BEN: Bedrijfsspecifieke bemesting met kunstmeststikstof

Resultaten 2014-2018

September 2020

Rapportnummer 86
WPR-nr. 1021

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, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2020
De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de naam van de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Bestellen

ISSN 0169-3689

Dit rapport is gratis te downloaden op de website:
<https://doi.org/10.18174/514417>

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.

Samenvatting

Dit is de verslaglegging van de BEN-pilot over de periode 2014-2018. In de Ben-pilot is aan 6 melkveebedrijven extra gebruiksruimte kunstmest gegund op basis van gewasonttrekking en milieuraandvoorwaarden

In Nederland gelden maxima voor het toepassen van kunstmest en fosfaat meststoffen op gewassen met als doel om de waterkwaliteit te waarborgen. De maxima begrenzen het gebruik van kunstmest en dierlijke mest en deze worden aangeduid als gebruiksnormen. De gebruiksnormen zijn generiek en afgestemd op grondsoort (klei, veen, zand en löss) maar houden geen rekening met bedrijfsspecifieke verschillen, de verschillen tussen de generieke norm en bedrijfsspecifieke behoefte kunnen groot zijn. Sommige bedrijven onttrekken meer stikstof en fosfaat dan bemest kan worden met generieke bemesting, deze bedrijven zouden meer kunnen bemesten zonder dat het milieu daardoor belast wordt. Andere bedrijven onttrekken minder stikstof en fosfaat dan bemest wordt met generieke normen, deze bedrijven met hoger overschot belasten waarschijnlijk het milieu binnen de huidige kaders van de regelgeving.

In de BEN-pilot hebben een selectie van 6 melkveehouders meer ruimte gekregen om kunstmest stikstof aan te wenden. De hoeveelheid kunstmest per bedrijf is bepaald aan de bedrijfsspecifieke onttrekking van stikstof door het gewas. Vanaf 2016 ook het effect op het acceptabel bodemoverschot in de afweging meegenomen als voorwaarde voor het milieukader. Bedrijven is minimaal 40 kg N per ha gegund omdat verwacht werd dat anders effecten op gewasgroei en waterkwaliteit niet inzichtelijk werden. De bedrijven waren vrij om de kunstmest naar eigen inzicht toe te dienen op gras en maïs. Op de bedrijven zijn de onttrekking van stikstof en fosfaat door gewassen, de droge stofproductie, de uitspoeling van nitraat door drainwater naar oppervlaktewater gemonitord door gebruik van de KringloopWijzer en metingen van het RIVM en Alterra. De KringloopWijzer is een belangrijk onderdeel van de monitoring, omdat eventuele differentiatie in regelgeving ook gebaseerd kan gaan worden op de KringloopWijzer. De resultaten van de BEN-pilot zijn vergeleken met de resultaten van dezelfde bedrijven in de referentie jaren.

De extra bemestingsruimte is in alle gevallen ingezet op maai en weide percelen, geen van de melkveehouders heeft extra kunstmest ingezet op maïsland. De weersomstandigheden verschillen erg per jaar in de periode 2014-2018, 2014 was uitermate groeizaam en 2018 was extreem droog wat effect heeft gehad op gewasgroei en op het stikstofoverschot van de bodem. Gemiddeld was de referentie jaren goed te vergelijken met de BEN-pilot. In de BEN-pilot was de aanvoer van N 10% hoger, de afvoer was 6% hoger en het stikstofoverschot was 17% hoger. De aanvoer steeg met 45 kg N per ha en de opname door het gewas was 20 kg hoger, 45% van de aangevoerde stikstof kwam beschikbaar voor de plant. Gemiddeld bleef de BEN-pilot onder het acceptabel N-overschot. De fosfaatonttrekking op BEN-bedrijven steeg en het fosfaatoverschot daalde verder van -12 naar -17 kg N per ha. Op BEN-bedrijven is onbedoeld meer fosfaatuitmijning opgetreden. Er zijn geen aanwijzingen voor een toename van de nitraatconcentratie in grondwater en drainwater in de periode van de BEN-bemesting. Een hogere N-bemesting resulteert in een hoger RE-gehalte van de graskuilen, de benutting van extra geoogst eiwit in de veestapel daalt.

Inhoudsopgave

Samenvatting

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond en probleemstelling	1
1.2	Doel, onderzoeksvragen en opzet	1
2	Materialen en Methoden	2
2.1	Opzet.....	2
2.1.1	Selectie van bedrijven	2
2.1.2	Bedrijfsspecifieke N-norm.....	2
2.1.3	Uitvoering	4
2.2	Analyse	4
2.3	Gegevensverzameling	4
3	Bemesting en weer	6
3.1	Inzet van extra kunstmest ruimte	6
3.2	Weeromstandigheden en gewasgroei.....	8
3.3	Samenvatting	11
4	Resultaten.....	12
4.1	Opbrengst stikstof, fosfaat en droge stofopbrengst	12
4.2	Resultaten stikstof- en fosfaatbalans	13
4.3	Waterkwaliteit.....	15
4.4	Gewaskwaliteit en rantsoenen	18
4.5	Samenvatting	20
5	Discussie & Conclusie	21
5.1	Benutten van de BEN-ruimte	21
5.2	Balans van stikstof en fosfaat	22
5.2.1	P-bodemoverschot	23
5.3	Waterkwaliteit.....	24
5.4	Ruwvoer kwaliteit	26
5.5	Conclusies en aanbevelingen	26
	Literatuur	27

1 Inleiding

In 2014 is een onderzoek gestart op zes melkveebedrijven, waarin de bedrijven de ruimte krijgen om meer kunstmest N op hun bedrijf te gebruiken dan hetgeen is toegestaan volgens de generieke gebruiksnormen in de Meststoffenwet (hierna: BEN-pilot). De bedrijven zijn geselecteerd omdat aannemelijk is gemaakt dat de opbrengsten van gras en/of maïs (in kg droge stof en stikstof per ha) op deze bedrijven structureel hoger zijn dan de opbrengsten waarop de gebruiksnormen zijn afgestemd en omdat het N-gehalte in het gras op deze bedrijven onder druk staat door een relatief N-tekort.

Dit is de derde rapportage van de BEN-pilot. In dit rapport zijn resultaten van 2017 en 2018 toegevoegd aan die van de groeiseizoenen 2014, 2015 en 2016 (Verloop et al., 2018)

1.1 Achtergrond en probleemstelling

De gebruiksruijnte van stikstof (N) en fosfaat (P) op melkveebedrijven in Nederland is begrensd door gebruiksnormen. De gebruiksnormen voor N zijn gebaseerd op het maximaal toelaatbare overschot N dat overeenkomt met 50 mg nitraat per liter in de bovenste meter van het grondwater. De gebruiksnormen van P is gebaseerd op evenwichtsbemesting (onttrekking = aanwending) bij een neutrale P-toestand, en een correctie naar beneden bij een hoge P-toestand en naar boven bij een lage P-toestand. Bij de afleiding van de gebruiksnormen is voor zowel stikstof als voor fosfaat per onderscheiden gewas uitgegaan van een vaste (forfaitaire) onttrekking. In de praktijk zijn er aanzienlijke verschillen tussen de gewasonttrekking per bedrijf (Schröder et al., 2004; Aarts et al., 2008; Oenema et al., 2011). Deze verschillen worden onder andere veroorzaakt door het management. Het gevolg van deze verschillen is dat op bedrijven met hoge gewasproductie en een hoge N- en P-onttrekking minder stikstof en fosfaat wordt bemest dan nodig is voor instandhouding van het hoge productieniveau, zonder dat het milieukundig noodzakelijk is om onder het landbouwkundig optimum te bemesten. Voor fosfaat kan op percelen met een neutrale fosfaattoestand een situatie van uitmijnen ontstaan (onttrekking > aanwending). Voor stikstof kan de gewasopbrengst op productieve bedrijven of percelen geremd worden door een relatief N-gebrek, terwijl N-overschotten en N-verliezen onder het milieukundig maximaal acceptabele niveau liggen. Anderzijds zal het N-overschot op de bodembalans op bedrijven met een lage gewasproductie en een N-onttrekking lager dan de generieke N-onttrekking bij bemesting volgens de gebruiksnorm juist hoger zijn dan bij de forfaitaire N-onttrekking waar de generieke gebruiksnormen op gestoeld zijn. In dat geval zouden lagere N-giften daar landbouwkundig kunnen volstaan en zijn lagere N-giften milieukundig nodig om aan de nitraatnorm te voldoen. De BEN-pilot verkent de mogelijkheden en gevolgen van gebruik van kunstmest N dat is afgestemd op de bedrijfsspecifieke gewas N-onttrekking en dat dus afwijkt van de generieke gebruiksnormen. De verkenning is gericht op bedrijven met een systematisch hoge N-gewasopbrengst en een relatief N-tekort in gewassen.

1.2 Doel, onderzoeksvragen en opzet

De BEN-pilot verkent de gevolgen van het toepassen van meer kunstmest N dan toegestaan volgens de generieke gebruiksnormen op melkveebedrijven voor bedrijven waar de gewas-N-opbrengsten structureel hoger zijn dan de N-opbrengsten waarop de gebruiksnormen zijn afgestemd.

De onderzoeksvragen zijn:

- Hoeveel extra kunstmest N mag worden gegeven en hoe moet deze hoeveelheid worden bepaald?
- Hoe wordt de extra kunstmest ingezet?
- Wat is het effect van extra kunstmest N op de gewasopbrengst?
- Blijft het bodemoverschot van stikstof bij gebruik van extra kunstmest N beperkt tot een acceptabel niveau?
- Welk effect heeft het gebruik van meer kunstmest N op de P-balans?
- Wat is het effect van extra kunstmest N op de nitraatuitspoeling?

2 Materialen en Methoden

Dit hoofdstuk beschrijft de werkwijze die is gevolgd in de BEN-pilot. Een gedetailleerde beschrijving is te lezen in het eerste rapport over de BEN-pilot (Verloop et. al. 2017). Paragraaf 2.1 beschrijft de algemene opzet. Paragraaf 2.2 geeft weer hoe de analyse van gegevens is uitgevoerd. Paragraaf 2.3 gaat in op de bedrijven in de BEN en paragraaf 2.4 gaat in op de dataverzameling.

2.1 Opzet

2.1.1 Selectie van bedrijven

De BEN-pilot is uitgevoerd op melkveebedrijven met:

1. Een hogere N-opbrengst van gras en maïs gezamenlijk (in kg per ha) dan de N-opbrengsten waarop de N-gebruiksnormen zijn afgestemd.
2. Een relatief N-tekort in gras.

Aan deze bedrijven is een vrijstelling verleend om af te wijken van de generieke gebruiksnormen in de Meststoffenwet.

De deelnemende bedrijven in de BEN-pilot zijn:

1. Baltus, te Middenmeer in Noord-Holland (Koeien & Kansen);
2. Buijs, te Etten-Leur in Noord-Brabant (Koeien & Kansen);
3. Pijnenborg-Van Kempen (korthedshalve aangeduid als Pijnenborg), te IJsselstein in Limburg (Koeien en Kansen);
4. Post, te Nieuweroord in Drenthe (Koeien & Kansen);
5. Levers, te Lelystad in Flevoland (Praktijkschool Bodem Flevopolder en daarvoor Praktijknetwerk Duurzame Voerproductie);
6. Schouten, te Zeewolde in Flevoland (Praktijknetwerk Duurzame Voerproductie);
7. Zijderveld, te Zeewolde in Flevoland (Praktijknetwerk Duurzame Voerproductie)

Het bedrijf Baltus is na 2015 overgegaan naar de BES-pilot. Van 2016-2018 zijn geen data bekend van Baltus betreffende de BEN-pilot en om die reden is ervoor gekozen om het bedrijf Baltus in deze rapportage buiten beschouwing te laten. De drie jaren voorafgaand aan de BEN-periode worden beschouwd als de referentiejaar (Ref.). Voor de bedrijven Buijs, Pijnenborg en Schouten betrof dit de periode 2011-2013. Van de bedrijven Levers en Zijderveld waren geen KringloopWijzer resultaten beschikbaar van 2011, daarom zijn de jaren 2012 en 2013 gebruikt als referentiejaar (Ref.). Het bedrijf Post is in 2016 begonnen met de BEN-pilot, voor dit bedrijf dienden de jaren 2013-2015 als referentiejaar. De hiervoor genoemde perioden per bedrijf zullen verder in dit rapport aangeduid worden als "referentiejaar" of korthedshalve "Ref.".

De bedrijven uit het Praktijknetwerk Duurzame Voerproductie werden begeleid door Jaap Gielen (Specialist melkveehouderij bij Countus). De bedrijfsomstandigheden en bedrijfskenmerken worden in meer detail beschreven in hoofdstuk 4.

2.1.2 Bedrijfsspecifieke N-norm

Voor elk van de deelnemers is de hoeveelheid extra kunstmest berekend die in aanvulling op de generieke gebruiksnorm voor kunstmest-N gebruikt mag worden (Tabel 2.1).

In 2014 en 2015 is de berekende extra ruimte alleen gebaseerd op de N-opbrengsten (voor procedure zie Verloop et al. (2017)). De berekende extra N-ruimte is hierbij gelijk aan het verschil tussen de bedrijfsspecifieke en de generieke N-onttrekking van gras en maïs tezamen. De bedrijfsspecifieke N-onttrekking is bepaald door de KringloopWijzer als gemiddelde van de drie jaren voorafgaand aan het jaar waarin de bedrijfsspecifieke gebruiksruijmt wordt toegepast (het gunningsjaar; zie voor details Verloop et al., 2017).

Na 2015 is het maximaal acceptabele N-bodemoverschot als randvoorwaarde toegevoegd. De ruimte op basis van het verschil in bedrijfsspecifieke en generieke N-opbrengst werd verlaagd als het acceptabele N-bodemoverschot werd overschreden (Tabel 2.2). In deze procedure is uitgegaan van de gewas-N-opbrengsten en N-overschotten op bedrijfsschaal. Dat is immers de schaal waarop de ruimte voor kunstmest N wordt bepaald en gegund. Om van tevoren vast te stellen of het N-bodemoverschot bij gebruik van extra kunstmest N beneden het maximaal acceptabel N-bodemoverschot blijft, is een aanname nodig voor het deel van de extra gegeven kunstmest dat door gewasonttrekking wordt teruggewonnen (de recovery van extra gegeven kunstmest N). Hiervoor is een waarde van 0,5 gebruikt.

Voor de extra kunstmest N-ruimte werd vanaf 2016 een ondergrens van 40 kg per ha aangehouden. Dit is dus ook gegund als de extra kunstmest N-ruimte, berekend volgens de hiervoor beschreven procedure, lager was dan 40 kg N per ha. Deze keuze is gemaakt omdat de verwachte effecten van extra kunstmest N-ruimte bij niveaus lager zijn dan 40 kg per ha moeilijk meetbaar zullen zijn.

Het N-bodemoverschot werd berekend als de aanvoer van N met dierlijke mest, kunstmest, depositie en N-binding door vlinderbloemigen minus de afvoer met geoogst product en de NH₃-verliezen bij mest- en kunstmest toediening.

In de eerste rapportage over de BEN (Verloop et al., 2017) is een discussie gewijd aan de te hanteren waarden voor het maximaal acceptabel N-bodemoverschot. De vraag hierbij was of deze moet worden afgestemd op de generieke gebruiksnorm of via modelberekening direct op de nitraatnorm voor grondwater. In het eerste geval wordt het acceptabel N-bodemoverschot gelijkgesteld aan het bodemoverschot horend bij toepassing van de generieke gebruiksnormen en de forfaitaire N-onttrekking van gras en maïs (zoals gebruikt bij de onderbouwing van de gebruiksnormen). In het tweede geval wordt het acceptabel N-bodemoverschot gelijkgesteld aan het overschot dat overeenkomt met een nitraatgehalte van 50 mg per liter (volgens berekeningen die zijn uitgevoerd in het kader van WOG/WOD (Schröder et al., 2009))¹. Geconcludeerd werd dat de eerstgenoemde optie het meest logisch en verdedigbaar is en daarom zijn de waarden voor acceptabele N-bodemoverschotten destijds aangepast, zoals ook verwoord is in de tweede rapportage over de BEN (Verloop et al., 2018). Deze aanpassing werkt door in de berekening van de bemestingsruimte in de periode (jaren 2017 en 2018) die dit rapport toevoegt aan de eerder gerapporteerde periode.

Tabel 2.1 Extra kunstmest N-ruimte (kg/ha, bedrijfsniveau) op de verschillende BEN-bedrijven.

	Buijs	Pijnenborg	Post	Levers	Schouten	Zijderveld	Project
Extra N uit kunstmest							
2014	24	32	-	23	37	57	31
2015	6	32	-	23	37	57	38
2016	40	40	40	48	94	87	58
2017	40	40	40	48	94	87	58
2018	40	40	58	67	104	87	66
BEN gem.	33	37	46	42	73	75	51

Tabel 2.2 Forfaits voor stikstofopbrengsten gras en maïs zoals gehanteerd in WOG/WOD (Schröder et al., 2015) en het maximaal acceptabel bodemoverschot voor stikstof voor gras en maïs (Schröder et al 2009) zoals toegepast bij berekening van bedrijfsspecifieke bemestingsruimte voor N (kg per ha).

	Grasland		Maïsland	
	Maaïen	Maaïen en weiden	Maaïen	Maaïen en weiden
Forfaitaire stikstof opbrengst				
Zand	327	285	168	184
Klei	339	303	175	177
Veen	343	305		
Acceptabel bodem overschot				
Zand	116	116	74	74
Klei	296	296	112	112
Veen	334	334		

¹ Waarden voor het maximaal acceptabel N-overschot komen nog een keer aan de orde in de discussie (hoofdstuk 5).

2.1.3 Uitvoering

De bedrijven kregen de gelegenheid om, samen met hun bedrijfsadviseur de bemesting te plannen en uit te voeren. De planning omvatte de verdeling over de gewassen en over de percelen op het bedrijf en de bepaling van aanwendingsstijdstippen en -technieken.

2.2 Analyse

De analyse van resultaten, verkregen uit dit onderzoek, werd uitgevoerd op basis van de resultaten van de KringloopWijzer. Op de Koeien & Kansen-bedrijven werden daarnaast de 'referentie-nutriëntenkringlopen' bij de analyse betrokken (Oenema, 2013; Verloop et al., 2017) als controle op de resultaten van de KringloopWijzer.

Het effect van de extra kunstmest N op de N-opbrengsten, het N-bodemoverschot en de nitraatuitspoeling werd afgeleid van het verschil tussen de hoogte van deze parameters tussen 2014 tot en met 2018 (BEN-pilot) en de jaren voorafgaand aan de BEN-pilot, de referentie jaren zoals bepaald in paragraaf 2.1.1.

De resultaten werden geëvalueerd op grond van vooraf vastgestelde milieurandvoorwaarden:

1. Het maximaal acceptabel N-bodemoverschot dat voor elk bedrijf bepaald kan worden wordt niet overschreden;
2. De nitraatnorm van 50 mg per liter in het bovenste grondwater wordt niet overschreden.

De landbouwkundige effecten van de extra kunstmest N werden beoordeeld op basis van het effect op de opbrengst en voederwaarde van de gewassen in de BEN-periode en de referentie jaren. Parameters die hierbij zijn meegenomen zijn de droge stofopbrengst, het Ruw Eiwit (RE) gehalte, het VEM-gehalte en de fosfaatopbrengst.

Jaareffecten spelen een grote rol bij de gewasopbrengsten en de nutriëntenbenutting in het bodem- en gewassysteem op praktijkbedrijven en dat maakt het vaak moeilijk om de effecten van maatregelen, zoals hier de verhoging van de kunstmest-N-bemesting, vast te stellen door vergelijking van de situatie voor en na een managementverandering. Dergelijke weerjaareffecten spelen ook een grote rol bij nitraatuitspoeling. Daarom werd voor de evaluatie van effecten van de BEN op waterkwaliteit niet alleen gekeken naar de trend en de verschillen tussen de kwaliteit voor en na implementatie van de BEN op de bedrijven. Waar mogelijk werd tevens gebruikt gemaakt van benchmarks bestaande uit metingen van waterkwaliteit op vergelijkbare bedrijven waar geen BEN werd toegepast en die tegelijkertijd met de BEN zijn uitgevoerd zodat jaareffecten het beeld niet vertroebelen. Als benchmark is gebruikt: het nitraatgehalte in het uitspoelingswater gemeten op bedrijven in het derogatiemeetnet van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). Het uitspoelingswater op kleigrond heeft vaak betrekking op water afkomstig uit drainwater en op zandgrond betreft het vaak water afkomstig uit de bovenste meter van het grondwater of bodemvocht. Uitspoelingswater zal op deze manier ook vergeleken moeten worden. Nitraatwaarden op de zandgronden betreffen in dit rapport altijd gemeten waarden en geen waarden gestandaardiseerd op neerslagoverschotten. Voor het bedrijf Pijnenborg geldt een benchmark van LMM-bedrijven op het zuidelijk zand (LMM-Zand-230). Voor het bedrijf Post geldt een benchmark van LMM-bedrijven op het centraal en oostelijk zand (LMM-Zand-250). En voor het bedrijf Buijs geldt een benchmark van LMM-bedrijven op kleigrond (LMM-Klei). De benchmark waarden zijn afkomstig van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), (2019).

2.3 Gegevensverzameling

Voor een gedetailleerde beschrijving van de gegevensverzameling wordt verwezen naar Verloop et al. (2017).

De aanvoer van stikstof en fosfaat met drijfmest werd berekend als het product van gehalten in de mest en het toegediende mestvolume. Atmosferische depositie naar de bodem werden standaard gesteld op waarden die zijn ontleend aan landelijke gegevensbestanden (Velders et al., 2010). De weidemest-excretie (kg N per ha en kg P per ha) werd afgeleid van het aantal weidedagen en – uren en de totale excretie. De N-binding van vlinderbloemigen werd berekend als het product van de geschatte opbrengst van klaver (kg ds per ha) en de N-binding per kg droge stof klaver (0,03 kg per kg droge stof).

De aan- en afvoer van stikstof en fosfaat naar en van de bodem werd uitgelezen uit de KLW. Daarnaast werd, voor de Koeien & Kansen-deelnemers waarvoor 'referentiekringlopen' zijn gebruikt als controle op

KLW-resultaten, de onttrekking van stikstof en fosfaat met gewas berekend als het product van droge stofopbrengsten en de gehalten in de gewassen (bepaald door bemonstering en chemische analyse). De droge stof opbrengsten werden geschat door het wegen van opraapwagens over de weegbrug, visuele schatting, schatting met behulp van de grashoogtemeter en schatting van kuilvolumes.

Op de bedrijven van 'Koeien & Kansen-deelnemers' (Buijs, Pijnenborg en Post) werd nitraatuitspoeling naar grondwater gemeten op bedrijfsniveau volgens de methode LMM (Hooijboer en Weijs, 2013). Waar mogelijk werd op deze bedrijven ook drainwater bemonsterd. Van de bedrijven in de Flevopolder (Levers, Schouten en Zijderveld; Praktijknetwerk Duurzame Voerproductie) is geen referentie beschikbaar van de nitraatuitspoeling omdat deze bedrijven niet in het Koeien & Kansen-monitoringsprogramma opgenomen waren in de periode voorafgaand aan de BEN-pilot. Van deze bedrijven zijn alleen voor 2017 en 2018 de nitraatgehalten in het drainwater bepaald.

In de loop van het groeiseizoen zijn kuilmonsters genomen, zodat dan al informatie beschikbaar komt over het ruweiwitgehalte en de energiewaarde in het geoogste gras.

De resultaten worden na het groeiseizoen geëvalueerd tijdens een bijeenkomst van de deelnemende veehouders, hun adviseur en onderzoekers.

3 Bemesting en weer

Dit hoofdstuk beschrijft de omstandigheden waarin de resultaten van dit onderzoek toestand gekomen zijn. Enerzijds betreft dit de verdeling van de extra hoeveelheid kunstmest binnen bedrijven (paragraaf 3.1). Anderzijds gaat het om de (regionale) weersomstandigheden waar een bedrijf weinig invloed op heeft maar die meetresultaten wel beïnvloeden. Paragraaf 3.2 beschrijft de neerslag- en temperatuurpatronen gedurende de BEN-periode.

3.1 Inzet van extra kunstmest ruimte

De BEN-bedrijven hebben de bemesting en daarmee ook de inzet van de extra kunstmestruimte samen met hun bedrijfsadviseur gepland en uitgevoerd. De aanpak bij de verdeling en inzet in 2017 en 2018 was in veel opzichten vergelijkbaar met die in 2014 t/m 2016:

- De extra kunstmest N werd gebruikt in gras en werd vooral ingezet op maaipercelen.
- De verdeling in een jaar werd veelal gebaseerd op basis van ervaringen in de jaren ervoor. Hierbij werd vooral gelet op gebreksverschijnselen in gras (kroonroest) en graskwaliteit (RE-gehalte), maar ook op gezondheid (het voorkomen van bladvlekkenziekte).
- De extra kunstmest N werd volledig gebruikt tenzij deelnemers gedurende het groeiseizoen vermoedden dat de extra kunstmest N niet meer goed benut zou kunnen worden.

De keuzes met betrekking tot het soort kunstmest zijn verschillend per bedrijf. Er wordt zowel mineralen concentraat (een vloeibare ammonium kunstmest vervaardigd uit dierlijke mest) als KAS of KAS-Zwavel gegeven. Tabel 3.1 geeft de bemestingsniveaus in gras weer. De niveaus zijn geaggregeerd op bedrijfsniveau en betreffen het areaal-gewogen gemiddelde van weidepercelen, maaipercelen en percelen in bijzonder beheer. Het verschil tussen het totale gebruik van kunstmest N tussen 2014 en 2018 enerzijds en de referentie jaren 2011 t/m 2013 anderzijds, was niet altijd op alle bedrijven exact gelijk aan de toegekende extra ruimte (Tabel 2.1). Enerzijds werd de extra kunstmestruimte niet steeds helemaal gebruikt (bijvoorbeeld door Buijs en Zijderveld), maar anderzijds maakt een aantal BEN-bedrijven gebruik van toeslagen op de gebruiksnormen en die kunnen variëren tussen jaren. Deze toeslagen houden verband met voor- of nagewassen naast de akkerbouwmatig geteelde hoofdgewassen (RVO, 2019.) Daarboven op komt nog dat voor bedrijven op klei (zie Tabel 3.1) met ingang van 2014 de stikstof gebruiksnorm op gras is verhoogd met 35 kg per ha. Deze verhoging is generiek en daarom niet meegeteld in de bedrijfsspecifieke aanvulling. Op kleibedrijven is de gebruiksruiimte dus verhoogd met de bedrijfsspecifieke extra ruimte plus de generieke verhoging met 35 kg N per ha. Het totale N-bemestingsniveau was dus conform de gebruiksnorm plus toeslagen en de generieke verhoging.

Op 5 van de 6 bedrijven werd in de BEN-pilot meer kunstmest-N gebruikt (+18 tot +110 kg N per ha) dan in de referentie jaren. Alleen bij bedrijf Buijs werd minder gebruikt (-6 kg N per ha). Daarnaast is ook het gebruik van dierlijke mest niet gelijk in beide periodes. Bij 4 van de 6 bedrijven was deze lager in de BEN-periode en bij 2 van de 6 bedrijven hoger. De omvang van het dierlijke mestgebruik bepaalt, in het stelsel van generieke gebruiksnormen, de ruimte voor kunstmest-N in het generieke stelsel. Variatie van het gebruik van dierlijke mest (tussen de BEN-periode en de referentieperiode) gaat dus samen met variatie van het basisniveau van kunstmest N gebruik volgens het generieke stelsel, waarboven op de BEN-aanvulling van toepassing is.

Tabel 3.1 Stikstofbemesting van grasland (kg per ha) op de BEN-bedrijven in de referentie jaren 2011 t/m 2013 en in 2014 t/m 2018.

Bedrijf	Grondsoort	Kunstmest	Drijfmest	Weide mest
BEN - 2014-18				
Buijs	Klei	200	265	46
Pijnenborg	Zand	142	269	52
Post	Zand	182	291	33
Levers	Klei	270	312	0
Schouten	Klei	316	260	30
Zijderveld	Klei	310	279	30
Referentie (2011-13)				
Buijs	Klei	206	292	68
Pijnenborg	Zand	124	260	82
Post	Zand	163	269	30
Levers	Klei	202	377	0
Schouten	Klei	206	313	24
Zijderveld	Klei	229	244	29

In Tabel 3.2 is de gemiddelde bemesting op grasland weergegeven als verandering tussen de referentie jaren en de BEN-pilot. Omdat maar 1 bedrijf een deel van de extra kunstmest-N heeft ingezet op maïs en omdat deze teelt niet bij iedere melkveehouder altijd voor komt door uitruil met akkerbouwers, is deze teelt buitenbeschouwing gelaten in Tabel 3.2. Op grasland is 49 kg kunstmest-N per hectare meer aangewend in de BEN-pilot dan in de referentie jaren. De aanwending van drijfmest en weidemest is iets gedaald in de BEN-pilot ten opzichte van de referentie jaren. Totaal is er gemiddeld 39 kg werkzame stikstof per hectare grasland meer aangewend in de BEN-pilot dan in de referentie jaren.

Tabel 3.2 Veranderde bemesting (kg N per ha) volgens de KringloopWijzer in de BEN-pilot (BEN) ten opzichte van de referentie jaren (Ref.) als gemiddelde van de pilot.

	Ref.	BEN	Verschil
Extra gunning, gras + maïs		51	51
Kunstmest-N gras	188	237	49
Drijfmest-N gras	293	279	-14
Weidemest-N gras	39	32	-7
N-werkzaam gras	374	412	39

Tegelijk met het begin van de BEN-pilot zijn twee grote veranderingen in de Nederlandse stikstofgebruiksnormen doorgevoerd. In 2014 is de stikstofgebruiksnorm van grasland op kleigrond verhoogd met 35 kg N per hectare (vijfde Actieprogramma betreffende de EU-Nitraatrichtlijn). Tevens is in 2014 de gebruiksnorm voor N in dierlijke mest voor derogatiebedrijven op zuidelijk zand (Pijnenborg) verlaagd van 250 naar 230 kg N per hectare (derogatiebeschikking 2014). Ook kan de generieke stikstof gebruiksnorm op bedrijfsniveau per jaar verschillen wanneer voor- en nagewassen bij grondruil bemest mogen worden met een aanvullende stikstofgift.

In Figuur 3.1 is per jaar de gemiddelde generieke gebruiksruiimte weergegeven, met vanaf 2014 de daaraan toegevoegde gemiddelde extra gegunde hoeveelheid kunstmest N in de BEN-pilot. De gebruiksruiimte is bepaald aan de hand van de bemestingsplannen van de individuele bedrijven. De bemestingsplannen uit de referentieperiode van bedrijf Post waren niet meer te achterhalen waardoor voor dit bedrijf geen verandering bepaald kon worden. Gesteld kan worden dat de gebruiksruiimte stikstof op het bedrijf Post gelijk is gebleven in de BEN-pilot ten opzichte van de referentieperiode, omdat geen wettelijke verruiming of beperking heeft plaatsgevonden voor dit bedrijf. Het bedrijf Pijnenborg is in 2018 gestopt met derogatie en een gebruiksnorm van dierlijke mest gaan hanteren van 170 kg N per hectare, de generieke gebruiksnorm van 250 kg N per hectare is daarbij niet gewijzigd. De klei bedrijven hebben in 2014 een verruiming van de gebruiksnorm van 35 kg N per ha ondervonden wat resulteert in een hogere kunstmest N-gift. Deze verhoging van de generieke gebruiksruiimte in 2014 op kleigrond is goed terug te zien in Figuur 3.1

Figuur 3.1 Verandering van de generieke gebruiksruimte op bedrijfsniveau (kg N per ha) en de extra gegunde hoeveelheid kunstmest (kg N per ha) gemiddeld per jaar 2011-2018.

In Tabel 3.3 is de effectief veranderde bemesting weergegeven per BEN-bedrijf. De effectief veranderde bemesting is de verandering van de uitgevoerde BEN-bemesting ten opzichte van de verandering van de generieke gebruiksruimte, berekend als het verschil tussen de toename van de gerealiseerde bemesting en de verandering van de generieke gebruiksruimte.

De bemestingsplannen ontbraken uit de referentiejaar voor bedrijf Post maar eerder werd al aangegeven dat er voor Post geen verandering plaatsvond in generieke gebruiksruimte tussen de BEN-pilot en de referentiejaar. Het bedrijf Buijs heeft in de BEN-pilot minder bemest dan dat de gebruiksnormen zijn toegenomen en daarom is de effectieve bemesting negatief. Op overige bedrijven is de toegenomen bemesting groter dan de toegenomen generieke gebruiksruimte. De effectieve bemesting is altijd kleiner dan de gegunde hoeveelheid extra kunstmest zoals weergegeven in Tabel 2.1. Het bedrijf Zijderveld heeft de extra gegunde hoeveelheid kunstmest bijna volledig ingezet, 74 van de gemiddeld 75 kg N per ha.

Tabel 3.3 De effectief veranderde bemesting (kg N per ha) op bedrijfsniveau in de BEN-pilot (BEN) ten opzichte van de referentiejaar (Ref.) gecorrigeerd op veranderde generieke gebruiksnormen per BEN-bedrijf.

	Buijs	Pijnenborg	Post	Levers	Schouten	Zijderveld	Gem
Bemesting kg N per ha							
BEN-jaren	324	268	319	389	416	436	359
Ref.-jaren	311	259	294	323	323	314	304
Gebruiksruimte in het generieke stelsel kg N per ha							
BEN-jaren	303	222	234	350	312	334	292
Ref.-jaren	262	226	-	303	271	287	270
Verskil BEN-ref (kg N per ha)							
Bemesting	13	9	25	66	93	122	55
Gebruiksruimte	41	-4	0	47	41	48	29
Effectief bemest (kg N per ha)							
Kg N per ha	-28	13	25	19	52	74	26

3.2 Weeromstandigheden en gewasgroei

De verdeling van neerslag over het jaar is enigszins verschillend voor de verschillende deelnemers aan de BEN (Figuur 3.2). Gedurende de BEN-periode is de verdeling over het jaar minder gelijkmatig dan de weernormaal (deze is gebaseerd op de laatste 30 jaar; Figuur 3.2).

Het jaar 2014 staat bekend als een uitermate groeizaam jaar. Daar tegenover staat dat 2015 redelijk gemiddeld was maar wel uitermate geschikt was voor de grasgroei. Het jaar 2016 begon koel en droog waardoor de grasgroei moeilijker van start kwam, het jaar was verder geschikt voor grasgroei en gemiddeld wat betreft temperatuur en neerslag. Echter, op het bedrijf van Pijnenborg zijn grote hoeveelheden regen gevallen in de maand juni van dit jaar wat nadelige effecten heeft gehad op met name de teelt van maïs maar ook gras. Het jaar 2017 was wat betreft weinig uitzonderlijk, de eerste drie maanden waren wat nat maar april en mei weer wat droger. Over het algemeen geldt 2017 voor wat betreft neerslag en temperatuur als vrij gemiddeld.

Het jaar 2018 staat bekend om de extreme droogte, in met name in juni-juli, maar er waren ook enkele neerslagpieken o.a. in januari, april en december (Figuur 3.3). In Figuur 3.3 is ook te zien dat er grote regionale verschillen waren. Zo viel er op het bedrijf van Post in april minder neerslag dan in andere regio's, maar viel er daarentegen in juni wel weer wat meer neerslag dan op de andere bedrijven. In de Bilt is in 2018 260 mm minder neerslag gevallen ten opzichte van het zogenoemde normaal (het gemiddelde is gebaseerd op 30 weerjaren).

Door de droogte van 2018 is er in dat jaar op de 6 BEN-bedrijven gemiddeld in 2018 22% minder DS-gras gegroeid ten opzichte van het gemiddelde van 2014-2017. De individuele verschillen waren wederom groot, van een 25% en 28% lagere opbrengst voor respectievelijk Schouten en Pijnenborg tegenover een 13% en 15% lagere opbrengst voor respectievelijk Zijdeveld en Levers. Voor maïs was er gemiddeld over de 6 BEN-bedrijven daarentegen slechts 7% opbrengstderving in 2018 ten opzichte van de periode 2014-2017. Schouten en Buijs behaalden zelfs respectievelijk 7% en 13% meer opbrengst in vergelijking met hun 5-jarig gemiddelde.

Tabel 3.4 Neerslagsom in mm per maand in de referentie jaren (Ref.: 2011-2013), de BEN-pilot (BEN: 2014-2018), de weernormaal (NORMAAL: 1989-2018 in de Bilt) en het verschil tussen de referentie jaren en de BEN-pilot (BEN-Ref.)

Maand	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Okt	Nov	Dec	SOM
REF	77	44	27	26	67	85	104	72	87	111	55	754
BEN	88	61	52	53	53	58	88	92	58	55	76	734
NORMAAL	71	62	59	43	58	67	86	81	78	78	78	760
BEN-REF	11	18	25	27	-14	-27	-16	20	-29	-55	20	-20

In Tabel 3.4 zijn de neerslag sommen per maand in mm weergegeven voor de referentie jaren en de BEN-pilot. Deze waarden zijn afkomstig van het meetstation van het KNMI uit de Bilt. De Normaal is het 30-jarig gemiddelde en de BEN-REF is het verschil tussen de referentie jaren en de BEN-pilot. De totale jaarneerslag was gemiddeld over de BEN-pilot 20 mm lager dan het gemiddelde over de referentie jaren (REF; 2011-2013). Wel is er tot mei gemiddeld meer en vanaf april gemiddeld minder neerslag gevallen in de BEN-pilot dan in de referentie jaren.

Figuur 3.2 De neerslagsom per maand (mm) gemiddeld over de BEN-periode, voor de deelnemende Koeien & Kansen-bedrijven en voor de drie deelnemende bedrijven in de Flevopolder; normaal: het gemiddelde over de laatste 30 jaren (KNMI, 2019).

Figuur 3.3 De neerslagsom per maand (mm) in 2018, voor de deelnemende Koeien & Kansen-bedrijven en voor de drie deelnemende bedrijven in de Flevopolder; normaal: het gemiddelde over de laatste 30 jaren (bron: KNMI).

Figuur 3.4 Het gemiddelde per maand van de etmaaltemperatuur voor de BEN-bedrijven in 2014, 2015, 2016, 2017 en 2018; normaal: het gemiddelde over de laatste 30 jaren (bron: KNMI).

3.3 Samenvatting

- De vergunde extra kunstmest-N is door bijna alle deelnemers volledig ingezet in gras.
- In de BEN-pilot is 51 kilogram kunstmest-N aan de bedrijven gegund. Op grasland is in de BEN-pilot 49 kilogram meer kunstmest-N aangevoerd. Het gebruik van drijfmest is in de BEN-pilot licht gedaald.
- De groeiseizoenen 2014-2017 waren over het algemeen goed met weinig variatie tussen de jaren qua neerslag en temperatuur. Het jaar 2018 was extreem droog wat grote invloed heeft op de gewasgroei in dat jaar.
- In de BEN-periode is gemiddeld niet veel minder neerslag gevallen dan in de referentie jaren. Wel was het voorjaar natter en de zomer en het najaar droger in de BEN-pilot dan in de referentie jaren.

4 Resultaten

Dit hoofdstuk beschrijft de landbouwkundige en milieukundige effecten van de inzet van de extra kunstmest N. Paragraaf 4.1 geeft de opbrengst weer van grasland. Paragraaf 4.2 beschrijft de stikstof en fosfaatbalans en het bodemoverschot op bedrijfsniveau. De referentie jaren verschillen per bedrijf, deze zijn toegelicht in paragraaf 2.1.1. Paragraaf 4.3 gaat vervolgens in op de gemeten nitraatconcentraties van drainwater en grondwater op deelnemende bedrijven. Paragraaf 4.4 behandelt de gewaskwaliteit van het geoogste product (o.a. het RE-gehalte in het rantsoen) en de benutting van N in de veestapel. Paragraaf 4.5 geeft de samenvatting van dit hoofdstuk.

4.1 Opbrengst stikstof, fosfaat en droge stofopbrengst

In deze paragraaf tonen we de droge stof, stikstof (N) en fosfaat (P) opbrengsten van het grasland. De aandacht is specifiek op gras gericht omdat de extra kunstmest N juist in het gras is ingezet (Tabel 4.1). Er is een onderscheid gemaakt tussen de referentie jaren en de jaren van de BEN-pilot.

Tabel 4.1 Opbrengst van gras; stikstof, fosfaat en droge stof (kg per ha) in de referentie jaren (ref.) en in de BEN-pilot jaren per boer en het gemiddelde van alle melkveehouders (Gem.) en het gemiddelde per melkveehouder over de BEN-pilot (BEN gem.).

	Buijs	Pijnenborg	Post	Levers	Schouten	Zijderveld	Gemid.
Stikstof							
<i>Ref.</i>	362	351	328	365	344	363	352
2014	327	360	-	400	416	394	379
2015	299	289	-	395	408	401	358
2016	323	294	364	420	443	432	379
2017	339	345	360	440	457	417	393
2018	267	259	340	384	339	352	324
<i>BEN gem.</i>	311	309	355	408	413	399	366
Fosfaat							
<i>Ref.</i>	108	112	132	115	105	136	118
2014	100	120	-	142	128	133	125
2015	82	102	-	129	121	139	115
2016	94	102	139	154	127	158	129
2017	87	101	115	133	108	117	110
2018	64	64	108	99	79	108	87
<i>BEN gem.</i>	85	98	121	131	113	131	113
Droge stof							
<i>Ref.</i>	13.609	12.763	13.671	14.886	13.657	14.280	13.811
2014	11.785	13.202	-	15.444	15.232	13.635	13.860
2015	10.500	12.169	-	16.308	15.591	14.759	13.865
2016	12.062	11.995	14.196	17.378	16.135	17.778	14.924
2017	11.573	12.020	12.634	17.125	14.726	13.562	13.607
2018	9.095	8.484	11.262	13.543	10.945	12.607	10.989
<i>BEN gem.</i>	11.003	11.574	12.697	15.960	14.526	14.468	13.371

De stikstofopbrengst van het gras was gemiddeld over de bedrijven in de BEN-pilot 4% hoger dan in de referentiejaar, terwijl de P-opbrengst 4% lager was. Tussen de bedrijven waren er aanzienlijke verschillen. Zo was de N-opbrengst van het gras op de bedrijven Buijs en Pijnenborg in de BEN-pilot juist lager dan in de referentiejaar. De DS-opbrengst van gras was in de BEN-pilot 440 kg DS per hectare lager dan in de referentiejaar. Dit is vooral een gevolg van het droge jaar 2018. In de periode 2014-2017 was de grasopbrengst 253 kg DS per hectare hoger dan in de referentiejaar, terwijl er in 2018 bijna 2822 kg DS per hectare minder werd geoogst dan in de referentiejaar.

4.2 Resultaten stikstof- en fosfaatbalans

In Tabel 4.2 is de stikstofbalans van de bodem weergegeven met gemiddelden voor de referentiejaar en voor elk afzonderlijk jaar van de BEN-pilot. De bodembalans is opgesteld als gewogen gemiddelde van het gehele bedrijfsareaal en daarop geteelde gewassen. Effecten van afzonderlijke gewassen komen, geaggregeerd, tot uiting in de totale stikstofbalans.

In de BEN-pilot is 51 kg N per ha extra kunstmest gegund gemiddeld over alle bedrijven. Binnen de BEN-pilot is 44 kg kunstmest-N per hectare (10%) extra aangevoerd ten opzichte van de referentiejaar (Tabel 3.1 en Tabel 4.2). Via het gewas is 20 kg N per hectare (6%) meer afgevoerd en het overschot op de stikstofbodembalans is 25 kg per hectare (21%) hoger geworden. Van de 44 kg N per hectare die meer is aangewend is 20 kg N per ha opgenomen door het gewas. Dit komt overeen met een ANR (Apparent Nitrogen Recovery) van 45%.

Het bodemoverschot is in 2017 en 2018 sterker toegenomen dan in de eerder gerapporteerde periode, 2014-2016. Toen was het N-bodemoverschot nog met slechts 9 kg per hectare toegenomen ten opzichte van de referentiejaar (Verloop et al., 2018) en nu met 25 kg per hectare. Dit komt voornamelijk door de droogte in het jaar 2018 met een groot effect op de gewasgroei. In 2018 is 43 kg N per hectare (10%) meer aangevoerd ten opzichte van de referentiejaar, gemiddeld hetzelfde als in de periode 2014-2018, terwijl 17 kg N per hectare (5%) minder is afgevoerd in vergelijking met de referentiejaar. Het overschot op de bodemstikstofbalans van 2018 is daarom 60 kg N per hectare (50%) hoger dan in de referentiejaar gemiddeld over alle bedrijven in de BEN-pilot. In 2018 was de Apparent Nitrogen Recovery (ofwel terugwinning van extra gegeven N, ANR) -40%. In paragraaf 4.3 wordt ingegaan op de gevolgen van de toename van het N-bodemoverschot voor waterkwaliteit.

Tabel 4.2 Stikstofbalans bodem in de referentiejaar (Ref.) en BEN-pilot per jaar per melkveehouder en per gemiddelde van alle melkveehouders (Gem.).

	Buijs	Pijnenborg	Post	Levers	Schouten	Zijderveld	Gemiddeld
Aanvoer							
Ref.	473	437	411	437	436	417	435
2014	457	426	-	488	497	583	490
2015	458	424	-	500	512	538	486
2016	477	431	411	467	519	516	470
2017	497	404	419	510	552	556	490
2018	433	360	485	506	535	553	479
BEN gem.	464	409	438	494	523	549	480
Afvoer							
Ref.	316	318	307	293	321	339	316
2014	299	296	-	342	384	399	344
2015	276	281	-	356	383	370	333
2016	283	261	343	378	408	401	346
2017	306	309	334	399	414	383	358
2018	251	219	321	355	330	319	299
BEN gem.	283	273	333	366	384	374	336
Overschot							
Ref.	157	119	103	144	115	78	119
2014	158	128	-	144	114	184	146
2015	181	144	-	144	129	170	154
2016	195	170	68	88	111	117	125
2017	191	96	85	110	138	174	132
2018	182	141	164	151	206	234	180
BEN gem.	181	136	106	127	140	176	144

Tabel 4.3 geeft weer de fosfaatbalans van de bedrijven die deelnemen in de BEN-pilot. De aanvoer, afvoer en het overschot is het gewogen gemiddelde van de resultaten voor alle gewassen op het bedrijf.

De algemene tendens is dat de aanvoer van fosfaat in de BEN-periode lager is dan in de referentiejaar. Ook het fosfaatoverschot daalt in de BEN-pilot gemiddeld en wel met 43% ten opzichte van de referentiejaar.

In 2018 was de afvoer van fosfaat fors lager in vergelijking tot de referentiejaar (-24%) en de eerder gerealiseerde resultaten van de BEN-pilot. In mindere mate was in dat jaar ook de aanvoer van fosfaat lager (-19%) ten opzichte van de referentiejaar. Het fosfaat bodemoverschot was in 2018 gemiddeld 50% hoger dan in de referentiejaar. Desalniettemin was het fosfaatbodemoverschot van 2018 op 4 van de 6 bedrijven negatief. Met name op de bedrijven in de Flevopolder (Levers, Schouten en Zijderveld) is het fosfaatbodemoverschot vaak negatief.

Tabel 4.3 Fosfaatbalans bodem in de referentie jaren (Ref.) en BEN-pilot.

	Buijs	Pijnenborg	Post	Levers	Schouten	Zijderveld	BEN-gemiddeld
Aanvoer							
Ref.	94	91	104	90,5	102	111	99
2014	83	95	-	108	83	101	94
2015	108	97	-	114	81	99	100
2016	86	73	115	91	73	96	89
2017	104	93	93	95	95	77	93
2018	65	72	99	83	63	98	80
BEN gem.	89	86	102	98,2	79	94	91
Afvoer							
Ref.	96	106	123	100	108	131	111
2014	93	103	-	128	124	133	116
2015	76	105	-	120	115	129	109
2016	85	92	132	143	122	149	121
2017	80	89	107	126	104	108	102
2018	63	59	103	99	81	99	84
BEN gem.	79	90	114	123	109	124	107
Overschot							
Ref.	-2	-14	-19	-9	-7	-20	-12
2014	-10	-8	-	-20	-40	-33	-22
2015	31	-7	-	-6	-35	-30	-9
2016	3	-19	-21	-51	-50	-53	-32
2017	24	2	-31	-31	-9	-31	-13
2018	2	14	-16	-16	-19	-1	-6
BEN gem.	10	-4	-23	-25	-31	-30	-17

4.3 Waterkwaliteit

In Figuur 4.1 is de nitraatconcentratie in de bovenste meter van het grondwater weergegeven van de bedrijven Buijs, Pijnenborg en Post. Op de bedrijven Levers, Schouten en Zijderveld is voor 2017 en 2018 het nitraatgehalte in het drainwater bepaald. Er zijn geen langjarige reeksen van deze bedrijven beschikbaar. Daarom zijn de meetwaarden niet opgenomen in de Figuren 4.1, 4.2 en 4.3 maar apart gepresenteerd in Tabel 4.5. Op de bedrijven Post en Pijnenborg varieert de nitraatconcentratie in de bovenste meter van het grondwater meer in de tijd dan op het bedrijf van Buijs. Het blauwe kader in de Figuur onderscheidt de BEN gerelateerde resultaten van de resultaten die buiten de invloed van de BEN-pilot vallen. De resultaten uit het jaar 2015 en later zijn in het blauwe kader opgenomen, er zit een vertraging van ongeveer een jaar tussen de ontwikkeling van de nitraatconcentratie in grondwater en het management. Voor het bedrijf Post correspondeert de waterkwaliteit pas vanaf 2017 met BEN-management omdat de BEN-pilot daar in 2016 gestart is.

De nitraatconcentraties in het grondwater van Buijs en Post zijn altijd onder de norm van 50 mg NO₃ per liter. Het nitraatgehalte van bedrijf Pijnenborg laat een dalende trend zien en schommelt vanaf 2008 rond de norm. De benchmarks van het derogatiemetnet op kleigrond en op zand 250 zijn stabiel onder de norm. Het derogatiemetnet op zand-230 laat een dalende trend zien en is gemiddeld net onder de norm van 50 mg NO₃ per L. In het jaar 2018 is de nitraatconcentratie in de bovenste meter van het grondwater gemiddeld hoger in LMM-zand 230 maar niet voor LMM-zand 250 en LMM-klei (Figuur 4.1). Het nitraatgehalte op de bedrijven Post, Pijnenborg en Buijs komen goed overeen met respectievelijk de LMM-250, LMM-230 en LMM-klei benchmarks. De reeksen van individuele bedrijven laten meer variatie zien dan de benchmarks wat verklaard kan worden doordat de fluctuaties op afzonderlijke bedrijven in de LMM-benchmarks elkaar deels opheffen in de gemiddelden per jaar.

Figuur 4.1 Nitraatconcentratie in bovenste meter van het grondwater op de bedrijven Buijs, Pijnenborg-v. Kempen en Post (cijfers voor 2019 indicatief) met benchmark van LMM derogatie bedrijven op klei (LMM-klei) zuidelijk zand (LMM-Zand-230) en centraal en oostelijk zand (LMM-Zand-250).

De nitraatconcentratie in het drainwater van bedrijf Buijs is weergegeven in Figuur 4.2. Als benchmark is toegevoegd het gemiddelde nitraatgehalte in uitspoelingswater in het derogatiemetnet op kleigrond (LMM-klei). Het uitspoelingswater op kleigrond heeft vaak betrekking op water afkomstig uit drainwater en op zandgrond betreft het vaak water afkomstig uit de bovenste meter van het grondwater of bodemvocht. Uitspoelingswater zal op deze manier ook vergeleken moeten worden. Het bedrijf Buijs is in de BEN-pilot altijd onder de grens van 50 mg NO₃ per liter gebleven, behalve in 2018. In 2018 was het gemeten nitraatgehalte bij Buijs 55 mg NO₃ per liter, 5 mg boven de norm. Het gemiddelde van de benchmark in 2018 was 14 mg NO₃ per L, 36 mg NO₃ per liter onder de norm. Figuur 4.2 laat voor bedrijf Buijs een stijgende trend zien in de gemeten nitraatconcentratie in drainwater gedurende de BEN-pilot.

Figuur 4.2 Nitraatconcentratie in het drainwater (mg per liter) op het bedrijf Buijs met een benchmark van LMM derogatie bedrijven op kleigrond (LMM-klei), het blauwe kader onderscheidt de BEN-pilot van de periode voorafgaand aan de BEN.

Figuur 4.3 geeft de nitraatconcentraties in drainwater op de bedrijven Pijnenborg en Post weer en daarnaast de LMM-benchmark op de zuidelijk en oostelijke zandgronden (LMM-Zand-230 en LMM-Zand-250). De nitraatgehalten in het drainwater variëren bij Post en Pijnenborg sterk tussen de jaren. Voor de BEN-bedrijven is het nitraatgehalte vaak boven de norm van 50 mg per liter. In 2018 was het nitraatgehalte van het drainwater 169 mg NO_3 per liter op het bedrijf Pijnenborg, ofwel 119 mg boven de norm. Het nitraatgehalte in het derogatiemetnet kwam niet boven de norm. De gehalten in de BEN-pilot zijn niet significant hoger dan in de periode daarvoor.

Figuur 4.3 Nitraatconcentratie in het drainwater op de bedrijven Pijnenborg, Post en Koeien & Kansen-bedrijven op klei-veen als referentie, het blauwe kader onderscheid de BEN-pilot.

In Tabel 4.4 is voor de bedrijven Buijs, Post en Pijnenborg uiteengezet wat het nitraatgehalte in het drain en grondwater was in de BEN-pilot, de referentiejaren en in de jaren voorafgaand aan de referentiejaren. Het nitraatgehalte in de bovenste meter van het grondwater daalt op alle drie bedrijven in de BEN-pilot ten opzichte van de referentiejaren. Op geen enkel bedrijf is dit verschil significant wat terug te zien is in de p-waarde (volgens de student-t toets) die groter is dan 0,05. Op het bedrijf Pijnenborg daalt het nitraatgehalte in grondwater in de BEN-pilot tot onder de norm van 50 mg NO_3 per liter.

Het nitraatgehalte in drainwater is in de BEN-pilot gemiddeld hoger dan in de referentiejaren op de drie Koeien & Kansen-bedrijven, het verschil per bedrijf is niet significant (Tabel 4.4). Op het bedrijf Buijs stijgt het nitraatgehalte maar blijft onder de norm van 50 mg NO_3 per liter. Op het bedrijf Post stijgt het nitraatgehalte in drainwater van onder de norm tot boven de norm van 50 mg NO_3 per liter. Het nitraatgehalte in drainwater op het bedrijf van Pijnenborg was voorheen al boven de norm van 50 mg NO_3 per liter maar steeg tot verder daarboven. In 2018 was het nitraatgehalte in drainwater op het bedrijf Pijnenborg ver boven het gemiddelde (169 mg NO_3 per liter), op de bedrijven Buijs en Post was dit in mindere mate ook het geval.

Tabel 4.4 Nitraatgehalten van grond- en drainwater op BEN-bedrijven (mg NO₃ per liter); jaren voorafgaand aan de referentiejaren (Voor Ref.); tijdens referentiejaren (Ref.) en bij BEN-bemesting (BEN), getallen tussen haakjes geven de standaardafwijking weer, de p-waarde is bepaald uit het verschil tussen de referentiejaren en de BEN-bemesting.

	Grondwater			Drainwater		
	Buijs	Post	Pijnenborg	Buijs	Post	Pijnenborg
Voor Ref.	39 (- ³)	24 (12)	74 (15)	20(- ²)	42 (48)	109 (40)
Ref. ¹	2,3 (2)	21 (10)	60 (18)	13 (- ³)	42 (18)	73 (27)
BEN ²	0,5 (0,5)	18 (9)	47 (11)	29 (18)	85 (42)	93 (43)
P-waarde	0,16	0,14	0,19	- ⁴	0,15	0,47

¹ 2011-2013 voor Buijs en Pijnenborg, 2013-2015 voor Post

² 2014-2018 voor Buijs en Pijnenborg, 2016-2018 voor Post

³ Er kan geen standaarddeviatie bepaald worden uit 1 meting

⁴ Er kan geen p-waarde bepaald worden zonder standaarddeviatie.

De nitraatgehalten in drainwater op de bedrijven Levers, Schouten en Zijderveld zijn afzonderlijk van het Koeien & Kansen-monitoringsprogramma bemonsterd en weergegeven in Tabel 4.5. In 2018 was het nitraatgehalte in het drainwater gemiddeld over de drie bedrijven significant hoger dan in 2017. De waarnemingen zijn niet significant tussen bedrijven binnen hetzelfde jaar. Gemiddeld over de bedrijven lag het nitraatgehalte van 2017 20 mg NO₃ per liter onder de norm en in 2018 lag het nitraatgehalte 29 mg NO₃ per liter boven de norm.

Tabel 4.5 Nitraatgehalten in Drainwater op Flevo-bedrijven (in mg NO₃ per L)

	Drainwater			
	Levers	Schouten	Zijderveld	Gemiddelde
2017	29	34	28	30
2018	80	85	71	79

4.4 Gewaskwaliteit en rantsoenen

Tabel 4.6 geeft het verloop van de kuilkenmerken op BEN-bedrijven weer, overige Koeien & Kansen-bedrijven en het gemiddelde van Eurofins. Tijdens de BEN-pilot is het RE-gehalte van de graskuilen gestegen, evenals het VEM-gehalte. De daling van het VEM:RE-ratio laat zien dat het RE-gehalte van de aangelegde graskuilen op de BEN-bedrijven relatief sneller is gestegen dan het VEM-gehalte. De groep van overige Koeien & Kansen-bedrijven laat eenzelfde trend zien, evenals het gemiddelde van Eurofins, echter de daling van de VEM:RE-ratio binnen de BEN-pilot is sterker.

Tabel 4.6 Eiwitgehalte (RE) en VEM-gehalte in graskuilen op BEN-bedrijven, in Koeien & Kansen-bedrijven die niet deelnemen aan BEN en volgens gegevens van Eurofins in de referentiejaren en de BEN-pilot.

	Ref (2011-13)	BEN-pilot (2014-18)	Verandering
RE (g per kg DS)			
BEN	163	179	+10%
Eurofins	155	163	+5%
K&K alg	147	157	+7%
VEM (g per kg DS)			
BEN	885	908	+3%
Eurofins	882	902	+2%
K&K alg	884	907	+3%
VEM:RE-ratio			
BEN	5,4	5,1	-6%
Eurofins	5,7	5,5	-4%
K&K alg	6,0	5,8	-3%

² Bij Buijs is voor de referentiejaren maar één meting uitgevoerd waaruit geen standaarddeviatie berekend kan worden.

Tabel 4.7 Geeft het RE-gehalte in de rantsoenen en de N-efficiëntie van de veestapel weer. In de jaren dat er extra kunstmest gestrooid kon worden is het RE-gehalte in de rantsoenen gestegen. Dit komt doordat het RE-gehalte van de graskuilen is gestegen.

	Ref	BEN-pilot
RE-graskuilen	159,7	175,9
RE-Kracht en overige bijvoerproducten	210,2	197,9
RE-rantsoen	152,7	161,4
N-efficiëntie veestapel (%)	25,2	24,7

De melkveehouders hebben geprobeerd om het RE-gehalte van het krachtvoer en de overige (bij)voerproducten te verlagen, maar niet genoeg om het totale RE-gehalte van het rantsoen te doen zakken. Het verhoogde RE-gehalte van het rantsoen zet de N-efficiëntie van de veestapel onder druk. Hierop kan gestuurd worden door de rantsoensamenstelling te veranderen en door het maaimoment te veranderen. Tabel 4.8 geeft weer de kenmerken uit Tabel 4.7 maar dan uitgesplitst per bedrijf. Daar is te zien dat alleen het bedrijf Pijnenborg geen hoger RE-gehalte heeft in de graskuilen, en dat ook het RE-gehalte van het rantsoen en de N-efficiëntie van de veestapel op dit bedrijf onveranderd blijven in de BEN-pilot. Bij de andere bedrijven stijgt het RE-gehalte in de graskuilen en het rantsoen en daalt de N-efficiëntie.

Tabel 4.8 Rantsoenkenmerken deelnemers BEN-Pilot in de referentie jaren en de BEN-pilot

	Referentie jaren	BEN-pilot
RE-graskuilen (g per Kg DS)		
Buijs	169	179
Pijnenborg	167	166
Post	149	171
Levers	162	169
Schouten	161	188
Zijderveld	150	182
RE kracht- en overig voer (g per Kg)		
Buijs	200	200
Pijnenborg	219	215
Post	225	208
Levers	175	163
Schouten	223	204
Zijderveld	219	198
RE- rantsoen (g per kg DS)		
Buijs	159	164
Pijnenborg	155	154
Post	152	161
Levers	145	152
Schouten	155	166
Zijderveld	152	170
N-efficiëntie veestapel (%)		
Buijs	26,8	26,2
Pijnenborg	26	26,6
Post	26,8	26,2
Levers	24,6	23,6
Schouten	23,8	23,5
Zijderveld	23,4	22,2

4.5 Samenvatting

De aanvoer van stikstof in de BEN-pilot steeg met 44 kg N per ha en de afvoer via gewassen steeg met 20 kg N per ha ten opzichte van de referentie jaren. Van de extra aangevoerde hoeveelheid N werd 45% opgenomen door het gewas. Het fosfaatoverschot daalde verder van -12 naar -17 kg fosfaat per ha. Zowel de aanvoer als de onttrekking van fosfaat daalde in de BEN-pilot ten opzichte van de referentie jaren, de onttrekking daalde relatief harder.

Het nitraatgehalte in het drainwater stijgt gemiddeld in de BEN-pilot ten opzichte van de referentie jaren. De nitraatconcentratie van de bovenste meter grondwater heeft een dalende trend in de BEN-pilot. In de BEN-pilot en in de referentie jaren werd vaak de norm van 50 mg NO₃ per liter gehaald maar de bedrijven op het zand vertonen meer variatie tussen de jaren. Het jaar 2018 laat een piek zien in de nitraatgehalten. De kwaliteit van de geoogste graskuilen is veranderd in de BEN periode ten opzichte van de referentie jaren. Gemiddeld gaat het RE-gehalte (Ruw Eiwitgehalte) in de graskuilen omhoog, het RE-gehalte in het rantsoen steeg ook ondanks dat het aangekochte voer minder Ruw Eiwit bevatte. Tegelijk werd een daling van de N-efficiëntie van de veestapel waargenomen.

5 Discussie & Conclusie

Dit hoofdstuk bevat een evaluatie en interpretatie van de resultaten uit hoofdstuk 4 en verduidelijkt daarmee de invloed van de BEN op gewasopbrengst en -kwaliteit, op het stikstof- en fosfaatbodemoverschot, benutting van stikstof door de veestapel en waterkwaliteit. Verdere ontwikkelingen naar aanleiding van BEN-bemesting zullen worden toegelicht en er wordt afgesloten met de conclusies.

Het effect van de verhoogde kunstmest-N-bemesting is geëvalueerd door diverse kengetallen in zowel de BEN-pilot als de referentie jaren met elkaar te vergelijken. Het vergelijken van tijdsperiodes wordt bemoeilijkt door verstrengeling met andere factoren dan de verhoogde N-bemesting (o.a. verschillend weer, veranderde derogatieregels, veranderingen in het mest-N-gebruik met als gevolg veranderingen in de generieke kunstmest N ruimte waarop de BEN toeslag aanvult). Bij de interpretatie wordt hier zo goed als mogelijk rekening mee gehouden.

Tabel 5.1 Resultaten van de BEN-pilot voor verschillende kengetallen vergeleken met de referentie jaren

	Ref.	BEN	Verskil t.o.v. Ref.
Extra gegunde km-N-ruimte	0	51	+51
Effectief extra bemest		26	+26
N-aanvoer grasland			
Drijfmest en weidemest	331	311	-20
Kunstmest	188	237	+49
N-opbrengst gras	352	366	+14
P-opbrengst gras	118	113	-5
N-aanvoer bedrijf	435	480	+45
N-afvoer bedrijf	316	336	+20
N-bodemoverschot	119	144	+25
P-aanvoer bedrijf	99	91	-8
P-opbrengst bedrijf	111	107	-4
P-overschot bedrijf	-12	-17	-5
Nitraatgehalte grondwater ¹	28	22	-6
Nitraatgehalte drainwater ¹	43	69	+26
Drogestofopbrengst gras	13.8	13.4	-0.4
RE-gehalte gras	163	179	+16
VEM-gehalte gras	885	908	+23
RE-gehalte rantsoen	153	161	+8

¹ gebaseerd op metingen op bedrijf Buijs, Pijnenborg en Post

5.1 Benutten van de BEN-ruimte

Gemiddeld werd in de BEN-pilot 51 kg N per ha extra aan kunstmest gegund aan de deelnemende melkveehouders; dit komt overeen met een toename van 18% bovenop de totale gebruiksruimte. Er werd minimaal 40 en maximaal 104 kg N per ha gegund. In 2014 en 2015 werd de extra kunstmest ruimte berekend op basis van het verschil tussen de bedrijfsspecifieke N-onttrekking en de forfaitaire onttrekking volgens Schröder et al. (2015) (Verloop et al., 2017). Na 2015 is het acceptabele bodemoverschot meegenomen als een van de randvoorwaarden als milieukundig aspect (Verloop et al., 2018). Hierdoor is de omvang van de gegunde N-ruimte toegenomen.

In 2014, tegelijk met de start van de BEN-pilot, zijn ook de gebruiksnormen voor kunstmest N verruimd op kleigrond. Bovendien is de derogatie norm aangescherpt op zuidelijk zandgrond. Naast de extra gunning van kunstmest binnen de BEN-pilot is de bemestingsruimte op bedrijven ook veranderd als gevolg van generieke gebruiksnormen. In Tabel 3.4 is de effectieve bemesting in de BEN-pilot bepaald. Dat wil zeggen: de extra mest die in de BEN-pilot is aangewend ten opzichte van de referentie jaren gecorrigeerd voor de verandering van de gebruiksnormen in diezelfde periode. Eén bedrijf heeft effectief minder stikstof (kg per ha) aangewend in de BEN-pilot. Vijf bedrijven hebben effectief meer stikstof aangewend in de BEN-pilot. Deze vijf bedrijven hebben samen gemiddeld 37 kg N per hectare effectief meer bemest als gevolg van een

hogere bemesting van 63 kg N per hectare, en een gemiddelde verruiming van de gebruiksnorm van 26 kg N per hectare. Gesteld kan worden dat 40 procent van de hogere bemesting van stikstof in de BEN-pilot t.o.v. de referentie jaren het gevolg is van de verruiming in de gebruiksnormen.

Melkveehouders hebben niet altijd al de extra gegunde kunstmest op hun land aangewend maar hebben dit laten afhangen van de weersomstandigheden en hun "boerenverstand". Melkveehouders hebben naar eigen inzicht de extra kunstmest over hun percelen mogen verdelen, extra kunstmest is vrijwel altijd aangewend op weide- en maaipercelen. In de BEN-pilot is gemiddeld 3 procent minder droge stof gras geoogst, in 2018 is 20% minder droge stof gras geoogst en dat beïnvloedt de BEN-resultaten sterk. In de periode 2014-2017 is in de BEN-pilot 2% meer droge stof geoogst.

Bedrijven geven aan dat het jaar 2018 te droog was om fatsoenlijk te kunnen bemesten. De eerste en tweede snede is vaak nog normaal bemest maar na de tweede snede tot eind augustus is er praktisch geen kunstmest en drijfmest aangewend door de droogte. De bedrijven hadden veelal dezelfde motieven om te stoppen met bemesten:

- Zonder vocht worden meststoffen niet benut, maar kost het wel geld om kunstmest aan te kopen en deze op het land toe te dienen. Dit zou resulteren in meer kosten zonder meer opbrengsten.
- Negatieve effecten op het milieu en oppervlaktewater. Toegediende N die niet wordt benut door een vochttekort geeft risico op af- of uitspoeling.
- Droog grasland is extra gevoelig voor berijding door machines en voor zoutschade als gevolg van de toegediende meststoffen. Dit kan resulteren in het volledig afsterven van de graszode. Op sommige percelen gebeurde dit overigens ook ondanks dat er geen meststoffen werden aangewend.

Het bedrijf Buijs had een uitzonderingspositie in de zin dat op het bedrijf berekend kon worden. Door daags of tweedaags voor beregenen kunstmest te strooien kon stikstof goed benut worden en konden de grasgroei en beweiding voortgezet worden.

5.2 Balans van stikstof en fosfaat

We zien dat het stikstofbodemoverschot is toegenomen met de extra aangewende kunstmest wat volledig in overeenstemming is met de verwachting. Maar de verschillen tussen jaren in de BEN-periode zijn groot en lijken niet sterk gerelateerd te zijn aan het kunstmest N-gebruik. De verschillen tussen jaren lijken vooral samen te hangen met weers- en managementeffecten en daarmee met de groei en opnamecapaciteit van stikstof door het gewas. De deelnemers van de pilot hebben een deel van de gegunde hoeveelheid stikstof niet gestrooid, met name in 2018; dat zal de fluctuaties van het bodemoverschot tussen de jaren nog geremd hebben. Niettemin was het bodemoverschot in dat jaar wel hoog omdat door de droogte minder gras en dus minder stikstof is geoogst, maar het overschot zou veel meer zijn toegenomen als de volledige BEN-ruimte gebruikt was. Dit geeft aan dat verantwoord bemesten (of men nu met de BEN werkt of met generieke gebruiksnormen) niet goed samengaat met blindelings inzetten van de bemestingsruimte.

In Figuur 5.1 is een vergelijking gemaakt tussen het gerealiseerde stikstofbodemoverschot gedurende de BEN-pilot en het acceptabel bodemoverschot (Verloop et al., 2018). Dit acceptabel bodemoverschot is overigens afgeleid van berekeningen van het WOG/WOD-model (zie ook hoofdstuk 2) en geeft het overschot waarmee voldaan wordt aan een nitraatgehalte van 50 mg per liter. Deze werkwijze sluit aan op argumentatie in het voorgaande rapport over BEN (Verloop et al., 2018). Het is echter beter te verdedigen om het acceptabele overschot te baseren op het overschot dat wordt gerealiseerd bij toepassing van de generieke gebruiksnormen en de forfaitaire stikstofopbrengst zoals gehanteerd binnen WOG/WOD-model. Deze discussie wordt verder uitgewerkt in een binnenkort te publiceren rapport over de wetenschappelijke achtergrond van bedrijfsspecifieke bemesten (Verloop et al., in voorbereiding). Omdat de deelnemers in de afgelopen onderzoeksperiode uit zijn gegaan van het acceptabel overschot volgens WOG/WOD (zoals ook afgebeeld in Figuur 5.1) worden deze hier nog gebruikt voor evaluatie van de resultaten.

Alleen het bedrijf Pijnenborg komt boven de norm. Bij het bedrijf Pijnenborg is een stikstofbodemoverschot onder de norm mogelijk, in 2017 werd een bodemoverschot gerealiseerd van 96 kg N per ha.

Figuur 5.1 Stikstof bodem overschot op de deelnemende bedrijven ten opzichte van het acceptabel bodemoverschot (norm) (kg N per ha)

In de BEN-pilot is op bedrijfsniveau gemiddeld 44 kg kunstmest-N per ha (10%) extra aangevoerd naar de bodem t.o.v. de referentieperiode. De onttrekking van stikstof aan de bodem door gewassen nam met 20 kg N per ha toe (6%). Dit leidde tot een stijging van het N-bodemoverschot van 119 naar 144 kg N per ha (+ 25 kg N per ha, +20%). Dit gemiddelde werd sterk beïnvloed door het jaar 2018, met een hoog stikstofbodemoverschot van 180 kg N per ha, dat neerkomt op een stijging van 50% ten opzichte van de referentiejaar. In de periode 2014-2017 was het gemiddelde stikstofbodemoverschot 138 kg N per ha wat een stijging van 16% betekent ten opzichte van de referentieperiode.

Van tevoren was bekend dat extra kunstmest een verhoging van het stikstofbodemoverschot zal veroorzaken. De helft van de aangewende stikstof zou in theorie niet door het gewas benut kunnen worden.

Tabel 5.2 geeft weer diverse kengetallen van de bedrijven in de BEN-pilot gemiddeld in de referentiejaar en de BEN-pilot. Een absolute stijging van de totale N-aanvoer per hectare kan lager zijn dan de absolute stijging van het kunstmestgebruik per hectare door een verlaging van de N-aanwending uit andere posten. De extra aangewende hoeveelheid N uit kunstmest komt voor een deel voort uit extra gunning binnen de BEN-pilot en voor een deel uit de verruiming van de gebruiksnormen op grasland sinds 2014. De N-opbrengst uit de bodem stijgt 20 kg N per hectare als gevolg van een verhoogde aanwending van 44 kg kunstmest-N per hectare. In de BEN-pilot lijkt het erop dat 45% van de extra N door het gewas wordt opgenomen. De verwachting dat ongeveer de helft van de extra aangewende kunstmest dus beschikbaar komt voor het gewas wordt hier positief bevestigd.

Tabel 5.2 Diverse kengetallen met betrekking tot stikstof in de BEN-pilot op bedrijfsniveau; Referentiejaar (Ref.) en BEN-pilot (BEN).

	Ref.	BEN	Absoluut	%
Kunstmest gebruik	149	200	52	35
N- aanvoer	435	480	44	10
N-opbrengst uit de bodem	316	336	20	6
N-overschot	119	144	25	21
Opbrengst als percentage van de afvoer				45

5.2.1 P-bodemoverschot

Het fosfaatbodemoverschot was in de referentiejaar al negatief met -12 kg fosfaat per ha. In de BEN-pilot is dit verder gezakt naar -17 kg fosfaat per hectare. In de periode 2014-2017 werd er in de BEN-pilot 253 kg

DS per hectare meer geoogst dan in de referentie jaren en de fosfaat onttrekking blijft nagenoeg gelijk, er treedt een verdunningseffect van fosfaat in gras op. De aanwending van P via meststoffen daalt in de BEN-pilot ten opzichte van de referentie jaren, bij een gelijkblijvende P-onttrekking daalt daarom het P-bodemoverschot. Aangepaste voorwaarden voor derogatie leiden ertoe dat kunstmest-P niet meer gebruikt mag worden. Op bedrijven met een ongunstige N/P verhouding in de mest kan dit een verlaagde P-aanwending tot gevolg hebben. Met bemesting wordt in de BEN-pilot niet gecorrigeerd op fosfaatonttrekking, dit leidt tot een grotere, onbedoelde, uitmijning van fosfaat uit de bodem.

Zoals Tabel 5.3 weergeeft is de N/P verhouding in de BEN-pilot veranderd door een veranderde excretie van stikstof en fosfaat door het melkvee. In de BEN-pilot is het stikstofgehalte in de mest relatief harder gestegen dan het fosfaatgehalte, mede door meer ruw eiwit in het voer en een lagere N-efficiëntie van de veestapel. De toepassing van de BEN-pilot betekent op de meeste bedrijven dat mest relatief meer stikstof gaat bevatten. Dit kan als gevolg hebben dat de gebruiksruimte van drijfmest-stikstof eerder benut is, wat kan leiden tot een onvolledige fosfaat bemesting volgens de gebruiksnorm fosfaat.

Tabel 5.3 Verandering van Bedrijfsspecifieke excretie en N/P-verhouding in drijfmest tussen de referentie jaren (Ref.) en de BEN-pilot (BEN).

	Ref.	BEN	Vershil	Vershil %
BEX-N	18354	21495	3140	17%
BEX-fosfaat	6360	7185	825	13%
N/P	2,9	3,0	0,1	4%

5.3 Waterkwaliteit

De uitspoeling van nitraat van landbouwgrond naar grond- en oppervlaktewater wordt voor een deel beïnvloed door managementpraktijken, maar ook voor een deel door weersomstandigheden en grondsoort (Oenema et al., 2010).

Het nitraatgehalte in drainwater lijkt op de bedrijven Buijs, Pijnenborg en Post te stijgen in de BEN-pilot ten opzichte van de referentie jaren. Dit kan veroorzaakt zijn door de hogere kunstmest bemesting maar ook door weerseffecten. Voor de bedrijven Buijs (klei) en Pijnenborg (zuidelijk zand) en Post (centraal en oostelijk zand) is per grondsoort een benchmark opgesteld bestaande uit bedrijven die deelnemen aan het derogatiemetnet van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). De benchmarks blijven veelal stabiel over de tijd al zijn er wel jaareffecten terug te zien. Het jaar 2018 geeft in zowel de BEN-bedrijven als de benchmarks een hoger nitraatgehalte, mogelijk kan dit gerelateerd worden aan de droogte die dit jaar optrad en de verminderde gewasgroei en stikstofopname.

Het nitraatgehalte in de bovenste meter van het grondwater heeft een dalende trend op de bedrijven Buijs en Pijnenborg (Figuur 4.1). Gemiddeld lijkt het nitraatgehalte in de bovenste meter van het grondwater te dalen (Tabel 4.4). Vergroting van het areaal grasland door veranderende derogatie regels (minimaal 80% gras i.p.v. 70% vanaf 2014) kan hieraan bijdragen.

In 2018 stijgt het nitraatgehalte in het grondwater en drainwater op deelnemende Koeien & Kansen-bedrijven als ook in de benchmark groep geselecteerd op hoofdbodemtype. Omdat zowel in de BEN-pilot als ook in de benchmark het nitraatgehalte stijgt, kan gesteld worden dat dit het gevolg is van de droogte in 2018 en niet door verhoogde bemesting. Op de bedrijven Post en Pijnenborg is het nitraatgehalte in de bovenste meter van het grondwater voor 2019 bepaald en lijkt te dalen ten opzichte van 2018. Exacte weerd data van 2019 is niet geanalyseerd in dit rapport, maar aangenomen kan worden dat de droogte in 2019 niet zo extreem was als in 2018.

Bij de interpretatie van de verschillen in nitraatuitspoeling tussen referentie jaren en BEN moet er ook rekening worden gehouden met veranderingen van de gebruiksnormen en in mest-N-gebruik, waarbij ook organische N een rol speelt. De verhoogde N-aanvoer in BEN ten opzichte van de referentie jaren zou in theorie leiden tot een verhoogde uitspoeling. Echter het mest-N-gebruik is in de BEN-pilot 10 kg stikstof per hectare lager dan in referentie jaren. Een lager aandeel organische N in de totale N-aanvoer zou het uitspoelingsrisico weer wat kunnen verlagen (Schröder et al., 2004). De effectieve bemesting zoals bepaald in paragraaf 3.1 is op 5 bedrijven gestegen met minimaal 13 kg N per hectare en maximaal 74 kg N per hectare in de BEN-pilot t.o.v. de referentie jaren. Op het bedrijf Buijs is de effectieve bemesting gedaald met 28 kg N per hectare maar het nitraatgehalte in het drainwater in de BEN-pilot is gestegen met 16 mg per L.

Figuur 5.2 geeft weer de verandering van het nitraatgehalte in drainwater voor Buijs en grondwater voor Pijnenborg en Post in de BEN-pilot ten opzichte van de referentiejaar tegenover de effectieve bemesting van stikstof in de BEN-pilot. Bedrijf Buijs heeft minder stikstof aangewend en het nitraatgehalte in drainwater is gemiddeld gestegen. Bedrijf Pijnenborg heeft meer stikstof aangewend en het nitraatgehalte in het grondwater is gemiddeld gedaald. Bedrijf Post heeft meer stikstof aangewend en het nitraatgehalte in het grondwater is gemiddeld gestegen. Op basis van deze waarnemingen gedaan in de BEN-pilot kan dus niet geconcludeerd worden dat het nitraatgehalte in drainwater (klei) of grondwater (zand) eenduidig veranderd als gevolg van een aangepaste bemesting.

In deze vergelijking is een uitsplitsing gemaakt tussen drainwater voor Buijs en grondwater voor Pijnenborg en Post. Dit heeft als reden dat op kleigronden water met nitraat vaak de wortelzone verlaat via drainwater, of denitrificeert tot lachgas. Hierdoor wordt er vaak minder nitraat teruggevonden in de bovenste meter grondwater op kleigronden. Op kleigronden is het nitraat in drainwater beter te relateren aan het management bovengronds.

Figuur 5.2. Relatie tussen de verandering van het nitraatgehalte (mg NO₃ per liter) in de BEN-pilot t.o.v. de referentiejaar en de effectieve bemesting (kg N per ha) in de BEN-pilot zoals bepaald in Tabel 3.4.

¹ Buijs: drainwater; referentiejaar 2011-2013; BEN-pilot 2014-2018.

² Pijnenborg: grondwater; referentiejaar 2011-2013; BEN-pilot 2014-2018.

³ Post: grondwater; referentiejaar 2013-2015; BEN-pilot 2016-2018.

Van de bedrijven in Flevoland zijn twee meetreeksen beschikbaar, in 2017 en in 2018 zijn de nitraatgehalten in het drainwater gemeten. Deze reeks is te klein om een trend aan te wijzen. Bovendien is er geen vergelijking mogelijk met de periode voorafgaand aan de BEN. In 2017 zaten alle drie de bedrijven in Flevoland onder de norm van 50 mg nitraat per liter drainwater, in 2018 zaten alle drie de bedrijven boven de norm. Ook Buijs, Pijnenborg en Post hadden in 2018 een nitraatconcentratie hoger dan de norm van 50 mg nitraat per liter drainwater. Mogelijk heeft dit te maken met de extreem lage regenval en daardoor verminderde gewasgroei. Omdat 2018 een uitzonderlijk droog jaar was, is het in de literatuur niet bekend hoe met goede managementpraktijken nitraatuitspoeling voorkomen kan worden. Op basis van data van 6 melkveebedrijven is het lastig een éénduidige conclusie te trekken uit de relatie tussen nitraatgehalte in grond- en oppervlaktewater en een aangepaste kunstmest gift. De effecten van management, weersinvloeden en grondsoort hebben een groot effect op het gemiddelde van maar 6 bedrijven.

5.4 Ruwvoer kwaliteit

In de BEN-pilot hebben 6 melkveebedrijven hun bemesting aangepast. Dit heeft ook een effect gehad op de kwaliteit van het ruwvoer dat zij hebben geoogst. Het ruwvoer bevat meer stikstof en dus meer RE (Ruw Eiwit). Tegelijk was te zien dat de stikstofefficiëntie van de veestapel daalde door het hogere aandeel RE in het rantsoen. De melkveehouders oogsten met meer kunstmest meer eiwit van eigen land maar weten dit nog niet volledig te benutten, dit kan consequenties hebben voor de ammoniakuitstoot. De ammoniakemissie uit stal en opslag van de 6 bedrijven steeg van 1,7 naar 1,8 kg ammoniak per kilogram meetmelk gemiddeld (+7%, berekening KringloopWijzer). Er was geen stijging van de ammoniakemissie op het bedrijf Pijnenborg, hier was ook geen stijging van het RE-gehalte in het rantsoen en geen daling van de N-efficiëntie. Sinds 2014 is op melkveebedrijven meer gras geteeld als onderdeel van derogatie, dit veroorzaakt een deel van de stijging van het RE in rantsoenen en de stijging van ammoniakemissie op individuele bedrijven.

Bij rondgang bleek dat de ondernemers het goed benutten van de toegenomen hoeveelheid eiwit van eigen land zelf als probleem zagen. Het hogere aandeel eiwit in het gras is veelal onbestendig, met name het gras dat in het najaar geoogst wordt. Onbestendig eiwit wordt in de pens verteerd en het vergt vakmanschap van de melkveehouder om dat pens-eiwit efficiënt te benutten. Op de benutting van onbestendig eiwit kan gestuurd worden met energierijke en eiwitarme producten zoals snijmaïs of bietenpulp. Op het bedrijf Pijnenborg lijkt de efficiëntie nauwelijks te dalen of zelfs nog te stijgen. Aannemelijk is dat dit komt door het hoge aandeel snijmaïs in het rantsoen. Het bedrijf Pijnenborg doet sinds 2018 niet mee aan derogatie waardoor er meer ruimte is voor snijmaïs in het bouwplan. Het bedrijf Schouten voegt bietenpulp toe aan de graskuilen waardoor de energie en eiwit beter in balans zijn in de graskuil. De achteruitgang in de stikstof efficiëntie in de veestapel is daardoor beperkt.

Melkveehouders gaven aan dat zij door het hogere RE-gehalte in de kuilen krachtvoer aankopen met een lager RE-gehalte, dat is terug te zien in Tabel 4.8. Het RE-gehalte in het rantsoen stijgt desondanks, wat op individuele bedrijven ook leidt tot een lagere stikstof efficiëntie door de veestapel.

5.5 Conclusies en aanbevelingen

Uit de resultaten voorkomend uit de BEN-pilot kunnen de volgende conclusies getrokken worden.

- Op bedrijfsniveau kan extra kunstmestruimte gegund worden op basis van bedrijfsspecifieke gewasonttrekking stikstof met het acceptabel bodemoverschot als randvoorwaarde.
- Melkveehouders kiezen er zelf voor om de extra gegunde kunstmest volledig op graspercelen in te zetten, zowel met het doel weiden als maaien.
- Vijf van de zes bedrijven hebben effectief meer bemest wanneer gecorrigeerd is voor de verruiming in de gebruiksnormen.
- Extra kunstmest geeft een hogere aanvoer van stikstof naar de bodem, een hogere onttrekking van stikstof aan de bodem en een hoger stikstofbodemoverschot.
- Het stikstof bodemoverschot blijft op project niveau onder de norm van het acceptabel overschot volgens de variant afleiden van WOG/WOD. Het stikstof bodemoverschot blijft op 5 van de 6 deelnemende bedrijven onder de norm van het acceptabel overschot.
- Een hogere kunstmest gift resulteert in een hogere gewasgroei, de fosfaat onttrekking blijft onveranderd maar door een verlaagde fosfaat bemesting is het fosfaat bodemoverschot gedaald.
- Binnen de BEN-pilot is er onbedoeld meer fosfaat uitmijning opgetreden.
- Op de 3 deelnemende Koeien & Kansen-bedrijven steeg het nitraatgehalte in het drainwater en daalde het nitraatgehalte in de bovenste meter van het grondwater in de BEN-pilot ten opzichte van de referentiejaar. In de BEN-pilot is niet aangetoond dat een hogere kunstmest-N ruimte leidt tot een significante stijging van de nitraatuitspoeling naar grond en oppervlaktewater.
- Door meer kunstmest bevatten graskuilen op bedrijven in de BEN-pilot meer Ruw Eiwit per kilogram droge stof.
- De bedrijven in de BEN-pilot produceren relatief meer Ruw Eiwit dan referentiegroepen. De stikstof efficiëntie van de veestapel daalt in de BEN-pilot. Bedrijven in de BEN-pilot oogsten meer eiwit van eigen land maar de veestapel kan dit nog niet omzetten in melk.

Literatuur

- Aarts, H.F.M., C.H.G. Daatselaar & G Holshof, 2008. Bemesting, meststofbenutting en opbrengst van productiegrasland en snijmaïs op melkveebedrijven. Plant Research International, rapport nr. 208, Wageningen 50 pp. (+bijlages).
- Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM), 2017. Tweede advies 'Wetenschappelijke toetsing KringloopWijzer'. Brief van 15 juni 2017 met kenmerk: 1714619/WOTNM/JE.
- Eurofins, 2019. Opvraag van gemiddelden VEM en RE van 2011 tot en met 2018 via e-mail contact.
- Hooijboer en Weijs, 2013
- KNMI, 2019. Klimatologie Dagwaarden neerslagstations
- Oenema, J., S.L.G.E. Burgers, J. Verloop, A. Hooijboer, L.J.M. Boumans, H.F.M. ten Berge, 2010. Multi-scale effects of farm management and soil and climatic conditions on nitrate leaching in intensive dairy farming systems in the Netherlands, J. Environ. Qual. 39: 2016-2028
- Oenema, J., 2013. Transitions in nutrient management on commercial pilot farms in the Netherlands, Ph.D. These, Wageningen University, Wageningen 198 pp.
- Oenema, J., G.J. Hilhorst, Léon Šebek, H.F.M Aarts, 2011. Bedrijfsspecifieke fosfaatgebruiksnormen (BEP): onderbouwing en verkenning in de praktijk. Plant Research International, rapport nr. 60, Wageningen 19 pp.
- Oenema, J., J.J. Schröder, L.B. Šebek, J. Verloop, M.H.A. de Haan & G.J. Hilhorst, 2017. Toetsing van de KringloopWijzer; gemeten en voorspelde stikstof- en fosfaatproducties van mest en gewas. Wageningen University & Research (WPR-rapport 689).
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), 2019. Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie in 2017.
- RVO, 2019. Tabel 1 Stikstofgebruiksnormen.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, M.J.C. de Bode, W. van Dijk, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schil, G.L. Velthof & W.J. Willems, 2004. Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Plant Research International, rapport nr. 79, Wageningen, 60 pp.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, G.L. Velthof, J.W. Reijs, B. Fraters, 2009. Nitrates directive requires limited inputs of manure and mineral fertilizer in dairy farming systems. Report 222, Plant research International, Wageningen, 38pp. urn:nbn:nl:ui:32-3787098
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J. Oenema & J.W. Reijs, 2015, Wettelijke normen ten aanzien van bodem en gewas in relatie tot de KringloopWijzer. Plant Research International, rapport 623, Wageningen, 15pp.
- Velders, G.J.M., J.M.M. Aben, J.A. Van Jaarsveld, W.A.J. van Pul, W.J. De Vries & M.C. Van Zanten, 2010. Grootschalige stikstofdepositie in Nederland. Analyse bronbijdragen op provinciaal niveau. RIVM, rapport 500088007, Bilhoven, 63 pp.
- Verloop, K., J. Oenema, G.J. Hilhorst & J. Gielen, 2017. BEN: Bedrijfsspecifieke bemesting met kunstmest stikstof; Resultaten 2014 en 2015. Plant Research International, rapport 670, Wageningen, 37 pp.
- Verloop, K., G. Hilhorst, J. Oenema, J. Gielen, 2018. BEN: Bedrijfsspecifieke bemesting kunstmeststikstof; Resultaten 2014 en 2016. Wageningen Plant Research 792, Wageningen, 28 pp.

Secretariaat Koeien & Kansen

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