



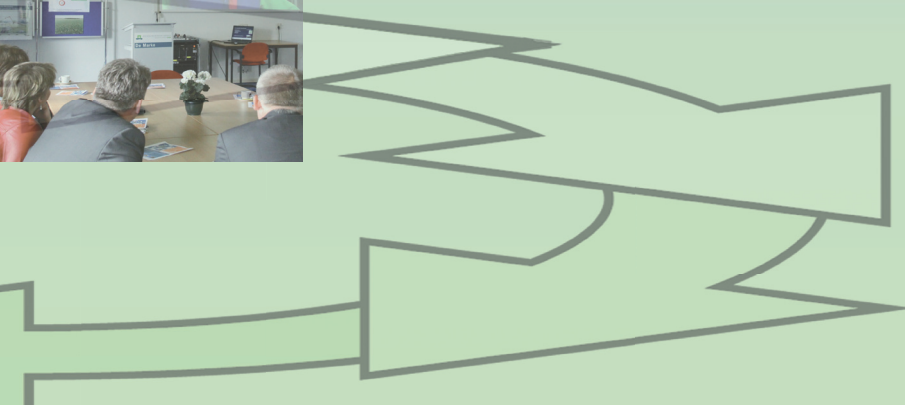
BEN: Bedrijfsspecifieke bemesting met kunstmest stikstof

Resultaten 2014 en 2015



Januari 2017

Rapport nr. 77
Rapport Plant Research nr. 670





Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 338, 6700 AH Wageningen
Telefoon 0317-480177
E-mail: info@koeienenkansen.nl
Internet: <http://www.koeienenkansen.nl>

Redactie

Koeien & Kansen

Aansprakelijkheid

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

Bestellen

ISSN 0169-3689

Dit rapport is gratis te downloaden op de website: <http://dx.doi.org/10.18174/406891>

Koeien & Kansen werkt aan een toekomst voor 'schone melkers'.

Het project Koeien & Kansen is een samenwerkingsverband van 16 melkveehouders, proefbedrijf De Marke, Wageningen UR en adviesdiensten. Op verzoek van het ministerie van EZ en ZuivelNL toetst, evalueert en verbetert het project de effectiviteit en uitvoerbaarheid van (voorgenomen) mest- en milieuwetgeving onder praktijkomstandigheden en ondersteunt het de Nederlandse melkveehouderijsector bij de implementatie ervan.

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen de PPS Meerwaarde Mest en mineralen (TKI-AF-12178). Dit onderzoek is gefinancierd door het Ministerie van EZ en de brancheorganisatie ZuivelNL



BEN: Bedrijfsspecifieke bemesting met kunstmest stikstof

Resultaten 2014 en 2015

Koos Verloop¹, Gerjan Hilhorst², Jouke Oenema¹,
Jaap Gielen³

¹Wageningen Plant Research,
²Wageningen Livestock Research,
³Countus

Samenvatting

Dit rapport doet verslag van de BEN-pilot over de onderzoeksperiode 2014 en 2015. De BEN-pilot is een onderzoek naar flexibele gebruiksruimte van kunstmest stikstof.

De Nederlandse regelgeving voor gebruik van meststoffen stelt maxima aan de hoeveelheid stikstof en fosfaat die als meststof mogen worden gebruikt. Deze maxima worden aangeduid als gebruiksnormen. Deze normen zijn bedoeld om het milieu te beschermen tegen overmatige belasting van de genoemde meststoffen uit de landbouw. De gebruiksnormen corresponderen met een milieukundig maximaal acceptabel overschot van stikstof en fosfaat uitgaande van een verwachte onttrekking van stikstof en fosfaat met gewassen. Zowel voor stikstof als voor fosfaat is uitgegaan van een vaste (forfaitaire) onttrekking voor afzonderlijke gewassen. In de praktijk verschilt de onttrekking per bedrijf, afhankelijk van management en omgevingsomstandigheden. Melkveebedrijven met een hogere stikstofonttrekking dan forfaitair kunnen bij langdurig bemesten volgens de gebruiksnormen geconfronteerd worden met een relatief stikstof gebrek, vooral in gras. Terwijl de overschotten zo laag zijn, dat een hogere bemesting verantwoord kan zijn. Op bedrijven met een lage gewasproductie en een lagere stikstofonttrekking dan forfaitair zal het stikstofoverschot bij bemesting volgens de gebruiksnorm juist hoog zijn, terwijl een lagere N gift daar landbouwkundig zouden kunnen volstaan.

In de BEN-pilot krijgen melkveebedrijven de ruimte om meer kunstmest N te gebruiken dan wat is toegestaan volgens de generieke gebruiksnormen in de Meststoffenwet. De bedrijven zijn de Koeien & Kansen deelnemers, Baltus (Middenmeer), Pijnenborg-Van Kempen (IJsselsteyn, Limburg) en Buijs (Etten-Leur) en de deelnemers van Praktijknetwerk Duurzame Voerproductie, Levers (Lelystad) en Schouten en Zijderveld (Zeewolde). Voor elk bedrijf is bepaald hoeveel extra kunstmest N gebruikt mocht worden. Deze ruimte is door de deelnemers naar eigen inzicht ingezet op hun bedrijf. De gevolgen voor de aanvoer van stikstof en fosfaat naar de afzonderlijke gewassen op het bedrijf, de onttrekking met de gewasoogst, de overschotten en de verliezen door uitspoeling van nitraat naar grond- en oppervlaktewater, zijn bepaald door monitoring, perceelsregistratie en gebruik van de KringloopWijzer. De KringloopWijzer is een belangrijk onderdeel van de monitoring omdat eventuele differentiatie in regelgeving ook gebaseerd zal zijn op de KringloopWijzer.

De vergunde extra kunstmest N is door alle deelnemers ingezet in gras. Keuzes over verdeling over percelen zijn afhankelijk van landgebruik (maaien, weiden) en gewasrotatie. De verdeling over snedes verschilt per bedrijf evenals de keuze van het soort kunstmest. De deelnemers besteedden niet alleen aandacht aan de extra kunstmest N maar zijn meer algemeen gespitst op het optimaal gebruik van dierlijke mest door goede timing, aanwendingstechniek en verdeling van mest. Ook bodembewerking en teelttechniek in bouwland en graslandbeheer werden intensief geëvalueerd.

In de jaren met BEN-bemesting (2014 en 2015) is de opbrengst van stikstof in gras toegenomen met 4% ten opzichte van de referentie jaren (2011-2013). Ook de fosfaatopbrengst vertoont een toename. De droge stofopbrengst is min of meer gelijk gebleven. In de jaren met BEN-bemesting is de opbrengst van stikstof, fosfaat en droge stof in maïs – daar is geen extra kunstmest stikstof geplaatst – afgenomen met respectievelijk 5, 6 en 8% ten opzichte van de referentie jaren. Op bedrijfsniveau nam de stikstofonttrekking toe met 23 kg per ha. Het stikstofoverschot op de bodembalans nam toe met 25 kg per ha.

Deze resultaten zijn niet alleen beïnvloed door de balans in gras en maïs maar ook door toename van het aandeel gras van gemiddeld 74% naar 81% en door veranderingen van de balansen van overige gewassen zoals bieten en graan. Verder spelen jaareffecten een rol. Het jaar 2014 was gunstig voor een hoge gewasopbrengst, hoewel dit minder opgaat voor Buijs en Pijnenborg die te maken hadden met droogtestress in hun gewas; 2015 was een landbouwkundig gemiddeld jaar. Er zijn aanwijzingen dat opbrengsten in gras meer dan in de referentie jaren onder druk stond door verstoringen: op bedrijf Buijs stond de botanische samenstelling van gras sterk onder druk, Zijderveld had in de onderzoekjaren 2014 en 2015 te maken met bovengemiddelde ganzenvraat en Levers had schade door bladvlekkenziekte in gras.

Er zijn geen aanwijzingen voor toename van de nitraatconcentratie in grondwater en drainwater in de periode met BEN-bemesting. Het ruw eiwit en VEM gehalte in graskuilen zijn in de onderzoekjaren iets

hoger dan in de referentiejaren. Dit kan echter niet met zekerheid toegeschreven worden aan de extra gebruikte kunstmest N omdat deze tendens zich algemeen voordeed in de melkveehouderij.

Het protocol voor het bepalen van de gegunde extra kunstmest N (extra kunstmestruimte) is onderdeel van het onderzoek. De extra kunstmestruimte werd berekend als het verschil tussen de bedrijfsspecifieke N opbrengst en de forfaits voor gras en maïs. De ruimte werd geaggregeerd naar bedrijfsniveau door weging van de oppervlaktes gras en maïs. De verwachting was dat het acceptabel N overschot niet zou worden overschreden na gebruik van de extra kunstmest N. Het stikstofoverschot was echter hoger dan de acceptabele niveaus. Dit maakt duidelijk dat de bepaling van de extra kunstmestruimte op basis van alleen opbrengstforfaits voor gras en maïs onvoldoende garanties biedt op het voldoen aan de normen voor het maximaal acceptabel overschot. Daarom is het beter om gunning ook te baseren op een bewezen onderschrijding van het N overschot op de bodembalans die het gehele bedrijfsareaal omvat inclusief alle gewassen.

De bedrijven in de Flevopolder in Noord Holland werken samen met akkerbouwers door verhuur van grond voor teelt van aardappelen, bollen of andere gewassen. De verhuurde grond wordt niet altijd tot het bedrijfsareaal gerekend. De aan- en afvoer en overschotten van meststoffen, op deze grond komen dan ook niet tot uiting in de KringloopWijzer resultaten. Beoordelen van de milieuprestatie die verbonden is met de grond is beter mogelijk als een KringloopWijzer beschikbaar is die het melkveehouderij deel en het akkerbouw deel in de samenwerking integreert. In termen van overschotten kan dit integrale beeld overigens tot een gunstiger resultaat leiden dan het gefragmenteerde beeld: gewassen die naast gras en maïs werden geteeld, zoals tulpen, aardappelen en granen, trokken in de BEN-pilot het bedrijfsgemiddelde stikstofoverschot op de bodembalans, gemiddeld over alle bedrijven, omlaag.

Het maximaal acceptabele stikstofoverschot is bepaald op grond van waarden in gras en maïs die overeenkomen met de gebruiksnormen voor gras en maïs (normstelsel 2015). Het is de vraag of dit stelsel het meest logisch is als beoordelingscriterium in het kader van flexibele bemesting. Te overwegen valt om van de waarden uit te gaan die volgens de onderbouwing van de derogatie corresponderen met de maximaal acceptabel N verliezen (normstelsel 2009).

Tweezijdigheid in het systeem van flexibele bemesting kan sterk ingrijpen op de N bemesting. Het is aan te bevelen om een systeem te ontwikkelen waarmee de landbouwkundige risico's van gereduceerde bemesting vooraf geschat **kunnen** worden.

Inhoudsopgave

Samenvatting

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond en probleemstelling	1
1.2	Doel en onderzoeksvragen	1
2	Materialen en Methoden	2
2.1	Opzet.....	2
2.1.1	Bedrijfsspecifieke N norm	2
2.1.2	Uitvoering	3
2.2	Analyse	3
2.2.1	Effecten van extra kunstmest stikstof	3
2.2.2	Functioneren binnen milieurandvoorwaarden	4
2.3	De bedrijven	4
2.4	Gegevensverzameling	5
2.4.1	Aan- en afvoer van stikstof en fosfaat	5
2.4.2	Verliezen naar grond- en oppervlaktewater	5
2.4.3	Voederwaarde	5
3	Verwachting	6
3.1	De terugwinning van N is onvolledig	6
3.2	Invloeden op de N terugwinning.....	6
3.3	Verwachting per bedrijf	7
4	Verdeling van mest, bedrijfscontext en teeltomstandigheden	8
4.1	Inzet van extra kunstmest ruimte	8
4.2	Management	10
4.2.1	Bedrijfsstructuur en ruwvoerteelt	10
4.2.2	Bemesting en mestmanagement.....	11
4.2.3	Graslandmanagement	11
4.2.4	Bouwlandmanagement.....	12
4.3	Bodem en weersomstandigheden.....	16
4.4	Conclusies.....	17
5	Resultaten	18
5.1	Onttrekking van nutriënten en droge stofopbrengst	18
5.2	De balans van stikstof en fosfaat	19
5.3	Nitraatuitspoeling	22
5.4	Gewaskwaliteit	23
5.5	Conclusies.....	24
6	Discussie	26
6.1	Bedrijfsprestaties.....	26
6.1.1	Stikstofonttrekking	26
6.1.2	Stikstofoverschot	26
6.1.3	Nitraatuitspoeling.....	27
6.2	Verklaring van resultaten	27
6.2.1	Stikstofonttrekking	27
6.2.2	Stikstofoverschot	28
6.3	Evaluatie van het gunnings- en beoordelingskader	29
6.3.1	De N opbrengst als leidraad	29
6.3.2	Gewasniveau of bedrijfsniveau?.....	29
6.3.3	Welk N overschot is acceptabel?	30

6.4	Tweezijdigheid; ruimte geven en nemen bij flexibele bemesting	31
6.5	Conclusies.....	33
7	Conclusies	34
	Literatuur	35
	Bijlagen	36
	Bijlage 1: Grondsoorten BEN-bedrijven	36
	Bijlage 2: Aan- en afvoer van stikstof en fosfaat van en naar de bodem op BEN-bedrijven.....	37
	Bijlage 3: RE en VEM-gehalten in kuilen van de eerste snede en gemiddelde kuilen op BEN-bedrijven .	38

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 wat 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 de 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 rapport geeft de voortgang van de BEN-pilot weer. Het beschrijft de achtergrond, de opzet, de werkzaamheden in 2014 en 2015 en de resultaten van een evaluatie die heeft plaatsgevonden aan het eind van het groeiseizoen van 2015. Bovendien bespreken we het kader voor gunning van en evaluatie van het gebruik van extra kunstmest N.

1.1 Achtergrond en probleemstelling

De gebruiksruimte van stikstof en fosfaat op melkveebedrijven in Nederland is begrensd door gebruiksnormen. De gebruiksnormen zijn bedoeld om bemesting van gewassen met stikstof en fosfaat (en daarmee gepaard gaande verliezen naar het milieu) in evenwicht te brengen met doelen voor de waterkwaliteit zoals gesteld in de kaderrichtlijn water en de nitraatrichtlijn (EC, 1991; EC, 2000). De gebruiksnormen zijn generiek met dien verstande dat een differentiatie is toegepast naar gewas en bodemtype (veen, klei, zand). Zowel voor stikstof als voor fosfaat is per onderscheiden gewas uitgegaan van vaste (forfaitaire) onttrekking. In de praktijk zijn er, ook voor eenzelfde bodemtype, aanzienlijke verschillen tussen de gewasonttrekking per bedrijf (Schröder et al., 2004; Aarts et al., 2008; Oenema et al., 2011). Deze kunnen onder andere veroorzaakt worden door de kwaliteit van het management. Het gevolg is dat er 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 dit milieukundig noodzakelijk is. Voor fosfaat kan ook op percelen met een neutrale fosfaattoestand een situatie van uitmijnen ontstaan (onttrekking > dan bemesting). Voor stikstof kan de gewasopbrengst op productieve bedrijven/percelen geremd worden door een relatief N gebrek, terwijl N overschotten en N verliezen onder het milieukundig maximaal acceptabele niveau liggen. Op bedrijven met een lage gewasproductie en een lage N en P onttrekking zullen overschotten van N en P bij bemesting volgens de gebruiksnorm juist hoog zijn, terwijl lagere N en P giften daar landbouwkundig zouden kunnen volstaan. Om hiermee rekening te houden is voor fosfaat een pilot gestart waarin de fosfaatonttrekking bedrijfsspecifiek wordt bepaald en waarbij op basis van deze bedrijfsspecifieke onttrekking bemest mag worden (BEP). Voor stikstof is er ook behoefte aan een dergelijke bedrijfsspecifieke flexibilisering. De BEN-pilot verkent de mogelijkheden en gevolgen van een hoger gebruik van kunstmest N dan volgens de gebruiksnormen is toegestaan op bedrijven met een systematisch hoge N gewasopbrengst en een relatief N tekort in gewassen.

1.2 Doel en onderzoeksvragen

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

Onderzoeksvragen zijn:

- Hoeveel extra kunstmest N mag worden gegeven en hoe moet dit bedrag 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 de extra kunstmest N beperkt tot een acceptabel niveau?
- Wat is het effect van de extra kunstmest N op de nitraatuitspoeling?

2 Materialen en Methoden

Dit hoofdstuk beschrijft de werkwijze die gevolgd is in de BEN-pilot. Paragraaf 2.1 beschrijft de algemene opzet. Paragraaf 2.2 geeft weer hoe de analyse van resultaten is uitgevoerd. Paragraaf 2.3 gaat in op de bedrijven in de BEN en paragraaf 2.4 gaat in op dataverzameling.

2.1 Opzet

De BEN-pilot is uitgevoerd op zes geselecteerde melkveebedrijven. De selectiecriteria voor deelname van de bedrijven waren:

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

Aan deze bedrijven is een ontheffing verleend van de generieke gebruiksnormen in de Meststoffenwet.

2.1.1 Bedrijfsspecifieke N norm

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

Tabel 2.1 De ruimte voor gebruik van extra kunstmest N (kg per ha) per deelnemend bedrijf in de BEN-pilot voor 2014 en 2015.

		Baltus	Buijs	Pijnenborg	Schouten	Levers	Zijderveld
2014	Grasland	28	15	24	36	15	50
	Maïsland	0	21	31	45	95	88
	Bedrijf	16	24	32	37	23	57
2015	Grasland	46	0	28	61	32	63
	Maïsland	0	22	15	53	75	74
	Bedrijf	24	6	32	37	23	57

De ruimte voor gebruik van extra kunstmest N is gebaseerd op bedrijfsspecifieke N opbrengsten van gras en maïs:

$$\text{Extra KmN} = \text{GNBEN} - \text{GNG} \quad (\text{vgl. 1})$$

$$\text{Extra KmN} = \frac{(\text{NopBgras} - \text{NopFgras}) \times \text{Oppgras} + (\text{NopBmaïs} - \text{NopFmaïs}) \times \text{Oppmaïs}}{(\text{Oppgras} + \text{Oppmaïs})} \quad (\text{vgl. 2})$$

Waarbij:

Extra KmN	= Extra kunstmest N (kg)
GNBEN	= Gebruiksnorm BEN (kg)
GNG	= Gebruiksnorm generiek (kg)
NopBgewas	= Bedrijfsspecifieke N opbrengst gewas (gras of maïs) (kg per ha)
NopFgewas	= Forfaitaire N opbrengst gewas (gras of maïs) (kg per ha)
Oppgewas	= Oppervlakte gewas (gras of maïs) (ha)

De bedrijfsspecifieke N opbrengst wordt afgeleid van de opbrengst zoals bepaald met de KringloopWijzer (KLW) over de drie jaar voorafgaand aan het onderzoekjaar. De extra ruimte van te gebruiken kunstmest N wordt eerst voor elk gewas berekend als het verschil tussen de bedrijfsspecifieke opbrengst en de forfaitaire opbrengst. De forfaitaire opbrengst is overgenomen uit de rekenschema's die zijn gebruikt bij de afleiding van de generieke gebruiksnormen en bij de onderbouwing van de derogatie van de nitraatrichtlijn (Schröder et al., 2015, zie ook Tabel 2.2). De ruimte in gras en maïs wordt omgerekend naar bedrijfsniveau door weging van de oppervlaktes gras en maïs op het bedrijf.

Tabel 2.2 Forfaits voor de opbrengst van gras en maïs die zijn gehanteerd voor de berekening van bedrijfsspecifieke gebruiksruimte voor N (kg per ha, vertaald naar Schröder *et al.*, 2015).

	Grasland		Maïsland	
	Maaïen	Maaïen en weiden ¹⁾	Maaïen	Maaïen en weiden ¹⁾
Zand droog	332	305	164	184
Zand nat	332	291	164	184
Klei	338	301	171	177
Veen	346	228	-	-

¹⁾ Met 'Maaïen en weiden' wordt bedoeld: op bedrijven waar het vee geweid wordt. Een forfaitaire opbrengst van maïsland bij 'Maaïen en weiden' geldt dus voor een bedrijf waar geweid wordt.

2.1.2 Uitvoering

De bedrijven krijgen de gelegenheid om, samen met hun bedrijfsadviseur de bemesting te plannen en uit te voeren. De planning omvat verdeling over de gewassen en over de percelen op het bedrijf en de bepaling van aanwendingsstijdstippen en -technieken. Bij de uitvoering moet voldaan worden aan de voorwaarden in het Vrijstellingsbesluit. De keuze om vanuit het project niet sterk te sturen op de verdeling van kunstmest N is genomen om de volgende redenen:

1. De onderzoeksvraag 'Hoe wordt de extra gebruiksruimte in het bemestingsplan en bemestingsstrategie geïntegreerd?' kan niet goed beantwoord worden, als vanuit het project sterk op de uitvoering zou worden gestuurd.
2. We veronderstellen dat de deelnemers zelf beter in staat zijn een optimale invulling te geven aan de verdeling van meststoffen dan onderzoekers die de toch op zekere afstand staan van de bedrijven.
3. Dit onderzoek zal uiteindelijk moeten leiden tot een systeem dat veehouders zelf moeten kunnen hanteren, zonder ondersteuning van adviseur of onderzoeker.

Het project faciliteert overigens wel de uitwisseling van ervaringen en visies van deelnemers over de uitvoering.

2.2 Analyse

De analyse van resultaten, verkregen in dit onderzoek, is uitgevoerd op basis van de resultaten van de KLW. Het gebruik van de KLW als basis ligt voor de hand omdat de KLW ook het centrale 'afrekeninstrument' zal zijn als ertoe besloten wordt om het traject van flexibele bemesting op te nemen in regelgeving. Op de Koeien & Kansen-bedrijven zijn daarnaast de 'referentie-nutriënten-kringlopen' bij de analyse betrokken. Deze kringlopen zijn opgesteld volgens de methodiek die in Koeien & Kansen gangbaar is en die uitvoerig is beschreven in Oenema (2013). Deze referentie-kringlopen worden gebruikt in de BEN-pilot omdat ze meer inzicht geven in de bedrijven wat bijdraagt aan het duiden en begrijpen van KringloopWijzer-resultaten. Deze tweeledige benadering had tot doel de kwaliteit van de gegevens te borgen.

De analyse in dit onderzoek is gericht op: i) het in beeld brengen van de landbouwkundige en milieukundige effecten van het gebruik van de Extra kunstmest N en ii) de mate waarin bij gebruik van de toebedeelde extra kunstmest N voldaan wordt aan milieukundige randvoorwaarden.

2.2.1 Effecten van extra kunstmest stikstof

Het effect van de extra kunstmest N op opbrengsten van N wordt afgeleid van het verschil tussen de N opbrengsten van 2014 en 2015 en van de drie jaren ervoor (2011 t/m 2013). Zo ook, wordt het effect van de extra kunstmest N op N overschotten afgeleid van het verschil tussen de N overschotten van 2014 en 2015 en die van drie jaren ervoor (2011 t/m 2013).

Het effect van de extra kunstmest N op de nitraatuitspoeling wordt op vergelijkbare manier geanalyseerd.

De analyse van landbouwkundige effecten van kunstmest N wordt uitgewerkt voor de voederwaarde van de gewassen, in het bijzonder het Ruw Eiwit (RE) gehalte, de droge stofopbrengst en de fosfaatopbrengst.

2.2.2 Functioneren binnen milieuranvoorwaarden

Een onderdeel van de analyse is de beoordeling van de resultaten tegen van tevoren vastgestelde milieuranvoorwaarden. Deze randvoorwaarden zijn:

1. Het maximaal acceptabel N bodemoverschot dat voor elk bedrijf bepaald kan worden (Tabel 2.3), wordt niet overschreden;
2. De nitraatnorm van 50 mg per liter in het bovenste grondwater wordt niet overschreden.

Het maximaal acceptabel N overschot op de bodembalans is ontleend aan de rekenschema's die zijn gebruikt bij de afleiding van de generieke gebruiksnormen en bij de onderbouwing van de derogatie van de nitraatrichtlijn (Schröder et al., 2015, zie ook Tabel 2.2). De acceptabele overschotten zijn de overschotten die corresponderen met de gebruiksnormen. Een meer gedetailleerde toelichting over de achtergrond van deze waarden is opgenomen in hoofdstuk 6.3.

Tabel 2 Maximaal acceptabel bodemoverschot van stikstof voor gras en maïs (kg per ha, vertaald naar Schröder et al., 2015).

	Grasland		Maïsland	
	Maaïen	Maaïen en weiden ¹⁾	Maaïen	Maaïen en weiden ¹⁾
Zand	96	112	60	76
Klei	149	187	72	88
Veen	287	334	-	-

¹⁾ Met 'Maaïen en weiden' wordt bedoeld: op bedrijven waar het vee geweid wordt. Een forfaitaire opbrengst van maïsland bij 'Maaïen en weiden' geldt dus voor een bedrijf waar geweid wordt.

2.3 De bedrijven

De bedrijven in de BEN-pilot zijn:

1. Baltus, te Middenmeer in Noord Holland (Koeien & Kansen);
2. Pijnenborg-Van Kempen (korthedshalve aangeduid als Pijnenborg), te IJsselsteyn in Limburg (Koeien & Kansen);
3. Buijs, te Etten-Leur in Noord Brabant (Koeien & Kansen);
4. Levers, te Lelystad in Flevoland (Praktijknetwerk Duurzame Voerproductie);
5. Schouten, te Zeewolde in Flevoland (Praktijknetwerk Duurzame Voerproductie);
6. Zijderveld, te Zeewolde in Flevoland (Praktijknetwerk Duurzame Voerproductie).

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.

Het bedrijf Baltus is in 2015 overgegaan naar de BES pilot met een bemestingsplan dat afwijkt van de BEN¹. De resultaten van Baltus voor 2015 zijn niet in de BEN in beschouwing genomen.

¹ In de BES pilot wordt dierlijke mest gebruikt in een hoeveelheid die overeenkomt met evenwichtsbemesting voor fosfaat (geen accumulatie, geen uitmijning). De hiermee corresponderende aanvoer van dierlijke N kan hoger zijn dan de generieke gebruiksnorm. Het overschot van N op de bodembalans blijft binnen het maximaal acceptabel niveau door minder kunstmest N te gebruiken als compensatie voor de hogere aanvoer van dierlijke mest N.

2.4 Gegevensverzameling

2.4.1 Aan- en afvoer van stikstof en fosfaat

De stikstof- en fosfaataanvoer naar de bodem bestaat uit de componenten: *i*) aanvoer met drijfmest, *ii*) aanvoer door excretie in de weide, *iii*) aanvoer via atmosferische depositie en *iv*) binding van stikstof met vlinderbloemigen (klaver). De bovengrondse afvoer bestaat uit gewasopbrengsten (Schröder *et al.*, 2016).

De aanvoer met drijfmest wordt berekend als het product van het stikstof- en fosfaatgehalte in mest en de mestgift. De gehalten worden bepaald door bemonstering van mest en de mestgift wordt uitgelezen bij aanwending en geregistreerd. De atmosferische depositie naar de bodem wordt ontleend aan landelijke gegevensbestanden (Velders *et al.*, 2010). De weidemestexcretie wordt afgeleid van het aantal weidedagen en - uren en de totale excretie. De N binding met vlinderbloemigen wordt berekend als het product van de geschatte opbrengst van klaver (kg ds per ha) en de N binding per kg droge stof klaver. De geschatte klaveropbrengst wordt geschat als ½ maal de klaverbezetting maal de opbrengst van het gras-klavermengsel. Voor de N binding per kg droge stof wordt een bedrag van 0,03 kg aangenomen (Van der Meer *et al.*, 1989).

De afvoer van stikstof en fosfaat met gewas wordt berekend als het product van droge stofopbrengsten en de gehalten in de gewassen. De gehalten worden bepaald door monsternamen van geoogst product. De droge stof opbrengsten worden geschat door het wegen van opraapwagens over de weegbrug en correctie voor het droge stofpercentage van het geoogst product (op bedrijf Schouten wordt intensief van 1 representatief perceel het gewicht van gemaaid gras gewogen en wordt het droge stof gehalte van gewogen materiaal bepaald). Waar dat niet mogelijk is, worden verschillende waarnemingen gecombineerd: visuele schatting eventueel aangevuld met de grashoogtemeter en schatting van kuilvolumes. De opname in de weide wordt visueel geschat. Alle gegevens worden opgenomen in een zogenoemde 'Perceelsregistratie'. De gegevensverwerking is in detail beschreven door Oenema (2013). De aan- en afvoer van stikstof en fosfaat worden tevens berekend met behulp van de KLW.

2.4.2 Verliezen naar grond- en oppervlaktewater

Op de bedrijven van 'Koeien & Kansen deelnemers wordt nitraatuitspoeling naar grondwater gemeten op bedrijfsniveau volgens de methode LMM (Hooijboer en Weijs, 2013). Op bedrijven waar dat mogelijk is, wordt drainwater bemonsterd. Van de bedrijven in de Flevopolder (geen Koeien & Kansen-bedrijven) 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. Daarom is het niet mogelijk de effecten van BEN-bemesting op nitraatuitspoeling te analyseren. Bemonstering van nitraat in het bovenste grondwater vindt plaats in de zomer. Bij de analyse wordt verondersteld dat de waarnemingen van elke zomer, gerelateerd zijn aan het management in het voorafgaande jaar (groeiseizoen). Bemonstering van drainwater vindt plaats in de winter en is gerelateerd aan het management in het direct voorafgaande groeiseizoen.

2.4.3 Voederwaarde

In de loop van het groeiseizoen worden kuilmonsters genomen, zodat dan al informatie beschikbaar komt over het ruw eiwit gehalte (RE) en de energiewaarde (VEM) in grasland. De resultaten worden lopende het groeiseizoen en na het groeiseizoen geëvalueerd tijdens een bijeenkomst van de deelnemende veehouders, hun adviseur en onderzoekers.

3 Verwachting

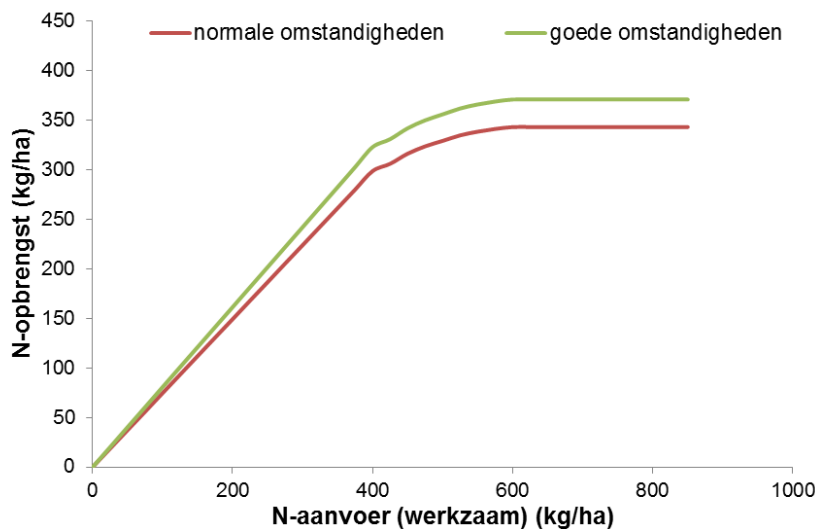
3.1 De terugwinning van N is onvolledig

De extra beschikbare kunstmest N kan worden toegepast in gras en in maïs. Ook bij management dat ingesteld is op een efficiënt gebruik van meststoffen, is de terugwinning van toegediende N praktisch altijd onvolledig. Een deel van de toegediende N wordt omgezet in niet voor gewasopname beschikbare verbindingen. De terugwinning wordt uitgedrukt als ANR (Apparent Nitrogen Recovery), d.i. teruggewonnen N/gegeven N. De onvolledigheid van de terugwinning komt ook tot uiting in het N overschot. Als de ANR 50% is, vertaalt extra toegediende N zich voor de helft in een hogere N opbrengst en voor de helft in een hoger overschot. Onvolledige terugwinning impliceert dan ook dat een hogere aanvoer van N altijd leidt tot een toename van het N overschot.

3.2 Invloeden op de N terugwinning

Bij een laag N bemestingsniveau, wordt een groter deel van toegediende N teruggewonnen dan bij een hoog N bemestingsniveau (de wet van de verminderende meeropbrengst, geïllustreerd in de zogenaamde opbrengst responscurve in Figuur 1). De reactie van de N opbrengst op de N bemesting is verschillend voor gras en maïs (Ten Berge et al., 2002). Bovendien hebben management en omgevingsomstandigheden invloed op de reactie op N bemesting. Op verschillende bedrijven zal de opbrengst responscurve er, voor hetzelfde gewas, dan ook niet hetzelfde uitzien (Schröder et al., 2009).

Dat betekent dat het effect van extra kunstmest N op de N opbrengst en het N overschot per bedrijf zal verschillen, afhankelijk van het bemestingsniveau waaraan de extra kunstmest N wordt toegevoegd, het management en de omgevingsomstandigheden. Dit is geïllustreerd in Figuur 3.1 die voor normale en goede omstandigheden het verband weergeeft van de N opbrengst van gras op de beschikbaarheid van werkzame N uit de verschillende bronnen.



Figuur 3.1 Respons van gras op het aanbod van werkzame N bemesting (kg per ha) vrij vertaald naar J.J. Schröder, persoonlijke communicatie.

Tabel 3.1 Terugwinningsfractie van N (ANR) bij verschillende N bemestingsniveaus (N werkzaam, kg per ha, vrij vertaald naar J.J. Schröder, persoonlijke communicatie).

N werkzaam	Gras	Maïs
50	0.98	0.81
100	0.92	0.72
150	0.86	0.63
200	0.80	0.54
250	0.74	0.45
300	0.68	0.36
350	0.62	0.27
400	0.56	0.18

3.3 Verwachting per bedrijf

Als de N respons van gras en maïs per bedrijf op werkzame N bekend is, kan een schatting gemaakt worden van de verdeling van de extra kunstmest stikstof over opbrengst en overschot. Daardoor zouden curves, zoals weergegeven in Figuur 3.1 volledig bedrijfsspecifiek gemaakt kunnen worden (dat zijn ze nu niet). Daarvoor zouden N trappen-proeven per bedrijf beschikbaar moeten zijn. We moeten het hier echter doen met jaarresultaten van gegeven N en N opbrengst zonder getrapte niveauverschillen hierin. Dat is voldoende voor de BEN. De essentie van het bedrijfsspecifieke karakter van de BEN-pilot is namelijk het aansluiten op de bewezen gewasopbrengst en veel minder op het werken met een voorspelde N terugwinning per bedrijf. We streven dus niet naar het bedrijfsspecifiek bepalen van de N respons van gras en maïs en baseren de verwachting op algemene, niet-bedrijfsspecifieke verbanden tussen beschikbare N en N terugwinning.

Een algemene schatting van de terugwinning kan ontleend worden aan Tabel 3.1. Bij een niveau van werkzame N van 250-400 kg per ha dat correspondeert met de gebruiksnormen in gras voor verschillende bodemtypen is de terugwinningsfractie van de orde van grootte 0.56 tot 0.74. Bij een niveau van werkzame N van 150-250 kg per ha dat correspondeert met de gebruiksnorm in maïs voor verschillende bodemtypen is de N terugwinning van de orde van grootte 0.45 tot 0.63. Op bedrijfsniveau zijn deze waarden terug te brengen door het volgende eenvoudige richtsnoer:

1. Op bedrijfsniveau zal ongeveer de helft van de extra kunstmest N teruggewonnen worden met opbrengst.
2. Bij inzet van de extra kunstmest N op gras zal de terugwinning hoger zijn dan in maïs.
3. Naarmate het huidige niveau van N bemesting waar de extra kunstmest N aan wordt toegevoegd, lager is (lager ten opzichte het niveau waar de N respons vlakker wordt) is de N terugwinning hoger.

Tabel 3.2 geeft weer wat het effect is van de extra kunstmest N ruimte op opbrengsten en overschotten als de helft van de extra gegeven kunstmest N wordt teruggewonnen.

Tabel 3.2 Verwacht effect van gebruik van extra kunstmest N op de N onttrekking met voedergewas en het N overschot op de bodembalans (kg per ha).

		Baltus	Buijs	Pijnenborg	Schouten	Levers	Zijderveld	Project
2014	Onttrekking	8	12	16	14	12	28	15
	Overschot	8	12	16	14	12	28	15
2015	Onttrekking	12	8	16	14	12	28	15
	Overschot	12	8	16	14	12	28	15

4 Verdeling van mest, bedrijfscontext en teeltomstandigheden

Dit hoofdstuk gaat eerst, in paragraaf 4.1, in op de wijze waarop de BEN-bedrijven de vergunde extra kunstmest stikstof hebben ingezet. Paragraaf 4.2 beschrijft de context en het management op de BEN-bedrijven. Dit geeft een beeld van onder welke omgevingsomstandigheden hoge gewasproductie mogelijk is en welke (combinatie van) maatregelen deel uitmaken van deze bedrijfscontext. Paragraaf 4.3 gaat in op de weersgesteldheid in 2014 en 2015 en op de grondsoort van de BEN-bedrijven. Paragraaf 4.4 geeft conclusies weer.

4.1 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. Tabel 4.1 geeft weer hoe de extra beschikbare kunstmest N door de deelnemers verdeeld werd. Het volgende valt op:

- De deelnemers hebben de extra kunstmest N over het algemeen volledig gebruikt. De uitzonderingen zijn Zijderveld en Pijnenborg. In 2014 heeft Zijderveld 810 kg kunstmest N overgehouden. Hij had deze kunstmest nog laat in het groeiseizoen beschikbaar en vond het niet verantwoord om deze in de laatste snede gras nog in te zetten. In 2015 heeft Pijnenborg de kunstmestruimte niet volledig benut om dezelfde reden als Zijderveld het jaar ervoor.
- De extra kunstmest N werd gebruikt in gras. Alle deelnemers gaven ook aan dat in gras de meeste verschijnselen van N gebrek optraden. Genoemd werden: een laag ruw eiwit gehalte (RE) in voorjaarskuilen en kroonroest in de laatste snedes gras. De kunstmest werd zowel in 2014 als in 2015 vooral ingezet op maaipercelen. Bij Pijnenborg zijn dit percelen op enige afstand van de bedrijfsgebouwen. Ook nieuw ingezaaid gras kreeg extra kunstmest N om de vorming van de graszode te bevorderen.
- Sommige deelnemers kozen bewust voor het gebruik van de extra kunstmest N vroeg in het voorjaar, bij bemesting van de 1^e en 2^e snede om een hoger RE gehalte in de voorjaarskuil te realiseren. Pijnenborg verdeelde de N gelijk over alle snedes. Zijderveld gebruikte juist meer in laatste snedes om kroonroest² tegen te gaan. Ook het de visie van deelnemers op het risico van verliezen door eventueel tegenvallend weer gedurende de eerste snedes speelde mee bij de beslissing om de extra kunstmest gelijk te verdelen of juist laat in te zetten. Zijderveld besloot in 2015 de extra kunstmest wat vroeger in te zetten dan in 2014. Schouten, die in 2014 vroeg was met de inzet van kunstmest, schoof in 2015 juist iets meer naar gelijkmatige inzet over het seizoen.
- De keuzes met betrekking tot het soort kunstmest zijn verschillend per bedrijf. Buijs en Pijnenborg passen mineralenconcentraat toe. Dat is een vloeibare kunstmest op basis van ammonium. De overige deelnemers gebruikten KAS of KAS-Zwavel.

Tabel 4.1 Inzet en verdeling van extra beschikbare kunstmest N op de BEN-bedrijven.

Bedrijf	Gebruik	Verdeling over gewassen	Verdeling	Verdeling over snedes
Baltus ¹⁾	Volledig	100% gras	Gelijk over gras (alle maaipercelen)	1 ^e , 2 ^e
Buijs	Volledig	100% gras	Gelijk over maaipercelen	1 ^e , 2 ^e en 3 ^e
Pijnenborg	Onvolledig (2015)	100% gras	Gelijk over maaipercelen	Alle
Schouten	Volledig	100% gras	Vooral maaipercelen, vooral op nieuw ingezaaid grasland	1 ^e , 2 ^e
Levers	Volledig	100% gras	Gelijk over maaipercelen	1 ^e , 2 ^e , 3 ^e en 4 ^e
Zijderveld	Onvolledig (2014)	100% gras	Gelijk over weidepercelen en maaipercelen	2014: 4 ^e en 5 ^e 2015: alle

¹⁾ Baltus nam alleen 2014 mee aan de BEN-pilot.

²⁾ Kroonroest is een vrij algemeen waargenomen probleem en wordt door de deelnemers beschouwd als een teken van een relatief stikstof tekort in het najaar.

Tabel 4.2 geeft de bemestingsniveaus in gras weer. De niveaus zijn geaggregeerd op bedrijfsniveau en hebben betrekking op weidepercelen, maaipercelen en percelen in bijzonder beheer. Beheersgras was niet aanwezig in 2014 en 2015. Het verschil tussen het totale gebruik van kunstmest N tussen 2014 en 2015 enerzijds en de referentie jaren 2011 t/m 2013, was niet altijd op alle bedrijven exact gelijk aan de toegekende extra ruimte. Dat heeft verschillende oorzaken. Enerzijds hebben Pijnenborg en Zijderveld de extra kunstmestruimte niet steeds helemaal gebruikt (zie ook tabel 4.1). 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, 2016). Tabel 4.3 geeft een overzicht van het gebruik van toeslagen. Daarboven op komt nog dat voor klei 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 bedrijfsspecifieke aanvulling. Op de kleibedrijven is de gebruikruimte dus verhoogd met de bedrijfsspecifieke extra ruimte plus de generieke verhoging met 35 kg per ha. Het totale N bemestingsniveau was dus conform de gebruiksnorm plus toeslagen en de generieke verhoging.

Tabel 4.2 Stikstofbemesting van grasland (kg per ha) op de BEN-bedrijven in de referentie jaren 2011 t/m 2013, en in 2014 en 2015.

	Kunstmest	Drijfmest	Weidemest
2011 t/m 2013			
Baltus	314	302	0
Buijs	226	323	52
Pijnenborg	125	239	87
Schouten	234	352	30
Lever	196	379	0
Zijderveld	228	231	31
2014			
Baltus	308	256	0
Buijs	245	247	49
Pijnenborg	161	258	69
Schouten	289	254	31
Lever	251	348	0
Zijderveld	266	301	27
2015			
Baltus ¹⁾	-	-	-
Buijs	256	179	39
Pijnenborg	271	121	59
Schouten	242	317	33
Lever	328	259	0
Zijderveld	274	289	35
2014-2015			
Baltus	308	256	0
Buijs	251	213	44
Pijnenborg	216	190	64
Schouten	266	286	32
Lever	290	304	0
Zijderveld	270	295	31

¹⁾ Baltus nam in 2015 niet deel aan de BEN-pilot.

Tabel 4.3 Toeslagen op de kunstmest N gebruiksnorm op de gebruikruimte in verband met een voorvrucht of volgvrucht in akkerbouwmatige teelten.

		Baltus	Buijs	Pijnenborg	Schouten	Levers	Zijderveld
2014	Kg totaal	2800	0	0	0	855	750
	Kg per ha	67		0	0	10	15
2015	Kg totaal	2800	605	0	0	990	716
	Kg per ha	67	10	0	0	12	14

4.2 Management

4.2.1 Bedrijfsstructuur en ruwvoerteelt

Tabel 4.4 geeft een overzicht van algemene bedrijfskenmerken van de BEN-bedrijven. De bedrijven Levers, Schouten, Zijderveld, en Baltus combineren teelt van voedergrassen met teelt van consumptiegrassen in samenwerking met akkerbouwers. Gras wordt er afgewisseld met aardappel, ui of bloembollen. De akkerbouwgrassen zijn bij Baltus, Schouten en Zijderveld niet als onderdeel van het teeltplan opgenomen omdat de percelen waar deze teelten worden uitgevoerd in het jaar dat deze teelten worden uitgevoerd, verhuurd worden aan akkerbouwers en daardoor, ook in de KringloopWijzer, niet als onderdelen van de melkveebedrijven geregistreerd staan. Buijs, te Etten-Leur neemt in zijn regio een bijzondere positie in door de akkerbouwmatige teelt van voedergrassen. Er is veel aandacht voor de keuze van gewassen in het teeltplan. Zo worden veldbonen geteeld die als krachtvoervanger fungeren en worden vlinderbloemigen gezaaid om stikstof te binden. Bovendien wordt rode klaver toegepast in gras/klaver mengsels om op percelen waar dit nodig is de bodemstructuur te verbeteren. Op bedrijf Pijnenborg dwingt de krappe ruwvoerpositie tot opbrengstmaximalisatie. Hier domineren gras en maïs in het bouwplan, meer dan bij de andere BEN-bedrijven. Op alle BEN-bedrijven zijn zowel de ruwvoerteelt als de akkerbouwmatige teelten gericht op maximale productie en maximale kwaliteit, wat deels verklaard wordt door de grondprijs en als afgeleide daarvan de productie-intensiteit. In deze productie-omgeving is op het merendeel van de bedrijven wel ruimte voor beweiding.

Tabel 4.4 Kenmerken van deelnemende bedrijven in de BEN-pilot (situatie 2015).

	Baltus	Buijs	Pijnenborg	Levers	Schouten	Zijderveld
Areaal						
Gewassen (ha)	43,2	58,6	36,8	82,7	56,5	49,9
Productiegras (ha)	34,6	47,7	30,6	67,2	45,6	42,7
Beheersgras (ha)	0	0	0	0	0	0
Maïs (ha)	8,6	0	6,2	0	10,9	7,2
Akkerbouw (ha)	0	10,9	0	15,5	0	0
Dieraantallen						
Melkkoeien	126	120	117	223	136	135
Jongvee	87	93	95	140	89	104
Overig graasdieren	0	0	5	0	0	1
Beweiding						
Koeien (dgn/jr)	0	125	120	0	126	120
Koeien (uur/dag)	0	6	6	0	6	6
Pinken (dgn/jr)	0	76	60	0	0	0
Melkproductie						
Productie (kg per ha)	27.225	18.928	28.502	22.747	22.158	21.028
Productie (kg per koe)	9.330	9.241	8.940	8.459	9.205	7.746

4.2.2 Bemesting en mestmanagement

Tabel 4.5 geeft een impressie van enkele aspecten van het mestmanagement. Een opvallend kenmerk van de BEN-bedrijven is dat er veel aandacht is voor zorgvuldige toepassing van zowel kunstmest als dierlijke mest:

- Drijfmest wordt meer dan gemiddeld bemonsterd om de bemesting en de mestverdeling te optimaliseren.
- Er is veel aandacht voor de keuze van de soort kunstmest, zoals KAS, KAS Zwavel, N kunstmest in combinatie met nitrificatieremmers, producten op basis van vloeibare ureum en mineralenconcentraat.
- De mestopslagen hebben ruim voldoende capaciteit zodat ontijdige bemesting slechts in uitzonderlijke situaties voorkomt. Op intensieve bedrijven buiten de BEN valt het moment van mestafvoer vaak min of meer samen met bemesting van maïs op het eigen land en de bemesting van de 2^e snede gras. Gras is dan sluitpost met als gevolg dat er onvoldoende mest beschikbaar is. Dit doet zich bij de BEN-bedrijven nauwelijks voor, mede doordat gestuurd wordt in de momenten van mestafvoer.
- Er worden bewuste keuzes gemaakt over het al dan niet differentiëren van de jaargift in verschillende percelen (perceelsgericht bemesten), rekening houden met nalevering in akkerbouw na het onderploegen van gras, het bemesten met sleepslangen om bodemverdichting te voorkomen, het verdunnen van mest bij aanwending met water om ammoniakemissie te beperken en een snelle indringing van mest in de bodem te bewerkstelligen en het moment van aanwenden (direct na oogst van de vorige maaisnede of enkele dagen erna).

4.2.3 Graslandmanagement

Tabel 4.6 geeft een overzicht van het graslandmanagement:

- Op de bedrijven in de Flevopolder is al het land in vruchtwisseling en is er dus geen blijvend grasland.
- Sommige bedrijven werken met gras/klavermengsels om de N beschikbaarheid voor gras te verhogen. Rode klaver wordt ook toegepast vanwege een gunstig effect op de bodemkwaliteit. Opgemerkt wordt het moeilijk stuurbare karakter van witte klaver (verdwijnen of juist te uitbundig aanwezig zijn, ongelijkmatige verdeling). Bij rode klaver wordt het soms als bezwaarlijk beschouwd dat het gewas hoog en bossig kan worden, zodat het gras wegduwt.
- Op de bedrijven met blijvend grasland is de botanische samenstelling meer een punt van zorg en aandacht dan op de bedrijven met alleen tijdelijk grasland. De deelnemers die beweiden, doen dat mede om de zodedichtheid te bevorderen. Op bedrijf Schouten worden percelen jaarlijks met een expert gecontroleerd met het oog op de benodigde onkruidbestrijding.
- Op de meeste bedrijven wordt flink geëxperimenteerd met verschillende grasrassen. Mengsels weerspiegelen een streven naar combinatie van dichtheid van de zode en opbrengstpotentieel. Maar ook de voederwaarde geeft aanleiding tot bewuste keuzes. Baltus en Levers ervaren problemen met een laag ADL (een kuil met een laag ADL geeft weinig structuur). Dat probleem doet zich vaak voor door gras in een jong groeistadium te maaien, maar beide veehouders oogsten juist zware snedes. Deze problematiek geeft aanleiding tot een zoektocht naar alternatieve grassen.
- In het algemeen is zeer veel aandacht voor bodemstructuur. Dit kan ook al wel opgehaakt worden uit het veelvuldig gebruik van de sleepslangaanvoer bij bemesting. Maar bij alle bodembewerking staat bandendruk en geduld bij onvoldoende draagkracht centraal.
- Levers constateerde in 2014 en 2015 bladvlekkenziekte in één van zijn graskavels. Dit kost om hem naar eigen schatting 30-40% van zijn opbrengst. Zijdeveld heeft te maken met ganzenvraat. De totale vraatschade werd in 2011 tot en met 2013 geraamd op 20 ton droge stof, in 2014 op 48 ton droge stof en in 2015 op 56 ton droge stof. Omgeslagen over 42 ha grasland komt dat neer op een derving van oogstbare opbrengst van respectievelijk 0,7, 1,1 en 1,3 ton droge stof per ha. Buijs gaf aan dat de botanische samenstelling op zijn weidepercelen in 2014 sterk onder druk stond. Dit werd deels veroorzaakt door relatieve droogte in 2014. De gevolgen daarvan waren volgens hem ook in 2015 merkbaar.

4.2.4 Bouwlandmanagement

Tabel 4.7 geeft een overzicht van het bouwlandmanagement:

- Er zijn diverse vruchtwisselingsschema's, zowel met voedergewassen zoals maïs en triticale (een graangewas) als met consumptiegewassen. Levers en Zijderveld hebben met enige regelmaat afgezien van de teelt van maïs (vanwege de voorwaarde die verbonden is aan derogatie dat 80% van het bedrijfsareaal bestemd moet zijn voor gras). De veehouders kopen dan maïs aan. Levers ziet maïs als een gewas dat de bodemstructuur bijzonder onder druk zet.
- Evenals bij graslandmanagement, is er bij bouwlandmanagement veel aandacht voor bodemstructuur. Dit is ook wel begrijpelijk omdat akkerbouwgewassen nog meer dan gras gevoelig zijn voor bodemverdichtingsproblemen.
- Beperken van rijschade gebeurt door vele kleine aanpassingen (lage bandendruk, bewust omgaan met rijpaden over het land, niet berijden bij onvoldoende draagkracht van de grond).
- Een 2^e gewas voor of na een akkerbouwgewas is algemene praktijk. Binnen bepaalde voorwaarden, mag een dergelijk 2^e gewas bemest worden. Deze mogelijkheid verruimt de kunstmestruimte bovenop de 'kale' gebruiksnorm. Het al dan niet oogsten van het 2^e gewas (meestal gras) is een afweging tussen de ruwvoerpositie en de waarde van ondergeploegd organisch materiaal voor de bodemkwaliteit. Deze afweging verschilt per bedrijf.

Tabel 4.5 Het mestmanagement op de BEN-bedrijven.

	Baltus	Buijs	Pijnenborg	Levers	Schouten	Zijderveld
<i>Opslag</i>						
Opslag capaciteit mest (mnd)	7,5	10,6	10	10,3	11,2	12,2
Beschikbaarheid mest voor 2 ^e snede gras	Voldoende	Voldoende	Voldoende ⁴⁾	Voldoende ⁴⁾	Voldoende	Voldoende
<i>Bemonstering</i>						
Alle voorraden/af te voeren mest	Alle voorraden	Alle voorraden	Alle voorraden	Alleen afvoer ⁵⁾	Alle voorraden	Alle voorraden
Aantal bemonsteringen per jaar	3	2	1	2-5	30 monsters	1
<i>Verdeling</i>						
Op basis van gehalten/kuubs	Kuubs	Gehalten	Gehalten	Gehalten	Kuubs	Kuubs
Perceelsgericht bemesten	Nee	Ja	Ja ⁷⁾	Nee	Ja ⁷⁾	Ja ⁷⁾
Minder bemesting in akkerbouw na gras	Ja ¹⁾	Enigszins	Nee	Ja	Ja	Nee
Nul bemesting in 1 ^e jr akkerbouw na gras	Nee ²⁾	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee
Drijfmestrijenbemesting	I.c.m. woelen	Wens	Wens	Nee	Nee	Nee
<i>Aanwending</i>						
Verdunning bij aanwending	Ja ³⁾	Spoelwater	Nee	Ja	Nee, is al dun	Ja
Drogend weer vermijden	Ja	Ja	Ja	Nee ⁶⁾	Ja ⁸⁾	Ja
Bemesten met sleepslang	Ja	Ja	Nee	Ja	Ja	Ja
Indien nodig uitgestelde bemesting	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

¹⁾ Maar dit valt niet binnen het bedrijf, want gebeurt op land dat verhuurd is aan akkerbouwer.

²⁾ De nalevering schiet te kort om niet te bemesten.

³⁾ Verdunnen van mest vindt een beetje plaats bij de eerste gift om mest goed verpompbaar te maken. Tijdens de 1^e gift is de bodem nat en de temperatuur laag waardoor mest niet droog op het land blijft liggen en noodzaak voor verdunnen met het oog op mestbenutting beperkt is. Bij tweede en derde wordt met 1 op 1 verdund en bij de vierde met 50 %.

⁴⁾ Deels door gespreide mestafvoer.

⁵⁾ Maar dit gebeurt allemaal uit dezelfde voorraad, zodat deze bemonstering ook een beeld geeft van de mest die op het eigen land komt.

⁶⁾ Kost werkbare uren voor deze handeling en heeft niet de prioriteit ten opzichte van andere aandachtspunten.

⁷⁾ Waarbij vooral verschillen tussen maaien/weiden en rotatie-effecten van belang zijn.

⁸⁾ Ook door uitrijden in gras dat minimaal 7 cm hoog staat.

Tabel 4.6 Overzicht van graslandmanagement op de BEN-bedrijven.

	Baltus	Buijs	Pijnenborg	Levers	Schouten	Zijderveld
<i>Blijvend grasland</i>						
Frequentie graslandvernieuwing	Nvt ¹⁾	Eens per 6 jr	Eens per 4/5 jr	Nvt ¹⁾	Indien nodig	Nvt ¹⁾
Beoordeling botanische samenstelling	Nvt	Goed	na 4 jr onvoldoende	Nvt	Ja	Nvt
Klaver in grasland	Nvt	Nee	Nee	Nvt	Nee	Nvt
Wiedegen vr. zodebehoud	Nvt	Ja	Soms	Nvt	Zelden	Nvt
Doorzaaien vr. zodebehoud	Nvt	Ja	Nee	Nvt	Zelden	Nvt
Overige maatregelen voor zodebehoud	Nvt	Beweiden	Beweiden, zie bij tijdelijk gras	Nvt	Beweiden, mollen bestr.	Nvt
Zaaigoed	Nvt	BG11	di-,tetraploid ²⁾ , Thimothee	Nvt	Weidemengsel	Nvt
<i>Tijdelijk grasland</i>						
Beoordeling botanische samenstelling	Goed	Goed	Holler dan blijvend	Goed	Goed	Goed
Wiedegen voor zodebehoud	Nee	Ja	Nee	Nee	Zelden	Soms
Doorzaaien voor zodebehoud	Nee	Nee	Nee	Nee	Zelden	Ja
Overige maatregelen voor zodebehoud	Woelen voor inzaai	Water afvoeren natte plekken	Niet te kort of te laat maaien, rijschade beperken	Rijschade beperken	goed bemesten, Cambridgerol ³⁾	Volvelds inzaaien
Zaaigoed	40% diploid, 60% tetra ²⁾	Maaimengsel (tetraploide)	Maaimengsel (tetraploide)	E.raai, thimothee, rietzwenk	50% tetra, 50% diploid	Weidemengsel
Klaver in grasland	Experiment	Rode en witte	Rode	Witte en rode	Nee	Nee

¹⁾ Alle land is in vruchtwisseling.

²⁾ Een tetraploid is een gewas (gras in dit geval) waarvan de cellen een dubbele hoeveelheid chromosomen bevatten. Tetraploïden zijn vaak groter en vormen meer droge stof. Diploïden vormen in het algemeen een dichtere zode.

³⁾ Stimuleren van uitspoeling van het gras.

Tabel 4.7 Overzicht van bouwlandmanagement op de BEN-bedrijven.

	Baltus	Buijs	Pijnenborg	Levers	Schouten	Zijderveld
Vruchtwisseling akkerbouw/grasland	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja, behalve maïs op afstand
Schema ¹⁾	g-g-a of g-m-a	g-g-g-g-m-m-gr	g-g-g -a-m	g-g-g-tu-bt of g-g-g-tu of g-g-g-tu-ui	g-g-g-g-g-ui ²⁾	g-g-g-g-tu-g-ui
Aanwezigheid voorgewas voor maïs	Ja	Ja	lt. raai + Rz	I.g.v. maïs	Nee	Nee
Oogst voorgewas voor maïs	Ja	zo mogelijk	ja, in toekomst Nee	-	N.v.t.	Nee
Onderploegen voorgewas	Nee	komt voor	Nee	-	N.v.t.	Nee
Bemesting voorgewas	Ja	bij goed gewas	Ja	-	N.v.t.	nee
<i>Bodembewerking</i>						
Teelt bodemverbeterend gewas	Nee	Ja	Triticale en Japanse haver	Ja (rode klaver)	Nee	Nee
Egaliseren	n.v.t.	pleksgewijs	N.v.t.	N.v.t.	Nee	N.v.t.
Oplossen natte plekken	n.v.t.	Ja		N.v.t.	N.v.t.	Geduld
Overige maatregelen voor bodemverbetering	Maïs op stroken	Rijschade beperken	Ploegen met ondergronder, rijschade beperken	Rijschade beperken	Geduld, goede afwatering ²⁾	Beperken druk bij berijden

¹⁾ g = gras, m = maïs, a = aardappel, gr = graan, tu = tulp, bt = biet, ui = ui.

²⁾ Schouten ploegt na de teelt van uien niet, maar trekt het land los met een woeler tot ongeveer 15 cm diepte, gevolgd door rotorkoepgen voor het inzaaien.

4.3 Bodem en weersomstandigheden

De typering van grondsoorten, zoals per bedrijf opgenomen in de KringloopWijzer, is vrij algemeen. Daarom is voor de BEN-bedrijven ook een nadere typering aangegeven in Tabel 4.8 (Grondsoortenkaart, 2006). We zien dat er verschillen zijn tussen bedrijven, maar dat ook binnen bedrijven verschillen voorkomen. Grondsoort '1' is het dichtst bij de locatie en het meest voorkomend, grondsoort '2' is dat iets minder en '3' nog minder. De grondsoorten in de Flevopolder (Levers, Schouten en Zijderveld) staan bekend om hun hoge landbouwkundige waarde, evenals de Wieringermeergronden waarop het bedrijf Baltus gevestigd is. In Bijlage I zijn de bodemkundige en codes en bodemprofielen weergegeven voor deze grondsoorten.

Tabel 4.8 Grondsoort op de BEN-bedrijven

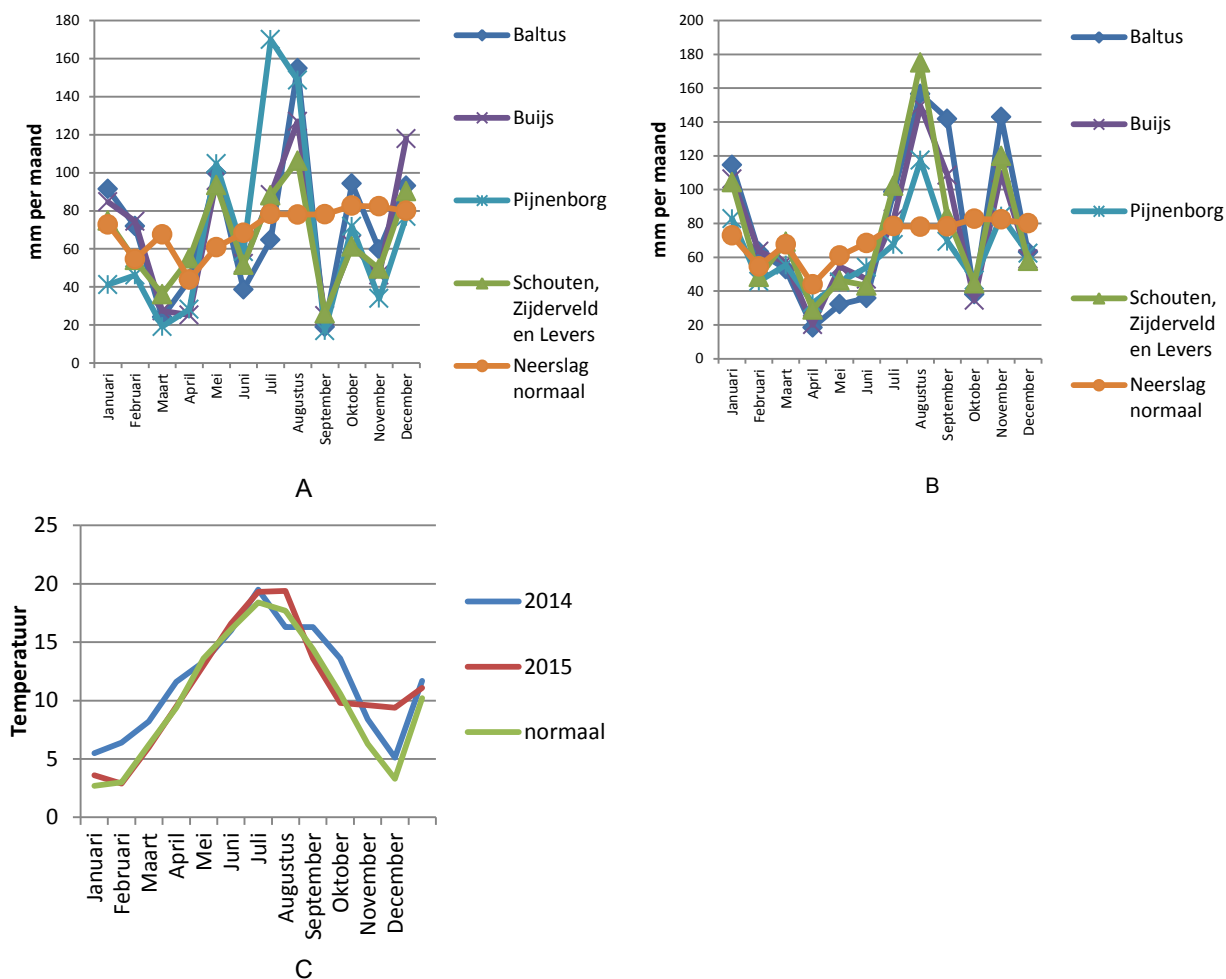
	Baltus	Buijs	Pijnenborg	Levers	Schouten	Zijderveld
<i>Typering KringloopWijzer</i>						
Grondsoort	Klei	Klei	Zand	Klei	Klei/zand	Klei
<i>Typering grondsoortenkaart</i>						
Grondsoort 1	Lichte klei	Lichte klei	Zand	Lichte klei	Zware zavel	Zware zavel
Grondsoort 2	Zware zavel	Zware zavel	Moerig op zand	Zware zavel	Lichte klei	Lichte klei
Grondsoort 3	Lichte zavel	-	-	-	-	-

In het algemeen staat 2014 bekend als een buitengewoon jaar waarin het weer zeer groeizaam was door een bijna optimale afwisseling van neerslag, zonneschijn en temperatuur. Gemiddeld voor het hele land was het aantal zonuren hoog met 1844 vergelijken met 1639 normaal. Met uitzondering van augustus en mei was de temperatuur bijna elke maand hoger dan normaal. Dit ging samen met vrij veel neerslag met uitzondering van de maanden maart, juni en september.

Er zijn echter verschillen tussen regio's en ook per BEN-bedrijf, met name voor wat betreft de verdeling van neerslag. Figuur 4.1 geeft weer de maandelijkse neerslag gemeten in de nabijheid van de BEN-bedrijven³ en het temperatuurverloop. In 2014 was het vroege voorjaar bij Pijnenborg relatief droog. Dit was voor de andere bedrijven alleen het geval in maart. In april was de neerslaghoeveelheid aan de lage kant bij Pijnenborg, Baltus en Buijs. Dit beeld wordt bevestigd door Buijs en Pijnenborg die aangaven dat er op hun bedrijf duidelijk droogtestress in gras was terwijl dit niet het algemene, landelijke beeld is. In 2015 gaf Levers aan dat de grasgroei in het voorjaar duidelijk te leiden had onder de droogte.

2015 was een gemiddeld groeizaam jaar. Het voorjaar was vrij koel, met name door een koele meimaand. De combinatie van deze matige temperaturen met relatief droge maanden april, mei en juni tendeert iets richting een koel en droog voorjaar. Dit is een weertype dat de grasopbrengsten meestal sterk onder druk zet. De zomer verliep vrij warm en er was veel meer neerslag en ruim voldoende zon. Hierdoor was de tweede helft van het seizoen gunstig te noemen voor grasproductie. September en oktober waren relatief koud maar werden gevolgd door een zeer zachte novembermaand. Baltus gaf aan dat 2015 voor hem een moeilijk jaar was vanwege de weersomstandigheden.

³ Door verschillen op kleine ruimtelijke schaal kunnen deze gegevens nog iets afwijken van de exacte situatie op de bedrijven.



Figuur 4.1 Weergegevens van 2014 en 2015; A neerslag per maand (mm) in 2014, B neerslag per maand in 2015 en C gemiddelde temperatuur per maand in 2014 en 2015, vergeleken met de weernormalen (dit is de gemiddelde waarden over de afgelopen 30 jaar).

4.4 Conclusies

- De vergunde extra kunstmest N is door alle deelnemers ingezet in gras.
- Keuzes over verdeling over percelen zijn afhankelijk van landgebruik (maaien, weiden) en gewasrotatie. De verdeling over snedes verschilt per bedrijf evenals het soort kunstmest dat werd gebruikt.
- Alle deelnemers besteden in discussies in het kader van BEN nadrukkelijk ook veel aandacht aan de benutting van andere bronnen van N dan de extra kunstmest N. Hierbij werden ook aspecten zoals timing, aanwendingstechniek, verdeling, bodembewerking en teelttechniek in bouwland en graslandbeheer in beschouwing genomen.
- Het totale N bemestingsniveau op de BEN-bedrijven komt overeen met de gebruiksnorm plus toeslagen en de generieke verhoging van 35 kg per ha op grasland op klei, maar is hoger dan de 'kale gebruiksnorm' (zonder toeslagen) plus de extra kunstmest N gift.
- Zijderveld had in de onderzoekjaren 2014 en 2015 veel – in hogere mate dan in 2011 t/m 2013- te maken met vraat van gras door ganzen. Levers nam in de onderzoekjaren schade door bladvlekkenziekte in gras waar.
- Het groeiseizoen 2014 was door een optimale verdeling van neerslag die veelal 's nachts viel een mild voorjaar en veel zonlicht uitzonderlijk gunstig voor gewasproductie. De groeiomstandigheden waren in dit jaar minder gunstig voor Buijs en Pijnenborg vanwege droogte.
- Het groeiseizoen van 2015 startte wat traag door een relatief droog en koel voorjaar, maar was uiteindelijk gemiddeld.

5 Resultaten

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de aanvoer van stikstof en fosfaat naar de bodem, de afvoer met geoogst gewas (gewasopbrengst) en van het verschil tussen deze twee, het overschot op de bodembalans. Deze gegevens worden gepresenteerd, gemiddeld voor het gehele bedrijfsareaal en voor de afzonderlijke gewassen gras en maïs. Van deze gewassen zijn ook de droge stofopbrengsten weergegeven. De jaren 2011-2013 zijn opgenomen als referentie. Paragraaf 5.1 geeft de gewasonttrekking van stikstof en fosfaat weer. Paragraaf 5.2 gaat in op de overschotten van stikstof en fosfaat op de bodembalans. Paragraaf 5.3 geeft de resultaten met betrekking tot de nitraatuitspoeling weer. Paragraaf 5.4 gaat in op de ontwikkeling van de gewaskwaliteit en in Paragraaf 5.5 zijn conclusies weergegeven.

5.1 Onttrekking van nutriënten en droge stofopbrengst

Tabel 5.2 geeft weer de opbrengst van gras en maïs op de pilot bedrijven in 2014 en 2015 en in de referentiejaren. Het gemiddelde voor alle bedrijven is weergegeven in kolom 'Project'.

In gras is de opbrengst van stikstof, gemiddeld over het project, in 2014 8% hoger en in 2015 1% hoger dan in de referentiejaren. In 2014 en 2015 tezamen is de opbrengst 4% hoger. Voor fosfaat zien we een dynamiek die lijkt op die bij stikstof, echter met grotere schommelingen. De opbrengst van droge stof is meer constant met verschillen ten opzichte van de referentiejaren van 2% in 2014, -4% in 2015 en -1% in 2014 en 2015 gemiddeld. Opvallend is dat de ontwikkeling ten opzichte van de referentiejaren niet voor alle bedrijven gelijkgericht is. Op bedrijf Buijs is de opbrengst van stikstof, fosfaat en droge stof lager in 2014 en 2015 dan in de referentiejaren. Op bedrijf Pijnenborg is de opbrengst in 2014 gelijkwaardig aan maar in 2015 duidelijk lager dan in de referentiejaren. Op bedrijf Zijderveld is de opbrengst van stikstof in 2014 en 2015 wel hoger dan in de referentiejaren maar die van fosfaat en droge stof niet. Op de bedrijven Baltus, Levers en Schouten zijn de stikstof-, fosfaat- en droge stofopbrengsten in 2014 en 2015 hoger dan de referentiejaren.

In maïs vertonen de opbrengsten van stikstof, fosfaat en droge stof gemiddeld over het project en over de jaren 2014 en 2015 een afname van respectievelijk 5%, 6% en 8% ten opzichte van de referentiejaren. Net als bij gras zijn er duidelijke verschillen tussen bedrijven. Op bedrijf Baltus is de opbrengst van stikstof, fosfaat en droge stof in 2014 respectievelijk 37%, 33% en 39% hoger dan in de referentiejaren. Op bedrijf Buijs zijn de stikstof-, fosfaat-, en droge stofopbrengsten in 2014 met respectievelijk 4%, 4% en 7% wat lager dan in de referentiejaren. In 2015 is bij Buijs geen maïs geteeld. Op bedrijf Pijnenborg zijn de maïsopbrengsten (stikstof, fosfaat en droge stof) in 2014 lager en in 2015 hoger dan in de referentiejaren. Op bedrijf Schouten is de opbrengst van stikstof in 2014 vergelijkbaar met en in 2015 hoger dan de opbrengst in de referentiejaren. Voor fosfaat en droge stof is sprake van een lichte afname. De maïsopbrengst van Zijderveld is in 2015 meer dan 40% lager dan in de referentiejaren.

Tabel 5.2 Opbrengst van stikstof, fosfaat en droge stof (kg per ha) in 2014 en 2015 en in de referentiejaren 2011-2013.

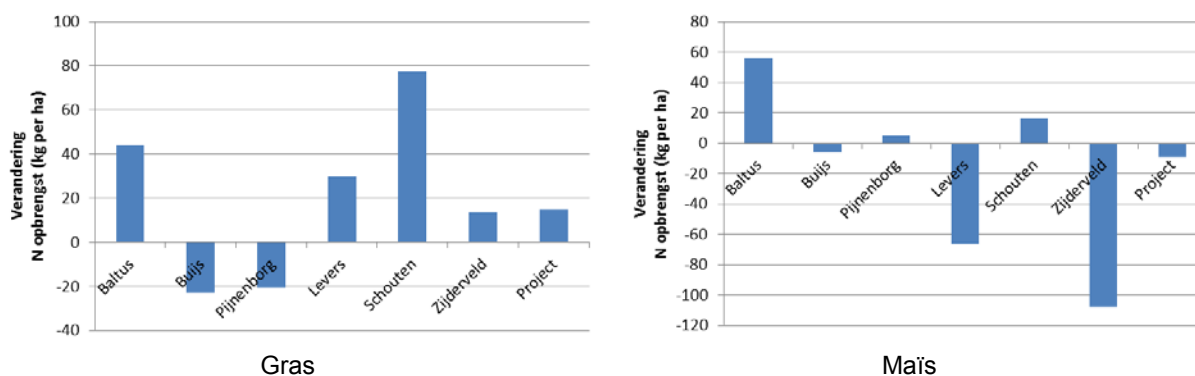
	Baltus	Buijs	Pijnenborg	Levers	Schouten	Zijderveld	Project
Gras							
<i>Stikstof</i>							
2011-2013	366	317	323	359	336	362	344
2014	410	304	328	392	415	370	370
2015	- ¹⁾	284	277	385	412	381	350
<i>Fosfaat</i>							
2011-2013	138	96	109	113	102	136	116
2014	176	95	111	140	130	123	129
2015	- ¹⁾	78	100	126	121	134	117
<i>Droge stof</i>							
2011-2013	17.389	12.255	12.062	14.645	12.953	14.146	13.908
2014	18.945	11.141	12.060	15.189	15.246	12.499	14.180
2015	-	9.925	11.627	15.961	15.451	14.038	14.341

Tabel 5.2 vervolg: Opbrengst van stikstof, fosfaat en droge stof (kg per ha) in 2014 en 2015 en in de referentie jaren 2011-2013.

Maïs							
<i>Stikstof</i>							
2011-2013	150	163	185	268	223	245	206
2014	206	157	163	202	227	-	191
2015	- ¹⁾	-	217	-	252	137	191
<i>Fosfaat</i>							
2011-2013	78	69	81	124	112	114	96
2014	104	66	70	102	105	-	89
2015	- ¹⁾	-	113	-	96	65	89
<i>Droge stof</i>							
2011-2013	14.147	16.080	17.894	25.081	22.342	22.903	19.741
2014	19.654	14.917	15.973	17.747	20.496	-	17.757
2015	- ¹⁾	-	21.974	-	21.664	12.312	17.725

¹⁾ De gegevens van bedrijf Baltus voor 2015 zijn niet opgenomen omdat Baltus in dat jaar overgegaan is naar de BES pilot.

Figuur 5.1 geeft weer de verandering van de stikstofonttrekking (gemiddelde van 2014 en 2015) ten opzichte van de referentie (2011-2013). De N onttrekking in gras is toegenomen met 15 kg per ha ten opzichte van de referentie jaren. De N onttrekking in maïs is afgenomen met 9 kg per ha. Op de afzonderlijke bedrijven zien we geen samenhang tussen de verandering in gras en de verandering in maïs (dus op bedrijven waar de stikstofonttrekking in gras afneemt, neemt de stikstofonttrekking in maïs regelmatig toe en vice versa).

**Figuur 5.1** Onttrekking van stikstof in gras en maïs in de jaren met BEN-bemesting (2014 en 2015) ten opzichte van de onttrekking in de referentie jaren (2011-2013).

5.2 De balans van stikstof en fosfaat

Tabel 5.3 geeft weer de stikstofbalans van de bodem op de pilot bedrijven in 2014 en 2015 en in de referentie jaren. Het gemiddelde voor alle bedrijven is weergegeven in kolom 'Project'. De aanvoer, afvoer en het overschot is het gewogen gemiddelde van de resultaten voor alle gewassen op het bedrijf. De KringloopWijzer onderscheidt gras, maïs en overige akkerbouwgewassen. Effecten in afzonderlijke gewassen komen dus op het niveau van het gehele bedrijf, geaggregeerd, tot uiting. In Bijlage II zijn de stikstof- en fosfaatbalansen uitgesplitst naar de verschillende aan- en afvoerposten weergegeven voor 2014 en 2015.

De aanvoer van stikstof naar de bodem is in 2014 en 2015 hoger dan in de referentie jaren. Dit lijkt evident vanwege de extra kunstmest stikstof ruimte, maar we zien bij Buijs en Pijnenborg een lichte afname van de stikstofaanvoer. Dit komt doordat de aanvoer van stikstof uit meer posten dan alleen kunstmest stikstof bestaat. Verschuivingen in het teeltplan hebben invloed op de aanvoer van stikstof (grote lijn: het hoogst in gras en lager in alle andere gewassen). Bovendien hebben Pijnenborg en Buijs niet elk jaar de verstrekte kunstmestruimte volledig gebruikt (zie hoofdstuk 4, paragraaf 1).

Op projectniveau is de aanvoer van stikstof toegenomen met 52 kg per ha. De onttrekking met gewas is toegenomen met 23 kg per ha en het overschot is toegenomen met 25 kg per ha. De toename van de onttrekking van stikstof lijkt niet goed te sporen met de resultaten die getoond zijn in Tabel 5.2 en Figuur 5.1. Immers, de daar getoonde tendensen geven een toename van de N onttrekking van niet meer dan 15 kg per ha in gras. Echter, gemiddeld over het gehele project is het areaal grasland toegenomen van 74% in de referentie jaren naar 81%. Deze toename zorgt dat de invloed van de stikstof onttrekking per ha in gras zwaarder is gaan meetellen in de stikstofonttrekking gemiddeld over het gehele bedrijfsareaal. Er zijn wederom duidelijke verschillen tussen de stikstofbalansen van elk bedrijf. Het stikstofoverschot op bedrijf Buijs en bedrijf Schouten is afgenomen met respectievelijk 14 en 3 kg per ha, terwijl het overschot op de overige bedrijven is toegenomen.

Tabel 5.3 Stikstofbalans bodem in 2014 en 2015 en in de referentie jaren 2011-2013 (kg N per ha).

	Baltus	Buijs	Pijnenborg	Levers	Schouten	Zijderveld	Project
Aanvoer							
2011-2013	445	477	426	430	423	417	436
2014	511	441	413	474	492	572	484
2015	-	477	410	483	502	529	482
Afvoer							
2011-2013	304	272	293	309	303	335	303
2014	370	276	272	332	378	371	333
2015	-	259	267	345	382	347	320
Overschot							
2011-2013	141	205	133	121	120	82	133
2014	141	165	141	142	114	201	155
2015	-	218	143	138	120	182	167

¹⁾ De gegevens van bedrijf Baltus voor 2015 zijn niet opgenomen omdat Baltus in dat jaar overgegaan is naar de BES pilot.

Tabel 5.4 geeft de stikstofbalans van de bodem weer voor gras, maïs en voor overige gewassen weer. Niet op elk bedrijf worden andere gewassen dan gras en maïs geteeld. Baltus verhuurt jaarlijks een deel van zijn land aan een akkerbouwer voor de teelt van aardappel. Dit verhuurde land wordt echter steeds buiten de jaarlijkse opgave van het bedrijfsareaal gehouden en wordt ook in de KringloopWijzer niet tot het bedrijf gerekend. De teelt op het areaal dat wel in de bedrijfsregistratie is opgenomen, is daardoor beperkt tot gras en maïs. Deze situatie doet zich ook voor op bedrijf Schouten en Zijderveld. Pijnenborg heeft in 2014 triticale verbouwd en als geheel ingekuuld (GPS-silage). Levers heeft een akkerbouwtaak op zijn bedrijf. Buijs heeft diverse akkerbouwmatige teelten zoals veldbonen waarvan de meeste bedoeld zijn als veevoer. Het overschot van stikstof is duidelijk het hoogst in gras. Het overschot in maïs loopt sterk uiteen. Het overschot in de overige gewassen is gemiddeld laag ten opzichte van gras en maïs, maar varieert van ver beneden nul tot ver boven nul. Als we interacties tussen de verschillende gewassen, bijvoorbeeld door vruchtopvolging, buiten beschouwing laten, hebben overige gewassen dus eerder een verlagend dan een verhogend effect op het bedrijfsgemiddelde bodemoverschot.

Tabel 5.4 Stikstofoverschot voor afzonderlijke gewassen in 2014 en 2015 en in de referentie jaren 2011-2013 (kg N per ha)¹.

	Baltus	Buijs	Pijnenborg	Levers	Schouten	Zijderveld
Gras						
2011-2013	169	237	140	187	172	121
2014	181	188	142	214	143	185
2015	- ²⁾	196	167	191	180	180
Mais						
2011-2013	54	-21	61	-53	-30	-25
2014	26	71	70	55	27	-
2015	- ²⁾	-	-27	-	-40	97
Overige gewassen						
Gewas		Divers	GPS	Bieten		
2011-2013	-	-22	-	-26	-	-
2014	-	23	130	-76	-	-
2015	- ²⁾	20	-	-63	-	-

¹⁾ Het betreft overschotten op de aanvoer naar maaiveld en de afvoer met oogst (de resultaten zijn dus exclusief nalevering).

²⁾ De gegevens van bedrijf Baltus voor 2015 zijn niet opgenomen omdat Baltus in dat jaar overgegaan is naar de BES pilot.

Tabel 5.5 geeft weer de fosfaatbalans van de bodem op de pilot bedrijven in 2014 en 2015 en in de referentie jaren. Het gemiddelde voor alle bedrijven is weergegeven in kolom 'Project'. De aanvoer, afvoer en het overschot is het gewogen gemiddelde van de resultaten voor alle gewassen op het bedrijf.

Op projectniveau is de aanvoer van fosfaat toegenomen met 3 kg per ha. De afvoer is toegenomen met 7 kg per ha en het overschot is afgenomen met 3 kg per ha. De toename van de aanvoer is voor een deel te verklaren door deelname aan de BEP pilot die de veehouders in de gelegenheid stelt om meer fosfaat te gebruiken dan forfaitair. Ook de verhoging van het aandeel grasland op het bedrijfsareaal zal een rol gespeeld hebben.

Tabel 5.5 Fosfaatbalans bodem in 2014 en 2015 en in de referentie jaren 2011-2013 (kg P₂O₅ per ha).

	Baltus	Buijs	Pijnenborg	Levers	Schouten	Zijderveld	Project
Aanvoer							
2011-2013	88	98	92	89	101	111	97
2014	96	80	94	106	84	101	94
2015	- ¹⁾	119	96	112	81	100	105
Afvoer							
2011-2013	121	86	104	108	105	131	109
2014	162	90	97	126	126	123	121
2015	- ¹⁾	72	102	118	116	124	111
Overschot							
2011-2013	-33	12	-12	-19	-4	-20	-12
2014	-65	-8	-3	-20	-41	-23	-27
2015	- ¹⁾	45	-6	-7	-35	-24	-6

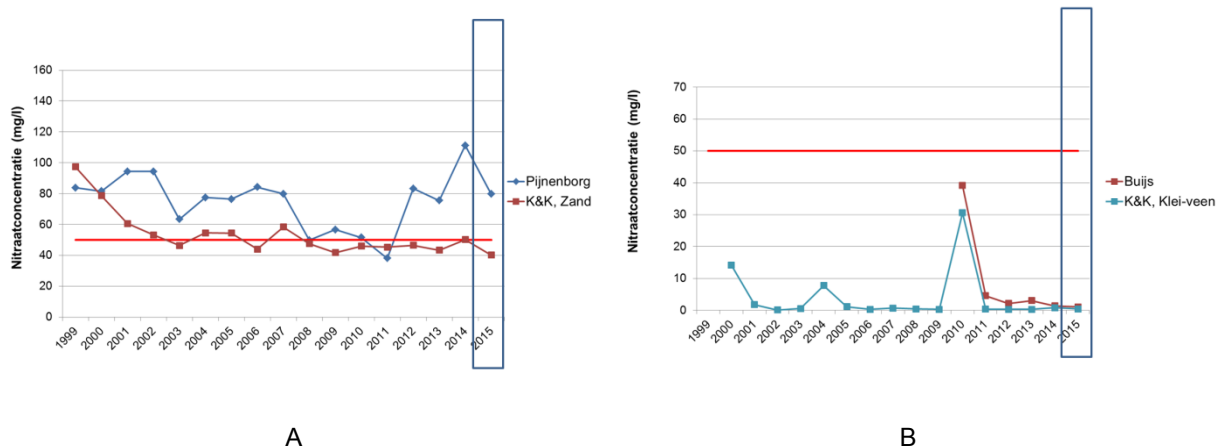
¹⁾ De gegevens van bedrijf Baltus voor 2015 zijn niet opgenomen omdat Baltus in dat jaar overgegaan is naar de BES pilot.

5.3 Nitraatuitspoeling

Figuur 5.2 geeft weer de nitraatconcentratie in de bovenste meter van het grondwater voor Pijnenborg en voor Buijs. De resultaten geven het bedrijfsgemiddelde weer van de 18 metingen die per bedrijf jaarlijks gedaan worden. De gegevens zijn niet uitgesplitst naar gewassen omdat de meetintensiteit niet voldoende is om aan zo'n uitsplitsing aanwijzingen van betekenis te ontleen. Op bedrijf Baltus zijn geen concentraties in het grondwater beschikbaar uit het LMM programma. In plaats daarvan wordt drainwater bemonsterd. De overwegingen hierbij waren dat op dit bedrijf op klei de grondwatermetingen geen goede indicatie geven van verliezen en dat bedrijf Baltus grotendeels gedraineerd is, zodat drainwaterbemonstering een goed alternatief is.

In aanvulling op de resultaten van de BEN-bedrijven zijn ter vergelijk ook die van de Koeien & Kansen bedrijven met hetzelfde bodemtype weergegeven. Het blauwe kader in de figuur onderscheidt de BEN gerelateerde resultaten van de resultaten die buiten de invloed van BEN-pilot vallen. Er zit een vertraging van ongeveer een jaar tussen de ontwikkeling van de nitraatconcentratie en het management. Dit heeft te maken met de reistijd van nitraat tussen maaiveld en het grondwater. De nitraatconcentratie van 2015 is dus gerelateerd aan het management van 2014. De nitraatconcentraties bepaald in 2012-2014 zijn gerelateerd aan het management in de jaren 2011-2013, de jaren die we bij de analyse van de effecten van 'BEN-bemesting' op de bodembalans van stikstof als referentie jaren gebruiken.

De nitraatconcentratie op bedrijf Pijnenborg (zand) in 2015 is 80 mg per liter en dus hoger dan de nitraatnorm (weergegeven door de rode doorgetrokken lijn). De nitraatconcentratie in 2015 is lager dan in 2014 (111 mg per liter) en dan het gemiddelde in de referentiejaren 2012-2014 (90 mg per liter). De langjarige dynamiek is grillig. Het langjarig gemiddelde is 75 mg per liter. In de periode 2008- 2011 is een geleidelijke afname te zien maar sinds 2012 is de concentratie weer op een hoger niveau. De nitraatconcentratie op bedrijf Buijs (klei) in 2015 is 1 mg per liter. Dit lage niveau doet zich ook voor op de overige bedrijven op klei en veen waarvan het jaarlijkse gemiddelde ter vergelijking is weergegeven, met uitzondering van een piek in 2010.

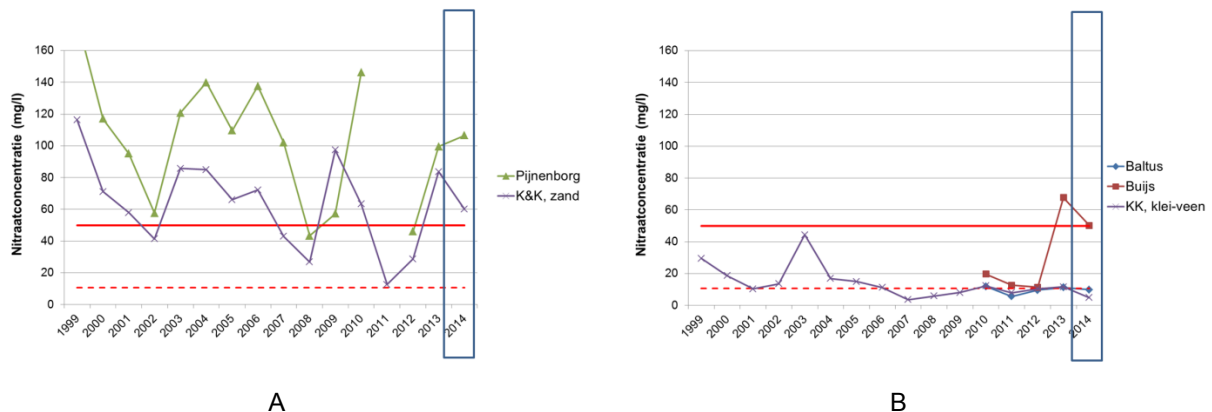


Figuur 5.2 Concentratie van nitraat in de bovenste meter van het grondwater op de bedrijven Pijnenborg en Buijs.

Figuur 5.3 geeft weer de nitraatconcentratie in het drainwater voor de bedrijven Baltus, Pijnenborg en Buijs. De resultaten geven het bedrijfsgemiddelde weer.

In aanvulling op de resultaten van de BEN-bedrijven zijn ter vergelijk ook die van de Koeien & Kansen-bedrijven met hetzelfde bodemtype weergegeven. Het blauwe kader in de figuur onderscheidt de BEN gerelateerde resultaten van de resultaten die buiten de invloed van BEN-pilot vallen. De verblijftijd van nitraat tussen maaiveld en uitlooppunten van drainwater is korter dan die tussen maaiveld en grondwater. Daarom kunnen metingen in drainwater in verband gebracht worden met het management in het jaar van meting. De nitraatconcentratie van 2014 is dus gerelateerd aan het management van 2014 en de nitraatconcentratie in 2011-2013 is gerelateerd aan het management in de referentiejaren 2011-2013.

De nitraatconcentratie in drainwater op bedrijf Pijnenborg in 2014 is 107 mg per liter en dus hoger dan de nitraatnorm (rode doorgetrokken lijn) en de KRW-norm (rode stippel lijn). De nitraatconcentratie in 2015 is iets hoger dan in 2013 (100 mg per liter) en dan gemiddeld in de referentie jaren 2011-2013 (73 mg per liter). De langjarige dynamiek is zeer grillig. Het langjarig gemiddelde is 104 mg per liter. Dat is hoger dan het gemiddelde op de overige bedrijven op zand (63 mg per liter). De nitraatconcentratie op de bedrijven Buijs en Baltus 2015 bedragen respectievelijk 50 en 10 mg per liter. Op bedrijf Buijs is de nitraatconcentratie in 2014 iets lager dan in 2013 (68 mg per liter) maar hoger dan gemiddeld in de referentie jaren 2011-2013 (31 mg per liter). Op bedrijf Baltus zijn er nauwelijks verschillen tussen jaren. De nitraatconcentratie is telkens laag.



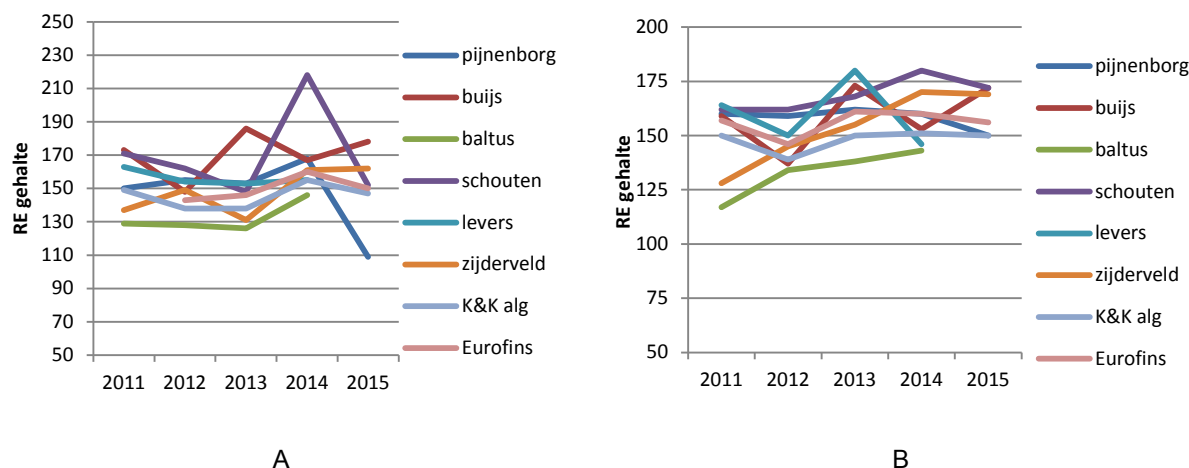
Figuur 5.3 Concentratie van nitraat in drainwater op de bedrijven Pijnenborg en Buijs.

5.4 Gewaskwaliteit

Figuur 5.4 geeft de ontwikkeling weer van het RE gehalte over de referentie jaren 2011 tot en met 2013 en de onderzoekjaren 2014 en 2015. Figuur 5.4 A geeft de voorjaarskuilen weer en Figuur 5.4 B geeft de gemiddelden van alle graskuilen weer (dit zijn de gemiddelden van de voorjaarskuilen en van de kuilen waarin alle latere snedes gras zijn opgeslagen). Het RE gehalte wordt behalve door de bemesting beïnvloed door tal van factoren, waaronder het weer. Om het mogelijk te maken weereffecten in de analyse van BEN resultaten te betrekken, zijn de gegevens van de Koeien & Kansen-bedrijven die niet aan de BEN meedoen (K&K alg) en waarden die zijn bepaald door Eurofins op een zeer groot aantal melkveebedrijven ook weergegeven. Het RE gehalte in de voorjaarskuilen is met uitzondering van Buijs over de gehele linie, dus in de BEN, in K&K alg en in Eurofins, hoger dan in de jaren ervoor. Bij Schouten is sprake van een zeer sterke toename. Daarna zakt het RE gehalte in 2015 iets terug (Eurofins, K&K alg en de meeste BEN-bedrijven). Opvallende dalers in 2015 zijn Schouten en Levers. Baltus valt op door zijn consistent lage RE gehalte. In de uitslagen van de gemiddelden van alle kuilen (Figuur 5.4 B) zien we iets minder sterke schommelingen. Het RE gehalte vertoont bij Baltus en Zijdeveld vanaf 2011 een consistente toename. Bij Buijs lijken de schommelingen in de voorjaarskuil en in de overige kuilen sterk op elkaar.

De VEM gehalten vertonen een dynamiek die vergelijkbaar is met die van de RE gehalten (een volledig overzicht van de gegevens is opgenomen in Bijlage III).

Gemiddeld voor het gehele project gebeurt er in de BEN niet iets afwijkends ten opzichte van K&K alg en Eurofins (Tabel 5.6). Dat geldt voor RE gehalten en voor VEM gehalten.



Figuur 5.4 Ruw eiwitgehalte (RE) in gras in het verloop van jaren, A: gehalte in voorjaarskuilen, B: gemiddelde van gehalte in alle kuilen.

Tabel 5.6 Eiwitgehalte (RE) en VEM gehalte in graskuilen op de BEN-bedrijven in Koeien & Kansen-bedrijven die niet deelnemen aan BEN en volgens gegevens van Eurofins (alles in g/kg ds).

	Eerste snede		Alle snedes	
	2011-2013	2014-2015	2011-2013	2014-2015
RE				
BEN	151	156	153	157
Eurofins	145	155	155	158
K&K alg	142	151	146	151
VEM				
BEN	533	943	896	900
Eurofins	884	928	885	902
K&K alg	894	930	886	899

5.5 Conclusies

In de jaren met BEN-bemesting is de opbrengst van stikstof in gras – daar is de extra kunstmest stikstof geplaatst – toegenomen met 4% ten opzichte van de referentie jaren. De opbrengst van fosfaat is eveneens toegenomen, maar de droge stofopbrengsten is min of meer gelijk gebleven.

In de jaren met BEN-bemesting is de opbrengst van stikstof, fosfaat en droge stof in maïs – daar is geen extra kunstmest stikstof geplaatst – afgenomen met respectievelijk 5, 6 en 8% ten opzichte van de referentie jaren.

De tendensen in gras en maïs verschillen sterk tussen de bedrijven.

In de jaren met BEN-bemesting is het overschot van stikstof toegenomen met 25 kg per ha ondanks een toename van de stikstof onttrekking met 23 kg per ha. De aanvoer van stikstof is namelijk toegenomen met 50 kg per ha. Dit resultaat is niet alleen beïnvloed door de balans in gras en maïs maar ook door toename van het aandeel gras op het bedrijf en door veranderingen van de balans van overige gewassen zoals bieten en graan.

Overschotten van stikstof en fosfaat op de bodembalans zijn geaggregeerd voor het hele bedrijfsareaal, inclusief eventuele akkerbouwgewassen als ze geteeld worden naast gras en maïs. Deze akkerbouwgewassen trekken, gemiddeld over het project, het stikstofoverschot omlaag.

Er zijn geen aanwijzingen op toename van de nitraatconcentratie in grondwater en in drainwater als gevolg van 'BEN-bemesting'.

Het RE gehalte en het VEM gehalte van de graskuilen is in 2014 en 2015 iets hoger dan in de referentiejaar. Deze tendens deed zich echter ook voor op bedrijven die niet deelnamen aan de BEN- pilot en is waarschijnlijk deels te verklaren door weerseffecten.

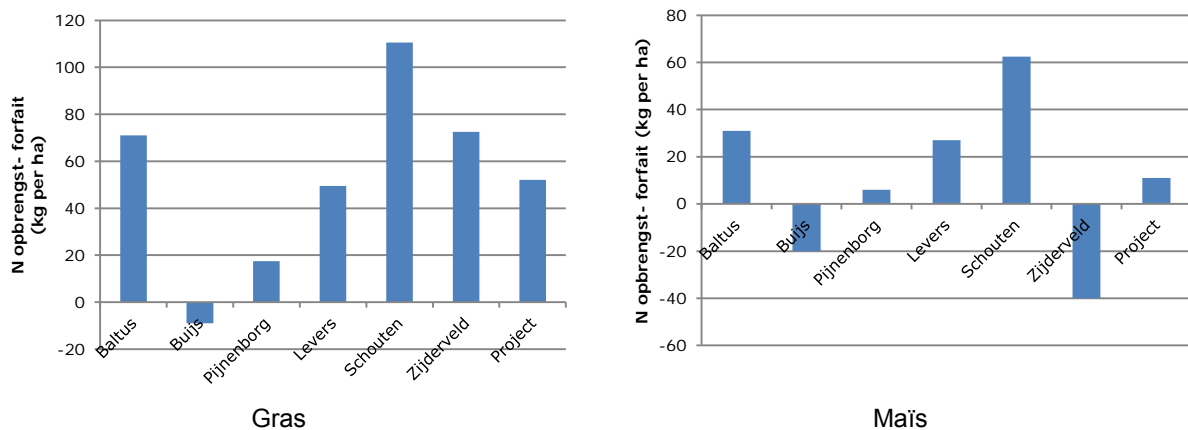
6 Discussie

In dit hoofdstuk beoordelen we de prestaties van de BEN-bedrijven in de jaren 2014 en 2015 gelet op de stikstofonttrekking met geoogst gewas, het stikstofoverschot en de nitraatuitspoeling. Vervolgens beschrijven we de verklaringen voor de gevonden resultaten. Het inzicht in de resultaten geeft aanleiding tot evaluatie van het gunnings- en beoordelingskader in de BEN. Tenslotte gaan we in op de voorwaarde van 'tweezijdigheid' van flexibele bemesting. Met tweezijdigheid wordt bedoeld dat de forfaiten voor stikstof onttrekking van stikstof of fosfaat gelden voor een gemiddelde situatie. Als er bedrijven zijn met een hoger dan forfaitaire onttrekking die aanleiding geven tot een hogere kunstmest N gift, dan zullen er ook bedrijven zijn met een lagere onttrekking die aanleiding geven tot een lagere kunstmest N gift.

6.1 Bedrijfsprestaties

6.1.1 Stikstofonttrekking

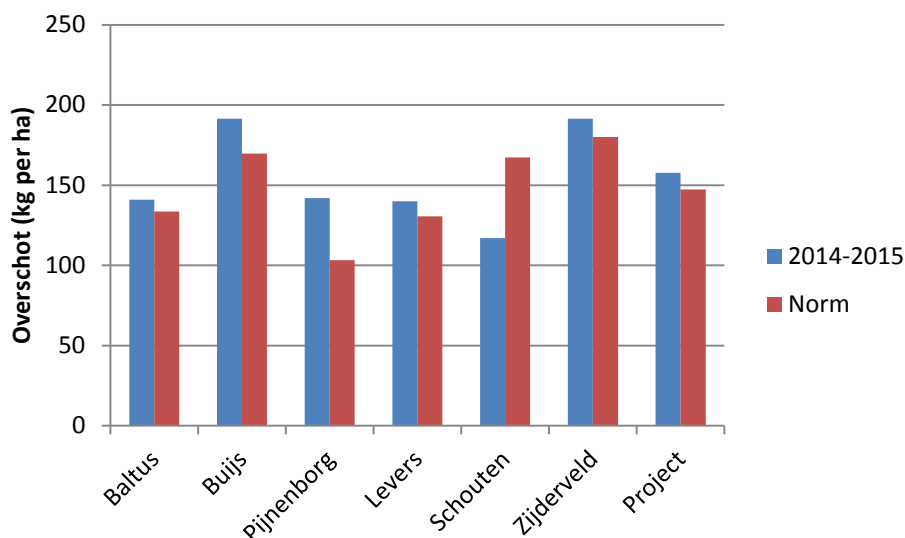
Figuur 6.1 geeft weer de stikstofonttrekking van gras en maïs (gemiddelde van 2014 en 2015) ten opzichte van de forfaiten van Tabel 2.1. De N opbrengst van gras is gemiddeld voor het hele project 52 kg hoger dan de forfaiten. Er zijn echter duidelijke verschillen tussen de bedrijven. De N onttrekking in maïs is op projectniveau 11 kg hoger dan het forfait voor maïs. Ook voor maïs zijn er grote verschillen tussen bedrijven.



Figuur 6.1 Onttrekking van stikstof in gras en maïs in de jaren met BEN-bemesting (2014 en 2015) ten opzichte van de forfaitaire onttrekking voor gras en maïs (zie ook Tabel 2.1).

6.1.2 Stikstofoverschot

Figuur 6.2 geeft weer het gemiddelde overschot op het bedrijf (gemiddeld over 2014 en 2015) en de norm voor het maximaal acceptabel overschot volgens Tabel 2.2. Het overschot heeft betrekking op het gehele bedrijfsareaal. De normen uit Tabel 2.2 zijn gewogen over het areaal gras en akkerbouwmatige teelten (gras, maïs en overige gewassen) voor 2014 en 2015 en vervolgens is hiervan het gemiddelde over 2014 en 2015 bepaald. Op projectniveau (ongewogen gemiddelde van de deelnemers) wordt het acceptabel overschot met 10 kg stikstof per ha overschreden. Alleen op het bedrijf Schouten is het overschot lager dan de norm. Op de overige bedrijven is sprake van overschrijding.



Figuur 6.2 Het overschot van stikstof op de bodembalans in de jaren met BEN-bemesting (2014 en 2015) en het acceptabel overschot.

6.1.3 Nitraatuitspoeling

Voor drainwater is het meetjaar 2014 en voor grondwater is het meetjaar 2015 gerelateerd aan gebeurtenissen aan maaiveld en daarmee het eerste jaar met BEN-bemesting in 2014. In deze voor BEN relevante meetjaren is de nitraatconcentratie in de bovenste meter van het grondwater op de bedrijven Pijnenborg hoger en op bedrijf Buijs lager dan de norm van 50 mg per liter. Voor de bedrijven Baltus, Schouten, Levers en Zijderveld zijn geen bepalingen van nitraat in grondwater beschikbaar. De nitraatconcentratie in drainwater is op bedrijf Pijnenborg en op bedrijf Buijs hoger en voor bedrijf Baltus lager dan de norm van 50 mg per liter voor grondwater; Pijnenborg en Buijs overschrijden ook de norm voor oppervlaktewater (zie Figuur 5.3), Baltus blijft daar juist onder.

Vergelijking van de uitspoeling over jaren kan een indicatie geven van de uitspoeling met en zonder BEN-bemesting en van de reactie van uitspoeling op het implementeren van BEN. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze trendanalyse uiterst gevoelig is voor onzekerheden. Dit komt doordat de vergelijking tussen uitspoeling voor en na BEN slechts gemaakt kan worden op drie bedrijven. Dit is weinig met het oog op de aanzienlijk ruis door oncontroleerbare invloeden die te maken hebben met weer en met bodemprocessen. De ontwikkelingen van de nitraatuitspoeling naar grondwater en in drainwater geven geen duidelijke aanwijzing op een effect van BEN-bemesting. Er is geen systematische toename van de uitspoeling waarneembaar. Er zijn wel fluctuaties maar die zijn willekeurig verspreid rond langjarige gemiddelden en de gemiddelden van referentie jaren. Dit is overigens geenszins een bewijs of duidelijke aanwijzing dat BEN-bemesting geen effect heeft op nitraatuitspoeling. Daarvoor zijn meer gegevens nodig.

6.2 Verklaring van resultaten

6.2.1 Stikstofonttrekking

Op projectniveau is de aanvoer van stikstof toegenomen met 50 kg per ha. De onttrekking met gewas is toegenomen met 23 kg per ha en het overschot is toegenomen met 25 kg per ha (hoofdstuk 5.1). Dit gemiddelde resultaat benadert zeer dicht de verwachting, te weten: een gelijke verdeling van extra toegediende kunstmest N over opbrengst en overschot (zie hoofdstuk 3).

Echter, deze vuistregel, geeft, globaal, richting bij stabiele omstandigheden. Daarvan is in dit onderzoek geen sprake. De toename van het aandeel gras in het bedrijfsareaal heeft veel invloed op de bedrijfsgemiddelde onttrekking. Vervolgens zien we dat de onttrekking in maïs - waar geen extra kunstmest

N is ingezet- is afgenomen. Dit vertroebelt dus het beeld van het lot van extra gegeven N in gras als we naar de bedrijfsgemiddelde onttrekking kijken.

In gras zien we een toename van de aanvoer van stikstof van 23 kg per ha die verdeeld is over een toename van de stikstofopname van 8 kg per ha en een toename van het overschot van 15 kg per ha. Dit resultaat –gemiddelde met grote verschillen tussen bedrijven- is nog steeds enigszins in lijn met de genoemde vuistregel, maar hieraan mag niet teveel betekenis worden gehecht. De invloed van weereffecten en verstoringen (veranderingen in de botanische samenstelling, ziektes en ganzenvraat) is aanzienlijk.

Ook de beschikbaarheid van stikstof uit andere bronnen is aan variatie onderhevig. Immers, niet alleen kunstmest N draagt bij aan de totale N opbrengst en een verschil in N opbrengst tussen de referentiejaren en de onderzoekjaren 2014 en 2015 wordt niet alleen bepaald door de extra gegeven kunstmest N: mineralisatie van N in de bodem, directe benutbare N uit dierlijke mest en gemineraliseerde N uit dierlijke mest en N binding met klaver zijn bronnen die onderhevig zijn aan jaarfluctuaties en worden vooral sterk beïnvloed door bodembewerking in het weer. Het weer in 2014 was uitzonderlijk gunstig voor een hoge N mineralisatie. De bodem warmde snel op en er was voldoende vocht in de bodem om het bodemleven te activeren, hoewel dit laatste minder duidelijk was bij Pijnenborg en Buijs. In 2015 was het voorjaar enigszins droog en koud, wat de N mineralisatie onder druk zal hebben gezet, maar al met al was het een gemiddeld jaar wat betreft mineralisatie. Gemiddeld over de beide onderzoekjaren is het plausibel een hogere N mineralisatie te veronderstellen dan in de referentiejaren. De beschikbaarheid van N uit andere bronnen dan kunstmest N, de bodem en dierlijke mest, was dan ook eveneens hoger. Als we dat in beschouwing nemen, is de extra opbrengst van N in deze jaren aan de lage kant.

De resultaten op de afzonderlijke bedrijven in de afzonderlijke gewassen zijn niet precies terug te voeren op omstandigheden en gebeurtenissen op de bedrijven (Figuur 5.1). Er kan een verband zijn tussen de afgenomen N onttrekking bij Pijnenborg en Buijs en de relatieve droogtestress op deze bedrijven in 2014, met bij Buijs gevolgen voor de zodekwaliteit. Het verschil in het resultaat tussen Schouten met een sterke toename van de N onttrekking enerzijds en Zijderveld en Levers met een minder gunstig resultaat anderzijds kan verband houden met verstoringen op de laatstgenoemde bedrijven (toegenomen ganzenvraat bij Zijderveld en bladplekkenziekte bij Levers, zie hoofdstuk 4.2).

6.2.2 Stikstofoverschot

In verschillende bedrijf/jaar combinaties zijn acceptabele overschotten van stikstof overschreden. Dit was niet in overeenstemming met de verwachting. Verondersteld werd immers dat het overschot van stikstof niet boven het maximaal acceptabele niveau uit zou komen bij een extra kunstmest N gebruik van ten hoogste de bedrijfsspecifieke opbrengst minus de forfaitaire opbrengst van stikstof, zelfs bij een lage benutting van de extra kunstmest N. Deze redenering was als volgt opgebouwd.

- Vertrekpunt is dat de basis van de generieke gebruiksnorm gerespecteerd moet worden.
- De generieke gebruiksnorm is zo ingesteld dat bij een forfaitaire onttrekking van gras/maïs voldaan wordt aan het acceptabel overschot (GNG-NopFgewas => NovNorm).
- Dan voldoet een bedrijfsspecifieke bemesting zolang de bedrijfsspecifieke extra N gift niet hoger is dan het verschil tussen de bedrijfsspecifieke opbrengst en het opbrengstforfait ((GNBEN – GNG) ≤ (NopBgewas-NopFgewas)).

De waargenomen overschrijdingen hebben verschillende oorzaken die elkaar onderling niet uitsluiten:

1. Verondersteld werd dat bemest werd volgens sec de gebruiksnormen. Echter, zoals in hoofdstuk 4.1 werd opgemerkt zijn er toeslagen vanwege voor- en nagewassen en is een generieke verhoging van de gebruiksnorm van gras op klei toegepast van 35 kg per ha. De generiek verruimde gebruiksruijme is niet verwerkt door vaststelling van een met de ruimere gebruiksnorm corresponderend acceptabel overschot. Daarmee wordt de tweede stap in de hierboven weergegeven redenering 'De generieke gebruiksnorm is zo ingesteld dat bij een forfaitaire onttrekking van gras/maïs voldaan wordt aan het acceptabel overschot (GNG-NopFgewas => NovNorm)' discutabel. Tabel 4.3 geeft een overzicht van toeslagen die deelnemers in aanvulling op de gebruiksnorm hebben geïncasseerd.

2. Door N binding met vlinderbloemigen wordt op enkele bedrijven N aangevoerd (zie bijlage II). De N binding resulteert in een verhoging van de N aanvoer met 6 kg per ha (gemiddeld voor het gehele project in 2014 en 2015) die buiten het 'gunningskader' valt van de BEN-pilot, maar wel meetelt in het overschot.

In 6.2.1 werd benadrukt dat de N opbrengst tot stand komt uit meer dan kunstmest N en dat de beschikbaarheid van deze overige bronnen gevoelig is voor jaarfluctuaties. Dergelijke fluctuaties verklaren de relatief hoge overschotten in 2014 en 2015 niet. Immers, analyse van de weerjaren gaven eerder een beeld van een hoge N beschikbaarheid. Hoogstens, kunnen de specifieke verstoringen die bij Buijs, Pijnenborg, Levers en Zijderveld plaatsvonden een beperkte N onttrekking en daarmee ook hoge N overschotten enigszins verklaren, maar deze verklaringen lijken niet overtuigend en doorslaggevend, omdat ook de referentie jaren 2011 t/m 2013 niet zonder verstoringen zullen zijn geweest.

De overschotten die in Tabel 5.3 en 5.5 zijn gerapporteerd, zijn gebaseerd op het niveau van het gehele bedrijf, terwijl de gegeven extra kunstmest N ruimte gebaseerd is op alleen gras en maïs en de bijbehorende arealen. De keuze om gunning van extra kunstmest N te baseren op gras en maïs veronderstelt marginale effecten van overige gewassen. Dit is alleen terecht als het areaal van overige gewassen klein is en als het niveau van overschotten vergelijkbaar is met het gewogen gemiddelde van gras en maïs. Is dit niet het geval dan veroorzaken overige gewassen verschillen van betekenis ten opzichte van gras en maïs. Maar dit is voor de resultaten in deze studie geen plausibele verklaring van overschrijding van acceptabele overschotten. Immers, Tabel 5.4. laat zien dat de overschotten in overige gewassen gemiddeld lager zijn dan die van gras en maïs.

6.3 Evaluatie van het gunnings- en beoordelingskader

6.3.1 De N opbrengst als leidraad

De gunning van extra kunstmest N werd bepaald op basis van de opbrengsten van gras en maïs. Het overschot van stikstof was geen gunningscriterium. Deze keuze is toegelicht in paragraaf 6.2.2.

De resultaten wijzen erop dat deze benadering tekortschiet. De overschrijding van de acceptabele overschotten in sommige bedrijf/jaar combinaties houdt verband met de gehanteerde grondslag voor gunning. Als niet uitgesloten kan worden dat andere gewassen dan gras en maïs voorkomen met een gewas specifieke, ongunstiger verhouding tussen aanvoer, opname en overschot van stikstof dan die in gras en maïs, ontstaat een risico van onverwachte overschrijding van het acceptabele overschot⁴. Dit wordt opgelost door het overschot zelf mee te nemen als gunningscriterium omdat het overschot gebaseerd is op het volledige bedrijfsareaal, alle gewassen inbegrepen.

Van groter praktische betekenis is nog dat een hoge N opbrengst deels veroorzaakt wordt door nateelten na akkerbouwgewassen waarvoor al toeslagen zijn ingeboekt. Als de gebruiksnorm vervolgens wordt aangevuld met extra kunstmest N vanwege hoge opbrengsten, ontstaat feitelijk een dubbele toeslag, met als gevolg te hoge overschotten. Dit kan wederom worden opgelost door het overschot als gunningscriterium mee te nemen. Het overschot is namelijk al een resultante van de 'kennelijke bemesting inclusief toeslagen' en de 'kennelijke bedrijfsspecifieke opbrengsten'.

Voor bedrijven die samenwerken met akkerbouw door grond te verpachten voor akkerbouwmatige teelten, is voor een zuivere analyse van overschotten feitelijk een integrale KLW nodig die beide bedrijven omvat.

6.3.2 Gewasniveau of bedrijfsniveau?

De gunning van extra kunstmest N werd bepaald op basis van de hoofdgewassen gras en maïs, terwijl de beoordeling is gebaseerd op resultaten voor het gehele bedrijf zoals afgeleid van de KringloopWijzer. Deze tweeledige benadering is problematisch en het is evident dat gekozen zal moeten worden voor dezelfde

⁴ Ook al wezen we dit effect in deze studie af als verklaring voor overschrijding van acceptabele overschotten.

basis voor gunning en beoordeling. Zolang de KringloopWijzer niet op borgbare en controleerbare wijze inzicht geeft in de verdeling van nutriënten binnen het bedrijf is er geen basis om de gunning en beoordeling ook te baseren op afzonderlijke gewassen. Dat betekent dat geaccepteerd zal moeten worden dat overschotten heel ongelijk verdeeld kunnen zijn over de diverse gewassen of dat de verdeling van overschotten nadelig kan zijn met het oog op nitraatuitspoeling.

Een voorbeeld van ongelijke verdeling is de situatie waarbij bedrijven naast gras met een puur productiedoel (productiegras) ook gras met gebruiksbeperkingen verbonden aan natuurbeheerpakketten (beheergras) in hun bedrijfsareaal hebben. Veelal wordt beheergras niet of nauwelijks bemest en zijn overschotten van N en P ondanks de lagere opbrengsten laag. De aanwezigheid van deze min of meer onbemeste percelen die wel plaatsingsruimte van mest toevoegen aan het bedrijf, resulteert in een hogere beschikbaarheid van mest voor de productiepercelen. De overschotten op deze zwaarder bemeste percelen zijn dan ook relatief hoog. Deze verschillen in graslandbeheer en –gebruik op het bedrijf kunnen het milieu extra belasten. Maar er is geen basis om dit bij te sturen, zolang de prestaties op bedrijfsniveau worden uitgedrukt. Overigens is ook zeer wel denkbaar dat dergelijke ongelijke verdelingen, juist milieuvoordelen biedt (bemesten naar productieniveau is veelal een efficiënte strategie). Een ander voorbeeld is dat overschotten op gras veelal veel hoger zijn dan in maïs. Deze ongelijkheid in de verdeling van overschotten is gunstig met het oog op beperking van verliezen naar water (Ten Berge, 2002; Verloop et al., 2006; Oenema et al., 2010), zodanig dat het met het oog op beperking van de milieubelasting logisch is om te borgen dat mest vooral naar gras gaat en minder naar maïs. De consequentie van het uitdrukken van prestaties op bedrijfsniveau is dat de mogelijkheid hiervoor ontbreekt.

De resultaten op bedrijfsniveau staan overigens niet los van de verdeling van meststoffen over gewassen. Veehouders die een hoge benutting van nutriënten, hoge gewasopbrengsten en lage overschotten realiseren en willen behouden, kunnen het zich eenvoudigweg niet veroorloven om meststoffen te verspillen. Dat impliceert dat de verdeling van meststoffen over gewassen binnen het bedrijf op een verantwoorde manier gebeurt. De deelnemers in de BEN-pilot laten dat ook zien door de extra kunstmest N te brengen naar het gewas met de hoogste behoefte: gras, nauwkeurig te sturen op de verdeling en aanwending over snedes en zelfs de extra ruimte niet te benutten, als twijfel bestaat over de benutting ervan (zie ook hoofdstuk 4).

6.3.3 Welk N overschot is acceptabel?

Publicaties die zijn opgesteld in het kader van de onderbouwing van de derogatie van de nitraatrichtlijn en de uitwerking daarvan in de Nederlandse regelgeving kunnen als vertrekpunt dienen voor afleiding van het maximaal acceptabel overschot (Schröder et al., 2004; Schröder et al., 2009; Schröder et al., 2015). In Tabel 2.2 zijn de grenswaarden vermeld waar deze studie in beginsel van uit is gegaan en die zijn gebaseerd op het rapport van Schröder et al., van 2015. De argumentatie daarvoor is weergegeven in paragraaf 6.2.2 en behelst kortweg: aansluiten bij dezelfde vertrekpunten en waarden waar de mestregelgeving van de overheid van uit is gegaan. Een nadere analyse van de totstandkoming van de acceptabele overschotten, werpt hier echter een ander licht op.

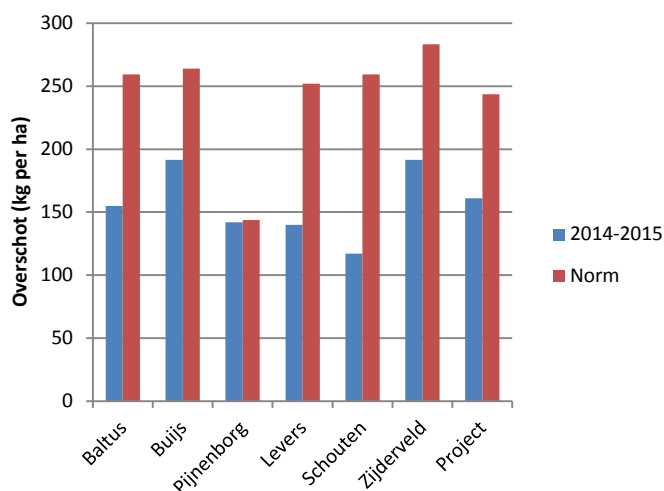
De basis voor de generieke gebruiksnormen is gelegd in de werkgroep Wettelijke Onderbouwing Gebruiksnormen/Wettelijke Onderbouw Derogatie (WOG/WOD). De werkgroep heeft berekend bij welke niveaus van N overschotten voldaan wordt aan normen voor goede waterkwaliteit. Deze normen zijn op basis van gewas specifieke opbrengsten vertaald in gebruiksnormen voor gewassen: 'Stelsel 2009' (Tabel 6.1). Daarin heeft een afstemming plaatsgevonden met fosfaat in die zin dat gebruiksnormen voor stikstof in dierlijke mest niet mogen resulteren in fosfaataccumulatie. Uitgaande van veronderstelde N werking op weidende en niet weidende bedrijven is berekend hoeveel kunstmest N gebruikt kan worden zonder de grenswaarden voor stikstof overschotten te overschrijden. Hierbij zijn niveaus die hoger zijn dan bemestingsadviezen afgetopt. Dit heeft geresulteerd in gebruiksnormen die zijn geïnspireerd op de normen voor acceptabele overschotten volgens WOG/WOD, wat niet betekent dat deze onverkort zijn overgenomen. Vervolgens zijn de gebruiksnormen weer terugvertaald in daarmee corresponderende maximale overschotten, waar deze studie op aansluit: 'Stelsel 2015' (Tabel 6.1).

Verschillen tussen de berekening van N overschotten die corresponderen met gewenste waterkwaliteit (Stelsel 2009) en de van 'gebruiksnormen afgeleide overschotten' (Stelsel 2015) zijn ontstaan in het proces van opbouw van een generiek normstelsel. In een bedrijfsspecifieke aanpak voor stikstof en fosfaat afzonderlijk zijn de overwegingen achter dit proces wellicht minder passend. Een voorbeeld is de koppeling tussen stikstof en fosfaat. Indien op basis van de KringloopWijzer bedrijfsspecifiek gewerkt wordt, ontstaat de mogelijkheid stikstof en fosfaat beide apart in te regelen, zonder deze a priori te koppelen. Een ander voorbeeld is het aftoppen van gebruiksnormen bij overschrijding van bemestingsadviezen. De adviezen zijn geldig voor zoveel mogelijk gespecificeerde omstandigheden. Maar ze blijven het karakter houden van een richtlijn, die met een zekere flexibiliteit op verschillende bedrijven zou moeten worden gevolgd. Daarom is het plausibel om het Stelsel 2009 te hanteren als grenswaarde voor het maximaal acceptabel niveau in plaats van Stelsel 2015 (Tabel 6.1).

Tabel 6.1 Maximaal acceptabel bodemoverschot van stikstof (kg per ha) voor gras en maïs; stelsel 2009: conform WOD-model, kengetallen uit Schröder et al., 2009; stelsel 2015, vertaald naar Schröder et al., 2015).

Stelsel 2009				
Bodentype	Grasland		Maïsland	
Zand, GHG < 0,40 m	156		106	
Zand, GHG < GHG < 0,80 m	105		65	
Zand/löss, GHG > 0,80 m	88		51	
Veen	>300		-	
Klei	296		112	
Stelsel 2015				
	Maaibedrijf	Maai- en weidebedrijf	Maaibedrijf	Maai- en weidebedrijf
Zand	96	112	60	76
Klei	149	187	72	88
Veen	287	334	-	-

Voor de beoordeling van de resultaten heeft dit andere normstelsel zeker gevolgen. Figuur 6.3 geeft weer hoe de resultaten van de BEN over 2014 en 2015 beoordeeld zouden worden op basis van de overschotnormen volgens Stelsel 2009.



Figuur 6.3 Het overschot van stikstof op de bodembalans in de jaren met BEN-bemesting (2014 en 2015) en het acceptabel overschot volgens stelsel 2009 (toelichting zie tekst).

6.4 Tweezijdigheid; ruimte geven en nemen bij flexibele bemesting

Er zijn zowel bedrijven die conform de gebruiksnormen bemesten met een hoger dan forfaitaire onttrekking als bedrijven met een lager dan forfaitaire onttrekking. Bij de eerste groep bedrijven is het N overschot lager dan maximaal acceptabel, bij de tweede groep is het N overschot hoger dan maximaal acceptabel. Onder

flexibele bemesting wordt verstaan dat met beide situaties rekening gehouden moet worden. Dat wil zeggen dat als op bedrijven met een hoge onttrekking en een laag overschot meer kunstmest N wordt gegeven, op de bedrijven met lage onttrekking en een hoog overschot ook kunstmest N ingehouden moet worden. Evenzeer als bij toekenning van extra kunstmest N giften, is het bij lagere gunning van kunstmest N de vraag wat de gevolgen daarvan zouden zijn.

Als de gunning of het inhouden van kunstmest N afhangt van de ruimte tussen het N overschot en het normstelsel 2009, dan kunnen we berekenen wat de gevolgen zijn voor het gebruik van kunstmest N voor een aantal Koeien & Kansen-bedrijven die niet deelnemen aan de BEN (zie Tabel 6.2). De getallen geven het effect weer ten opzichte van het in de praktijk gebrachte gebruik in de periode 2011 t/m 2013. Omdat bedrijven zoals Sikkenga en De Kleijne de gebruiksnorm niet volledig opvullen staat dit niet per definitie gelijk aan het effect op de gebruiksrimte. Bij de berekening is er net als bij de berekening van verruiming van uitgegaan dat een kg kunstmest N voor de helft opgenomen wordt in gewas en voor de helft bijdraagt aan het overschot. Dat betekent dat 2 kg minder kunstmest N nodig is om het N overschot met 1 kg te doen afnemen. We zien dat de tweezijdigheid tot zeer verschillende resultaten leidt met soms zeer forse beperkingen van de kunstmest N ruimte.

Tabel 6.2 Effect van tweezijdigheid bij de flexibele bemesting op het kunstmest N gebruik ten opzichte van het gebruik van Koeien & Kansen deelnemers in de periode 2011 t/m 2013 (kg per ha)

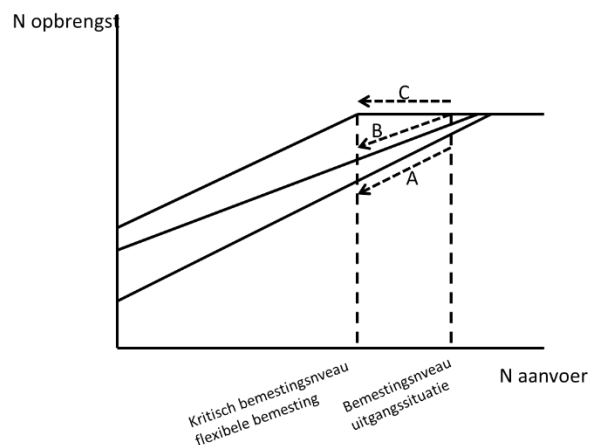
Bedrijf	Van Hoven	De Kleijne	Kuiks	Menkveld	Sikkenga	De Vries	Van Wijk
Grondsoort	löss	Zand	Zand	Zand	Klei	Veen	Klei
Effect op kunstmest N gebruik	-113	15	-20	-63	464	22	157

Wat het daadwerkelijke gevolg is van een lagere kunstmest N gift is op voorhand moeilijk per bedrijf aan te geven. Algemeen kan gesteld worden dat op bedrijven die conform de gebruiksnorm bemesten met lage opbrengsten en hoge overschotten de N benutting van gegeven stikstof laag is. Dit kan veroorzaakt zijn door:

1. Accumulatie van N in de bodem. Een bodem die uitgemergeld is, kan tijdelijk veel N binden, wat dan samengaat met een lage N levering. Dit kan een tijdelijk fenomeen zijn (de bodem laadt op).
2. Hoge verliezen naar het milieu door uitspoeling of denitrificatie. De hoogte van deze verliezen is sterk afhankelijk van bodem- en weeromstandigheden. De verliezen kunnen beperkt worden door goed mestmanagement (tijdige toediening, op de juiste wijze en in de juiste hoeveelheid, goede verdeling). Als dit allemaal niet op orde is, zijn verliezen juist hoog.
3. Een lage N opname capaciteit van het gewas. Groeiomstandigheden zoals de vochtbeschikbaarheid, de pH en de kali beschikbaarheid, kunnen beperkend zijn voor de gewasopbrengst en zijn daardoor ook beperkend voor de N opname capaciteit.

In situatie 3 is bij teruggang in de bemesting sprake van het weglaten van onnodige stikstof zonder gevolgen voor de opbrengst (in Figuur 6.4 verbeeld door curve met pijl C). Dit doet zich bijvoorbeeld voor bij een sterk vochttekort waar meer kunstmest N boven een bepaald kritisch niveau niet meer rendeert (Aarts, 2000; Verloop, 2013). In situatie 1 en 2 (Figuur 6.4, curves met pijlen A en B) zal minder kunstmest N resulteren in een lagere N opbrengst. In beide situaties is het niet denkbeeldig dat de productie in de tijd het beeld gaat vertonen van een negatieve spiraal, waarin een lagere opbrengst en gebruik van telkens minder N elkaar versterken.

Voor het toepassen van de tweezijdigheid in de flexibele bemesting is het daarom gewenst indicatoren te ontwikkelen om de gevolgen voor de gewasproductie op korte en lange termijn te kunnen schatten. Het bedrijfsspecifiek uitwerken van het denkschema zoals dat in Figuur 6.4 gepresenteerd is, kan daaraan bijdragen. In de BES pilot wordt hieraan gewerkt.



Figuur 6.4 Schema van de N opbrengstrespons op de N aanvoer in drie verschillende situaties: A lage N levering uit de bodem en hoge benutting, B lage benutting en hogere N levering en C, hoge N levering en hoge benutting.

6.5 Conclusies

Gemiddeld voor het project en over de jaren 2014 en 2015 is de stikstofonttrekking in gras –waar extra kunstmest N is ingezet- 52 kg hoger dan de forfaitaire opbrengst die als basis is gebruikt voor gunning van kunstmest N. De N onttrekking in maïs is op projectniveau 11 kg hoger dan het forfait voor maïs.

Gemiddeld voor het project en over de jaren 2014 en 2015 is het stikstofoverschot hoger dan de acceptabele niveaus die aanvankelijk in deze studie als basis voor milieukundige beoordeling van de BEN zijn geponeerd. Het betreft hier de overschotnormen die corresponderen met de generieke gebruiksnormen (normstelsel 2015). Het stikstofoverschot is echter lager dan de overschotnormen die volgens de onderbouwing van de derogatie corresponderen met de maximaal acceptabel N verliezen (normstelsel 2009).

De gunning van extra kunstmest N op basis van alleen opbrengstforfaits voor gras en maïs biedt onvoldoende garanties op het voldoen aan de normen voor het maximaal acceptabel overschot doordat deze gunningsbasis onvoldoende oog heeft voor i) de hoeveelheid stikstof die aangevoerd is en ii) het effect van andere gewassen dan gras en maïs. Daarom is het beter om gunning ook te baseren op het N overschot op de bodembalans. Dit N overschot omvat het gehele bedrijfsareaal inclusief alle gewassen. Tweezijdigheid in het systeem van flexibele bemesting kan sterk ingrijpen op de N bemesting. Het is aan te bevelen om een systeem te ontwikkelen waarmee de landbouwkundige risico's van gereduceerde bemesting vooraf ingeschat kunnen worden.

7 Conclusies

De extra kunstmest N wordt door veehouders volledig ingezet in gras. Dit geeft aan dat in de ogen van de veehouders de N tekorten in gras groter zijn dan in andere gewassen.

Deelnemers in de BEN-pilot besteden veel aandacht aan het volledige terrein van bemesting en ruwvoerteelt. Het lijkt erop dat deze aandacht sterk bijdraagt aan hoge gewasopbrengsten.

Een aantal deelnemers in de BEN kunnen hun bemestingsruimte vergoten met toelages bovenop de 'kale gebruiksnorm' in verband met nateelt van gewassen na de teelt van een akkerbouw hoofdgewas. Als gunning van extra kunstmest N wordt bepaald, uitsluitend op basis van opbrengsten, ontstaat het risico van dubbeltelling van de toelages vanwege nateelten en toelages vanwege bedrijfsspecifieke opbrengstprestaties.

De resultaten van de BEN-pilot laat zien dat beslissen over de inzet van extra kunstmest N goed mogelijk is op basis van resultaten van de KringloopWijzer. De grondslag van gunning zou echter niet alleen moeten zijn het overschrijden van de forfaitaire onttrekking in gras en maïs, maar ook het onderschrijden van het N overschot op de bodembalans.

De verdeling van N over gewasopbrengst en over overschotten komt gemiddeld voor de BEN goed overeen met de verwachting.

De voederwaarde van de graskuilen is iets toegenomen. Deze ontwikkeling is echter niet afwijkend van wat algemener wordt waargenomen in de Nederlandse melkveehouderij.

Er zijn geen duidelijke effecten waargenomen van het toepassen van de BEN-bemesting op nitraatconcentraties in grondwater en in drainwater. Voor het waarnemen van dergelijke effecten zal een groter aantal deelnemers en een uitgebreider meetprogramma nodig zijn.

Er zijn verschillende normstelsels voor overschotten van stikstof op de bodembalans die als vertrekpunt kunnen dienen voor beoordeling en gunning van extra kunstmest N. De normen die corresponderen met de gebruiksnormen (stelsel 2015) zijn verstrengeld met beslissingen die genomen zijn bij het bepalen van de generieke gebruiksnormen. Enkele van deze beslissingen verhouden zich niet goed met bedrijfsspecifieke bemesting voor stikstof en fosfaat. Dit geeft aanleiding om te heroverwegen welke normstelsel gebruikt dient te worden als vertrekpunt. Het meest logisch lijkt het stelsel dat het meest direct gerelateerd is met N verliezen (stelsel 2009).

Tweezijdigheid in het systeem van flexibele bemesting kan sterk ingrijpen op de N bemesting. Het is aan te bevelen om een systeem te ontwikkelen waarmee de landbouwkundige risico's van gereduceerde bemesting vooraf beter ingeschat kan worden.

Literatuur

- Aarts, H.F.M., 2000. Resource management in a 'De Marke' dairy farming system. Ph.D. Thesis, Wageningen University, Wageningen, 222 pp.
- Aarts, H.F.M., C.H.G. Daatselaar & G. Holshof, 2008. Bemesting, meststofbenutting en opbrengst van productiegrasland en snijmaïs op melkveebedrijven. Rapport nr. 208 Plant Research International, Wageningen, 50 pp. (+ bijlages).
- EC, 1991. Council Directive of 12 December 1991 Concerning the Protection of Waters Against Pollution Caused by Nitrates from Agricultural Sources (Directive 91/676/EEC).
- EC, 2000. Directive of the European Parliament and the Council establishing a framework for Community action on water policy (Directive 2000/60/EC).
- Hooijboer, A.E.J., F.W.J.M. Weijs, 2013. Waterkwaliteit op Koeien & Kansenbedrijven; Resultaten van tien jaar bemonstering. RIVM rapport 680717021/2013, Bilthoven, 134 pp.
- Oenema J., 2013. Transitions in nutrient management on commercial pilot farms in the Netherlands, Ph.D. Thesis, Wageningen University, Wageningen, 198 pp.
- Oenema, J.; Burgers, S.L.G.E.; Verloop, J.; Hooijboer, A.; Boumans, L.; Berge, H.F.M. ten, 2010. Multiscale Effects of Management, Environmental Conditions, and Land Use on Nitrate Leaching in Dairy Farms. *Journal of Environmental Quality* 39 (2010). - ISSN 0047-2425 - p. 2016 - 2028
- 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.
- Van der Meer, H.G., Baan Hofman, T., 1989. Contribution of legumes to yield and nitrogen economy of leys on a biodynamic farm. In: Plancquaert P. and Hagger R. (eds.), *Legumes Farming Systems*. EEC, Brussels, Belgium, pp 25-36.
- Velders, G.J.M., Aben, J.M.M., Van Jaarsveld, J.A., Van Pul, W.A.J., De Vries, W.J., Van Zanten, M.C., 2010. Grootschalige stikstofdepositie in Nederland. Analyse bronbijdragen op provinciaal niveau. Report 500088007. RIVM, Bilthoven, 63 pp.
- Verloop, J., Boumans, L.J.M., Van Keulen, H., Oenema, J., Hilhorst, G.J., Aarts, H.F.M., Šebek, L.B.J., 2006. Reducing nitrate leaching to groundwater in an intensive dairy farming system. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 74: 59-74.
- Verloop, J., 2013. Limits of effective nutrient management in dairy farming: analyses of experimental farm De Marke, Ph.D. Thesis, Wageningen University, Wageningen, 192 pp.
- 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. Schils, 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., Aarts, H.F.M., Middelkoop, van J.C., Velthof, G.L., Reijks, J.W., Fraters, B., 2009. Nitrates directive requires limited inputs of manure and mineral fertilizer in dairy farming systems. Rapport, Plant Research International, Wageningen UR, urn:nbn:nl:ui:32-3787098.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J. Oenema, en J.W. Reijks, 2015. Wettelijke normen ten aanzien van bodem en gewas in relatie tot de KringloopWijzer. Plant Research International, rapport 623, Wageningen, 15 pp.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, G.L. Velthof, J.W. Reijks, B. Fraters, W.J. Willems, 2015. Limits to the use of manure and mineral fertilizer in grass and silage maize production in The Netherlands, with special reference to the EU Nitrates Directive, Report 93, Plant Research International, Wageningen.
- Schröder, J.J., L.B. Šebek, J.W. Reijks, J. Oenema, R.M.A. Goselink, J.G. Conijn & J. de Boer, 2016. Rekenregels van de KringloopWijzer-Versie 30 december 2015 - Achtergronden van BEX, BEA, BEN, BEP en BEC: actualisatie van de 4 maart 2014 versie. Rapport 640, Plant Research International, Wageningen UR, 103 pp.
- Ten Berge, H.F.M., 2002. A review of potential indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands. Report 31, Plant Research International, Wageningen, The Netherlands.

www.rvo.nl/sites/default/files/2015/09/Acrobat-document.pdf

Bijlagen

Bijlage 1: Grondsoorten BEN-bedrijven

Bedrijf	Grondsoort			Bodemcode		
	1	2	3	1	2	3
Baltus	Lichte klei	Zware zavel	Lichte zavel	AZW8A	Mn15A	Mn35A
Buijs	Lichte klei	Zware zavel	-	Mv81A	Mn82Cp	Mv61C
Pijnenborg	Zand	Moerig op zand	-	Hn23	zWp	-
Levers	Lichte klei	Zware zavel	-	Mn35A	Mn82A	-
Schouten	Zware zavel	Lichte klei	-	Mn25A	Mn35A	-
Zijderveld	Zware zavel	Lichte klei	-	Mn25A	Mn35A	-

Grondsoort is afgelezen uit de grondsoortenkaart 2006 (<http://www.wur.nl/nl/show/Grondsoortenkaart.htm>), deze is afgeleid van de bodemkaart.

Bodemtype is afgelezen uit de Bodemkaart 1:50000, definities van bodemcodes uit (Vries et al., 2003)

Code	Beschrijving
AZW8A	Wieringermeergronden, klei, kalkrijk
Mn15A	Kalkrijke poldervaaggronden, lichte zavel, profielverloop 5
Mn35A	Kalkrijke poldervaaggronden, lichte klei, profielverloop 5
Mn82Cp	Kalkarme poldervaaggronden, klei, profielverloop 2
Mv61C	Kalkarme drechtvaaggronden, zavel en lichte klei, profielverloop 1
Mv81A	Kalkrijke drechtvaaggronden, klei, profielverloop 1
Hn23	Veldpodzolgronden, lemig fijn zand
zWp	Moerige podzolgronden met een humushoudend zanddek en een moerige tussenlaag
Mn25A	Kalkrijke poldervaaggronden, zware zavel, profielverloop 5
Mn82A	Kalkrijke poldervaaggronden, klei, profielverloop 2

Profielverloop 1 Klei op veen, meer dan 40cm moerig, start tussen 40 – 80 cm

Profielverloop 2 Klei op zand, meer dan 20cm zand, start tussen 25 – 80 cm

Profielverloop 5 Homogene aflopende en oplopende profielen

Uit: (Berendsen, 2005).

Bijlage 2: Aan- en afvoer van stikstof en fosfaat van en naar de bodem op BEN-bedrijven

A: Stikstofbalans bodem 2014 en 2015 (kg N per ha).

	Baltus	Buijs	Pijnenborg	Levers	Schouten	Zijderveld
2014						
Aanvoer	511	441	413	474	492	572
Dierlijke mest	214	233	246	233	241	287
Kunstmest	274	160	125	193	227	261
Depositie	23	35	34	24	24	24
N binding	0	13	8	24	0	0
Afvoer	370	276	272	332	378	371
Overschot	141	165	141	142	114	201
2015						
Aanvoer	-	477	410	483	502	529
Dierlijke mest	-	285	268	228	227	259
Kunstmest	-	148	99	221	251	246
Depositie	-	35	35	24	24	24
N binding	-	9	9	10	0	0
Afvoer	-	259	267	345	382	347
Overschot	-	218	143	138	120	182

B: Fosfaatbalans bodem 2014 en 2015 (kg P₂O₅ per ha).

	Baltus	Buijs	Pijnenborg	Levers	Schouten	Zijderveld
2014						
Aanvoer	96	80	94	106	84	101
Dierlijke mest	92	74	93	93	82	101
Kunstmest	4	6	1	13	2	0
Afvoer	162	90	97	126	126	123
Overschot	-65	-8	-3	-20	-41	-23
2015						
Aanvoer	-	119	96	112	81	100
Dierlijke mest	-	114	96	105	81	100
Kunstmest	-	5	0	7	0	0
Afvoer	-	119	102	118	116	124
Overschot	-	45	-6	-7	-35	-24

Bijlage 3: RE en VEM-gehalten in kuilen van de eerste snede en gemiddelde kuilen op BEN-bedrijven

RE gehalten in kuilgras (g per kg ds).

Bedrijf	Referentie 2011-2013		2014		2015	
	1esn	jaar	1esn	Jaar	1esn	jaar
Pijnenborg	156	157	168	160	109	150
Buijs	154	158	167	153	178	172
Baltus	127	126	146	143	-	-
Schouten	160	927	218	180	152	172
Levers	158	931	155	146		
Zijderveld	139	924	161	170	162	169
Eurofins	149	148	160	160	150	156
K&K alg	144	141	155	151	147	150
BEN	149	537	169	159	144	156

VEM gehalte in kuilgras (g per kg ds)

Bedrijf	Referentie 2011-2013		2014		2015	
	1esn	jaar	1esn	Jaar	1esn	Jaar
Pijnenborg	923	919	952	877	945	919
Buijs	893	880	939	888	977	933
Baltus	919	910	890	876	-	-
Schouten	164	864	983	888	961	915
Levers	155	913	891	880		
Zijderveld	143	892	944	903	969	934
Eurofins	884	885	917	893	939	910
K&K alg	894	886	919	888	941	909
BEN	533	896	933	885	953	915



Secretariaat Koeien & Kansen
Postbus 338
6700 AH Wageningen
tel. 0317-480177
info@koeienenkansen.nl
www.koeienenkansen.nl

