/2012.
- Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid.* (z.d.). Wageningen University & Research. Geraadpleegd op 9 juni 2022, van <https://www.wur.nl/nl/Landingspagina-redacteuren/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/Economic-Research/Themas/Monitoring-duurzaamheid/Landelijk-Meetnet-effecten-Mestbeleid.htm>
- Min EZ, 2013. Vijfde Nederlandse Actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2014-2017). Ministerie van Economische Zaken, 's-Gravenhage, 88 pp.
- Noij, I.G.A.M. en Ten Berge, H.F.M., 2019. Rapportage Project Nitraatwijzer Fase I. Wageningen Research, WPR-917. 141 p.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters & W.J. Willems, 2007. Permissible manure and fertilizer use in dairy farming systems on sandy soils in The Netherlands to comply with the Nitrates Directive target. *European Journal of Agronomy* 27, 102-114.
- Schröder, J.J.; Hilhorst, G.J.; Oenema, J.; Verloop, J., 2018. Bedrijfsspecifieke mest- en kunstmestgiften op melkveebedrijven : Onderbouwingen ten behoeve van de 'BES' in 2016-2018. Lelystad : Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde (Rapport / Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde WPR-802) – 33.
- Van Bruggen C., A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, G.L. Velthof, J. Vonk & T. van der Zee. Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2019, Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT-technical rapport 203. 238 p..
- Van Dijk, W., De Boer, J.A., De Haan, M.H.A., Mostert, P., Oenema, J., Verloop, J. 2021. Rekenregels van de KringloopWijzer 2021. Achtergronden van BEX, BEA, BEN, BEP en BEC: actualisatie van de 2020-versie. Stichting Wageningen Research (WR), business units Wageningen Livestock Research en Wageningen Plant Research, rapport WPR-1119.
- Velthof, G.L., Mosquera Losada, J., 2011. Calculation of nitrous oxide emission from agriculture in the Netherlands : update of emission factors and leaching fraction, Wageningen, Alterra no. 2151, 66 p.
- Verloop, J., Noij, I.G.A.M., Oenema, J., 2020, [Bedrijfsspecifiek bepalen van stikstofstromen in bodem, gewas en milieu : casestudy melkveebedrijf Baltus in Middenmeer](#). Wageningen: [Wageningen Livestock Research](#). 40 p. (Koeien & Kansen-rapport; no. nr. 88).

Bijlage 1

Begrippenlijst

Hoofdstuk 1

Fosfaattoestand	De hoeveelheid fosfaat in de bodem die beschikbaar is voor opname door gewassen.
Ammoniakemissie	De emissie van NH ₃ naar de atmosfeer.
Ammoniakplan	Plan dat deelnemers maken om hun ammoniakemissie te beperken.
Bedrijfsspecifiek	Zoals bepaald voor een individueel bedrijf.
Bemestingsruimte	De hoeveelheid mest-N of -P ₂ O ₅ en kunstmest-N die op een bedrijf geplaatst mag worden (product van het bedrijfsareaal (ha) en plaatsingsruimte per ha).
Bodembalans	De balans van aan-en afvoer van N- en P ₂ O ₅ naar en van de bodem (het maaiveld), waarbij de aanvoer bestaat uit de posten (kunst)mest, weidemest, atmosferische depositie, N binding en de afvoer uit N en P ₂ O ₅ -onttrekking. Dit wordt ook wel aangeduid als maaiveldbalans.
Denitrificatie	De omzetting van nitraat in andere verbindingen met als eindproducten N ₂ en N ₂ O (lachgas).
Derogatiernorm	Maximum voor de hoeveelheid mest-N die ondernemers met een derogatievergunning mogen gebruiken. Volgens de Nitraatrichtlijn mag maximaal 170 kg N per ha gebruikt worden. Met een derogatievergunning was dat tot en met 2021 250 kg N per ha voor bedrijven op veen en klei en 230 kg N per ha voor bedrijven op zand- en lössgrond in Limburg, Noord-Brabant, Gelderland, Utrecht over Overijssel.
Forfait	Een veronderstelde waarde die wordt gehanteerd om de werkelijke waarde te benaderen. In dit domein: veronderstelde waarden voor de N- en P ₂ O ₅ -onttrekking met gewassen, onderscheiden naar gewassoort en soms grondsoort
Fosfaattoestand (correctie voor)	De hoeveelheid P ₂ O ₅ (kg per ha) die extra gebruikt mag worden of juist minder gebruikt mag worden, afhankelijk van de fosfaattoestand met onderscheid in klassen (hoog, ruim, neutraal, laag, arm).
Gebruiksnorm	Maximum voor de hoeveelheid mest die gebruikt mag worden op landbouwgrond. Er zijn gebruiksnormen voor de hoeveelheid dierlijke mest-N, voor de totale hoeveelheid N met meststoffen en voor de hoeveelheid P ₂ O ₅ met meststoffen.
Generieke gebruiksnorm	De gebruiksnorm gebaseerd op het landelijk geldende gebruiksnormenstelsel, zonder bedrijfsspecifieke differentiatie
KringloopWijzer	Een instrument (rekenmodel) dat met behulp van invoergegevens op jaarbasis inzicht geeft in de N, P en C kringlopen door het bedrijf en de emissies naar de omgeving.
Kunstmest-N	De hoeveelheid N in kunstmest.
Mest-N	De hoeveelheid N in dierlijke mest.
Mest-P ₂ O ₅	De hoeveelheid P ₂ O ₅ in dierlijke mest.
Neveneffecten	Een effect van een verandering in de bemesting op een ander bedrijf, een ander milieucompartiment of een ander milieu-aspect.
Onttrekking (N- en P ₂ O ₅)	De netto hoeveelheid N en P ₂ O ₅ die met gewasogst wordt afgevoerd van een perceel (kg per ha). Synoniemen: afvoer en opbrengst.

Hoofdstuk 2

Bedrijfsspecifieke responscurve	De curve die de verwachte N-opbrengst van gras en maïs bij verschillende niveaus van beschikbare N in de bodem beschrijft, waarbij de verwachting is afgestemd op de N opbrengst die met de KringloopWijzer is vastgesteld.
---------------------------------	---

Benchmark	Een waarde van een parameter bepaald voor een groep bedrijven die geselecteerd is ter vergelijking van een te onderzoeken bedrijf (BES-bedrijf).
BES-norm	Bedrijfsspecifieke gebruiksnorm voor individuele melkveebedrijven zoals bepaald op basis van gegevens van de KringloopWijzer volgens de procedure beschreven in hoofdstuk 2.
Bodemoverschot	Het overschot op de bodembalans.
Bodemvruchtbaarheid	Bijdrage van de bodem aan het vermogen om op een bepaalde plek gewassen van een bepaalde kwaliteit te produceren.
Drainwater	Water dat wordt afgevoerd uit een perceel met drainbuizen. Deze komen meestal voor in klein en veen en soms ook op nattere zandgronden.
EOS	Het deel van naar de bodem aangevoerde organische stof dat een jaar na aanvoer nog in de bodem aanwezig is (en niet is afgebroken door mineralisatie).
Evenwichtsbemesting	De situatie waarin de P ₂ O ₅ -aanvoer met meststoffen gelijk is aan de P ₂ O ₅ -afvoer met gewas ± correctie voor de fosfaattoestand van de bodem.
Mitigatie opgave	De benodigde verlaging van de ammoniakemissie (kg) op een BES-bedrijf als gevolg van meer gebruik van dierlijke mest
Netto-N-excretie	De excretie van N door de veestapel na aftrek van de N verliezen die in de stal en mestopslag is geëmitteerd als ammoniak, lachgas en overige N.
Nitraatresidu	De hoeveelheid nitraatstikstof (kg per ha) aanwezig in de lagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm onder het maaiveld bepaald in het najaar. Dit wordt gebruikt als indicator van de nitraatuitspoeling naar grondwater.
Ontheffing	Ontheffing van artikel 7 van de Meststoffenwet die is verleend aan deelnemers van de BES-pilot.
OS-gehalte	Het gehalte van organische stof in de bodem.
P-AL	Een maat voor de beschikbaarheid van fosfaat die is opgeslagen in de bodem voor opname door gewas. P-AL is één van de maatstaven en geeft de hoeveelheid fosfaat weer die met een zekere vertraging vrij kan komen (niet direct opneembaar fosfaat).
Ranking	De positie van de waarde van een parameter (bijvoorbeeld opbrengst) zoals bepaald op een bedrijf (BES-bedrijf) ten opzichte van de waarden die voorkomen op vergelijkbare bedrijven.
RAV-waarde	Emissiefactor voor emissie van ammoniak uit dierenverblijven (stallen) volgens de Regeling Ammoniak en Veehouderij.
Sleepvoetbemester	Mesttoedieningstechniek waarbij drijfmest op de grond, tussen het gras wordt gelegd.
Toelaatbaar overschot	Het overschot dat op een bedrijf optreedt als er bemest wordt volgens de generieke gebruiksnormen en als de N en P ₂ O ₅ -afvoer met gewasoogst gelijk is aan de forfaits. N.b. dit overschot wordt in de BES normatief gebruikt, maar heeft buiten de BES geen formele status en geldt buiten de BES ook niet als ijkpunt. Op bedrijven waar generieke gebruiksnormen worden toegepast, is overschrijding van dit niveau aan de orde van de dag.
Vruchtwisseling	Telen van verschillende gewassen over achtereenvolgende jaren (soms in een vaste volgorde).
WOD-model	Model dat, naast andere modellen, is gebruikt voor het vaststellen van stikstofgebruiksnormen conform eisen van de Europese Nitraatrichtlijn. Het model beschrijft relaties tussen (kunst)mestgebruik, stikstofbodemoverschot en nitraatconcentraties in grondwater in een evenwichtssituatie waarbij de jaarlijkse aanvoer van organische stof in evenwicht is geraakt met de jaarlijkse afbraak.
Zodenbemester	Mesttoedieningstechniek waarbij drijfmest in de sleufje in de grond wordt gebracht.
Hoofdstuk 3	
BES-max	Een variant van de mogelijke BES-gebruiksnormen die gelden voor een BES-bedrijf. In deze variant wordt de maximale hoeveelheid dierlijke mest toegepast.

Inwisselkoersen	Vuistregel voor de inwisseling van mest-N tegen kunstmest-N. Deze rekenregel verschilt per bedrijf.
Kunstmestvervanger	Meststof in vloeibare vorm dat het product is van mestverwerking en dat als kunstmest mag worden toegepast. Ook mineralenconcentraat.
Pre-BES	De jaren voordat een bedrijf aan de BES-deelname.
Standaarddeviatie	Een maat voor de spreiding rond een gemiddelde. De gemiddelde afwijking van het gemiddelde.
Voerresten	Voer dat is aangeboden aan vee, maar niet is opgevreten. Dit wordt vaak afgevoerd naar de mestopslag en als 'mest' wordt toegediend.
Voor- en nateelten	De teelt van een gewas voor- of na het hoofdgewas in hetzelfde jaar. Veelal gras. Ook aangeduid als groenbemester of vanggewas.
Werkzame N	De hoeveelheid N (kg per ha) die binnen het jaar van toediening beschikbaar is voor opname door een gewas. De hoeveelheid werkzame N wordt berekend door vermenigvuldiging van de toegediende N met de werkingscoëfficiënt (wc). De werkingscoëfficiënt drukt de werking van N uit voor een meststof vergeleken met kunstmest (KAS).

Hoofdstuk 4

Tweezijdigheid	Het gegeven dat de gebruikruimte bij bedrijfsspecifieke bemesting op een bedrijf met hoge onttrekking hoger is dan de generieke gebruiksnorm (de éne zijde) en op een bedrijf met een lage onttrekking lager is dan de generieke gebruiksnorm (de andere zijde).
Off farm effect	Effecten die zich voordoen buiten het bedrijf waar de aandacht naar uitgaat. Bijvoorbeeld: aanvoer van voer heeft off farm effecten bij de voerproductie elders.

Bijlage 2

Gegevens voor berekening van de bemestingsruimte

Tabel II.1 geeft een overzicht van de gegevens die worden gebruikt voor de berekening van de BES-bemestingsruimte. In dit voorbeeld worden de gegevens gebruikt (uit jaren 2013 t/m 2015) om de BES-ruimte voor het jaar 2016 te berekenen.

In de gebruiksnorm van fosfaat is een correctie opgenomen voor de fosfaattoestand in de bodem. Voor deze correctie zijn gegevens nodig over het percentage van het areaal gras en maïs, dat in de fosfaatklassen arm, laag, neutraal of hoog valt.

6 **Tabel II.1** In- en uitvoergegevens van KringloopWijzer (3-jarig voortschrijdend gemiddelde) die worden gebruikt om de BES-ruimte te bepalen voor een willekeurig bedrijf.

Kenmerk	Waarde
Jaar	2013-2015
Grasland	
- Oppervlakte (ha)	34.9
- Aanvoer drijfmest stikstof (kg per ha)	281
- Aanvoer weidemest stikstof (kg per ha)	0
- Aanvoer kunstmest stikstof(kg per ha)	296
- Aanvoer drijfmest fosfaat (kg per ha)	105
- Aanvoer weidemest fosfaat (kg per ha)	0
- Aanvoer kunstmest fosfaat (kg per ha)	1
- Opbrengst stikstof (kg per ha)	384
- Opbrengst fosfaat (kg per ha)	162
Maïsland	
- Oppervlakte (ha)	8.7
- Aanvoer drijfmest stikstof (kg per ha)	198
- Aanvoer kunstmest stikstof (kg per ha)	48
- Aanvoer drijfmest fosfaat (kg per ha)	74
- Aanvoer kunstmest fosfaat (kg per ha)	12
- Opbrengst stikstof (kg per ha)	171
- Opbrengst fosfaat (kg per ha)	89
Bedrijf	
Oppervlakte (ha)	43.6
Stikstof-bemesting (kg/ha)	
Dierlijke mest	265
Kunstmest	246
Fosfaat-bemesting (kg/ha)	
Dierlijke mest	99
Kunstmest	3
Jaar	2015
N/P verhouding dierlijke mest	2,6*

* N/P in mest werd tot en met 2018 gebaseerd op gegevens van de bemesting en wordt sinds 2019 afgeleid van de BEX.

Bijlage 3

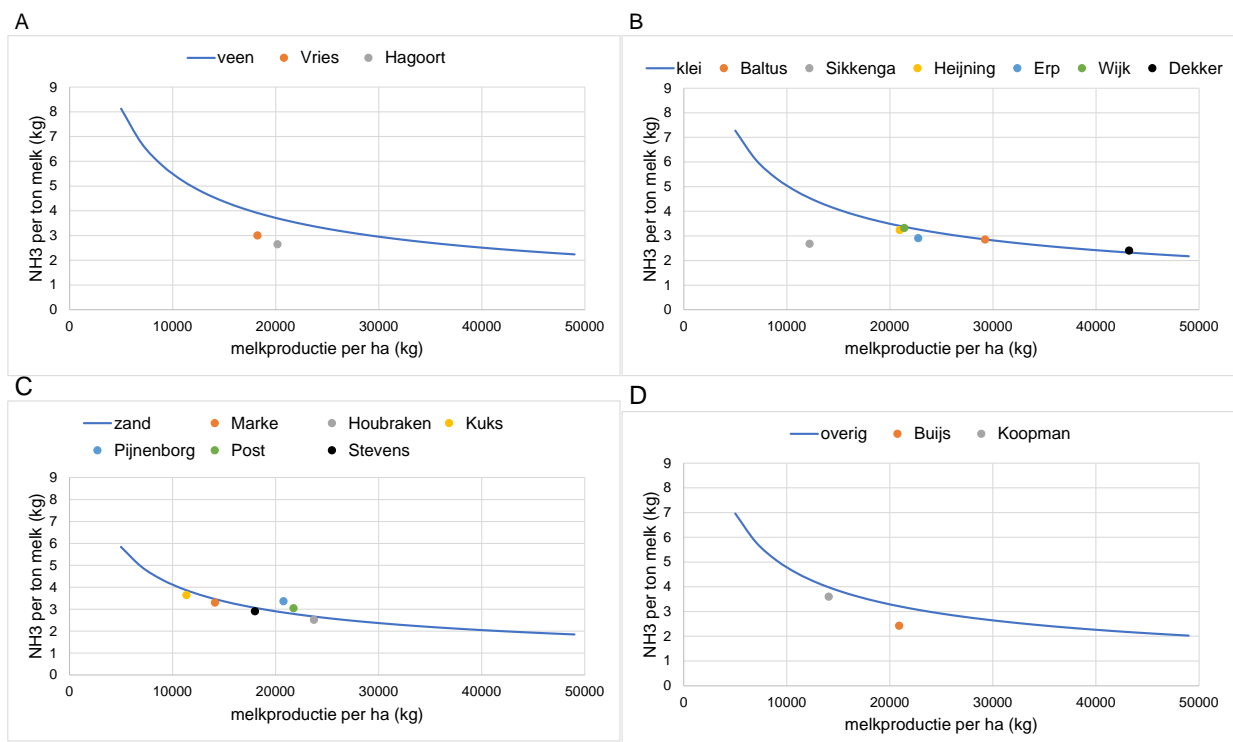
Benchmark voor NH₃-emissie

Voor elk bedrijf is in de BES-pilot een bedrijfsspecifieke ammoniak mitigatie opgave bepaald. De basis hiervoor is een benchmark voor ammoniak.

De Benchmark

Op basis van de KringloopWijzer resultaten van 12560 bedrijven uit 2018 is een gemiddelde ammoniakemissie bepaald in kg NH₃ per ton melk voor bedrijven op zandgrond, veengrond en kleigrond. De reden voor deze differentiatie naar bodemtype is dat de gemiddelde emissie voor bedrijven op verschillende bodemtypes door de daar heersende omstandigheden verschillen. Zo is op bedrijven op zandgrond het aandeel van maïs in het ruwvoer veelal hoger dan op bedrijven op veengrond. Ook is gedifferentieerd naar productie-intensiteit. De achtergrond hiervan is dat intensieve bedrijven door de berekening gunstiger scores als de ammoniakemissie wordt uitgedrukt in kg NH₃ emissie per ton melk dan extensieve bedrijven. Bij gelijk dierlijke mest-N niveau en gelijke toedieningstechniek neemt de totale emissie op het bedrijf namelijk evenredig toe met het oppervlak van het bemeste land. En bovendien kan de totale emissie (uit stal en op het veld) op intensieve bedrijven verdeeld worden over meer tonnen geproduceerde melk dan een extensief bedrijf.

Voor het afleiden van benchmarks zijn data gebruikt van de Centrale Database KringloopWijzer. Op basis van sets van 681 veenbedrijven, 2793 kleibedrijven, 4704 zandbedrijven en een groep van 4382 overige bedrijven met verschillende bodemtypes op het bedrijf werden de benchmarks afgeleid die zijn weergegeven in Figuur III.1. Elk afzonderlijke bedrijf kan gepositioneerd worden op basis van bodemtype en productie-intensiteit tegen de relevante benchmark. Zo zien we bijvoorbeeld in Figuur III.1 A dat de ammoniakemissie van de bedrijven De Vries en Hagoort lager is dan de benchmark.



Figuur III.1 Benchmarks voor NH₃-emissie voor de bodemtypes veen (A), klei (B), zand (C) en overig (D).

Van benchmark naar mitigatie opgave

In Koeien & Kansen streven bedrijven ernaar om stapsgewijs steeds lager uit te komen ten opzichte van de benchmark. Dit streven neemt toe per jaar (Tabel III.1). Hiermee wordt de benchmark de basis van een taakstelling voor NH₃. Deze taakstelling mag behaald worden door een diversiteit van maatregelen (zie ook Bijlage 5). Ook de bedrijven in de BES-pilot die geen Koeien & Kansen-deelnemers zijn hebben zich gericht op de op deze wijze bepaalde NH₃-taakstelling.

Tabel III.1 Taakstelling voor NH₃-emissie op bedrijven in de BES-pilot uitgedrukt als de positie ten opzichte van de benchmark.

Jaar	Resultaat in %
2020	#
2021	-10
2022	-15
2023	-20
2024	-30

Bijlage 4

Ammoniaktool toegepast op fictief bedrijf

In de BES-pilot wordt de ammoniaktool door melkveehouders gebruikt om de ammoniak mitigatie te plannen. Voorheen was de mitigatie opgave gebaseerd op het BES-effect. Maar in 2021 wordt de mitigatie opgave bepaald aan de hand van de bedrijfsspecifieke benchmark. In dit voorbeeld wordt de ammoniaktool met de bedrijfsspecifieke benchmark stap voor stap toegepast op een fictief bedrijf.

Structuorcijfers fictief melkveebedrijf

In Tabel IV.1 zijn de structuorcijfers van een fictief melkveebedrijf te zien die ook ingevuld moeten worden in de ammoniak tool. De gegevens van grondsoort en productie intensiteit zijn nodig om de bedrijfsspecifieke benchmark te bepalen (zie Bijlage 3). De overige gegevens zijn ze nodig om een uitgangspunt te creëren voor het nemen van maatregelen. Mitigatie maatregelen zijn maatregelen die aanvullend zijn op het management in de uitgangssituatie. Maatregelen die op een bedrijf in de uitgangssituatie al werden toegepast, kunnen niet worden beschouwd als mitigatie maatregel voor een toekomstig jaar. Als het bedrijf in het verleden nog geen mest verdunde met water voor aanwenden, dan is dit in de toekomst wel mogelijk als maatregel. Wel verbeteren historische maatregelen, zoals een laag ruw eiwit gehalte in het rantsoen, een gunstige positie ten opzichte van de benchmark waardoor de taakstelling lager zal uit vallen .

Tabel IV.1 Structuorcijfers van het fictieve melkveebedrijf gebruikt in dit voorbeeld.

KringloopWijzer 2020	
Grasland (ha)	40
Bouwland (ha)	10
Grondsoort	Gemengd
Melkkoeien	150
Jongvee > 1 jr	50
Jongvee < 1 jr	50
Jongvee/ 10 mk	6,7
Melkproductie per koe	9200
Melkproductie per ha	27600
Weidegang	
Dagen	120
Uren	6
RE-rantsoen (g/ kg DS)	160
EF-stal melkvee	14,3%
EF-stal jongvee	14,3%
Mest aanwendingsmethode	Onverdund zodenbemester

Taakstelling en BES-effect

In 2020 werd de taakstelling nog bepaald aan de hand van het BES-effect. Vanaf 2021 is de taakstelling bepaald vanuit de bedrijfsspecifieke benchmark. Beiden methodes worden hieronder toegelicht.

BES-planning en BES-effect

De gebruiksruijme voor de BES wordt berekend in het WOG/WOD-model. Dit model berekent behalve de BES-gebruiksruijme ook de NH₃ veld-emissie die bij BES-bemesting. In Tabel IV.2 is te zien wat dit betekent voor het voorbeeld bedrijf. De norm voor dierlijke-N verandert van 250 naar 310 kg/ha, en de norm voor

kunstmest-N verandert van 230 naar 190 kg/ha. De veld-emissie van NH₃ neemt daardoor toe van 24 naar 32 kg /ha. Dit betekent dat het BES-effect (tot en met 2020 gecommuniceerd als taakstelling) 8 kg NH₃/ha. is.

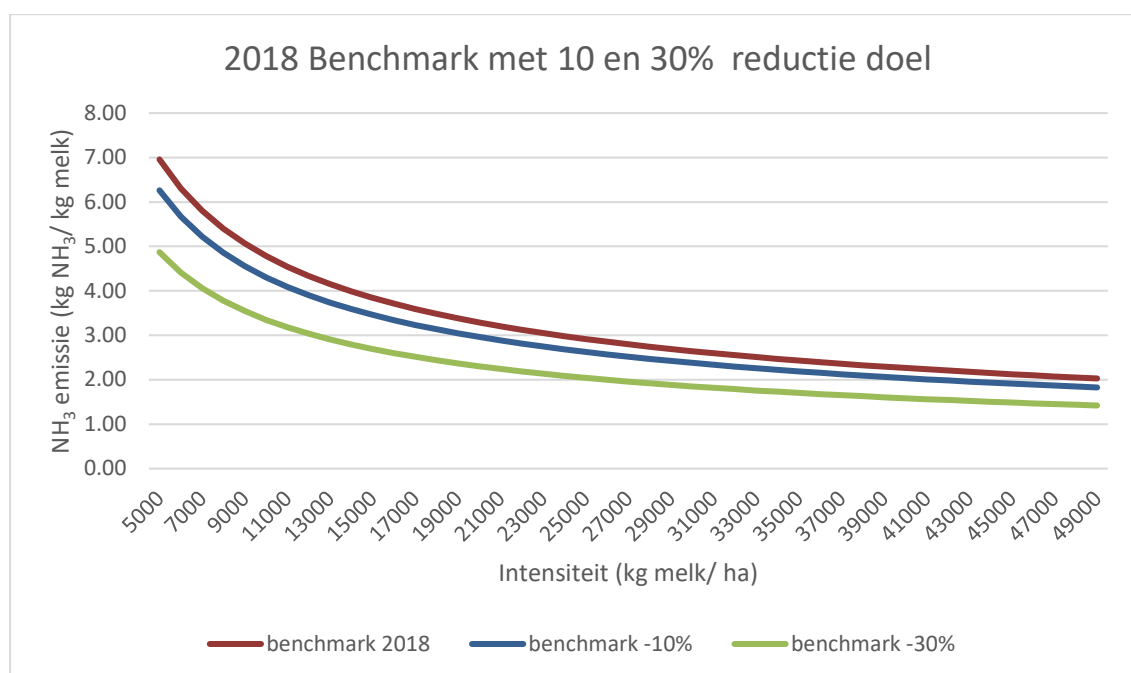
Tabel IV.2 Voorgenomen BES-bemesting voor het fictieve bedrijf.

	N-dierlijk (kg/ha)	N-kunstmest (kg/ha)	N-totaal (kg/ha)	NH ₃ (kg/ha)
GEN	250	230	480	24
BES	310	190	500	32

Bedrijfsspecifieke benchmark

Uit de centrale database KringloopWijzers is een relatie afgeleid tussen de intensiteit van een bedrijf en de ammoniak emissie per kg melk in het referentie jaar 2018 (zie Bijlage 3). Deze relatie tussen intensiteit en ammoniak emissie vormt de bedrijfsspecifieke benchmark. De benchmark is gespecificeerd naar grondsoort. Er wordt onderscheid gemaakt naar de grondsoorten klei, zand en veen. Wanneer een bedrijf minder dan 80% van 1 grondsoort heeft (bijvoorbeeld 70% klei en 30% veen), dan valt het bedrijf in de categorie "overig". Het fictieve bedrijf dat gebruikt wordt voor dit voorbeeld valt in deze categorie en de bedrijfsspecifieke benchmark voor dit bedrijf is te zien in Figuur IV.1.

In Koeien en Kansen is het streven om de ammoniak emissie gereduceerd te hebben met 30% in het jaar 2024 ten opzichte van het referentiejaar 2018 (Figuur IV.1, groene lijn). Dit wordt geïmplementeerd met een stapsgewijze verhoging van 5% per jaar vanaf het startjaar 2021 waar een reductiedoel van 10% t.o.v. 2018 is gesteld. Dit reductiedoel is ook weergegeven in Figuur IV.1 met een blauwe lijn.



Figuur IV.1 De bedrijfsspecifieke benchmark voor bedrijven met gemengde grond met een benchmark voor 2018 (oranje), 10% reductie (blauw) en 30% reductie (groen).

Door de intensiteit af te lezen in de x-as is te bepalen wat de benchmark waarden voor ammoniak emissie zijn. Deze stappen zijn in Tabel IV.3 weergegeven. In de KringloopWijzer van 2020 had het bedrijf een ammoniakemissie van 85 kg NH₃/ ha. De bedrijfsspecifieke NH₃ benchmark die hoort bij de intensiteit en de grondsoort van het bedrijf bedraagt 76 kg/ha zonder reductie, en 69 kg/ha na 10% reductie. Om tot deze 69 kg NH₃/ha te komen, moet het bedrijf de NH₃-emissie verlagen met 16,3 kg /ha; het dubbele van het BES-effect.

Maatregelen

De volgende stap is om maatregelen te selecteren om de ammoniak emissie te reduceren. Het bedrijf krijgt de keuze om dit te doen aan de hand van een set van 6 maatregelen, dat zijn: Mest verdunnen met water; meer weiden; minder jongvee; RE-gehalte verlagen in het rantsoen; EF-stalsysteem verlagen en het verlagen van de drijfmestgift.

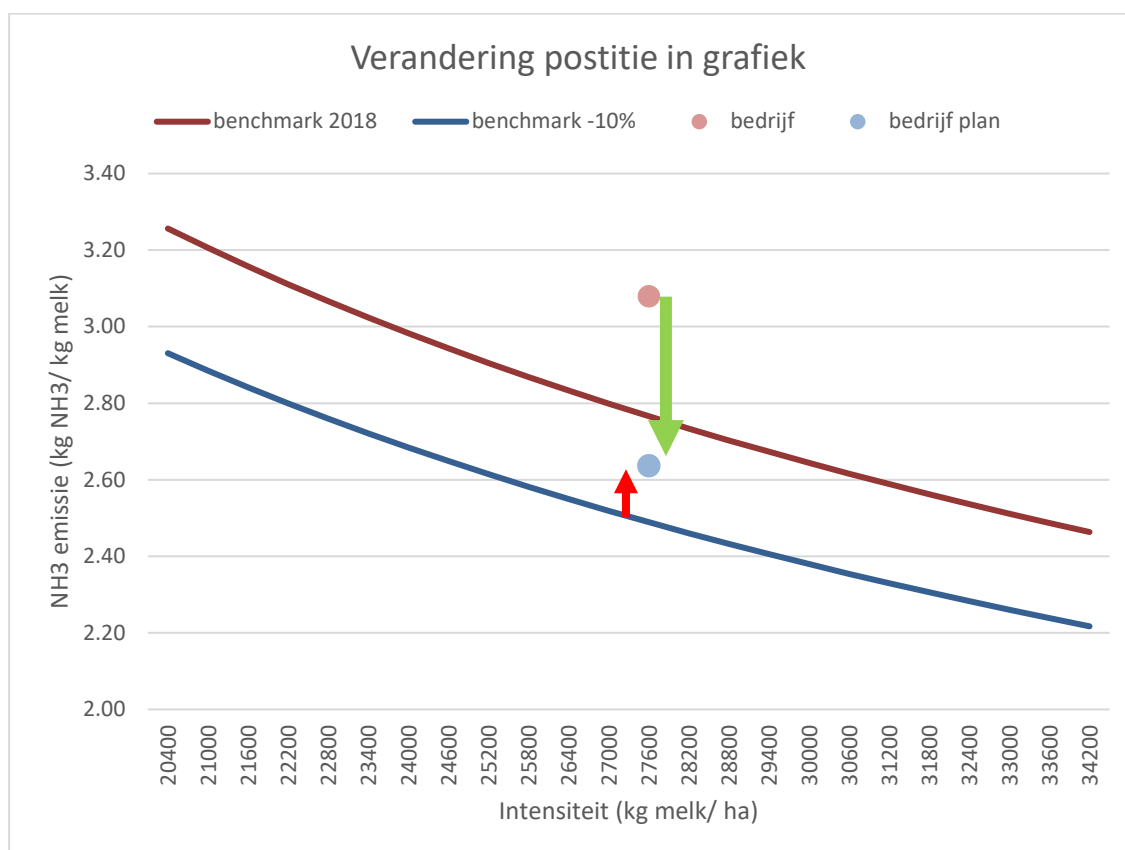
Het fictieve bedrijf heeft ervoor gekozen om aan de gang te gaan met mest verdunnen met water, meer weiden, en minder RE in het rantsoen. De resultaten van die keuzes zijn te zien in Tabel IV.4. Alle mest op het bedrijf wordt aangewend met een zodenbemester. Al deze mest wordt verdund aangewend waardoor de EF van ammoniak bij mesttoediening verandert volgens de mitigatie tool van 17 naar 14% (nb: het getal 14% is niet bevestigd door onderzoek en het gebruik van dit getal in de BES rechtvaardigt niet het algemeen gebruik van dit getal). Daardoor wordt per hectare 7,7 kg NH₃ emissie gereduceerd.

Daarnaast gaat het bedrijf de koeien 1050 uur weiden in plaats van 720 uur. Dit levert een NH₃ reductie van 1,6 kg/ha op. Met deze twee maatregelen is het BES-effect gemitigeerd. Echter, omdat het bedrijf een hogere emissie had ten opzichte van de benchmark, zal er meer uit de kast gehaald moeten worden om het reductiedoel van 10% t.o.v. 2018 te halen. Het bedrijf kiest er dan voor om het RE-gehalte in het rantsoen te verlagen van 160 naar 155 g RE/ kg DS. Samen is dit goed voor een reductie van de NH₃-emissie van 12,2 kg /ha. Maar dit is 4,1 kg/ha te weinig voor het behalen van het 10% reductiedoel.

Tabel IV.4 De eerst gekozen maatregelen en genomen acties op het voorbeeld bedrijf.

Maatregel	Actie	Kg NH ₃ /ha/
Mestverdunnen	2 delen mest 1 deel water	7,7
Meer weiden	330 uren/ jaar	1,6
RE-gehalte verlagen	3% (160 ->155)	3,5
Reductie door maatregelen		12,2
Verschil met taakstelling		-4,1

In Figuur IV.2 is de oude en nieuwe positie van het bedrijf te zien ten opzichte van de bedrijfsspecifieke benchmark. De groene pijl geeft de beweging weer van de ammoniak reductie die behaald wordt als de geplande maatregelen uitgevoerd worden. Het bedrijf komt daarbij onder de benchmark van 2018 terecht. De reductie is echter te weinig om onder de blauwe lijn (benchmark -10%) terecht te komen. De rode peil geeft de het tekort aan reductie weer.



Figuur IV.2 De oude en nieuwe positie van het bedrijf na het plannen van uit te voeren maatregelen ten opzichte van de 2018-benchmark en de benchmark -10%.

Het bedrijf zal extra maatregelen moeten nemen om de 10% reductie benchmark te halen. Tabel IV.5 geeft die extra te nemen maatregelen weer. Het jongvee aantal per 10 melkkoeien kan nog verlaagd worden van 6 - 7 naar 5 stuks jongvee per 10 melkkoeien, dit levert een reductie van de NH₃-emissie op van 3,1 kg/ha. Tot slot zal het bedrijf ervoor moeten kiezen om niet de BES-max (de eerder genoemde hoeveelheid van 310 kg/ha mest-N) aan te wenden maar iets minder. In dit voorbeeld heeft het bedrijf zijn dierlijke mest-N gift verlaagd van 310 naar 290 kg /ha (verlaging: -20 kg/ha). Daardoor ontstaat ruimte voor het gebruik van meer kunstmest-N en het bedrijf benut deze ook door de kunstmest-N gift te verhogen van 190 naar 200 kg /ha. Het gevolg hiervan is dat de totale gift van kunstmest-N en dierlijke mest-N uitkomt op 490 kg/ha. Dat is 10 kg N meer dan generiek, maar 10 kg minder dan BES-max.

Tabel IV.5 Aanvullende maatregelen op het voorbeeldbedrijf om toch aan de 10% reductie taakstelling te voldoen.

		Kg NH ₃ /ha
Jongvee aantal	Van 6, 7 naar 5 per 10 melkkoeien	3,1
Minder drijfmest	- 20 kg N/ha	1,3
Meer kunstmest	+ 10 kg N/ha	-0,2
Reductie door extra maatregelen		4,2
Verskil met taakstelling		0,0

Evaluatie op basis van het resultaat van de KringloopWijzer

De rekenregels die toegepast worden in de ammoniaktool zijn afkomstig uit de KringloopWijzer. Wanneer een melkveehouder de geplande maatregelen uitvoert zal dit in een verandering van de ammoniakemissie in de KringloopWijzer moeten resulteren.

Het bedrijf zal vanuit de gerealiseerde reductie in 2021 verder moeten kijken hoe in 2022 weer een extra reductie van 5 procentpunten te behalen is ten opzichte van 2018.

Bijlage 5

Ammoniak mitigerende maatregelen in het project

Inleiding

Deze bijlage bespreekt de opzet van de tool die in de BES-pilot is aangeboden om mitigatie maatregelen voor ammoniak emissie te plannen (de Ammoniaktool) en de maatregelen die in 2020 zijn toegepast op de BES-bedrijven.

Opzet Ammoniaktool

Referentie situatie

Het invullen van de ammoniaktool begint bij het invullen van de referentie situatie. Dat is de uitgangssituatie met het daarin het uitgevoerde management. Met deze uitgangssituatie legt de gebruiker vast wat de bedrijfsvoering en bedrijfssituatie was die resulteert in een bepaalde referentie ammoniak emissie van het voorgaande jaar. Bij deze referentie emissie wordt het BES-effect opgeteld. Deze uitgangssituatie kan veelal worden overgenomen uit de invoer van de KringloopWijzer van het voorgaande jaar. De referentie situatie dient ook als uitgangspunt voor het draaien aan de knoppen om de NH₃ emissie te reduceren om aan de NH₃ taakstelling te voldoen.

Knoppen

Er zijn een aantal “knoppen” waaraan melkveehouders kunnen draaien om de ammoniakemissie op hun bedrijf te mitigeren.

Mest met water verdunnen

Veehouders die met water verdunde mest toedienen kunnen dit als mitigerende maatregel opvoeren. Indien veehouders op klei- en veengrond mest toedienen met een sleepvoetbemester kunnen ze mest verdunnen met water in 2020 wel maar in 2021 niet als mitigerende maatregel opvoeren omdat de verdunning wettelijk verplicht is en dus onderdeel is van de standaard bedrijfsvoering.

Het is overigens onzeker of verdunning met water bij zodenbemesting als mitigatie maatregel standhoudt. Voor de zodenbemester is, in tegenstelling tot bij de sleepvoetbemester, nog niet vastgesteld of de ammoniakemissie bij verdunning met water lager is dan zonder verdunning. Hier zijn recentelijk metingen aan verricht. Vooruitlopend op de resultaten hiervan is dit effect opgenomen in de mitigatie tool omdat dit wel optreedt bij sleepvoetbemesten, en omdat aannemelijk werd geacht dat dit ook optreedt bij zodenbemester. In de ammoniaktool is daarom het effect van met water verdunde mest bij zodenbemesten gebaseerd op het evenredige effect van met water verdunde mest bij sleepvoeten.

RE-rantsoen

De tweede knop is het ruw eiwit (RE) gehalte in het rantsoen. In de ammoniaktool wordt het referentie rantsoen geïndiceerd op basis van 5 voertypen kuilvoer, maïskuil, vers gras, bijproducten en krachtvoer. Ook wordt van ieder voertype ingevuld wat het aandeel is in het rantsoen, en hoeveel RE ieder voertype gemiddeld bevat.

Vervolgens kan met de tool gestuurd worden naar een lager RE gehalte in het rantsoen. De ammoniaktool rekent voor wat het RE in het aangekochte krachtvoer moet zijn om op een totaal RE gehalte in het volledige rantsoen uit te komen bij gelijkblijvende verhoudingen van de losse voertypen. Er is aangenomen dat het voor een melkveehouder makkelijker is om het RE-gehalte in het rantsoen te sturen via krachtvoer aankoop dan via ruwvoer vanwege twee redenen. Allereerst is het (gekuilde) ruwvoer afhankelijk van factoren die niet altijd goed te sturen zijn, zoals weersomstandigheden. Ten tweede is de doelstelling dat melkveehouders zo veel mogelijk eiwit van eigen land halen. Het verhogen van het krachtvoer eiwit en het verlagen van het gras eiwit zou daarin tegenstrijdig werken. Hiermee is zeker niet uitgesloten dat via het ruwvoerspoor en met name door goede conservering gewerkt kan worden aan lagere ammoniakemissie. Maar de Ammoniaktool stelt deze niet centraal.

Weidegang

Weidegang geeft een lagere ammoniak emissie omdat feces en urine niet bij elkaar komen in de stal. Het verhogen van de weidegang is dus een manier om de ammoniak emissie te mitigeren.

Drijfmestgift uitruilen tegen kunstmest

De drijfmestgift die in de BES maar ook binnen de derogatie gecommuniceerd wordt is een bovengrens die niet overschreden mag worden. Dit schept de mogelijkheid om de ammoniak emissie van het bedrijf te verlagen door minder drijfmest toe te dienen. Dit zou kunnen betekenen dat drijfmest-N wordt vervangen door kunstmest-N. Dit verlaagt de emissie want de EF van kunstmest is vele malen lager dan de EF van drijfmest-N.

Controle en borging

Aan alle deelnemers is gevraagd om de ammoniaktool in te vullen, al dan niet samen met de bedrijfsadviseur. De ingevulde ammoniaktool van 2020 is teruggestuurd naar de onderzoekers. Omdat de ammoniaktool uit 2020 bij het berekenen van de referentie situatie rekenregels gebruikte die afweken van de KringloopWijzer kon de KringloopWijzer niet gebruikt worden als controle middel. In de Ammoniaktool van 2021 is dit aangepast. De referentie situatie wordt nu uit de KringloopWijzer gekopieerd waardoor boring via de KringloopWijzer ook beter lukt. Bedrijfsadviseurs bespreken Ammoniaktool aan de keukentafel.

Resultaten; de toegepaste maatregelen in 2020

In Tabel V.1 is te zien hoeveel melkveehouders hoe vaak verschillende mitigatie maatregels door de BES-deelnemers zijn toegepast. Daaruit blijkt dat het verdunnen van drijfmest veruit het meest toegepast is (18 van de 21 melkveehouders). De tabel laat niet zien hoeveel drijfmest verdund is aangewend, slechts het aantal melkveehouders wat aangegeven heeft om in meer of mindere mate drijfmest verdund aan te wenden. Ook het reduceren van ruw eiwit in het rantsoen is een veel toegepaste maatregel (toegepast door 14 van de 21 melkveehouders). Het verhogen van het aantal weide-uren maakt een goede derde plaats als meest toegepaste maatregel.

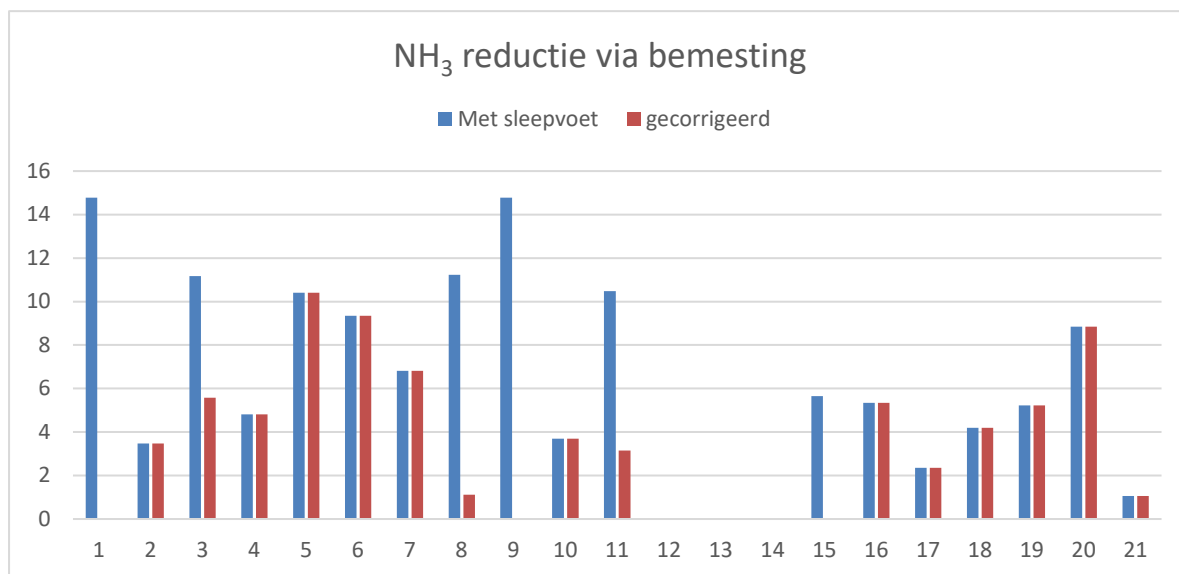
In Figuur V.1 is te zien wat per bedrijf de taakstelling was volgens WOG/WOD en wat het mitigatie plan was zoals dat opgesteld is in de ammoniaktool. Duidelijk is te zien dat alle bedrijven aan hun taakstelling hebben voldaan, meestal zelfs ruim. Bedrijf 16 valt op omdat heeft geen taakstelling heeft maar zich wel heeft ingespannen om de ammoniak emissie te mitigeren.



Figuur V.1 De NH₃-taakstelling en het reductieplan zoals ingevuld in de ammoniaktool per bedrijf in de BES in het jaar 2020.

In Figuur V.2 is het effect van de meest toegepaste maatregel, mest verdunnen met water voor bij aanwenden, uitgelicht in een grafiek. In 2020 is het mest verdunnen met water bij gebruik van een sleepvoetbemester wel meegenomen als maatregel. Terwijl het sinds 2020 verplicht is om mest te verdunnen met water wanneer dit aangewend wordt met een sleepvoetbemester. De communicatie over de verplichting kwam namelijk te laat voor de implementatie van de ammoniaktool in het jaar 2020. Achteraf zijn de resultaten gecorrigeerd op de aangepaste regelgeving. Binnen het project zijn bedrijven hier niet op

afgerekend. In Figuur V.2 is daarom een per bedrijf een kolom te zien met de gereduceerde emissie met waterverdunnen bij sleepvoet en een gecorrigeerde kolom zonder waterverdunnen bij sleepvoet.



Figuur V.2 De NH₃ reductie met water verdunnen bij sleepvoet (blauwe kolom) en zonder (rode kolom) per bedrijf in 2020.

Tabel V.1 Aantal bedrijven wat aangegeven heeft een maatregel toe te passen in 2020.

Totaal	Grondsoort	Drijfmest verdunnen	Drijfmest verdunnen corr. Op sleepvoet	meer weidegang	Reductie jongvee	Reductie RE in rantsoen	Stalsysteem aanpassen	Minder drijfmest
21	BES	18	15	7	4	14	1	2
6	Zand	6	6	1	1	3	0	1
3	Veen	1	0	2	1	2	1	1
12	Klei + Löss	11	9	4	2	9	0	0

Bijlage 6

Neerslag in 2015-2020

Tabel VI.1 geeft de neerslagsom weer van de maanden april/mei, juni/juli en augustus/september ten opzichte van het langjarig gemiddelde hiervan (de 30 jaar normalen). De regionale verschillen zijn in beeld gebracht door per regio een weerstation te selecteren waarvan de data zijn gebruikt. Dit kan ten koste gaan van de representativiteit voor de BES-bedrijven met name in geval van een grote ruimtelijke variabiliteit van de neerslag. De droogtestress van gewassen wordt overigens niet alleen bepaald door de neerslag maar ook door de verdamping. De werkelijke droogte die heeft geheerst op bedrijven, bijvoorbeeld in 2018 en 2019 in Gelderland en Overijssel, kan in werkelijkheid en in de beleving van ondernemers groter zijn dan volgens de indicaties in Tabel VI.1.

Tabel VI.1 Neerslag in verschillende regio's in Nederland vanaf 2015-2020 (verschillen ten opzichte van de 30 jaarnormalen, bron: KNMI, 2022).

Regio ¹	Jaar	Apr-Mei	Jun-Jul	Aug-Sep
NO	2015	47	97	94
	2016	56	64	9
	2017	14	189	78
	2018	90	-33	23
	2019	13	10	96
	2020	-30	86	42
MO	2015	30	65	123
	2016	70	90	-20
	2017	0	94	110
	2018	41	-13	32
	2019	-7	-8	85
	2020	-18	46	10
ZO	2015	25	14	116
	2016	102	144	-2
	2017	3	43	127
	2018	94	-41	30
	2019	23	58	22
	2020	-13	67	37
ZW	2015	14	54	196
	2016	49	66	20
	2017	3	73	174
	2018	70	-56	58
	2019	1	53	26
	2020	-21	141	75
MW	2015	14	44	118
	2016	75	147	5
	2017	7	112	90
	2018	63	-64	26
	2019	23	93	84
	2020	-29	48	70
NW	2015	15	54	178
	2016	53	61	-3
	2017	-6	51	164
	2018	73	-24	32
	2019	14	141	102
	2020	-3	91	134

¹ NO = noordoost, MO = middenoost, ZO = zuidoost, ZW = zuidwest, MW = middenwest, NW = noordwest.

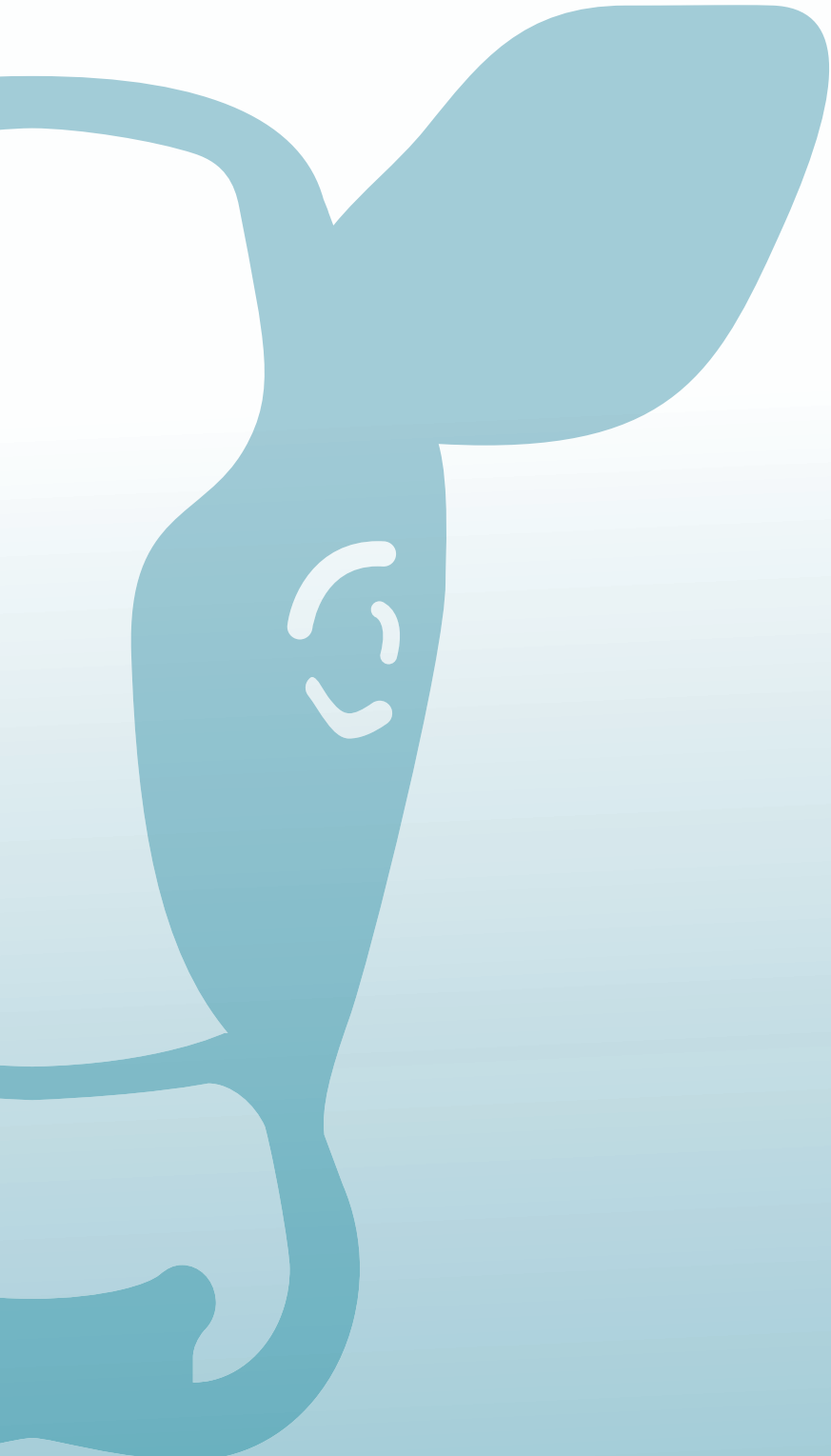
Bijlage 7

Waterkwaliteit verbredingsbedrijven

Tabel VII.1 geeft een overzicht van de waterkwaliteit op de verbredingsbedrijven. De waterkwaliteit is per bedrijf en per jaar weergegeven als gemeten waarde ('nitraat') en als rangorde ten opzichte van benchmark bedrijven uit het LMM ('ranking'). Zie Kader 3.1 in de hoofdttekst voor een toelichting over de benchmark voor nitraat.

Tabel VII.1 Waterkwaliteit op de verbredingsbedrijven weergegeven als gemeten waarde (nitraat) en als rangorde ten opzichte van de benchmark bedrijven uit het LMM ('ranking'). De Schothorst is vanaf 2017 BES-bedrijf; Barink, Dubbink en Hoogendijk zijn vanaf 2018 BES-bedrijf en de overige verbredingsbedrijven vanaf 2020.

Bedrijf	Nitraat/ranking	Jaar			
		2017	2018	2019	2020
De Schothorst	nitraat				58
	ranking				0,75
Barink	nitraat			30	97
	ranking			0,19	0,88
Dubbink	nitraat			11	34
	ranking			0,06	0,33
Hoogendijk	nitraat				
	ranking				
De Marke	nitraat	68	53	68	63
	ranking	0,83	0,0	0,63	0,54
Buijs	nitraat	0,30	0,50	0,30	3,10
	ranking	0,02	0,02	0,01	0,04
De Vries	nitraat	0,90	0,10	0,00	0,00
	ranking	0,58	0,09	0,00	0,07
Kuks	nitraat	42	48	95	83
	ranking	0,52	0,56	0,81	0,83
Pijnenborg	nitraat	57	38	82	118
	ranking	0,70	0,38	0,73	
Post	nitraat	35	21	13	68
	ranking	0,88	0,57	0,34	1,00
Stevens	nitraat	39	64	69	65
	ranking	0,46	0,71	0,64	
Van de Heijning	nitraat	69	165	164	190
	ranking	0,77	1,00	0,99	1,00
Van Erp	nitraat		44	27	0,50
	ranking		0,57	0,48	0,00
Van Hoven	nitraat	41	42	23	
	ranking	0,41	0,24	0,14	
Leevers	nitraat	29	80		72
	ranking	0,83	0,92		0,86
Schouten	nitraat	34	85		14
	ranking	0,89	0,95		0,29
Zijderveld	nitraat	28	71		53
	ranking	0,80	0,82		0,71



Secretariaat Koeien & Kansen

Postbus 338
6700 AH Wageningen
T (0317) 48 01 77
E info@koeienenkansen.nl
www.koeienenkansen.nl