



**Koeien &
Kansen**

Bedrijfsspecifieke mest- en kunstmestgiften op melkveebedrijven

Onderbouwingen ten behoeve van de 'BES' in 2016-2018



Juni 2018

Rapportnummer 82

Wageningen Plant Research 802



Colofon

Uitgever

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

Redactie

Koeien & Kansen

Aansprakelijkheid

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

Bestellen

ISSN 0169-3689
Dit rapport is gratis te downloaden op de website:
<https://doi.org/10.18174/455617>
Dit rapport is eerder verschenen bij Wageningen Plant Research

Koeien & Kansen werkt aan een duurzame en toekomstgerichte melkveehouderij

Het project Koeien & Kansen is een samenwerkingsverband van 16 melkveehouders, proefbedrijf De Marke, Wageningen University & Research en adviesdiensten. Op verzoek van het ministerie van LNV 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 LNV en de brancheorganisatie ZuivelNL



Bedrijfsspecifieke mest- en kunstmestgiften op melkveebedrijven

Onderbouwingen ten behoeve van de 'BES' in
2016-2018

J.J. Schröder¹, G.J. Hilhorst², J. Oenema¹ & J. Verloop¹

¹Wageningen Plant Research
²Wageningen Livestock Research

Voorwoord

Melkveebedrijven in Nederland kunnen onder voorwaarden toestemming krijgen om meer dierlijke mest toe te dienen dan wat in de Europese Unie (EU) is toegestaan in gebieden die gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling. Met deze zogenaamde 'derogatie' neemt Nederland een relatieve uitzonderingspositie in binnen de EU. De mestgift die in het kader van die derogatie is toegestaan, leidt niet op ieder bedrijf precies tot het stikstof- en fosfaatoverschot waarmee aan milieueisen of fosfaatevenwicht voldaan wordt. Op sommige bedrijven is die mestgift landbouwkundig wellicht aantrekkelijk maar milieukundig onvoldoende scherp, op andere bedrijven is diezelfde mestgift milieukundig onnodig stringent en kan daar leiden tot daling van de gewasopbrengst en -kwaliteit. Afhankelijk van de schaal waarop men aan milieueisen wil voldoen, vraagt dat om verfijning van gebruiksnormen. Verruiming van het gebruik van dierlijke mest is één kant van die medaille. Om de perspectieven hiervan te onderzoeken is het BES-project geïnitieerd. In dat project wordt op enkele bedrijven nagegaan of een groter deel van de kunstmeststikstof door dierlijke mest vervangen kan worden zonder ophoping van fosfaat in de bodem en zonder risico's van een grotere nitraatuitspoeling. Daartoe is een set rekenregels ontworpen waarvan de opzet, de uitkomst en de gevolgen in dit rapport worden gepresenteerd. Wij bedanken om te beginnen de deelnemende bedrijven voor hun inbreng. Daarnaast zijn we het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit erkentelijk voor de geboden experimenteerruimte die immers plaatsvindt bovenop de al bestaande uitzonderingspositie van Nederland.

Jaap Schröder, Gerjan Hilhorst, Jouke Oenema & Koos Verloop

Samenvatting

In 2015, 2016 en 2017 is op een zestal melkveebedrijven onderzocht of zij op grond van hun geschatte hoge gewasonttrekking van stikstof (N) en fosfaat (P) en benutting van meststoffen, in elk van de daarop volgende jaren, meer dierlijke mest konden toedienen zonder overschrijding van de maximaal acceptabele bodemoverschotten waarvan in het generieke beleid wordt uitgegaan. Dierlijke mest is binnen de voorwaarden van derogatie namelijk de enige P-bron waarmee de P-onttrekking door gewassen gecompenseerd mag worden. Een dergelijke verruiming van de dierlijke mestgift bleek inderdaad niet bezwaarlijk op voorwaarde dat in de meeste gevallen tegelijkertijd de kunstmest-N gift gekort werd. Gemiddeld over de bedrijven en jaren kon naar schatting 57 kg meer mest-N per hectare worden toegediend in ruil voor 25 kg minder kunstmest-N per ha. Deze toekenningen konden op het moment van rapportage geconfronteerd worden met de realisaties in 2016 en 2017. Daaruit bleek dat gemiddeld niet 57 maar 81 kg meer mest-N per hectare was toegediend en niet 25 maar 34 kg minder kunstmest-N per ha. Omdat ook de onttrekking hoger was dan geprognostiseerd, bleven de gerealiseerde N-bodemoverschotten, zoals beoogd, desondanks onder het niveau van generieke bodemoverschotten. Ondanks de verruimde mestgift, bleven de gerealiseerde P-bodemoverschotten negatief met uitzondering van één bedrijf. Benadrukt moet worden dat zowel de toekenning van de bemestingsruimte als de gerealiseerde bemesting, alsmede de daarmee verbonden geachte milieueffecten op bodem, water en lucht, op modelmatige schattingen gebaseerd zijn. Ondersteunende metingen zijn slechts beperkt uitgevoerd. Deze metingen geven aanwijzingen dat de nitraatconcentraties van grond- en oppervlaktewater beneden 50 mg per liter bleven. Overigens zal elke verruiming van de bemestingsruimte op deze en andere bedrijven tot een slechter milieuresultaat in Nederland als geheel leiden, tenzij de bemestingsruimte op een ander deel van de bedrijven tegelijkertijd gekort wordt.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1	Inleiding	7
2	Methode	8
2.1	Rekenregels	8
2.2	Deelnemers	9
2.3	Weersomstandigheden	9
3	Resultaten.....	11
3.1	Invoeggegevens voor de BES-berekening.....	11
3.2	BES-berekening	15
3.3	BES-uitkomst	16
3.4	Opbrengstbepalingen	20
3.5	Nitraatmetingen	23
3.6	Grondruil	23
4	Discussie	27
4.1	Conclusies.....	28
	Literatuur	29

1 Inleiding

Bij de gebruiksnormen ten aanzien van fosfaat (P), werkzame stikstof (N) en mest-N voor melkveebedrijven, wordt onderscheid gemaakt tussen grondsoorten (veen, klei, zand & löss) en tussen gewassen (grasland dat alleen gemaaid wordt, grasland dat (ook) beweid wordt, tijdelijk grasland, snijmaïs). De gebruiksnormen zijn echter niet gedifferentieerd voor bedrijfsspecifieke verschillen in N- en P-onttrekking (Min. EZ, 2013). Dat betekent dat in sommige gevallen het milieu tekort gedaan wordt en in andere gevallen het behoud van bodemvruchtbaarheid en de gewasopbrengst tekort gedaan worden. Uit de resultaten van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM, <http://www.wur.nl/nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstituten/Economic-Research/Landelijk-Meetnet-effecten-Mestbeleid.htm>) is gebleken dat op zand- en lössgronden in veel gevallen minder (kunst)mest gegeven moet worden bij de verlangde waterkwaliteitseisen dan wat landbouwkundig optimaal is. Reeds nu zijn de N-gebruiksnormen daar in veel gevallen lager dan het landbouwkundige advies. Omdat op klei- en veengronden veel denitrificatie plaatsvindt, bestaat daar in beginsel geen conflict tussen het landbouwkundige N-advies en de waterkwaliteit (Schröder et al., 2007). Het Ministerie van EZ, thans LNV, heeft indertijd besloten om de N-gebruiksnorm voor die grondsoorten te maximeren op het landbouwkundige advies. Voor dit landbouwkundige advies geldt echter dat het betrekking heeft op een gemiddelde situatie; het advies is niet meer dan een richtlijn. Vóór de introductie van het gebruiksnormenstelsel stond het met name melkveehouders dan ook vrij om van dat advies af te wijken; er bestond geen belemmering om meer N en P toe te dienen als gewasopbrengsten een ruimer gebruik rechtvaardigden. Het BES-project verkent de mogelijkheid om gebruiksnormen te differentiëren met behoud van milieukwaliteit, bodemvruchtbaarheid en opbrengst. Het project beperkt zich tot een beperkt aantal bedrijven (5 in 2016, 6 in 2017 en 2018) waarvoor uit de KringloopWijzer-boekhoudingen blijkt dat ze in de voorgaande drie aaneengesloten jaren (2013-15, 2014-16, 2015-17), gemiddeld, relatief hoge N- en P-onttrekkingen realiseerden. Het onderhavige verslag heeft betrekking op de onderbouwing van de (bovenwettelijke) mest- en kunstmestgiften waarvan de toediening in de jaren 2016, 2017 en 2018 verdedigbaar geacht werd.

2 Methode

2.1 Rekenregels

De totstandkoming van bedrijfsspecifieke mest- en kunstmestgiften moet, ook omwille van een eventuele uiteindelijke omzetting in beleid, verlopen volgens een reproduceerbare werkwijze. Die werkwijze is als volgt:

1. Bereken het N-bodemoverschot voor een situatie waarbij de voor het desbetreffende bedrijf geldige generieke wettelijk toegestane mest- en kunstmestgiften toegediend zouden worden aan grasland en maïslaan. Doe dat met de rekenregels die gebruikt zijn bij de onderbouwing van de gebruiksnormen (volgens het WOD-model (Schröder et al., 2007), met als aanname dat maïslaan 170 kg mest-N per hectare ontvangt en de overige mest, binnen de mest-N norm op bedrijfsniveau (230 of 250 kg mest-N per ha), naar het grasland gaat waarvan 60 kg mest-N als weidemest ingeval geweid wordt).
2. Stel de N-benuttingsparameters van het WOD-model zodanig in dat de volgens de KringloopWijzer gerealiseerde N-opbrengsten van gras en snijmaïs bij de volgens de KringloopWijzer gegeven mest- en kunstmestgiften correct gesimuleerd worden. Toelichting: het WOD-model gaat uit van een gemiddelde respons van de gewassen gras en snijmaïs op de beschikbaar gestelde N. Die respons hangt van de benutting van N (de 'helling') en de N-onttrekking die maximaal haalbaar geacht wordt (het 'plafond'). De hier behandelde stap heeft tot doel om de factoren (parameters) van de responsfunctie zodanig te veranderen (hoewel dat arbitrair is, beide tegelijkertijd met eenzelfde percentage) dat de N-opbrengst die volgens de KringloopWijzer gemiddeld over drie aaneengesloten jaren gerealiseerd is door hetzij grasland, hetzij snijmaïslaan bij de (eveneens gemiddelde) mest- en kunstmestgiften op die gewassen exact zo berekend wordt. De respons wordt op die manier bedrijfsspecifiek gemaakt
3. Bereken op basis van de volgens de KringloopWijzer gerealiseerde P_2O_5 -opbrengst (gemiddeld over de drie voorafgaande jaren) wat de P_2O_5 -bemesting zou moeten zijn om evenwichtsbemesting te bereiken (aanvoer = afvoer \pm correctie voor de P-toestand van de bodem).
4. Vermenigvuldig deze de bij stap 3 berekende mest-P gift met de bedrijfsspecifieke N/ P_2O_5 verhouding van de drijfmest (volgens de KringloopWijzer), en gebruik de uitkomst als bedrijfsspecifieke mest-N norm.
5. Bereken onder gebruikmaking van de benuttingsfactor (stap 2) en de bedrijfsspecifieke mest-N norm (stap 3) wat de kunstmest-N aanvulling mag zijn, zonder het in stap 1 berekende generieke bodem-N overschot te overschrijden.
6. Als dit generieke bodem-N overschot reeds zonder kunstmest-N overschreden wordt, kort dan de mestgift zodanig dat dit bodem-N overschot alsnog gerealiseerd wordt.
7. Als de voorgaande stappen tot een kunstmest-N gift leidt die te laag geacht wordt om de mest-P goed benut te laten worden, verlaag dan de mest-N gift tot een niveau waarbij wel voldoende kunstmest-N gegeven kan worden, maar opnieuw met inachtneming van het in stap 1 berekende generieke bodem-N overschot.

Het resultaat is een bedrijfsspecifieke mest-N norm (= stap 3), P-norm (= stap 4), en (werkzame) N-norm (= (stap 4 x wettelijke N-werkingscoëfficiënt) + stap 5).

8. Omdat de voorgaande stappen in de regel tot een vervanging van kunstmest-N door dierlijke mest-N leiden, zullen de verliezen van ammoniak-N bij mesttoediening kunnen toenemen. Dat zou neerkomen op afwenteling van het ene milieucompartiment (water) naar het andere (lucht). Om dat te voorkomen moet compensatie plaatsvinden. We noemen dat de ammoniak-mitigatieopgave

(verschil in ammoniak-N berekend in stap 1 en in stap 5). Die mitigatie moet met aanvullende maatregelen via voeding, huisvesting, mestopslag of mesttoediening geadresseerd te worden. In de berekening is geschat dat van drijfmest 19% van de toegediende ammonium-N als ammoniak vervluchtigt bij toediening op grasland (op veengrond 26%) en 12% bij toediening op bouwland, van weidemest-N 2,2% vervluchtigt en 2% van kunstmest-N.

2.2 Deelnemers

Vanaf 2016 neemt een vijftal bedrijven deel aan het BES project. Het betreft drie bedrijven op kleigrond (Bedrijf 1, 2 en 5), een bedrijf op zandgrond (Bedrijf 4) en een bedrijf op veengrond (Bedrijf 3). Vanaf 2016 is aan het BES-project een zesde bedrijf op kleigrond (Bedrijf 6) toegevoegd. Met uitzondering van Bedrijf 1 wordt op alle bedrijven geweid. Met uitzondering van de Bedrijven 2 en 3 telen alle bedrijven naast gras ook snijmaïs. De verdedigbaar geachte mest- en kunstmestgiften voor deze bedrijven worden, zoals aangegeven, goeddeels gebaseerd op de in- en uitvoergegevens van de door hen ingevulde KringloopWijzers (KLWs). Dat is een gevalideerd model (Oenema et al., 2017) waarmee mestproducties en gewasopbrengsten geschat worden. Om nog meer inzicht te krijgen in de werkelijk gerealiseerde opbrengsten, is aan drie bedrijven (Bedrijven 1, 2 en 4) gevraagd om vanaf 2016 ieder jaar op enkele representatieve percelen de N- en P-opbrengst van gewassen te bepalen in een bemeste en een geheel onbemeste situatie. Ten behoeve van dat laatste is de bedrijven gevraagd om enkele zogenaamde, 'nulveldjes' aan te leggen. Op de bedrijven zijn ook metingen aan de nitraatconcentraties van drainwater (Bedrijven 1, 2 en 5) en grondwater (Bedrijven 3 en 4) verricht. Dergelijke metingen, hoewel ze de nitraatuitstoot van een bedrijf noch ruimtelijk, noch temporeel volledig weerspiegelen, bieden enig houvast met betrekking tot de milieukundige toelaatbaarheid van verruimde mestgiften.

2.3 Weersomstandigheden

Tabel 1 geeft een globale indruk van neerslag en temperatuur in de jaren die betrokken zijn bij de invulling van de KLWs. Vergeleken met het 30-jarig gemiddelde van De Bilt, was het groeiseizoen van 2014 relatief warm en later nat. Het groeiseizoen van 2015 was eerst droog en later nat. In de jaren 2016 en 2017 was het omgekeerde het geval. Beide jaren waren bovendien betrekkelijk warm. Er is geen aanleiding om één van vijf jaren als exceptioneel te bestempelen en, aldus, vertekend.

Tabel 1 Globale weersomstandigheden (neerslag (mm) en gemiddelde dagtemperatuur (oC)) in de jaren die betrokken zijn bij de berekeningen.

Locatie	De Bilt	De Bilt					Den Helder					Eindhoven				
maanden	1981-2010	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Neerslag																
jan-mrt	192	144	154	236	254	198	86	175	199	193	164	127	112	195	244	180
apr-jun	170	160	191	100	283	121	101	171	82	182	89	150	158	93	331	90
jul-sep	232	181	307	294	162	306	187	202	359	123	314	185	347	232	115	241
okt-nov	238	342	221	223	139	322	237	241	217	234	281	242	194	165	147	210
Gemiddelde temperatuur																
jan-mrt	4.2	2.1	6.9	4.6	4.9	5.1	2.2	6.6	5.0	5.1	5.0	2.0	7.0	4.2	4.9	5.2
apr-jun	12.6	11.6	13.8	12.3	13.3	13.9	10.2	13.1	11.2	12.4	13.1	12.2	14.2	13.0	13.8	14.4
jul-sep	16.6	17.2	17.3	16.8	17.9	16.3	17.0	17.5	16.6	18.0	16.6	17.7	17.3	17.4	18.3	16.8
okt-nov	7.0	8.3	8.8	9.8	6.7	8.5	9.2	9.4	10.4	8.1	9.4	8.1	8.7	9.7	6.7	8.2

3 Resultaten

3.1 Invoegegevens voor de BES-berekening

Tabel 2 vermeldt de in- en uitvoergegevens van de KLV per bedrijf per jaar zoals die gebruikt zijn bij het berekenen van mest- en kunstmestgiften in de BES. Daarbij is voor de berekening van giften in jaar X, als invoer steeds het gemiddelde gebruikt van KLV's uit de jaren X-3, X-2 en X-1.

Volgens de rekenregels (paragraaf 2.1) kan een deelnemer de mest-P gift verhogen overeenkomstig zijn geschatte P-onttrekking volgens de KLV, onder aftrek of toeslag van de hoeveelheid P waarmee de generieke P-gebruiksnorm verlaagd dan wel verhoogd dient te worden op basis van de aangetroffen P-toestand. Daartoe geeft Tabel 3 per bedrijf een overzicht van de verdeling van de percelen over P-toestanden in het jaar voorafgaand aan het jaar waarvoor de BES berekend wordt. Die verdeling bepaalt mede de areaal-gewogen bedrijfsspecifieke P-gebruiksnorm.

Tabel 4 vermeldt de generieke norm voor mest-N, de wettelijk te hanteren N-werkingscoëfficiënt (NWC) voor mest-N, de norm voor werkzame-N, de kunstmest-N ruimte die daaruit voortvloeit, en de via het WOD-model gesimuleerde generieke N-bodemoverschot dat bij die generieke normen hoort. Dat generieke N-bodemoverschot is de resultante van een vaste relatie tussen aangeboden N, beschikbare N, opgenomen N en geoogste N. Daarbij wordt uitgegaan van goede groei- en managementomstandigheden maar wordt niet verder verfijnd op basis van een werkelijk gerealiseerde geoogste hoeveelheid N die het gevolg kan zijn van bijzondere bodem- of managementomstandigheden. Bij de berekeningen van de generieke ruimte is aangenomen dat het eventuele bouwland niet meer dan 170 kg mest-N per hectare ontvangt. Dat betekent dat een relatief groot deel van de mest, overeenkomstig de praktijk, aan het grasland wordt toegewezen. Dat de gesimuleerde resultaten ook binnen gewassen vaak een weinig verschillen van de generieke overschotnormen zoals berekend in Schröder et al. (2015) heeft de volgende oorzaken. In Schröder et al. (2015) werd voorbijgegaan aan het feit dat een bedrijf op wettelijke gronden extra N-gebruiksruimte kan ontlenen aan een kunstweide die voor of na een bouwlandfase geteeld wordt. Bovendien werd in die studie uitgegaan van een exacte verhouding van grasland en maïsland van 80:20. In het BES-project werd soms wat minder maïs dan 20% geteeld met als gevolg dat het grasland meer mest kon ontvangen. Tenslotte stelden Schröder et al. (2015) de generieke overschotnorm voor bedrijven op zand gelijk aan het gemiddelde van de uitkomsten voor diverse droogteklassen terwijl de grond van het BES-bedrijf op zandgrond als nat gekwalificeerd werd. Om het WOD-model geschikt te maken voor het flexibilisering van N-responscurves moest een wiskundige formulering gekozen worden niet exact samenviel met de curvatuur van de respons die gebruikt werd bij het vaststellen van de generieke overschotnormen.

Tabel 2 In- en uitvoergegevens van KringloopWijzer (3-jarig voortschrijdend gemiddelde).

Bedrijf	Jaar	Oppervl. Grasland:		N-bemesting (kg/ha):								P ₂ O ₅ -bemesting (kg/ha):				N-opbrengst (kg/ha)				P ₂ O ₅ -opbrengst (kg/ha)				Bedrijf:			
		(ha's)	(ha's)	N-bemesting (kg/ha):			P ₂ O ₅ -bemesting (kg/ha):			N-opbrengst (kg/ha)		P ₂ O ₅ -opbrengst (kg/ha)		N-bemesting (kg/ha):		P ₂ O ₅ -bemesting (kg/ha):		N-opbrengst (kg/ha)		P ₂ O ₅ -opbrengst (kg/ha)		N-bemesting (kg/ha):		P ₂ O ₅ -bemesting (kg/ha):			
				drijf-mest	weide-mest	kunst-mest	drijf-mest	weide-mest	kunst-mest	(kg/ha)	(kg/ha)	drijf-mest	kunst-mest	drijf-mest	kunst-mest	(kg/ha)	(kg/ha)	drijf-mest	kunst-mest	(kg/ha)	(kg/ha)	mest	kunst-mest	mest	kunst-mest		
Bedrijf 1	2013-2015	43.6	34.9	281	0	296	105	0	1	384	162	8.7	198	48	74	12	171	89	265	246	99	3					
	2014-2016	43.8	35.3	307	0	267	116	0	0	361	147	8.5	160	53	62	7	165	88	279	225	106	1					
	2015-2017	43.9	35.7	327	0	249	123	0	0	369	141	8.2	142	58	54	0	151	79	293	213	110	0					
Bedrijf 2	2013-2015	43.5	43.5	289	53	198	101	18	0	381	151								342	198	118	0					
	2014-2016	43.4	43.4	330	43	197	104	14	0	391	154								373	197	118	0					
	2015-2017	41.4	41.4	354	44	198	108	15	0	369	136								398	198	122	0					
Bedrijf 3	2013-2015	46.5	46.5	230	48	146	77	15	2	367	98								278	146	92	2					
	2014-2016	46.5	46.5	229	49	145	76	14	2	397	96								277	145	91	2					
	2015-2017	48.2	48.2	243	46	139	75	13	0	374	83								288	139	88	0					
Bedrijf 4	2013-2015	45.4	37.5	286	63	162	91	19	3	309	111	7.8	121	10	38	2	205	82	310	136	98	2					
	2014-2016*	46.9	38.9	281	60	151	85	18	1	319	111	8.0	118	0	35	0	207	83	304	126	91	1					
	2015-2017*	50.8	42.0	288	53	129	83	15	0	349	111	8.8	109	0	31	0	190	72	302	108	86	0					
Bedrijf 5	2013-2015	44.6	36.9	327	3	162	101	1	3	342	105	7.7	40	158	13	27	201	79	280	161	86	7					
	2014-2016	44.6	36.9	341	4	174	102	1	0	351	104	7.7	79	145	24	13	187	79	299	169	89	2					
	2015-2017	46.8	39.1	344	13	175	104	3	0	332	92	7.7	136	126	41	0	188	82	320	167	96	0					
Bedrijf 6	2013-2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	2014-2016	76.7	62.9	208	78	228	66	25	5	399	141	13.8	244	81	72	2	179	78	279	202	88	4					
	2015-2017	76.0	60.0	260	53	219	83	17	0	397	133	16.0	246	54	58	0	193	79	298	185	90	0					

*vanwege ernstige hagelschade in 2016 is bij de gemiddelde maisopbrengst het jaar 2016 niet betrokken

Tabel 3 Fractie van bedrijf met aan P-toestand gerelateerde P-gebruiksnorm en aldus berekend toeslag (positieve waarden) of korting (negatieve waarden).

Bedrijf	Jaar	P-gebruiksnorm op grasland (kg P ₂ O ₅ /ha)				P-gebruiksnorm op bouwland (kg P ₂ O ₅ / ha)				Toeslag of korting (kg P ₂ O ₅ /ha)	
		arm	laag	neutraal	hoog	arm	laag	neutraal	hoog	grasland	bouwland
		120	100	90	80	120	75	60	50		
Bedrijf 1	2015	0.00	0.00	0.26	0.84	0.00	0.58	0.42	0.00	-8	9
	2016	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-10	15
	2017	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-10	15
Bedrijf 2	2015	0.00	0.00	1.00	0.00					0	
	2016	0.00	0.00	1.00	0.00					0	
	2017	0.00	0.00	1.00	0.00					0	
Bedrijf 3	2015	0.00	0.36	0.54	0.10					3	
	2016	0.00	0.32	0.57	0.11					2	
	2017	0.00	0.29	0.58	0.13					2	
Bedrijf 4	2015	0.00	0.10	0.16	0.74	0.00	0.45	0.55	0.00	-6	7
	2016	0.00	0.15	0.28	0.57	0.00	0.00	0.79	0.21	-4	-2
	2017	0.00	0.00	0.38	0.62	0.00	0.00	0.50	0.50	-6	-5
Bedrijf 5	2015	0.00	0.94	0.06	0.00	0.00	0.35	0.16	0.49	9	0
	2016	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.16	0.49	10	0
	2017	0.00	0.86	0.07	0.06	0.00	0.35	0.16	0.49	8	0
Bedrijf 6	2016	0.00	0.00	0.45	0.55	0.00	0.43	0.57	0.00	-6	6
	2017	0.00	0.00	0.42	0.58	0.00	1.00	0.00	0.00	-6	15

Tabel 4 Generieke normen voor mest-N en kunstmest-N, alsmede de daaruit voortvloeiende N-bodemoverschotten en NH₃-verliezen bij toediening mest

bedrijf	jaar	generieke norm voor:																	
		grasland						bouwland						bedrijf					
		mest-N	NWC*	werkz. N	kunstm. N	N-bodem-overschot	NH ₃ -N**	mest-N	NWC*	werkz. N	kunstm. N	N-bodem-overschot	NH ₃ -N**	mest-N	NWC*	werkz. N	kunstm. N	N-bodem-overschot	NH ₃ -N**
Bedrijf 1	2016	270	0.60	412	287	169	30	170	0.60	160	58	87	11	250	0.60	362	241	153	26
	2017	269	0.60	450	288	169	31	170	0.60	160	58	80	11	250	0.60	394	244	152	27
	2018	268	0.60	447	286	167	31	170	0.60	160	58	89	11	250	0.60	393	243	152	27
Bedrijf 2	2016	250	0.45	359	247	174	23							250	0.45	359	247	174	23
	2017	250	0.45	358	246	173	24							250	0.45	358	246	173	24
	2018	250	0.45	359	247	173	24							250	0.45	359	247	173	24
Bedrijf 3	2016	250	0.45	265	153	309	28							250	0.45	265	153	309	28
	2017	250	0.45	265	153	307	29							250	0.45	265	153	307	29
	2018	250	0.45	265	153	307	29							250	0.45	265	153	307	29
Bedrijf 4	2016	244	0.45	250	140	104	21	170	0.45	112	36	71	11	230	0.45	226	122	98	19
	2017	242	0.45	250	141	102	21	170	0.45	112	36	67	11	230	0.45	226	123	96	19
	2018	243	0.45	250	141	102	21	170	0.45	112	36	67	11	230	0.45	226	123	96	19
Bedrijf 5	2016	267	0.45	345	225	170	25	170	0.45	160	84	104	12	250	0.45	313	201	159	23
	2017	267	0.45	345	225	170	25	170	0.45	160	84	96	12	250	0.45	313	201	157	23
	2018	266	0.45	345	225	169	25	170	0.45	160	84	104	12	250	0.45	315	202	158	23
Bedrijf 6	2017	280	0.45	345	219	170	25	170	0.45	160	84	96	12	250	0.45	294	181	150	21
	2018	271	0.45	345	223	170	23	170	0.45	160	84	104	12	250	0.45	306	194	156	21
GEMIDDELD													246	0.48	308	193	175	24	

*NWC=N-werkingscoëfficiënt voor dierlijke mest; **NH₃-N die verloren gaat bij toediening van meststoffen

3.2 BES-berekening

Aan de hand van een voorbeeldberekening wordt in het navolgende geïllustreerd hoe de rekenstappen doorlopen worden. Hiervoor wordt Bedrijf 2 genomen met de berekening van de bemestingsruimte voor het jaar 2018. Bedrijf 2 teelt alleen gras en dat vergemakkelijkt de illustratie.

De generieke N-gebruiksnorm 359 kg N per ha. Die norm is opgebouwd uit de wettelijke norm voor beweid grasland op kleigrond (345 kg N per ha) en de norm voor tijdelijk grasland (95 kg N per ha) die op een deel van het bedrijf, volgend op de teelt van bollen op ruilgrond, aanwezig is. Bij maximaal gebruik van mest volgens de generieke norm (250 kg mest-N/ha) mag bij de wettelijk gehanteerde N-werkingscoëfficiënt (NWC) van 45% (weidend bedrijf) dan nog $359 - (250 \times 0.45) = 247$ kg kunstmest-N worden aangevoerd. Als deze mest-kunstmestcombinatie in het WOD-model wordt ingevoerd, wordt een generiek bodemoverschot van 173 kg N per hectare gesimuleerd, aannemende dat generiek circa 65 kg weidemest-N per hectare wordt toegediend. Het mestgebruik van in de voorafgaande drie jaren bedroeg gemiddeld 354 kg drijfmest-N, 44 kg weidemest-N en 198 kg kunstmest-N per ha. Volgens de K LW werd in de voorgaande drie jaren gemiddeld 369 kg gras-N geoogst. Deze grasoogst wordt door het WOD-model bij gegeven bemesting correct gesimuleerd door de responscurve in het model aan te passen. Daartoe dienen helling en plafond van de curve met een factor 1,039 te worden vermenigvuldigd. In praktische termen betekent dit dat de benutting van inputs om de een of andere reden bij Bedrijf 2 circa 4% hoger ligt dan aangenomen wordt volgens de generieke responscurve (terzijde: op BES bedrijven die naast gras ook maïs telen zien we soms ook dat de benutting van het ene gewas hoger en het andere gewas lager is dan generiek omdat gewassen kennelijk systematische voor- en nadelen kunnen ondervinden van de wijze waarop voorgaande gewassen geteeld zijn).

De P-opbrengst van het geoogste gras bij Bedrijf 2 bedroeg in de drie voorafgaande jaren volgens de K LW gemiddeld 136 kg P₂O₅ per ha. Dit is aanzienlijk meer dan de onttrekking van 90 kg P₂O₅ per hectare die het gebruiksnormenstelsel impliciet veronderstelt voor grasland. Omdat de P-toestand bij Bedrijf 2 gemiddeld neutraal is, is er geen noodzaak om de bedrijfsspecifieke P-norm anders te laten zijn dan 136 kg P₂O₅ per ha. Op basis van de K LW laat zich berekenen dat N/P₂O₅ verhouding van de geproduceerde mest bij Bedrijf 2 in de voorafgaande drie jaren gemiddeld 3,25 heeft bedragen. Dat betekent dat de bedrijfsspecifieke mest-N norm $136 \times 3,25 = 442$ kg mest-N per hectare kan bedragen. Vervolgens kan met het WOD-model verkend worden wat bij die mestgift (inclusief opgegeven weidemest-N) de kunstmest-N aanvulling kan bedragen zonder daarbij het eerder berekende generieke bodemoverschot van 173 kg N per hectare te overschrijden. Die kunstmest-N gift blijkt 92 kg N per hectare te bedragen waarmee de generieke N-gebruiksnorm van 359 kg N per ha, wijzigt in een bedrijfsspecifieke N-gebruiksnorm van 291 kg N per ha. In termen van de hoeveelheden totaal N kan echter meer dan generiek worden toegediend. In ruil voor 155 kg minder kunstmest-N kan 192 kg meer mest-N worden toegediend. Die wisselkoers betekent wel dat met die extra mest een NWC van $155/192 = 80\%$ moet worden gerealiseerd. Omdat het deelnemende bedrijf dit als ambitieus kan ervaren en mestgiften van de berekende omvang mogelijk toch te hoog zijn voor het dekken van de P-onttrekking op de langere termijn, worden ook behoedzamer varianten doorgerekend. Tabel 5 toont ook wisselkoersen op basis van mestgiften van 375, 325 en 300 kg mest-N per ha. In overleg met Bedrijf 2 werd vervolgens één van deze varianten gekozen. Vervanging van kunstmest-N door mest-N betekent in de regel een vergroot risico van ammoniakemissie. Op basis van de gesimuleerde emissies kan berekend worden dat afhankelijk van het gekozen scenario een taakstelling voor ammoniak-mitigatie ontstaat van 5 tot 16 kg NH₃-N per hectare bedrijfsoppervlakte.

Tabel 5 Cijfers bij bereedeneerde BES-ruimte, geïllustreerd aan de hand van Bedrijf 2 voor seizoen 2018.

		Primair:	Mestgift (kg N/ha) verlaagd naar:		
			375	325	300
Generieke N-Gebruiksnorm		359	359	359	359
Generieke Mest-N Gebruiksnorm		250	250	250	250
Wettelijke N-Werking		0.45	0.45	0.45	0.45
Generieke Kunstmest-N Ruimte		247	247	247	247
Gesimuleerd Generiek Bodem-N Overschot		Stap 1	173	173	173
Gebruik Drijfmest-N 2015-2017			354	354	354
Gebruik Weidemest-N 2015-2017			44	44	44
Gebruik Kunstmest-N 2015-2017			198	198	198
N-Opbrengst 2015-2017			369	369	369
Gebleken Benuttingsfactor		Stap 2	1.039	1.039	1.039
Correctie Generieke P ₂ O ₅ -Gebruiksnorm			0	0	0
P ₂ O ₅ -Opbrengst 2015-2017			136	136	136
Specifieke P ₂ O ₅ -Gebruiksnorm		Stap 3	136	136	136
N/P ₂ O ₅ In Mest			3.25	3.25	3.25
Theor. Specifieke Mest-N Gebruiksnorm		Stap 4	442	442	442
Pragm. Specifieke Mest-N Gebruiksnorm		(evt. 6 en 7)	442	375	300
Specifieke Kunstmest-N Ruimte		Stap 5 (evt. 7)	92	158	231
Specifieke N-Gebruiksnorm			291	327	366
Verandering Mest-N Gebruiksnorm			192	125	50
Verandering Kunstmest-N Ruimte			-155	-89	-16
NWC Ambitie			0.80	0.71	0.31
Generieke NH ₃ -N Bij Toediening			24	24	24
Specifieke NH ₃ -N Bij Toediening			40	35	29
NH ₃ -N Mitigatie Opgave		Stap 8	16	11	5

3.3 BES-uitkomst

Tabel 6 vermeldt per bedrijf de mest-kunstmestcombinatie die volgens bovenstaande systematiek binnen de grenzen van het generieke N-bodemoverschot in elk van de drie jaren toegekend is. Tabel 7 geeft aan hoe de realisatie daarvan geweest is in de eerste twee projectjaren waarvan de gegevens inmiddels beschikbaar zijn. Voor wat betreft de mestgiften is de realisatie gebaseerd op de hoeveelheid mest (inclusief weidemest) die naar schatting op basis van de KLW toegediend is. Daaruit blijkt dat meer mest is toegediend dan toegekend (met uitzondering van Bedrijf 1 in 2016) en (met uitzondering van Bedrijf 1) minder kunstmest-N is toegediend dan toegekend. In de meeste gevallen is de som van de gerealiseerde N-giften van mest en kunstmest groter dan de som van de toegekende N-giften. Generiek bedroegen de gemiddelde giften van mest en kunstmest-N, respectievelijk, 247 en 193 kg N per hectare gemiddeld over de bedrijven en jaren (n=17). De overeenkomstige toegekende giften bedroegen gemiddeld, respectievelijk, 303 en 168 kg N per hectare (n=17), de gerealiseerde giften bedroegen gemiddeld, respectievelijk 327 en 159 kg N per hectare (n=11, vanwege nog ontbrekende gegevens uit 2018).

Tabel 6 Toegekende BES-giften (kg N/ha).

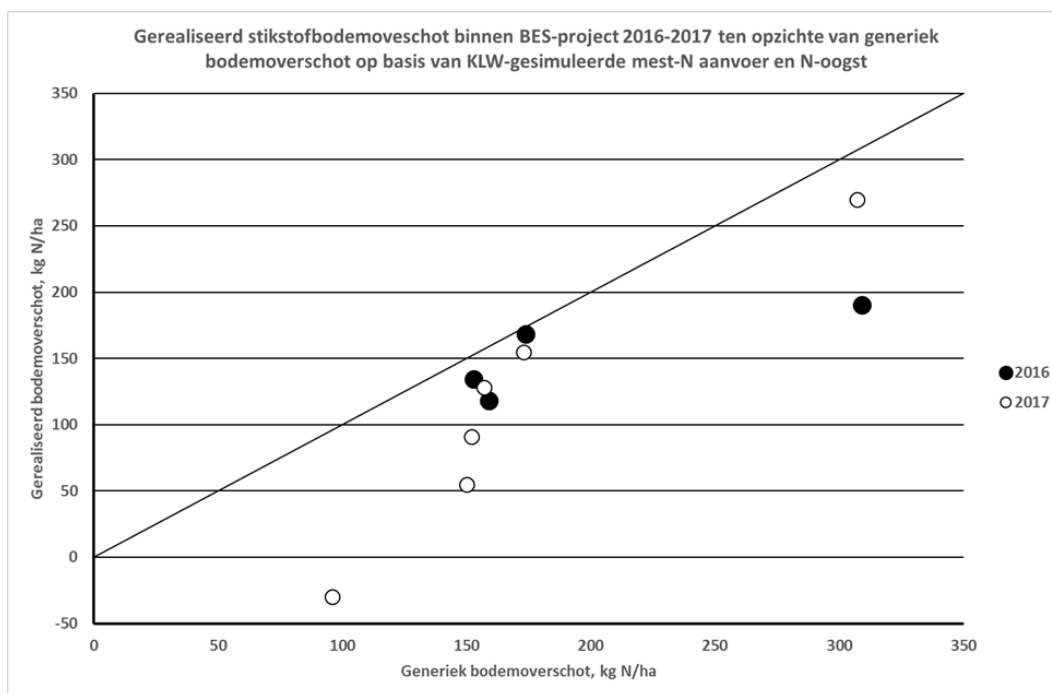
Bedrijf	Jaar	Mest	Kunstmest	Samen
Bedrijf 1	2016	352	148	500
	2017	275	184*	459
	2018	275	193*	468
	<i>gemidd:</i>	301	171	
Bedrijf 2	2016	379	196	575
	2017	325	241	566
	2018	325	207	532
	<i>gemidd:</i>	343	215	558
Bedrijf 3	2016	268	141	409
	2017	275	199	474
	2018	275	176	451
	<i>gemidd:</i>	273	172	445
Bedrijf 4	2016	275	90	365
	2017	275	93	368
	2018	300	118	418
	<i>gemidd:</i>	283	100	384
Bedrijf 5	2016	324	154	478
	2017	300	183	483
	2018	325	136	461
	<i>gemidd:</i>	316	158	474
Bedrijf 6	2016			
	2017	325	158	483
	2018	275	237	512
	<i>gemidd.</i>	300	198	498
GEMIDDELD		303	168*	469

*exclusief toeslag van 40 kg N/ha in 2017 en 31 kg N/ha in 2018 voor overdracht aan akkerbouwer

Tabel 7 Gerealiseerde BES-giften (kg N/ha).

Bedrijf	Jaar	Mest	Kunstmest	Samen
Bedrijf 1	2016	294	183	477
	2017	292	243	535
Bedrijf 2	2016	448	190	638
	2017	343	238	581
Bedrijf 3	2016	287	131	418
	2017	307	136	443
Bedrijf 4	2016	301	86	387
	2017	290	82	372
Bedrijf 5	2016	357	154	511
	2017	331	157	488
Bedrijf 6	2017	342	145	487
GEMIDDELD		327	159	485

Met deze gegevens, in combinatie met de op basis van de KWL geschatte geoogste N in de vorm van gras en snijmaïs, kunnen ook N-bodemoverschotten berekend worden (n=10, omdat de resultaten van Bedrijf 4 uit 2016 vanwege zeer ernstige hagelschade in de snijmaïs zijn uitgesloten van de berekeningen). Als deze N-bodemoverschotten worden uitgezet tegen de generieke N-bodemoverschotten (Figuur 1), dan blijkt dat de aldus berekende BES-overschotten de generieke N-bodemoverschotten nooit hebben overschreden (Tabel 8). De verruimde mestgiften verkleinden in vrijwel alle gevallen het P-overschot maar resulteerden in vrijwel alle gevallen nog steeds in negatieve overschotten (Figuur 2). Daarbij moet wel bedacht worden dat de aanvoerterm 'mest' en de afvoerterm 'geoogst' beide geschat zijn door de KWL en niet gemeten. Bij onderschatting van de hoeveelheid aangekocht voer (en de N en P in dat voer), wordt de geoogste hoeveelheid voer (en N en P) overschat bij gelijkblijvende hoeveelheid mest en het bodemoverschot daarmee onderschat. Bij overschatting van de hoeveelheid aangekocht voer geldt vanzelfsprekend het omgekeerde.

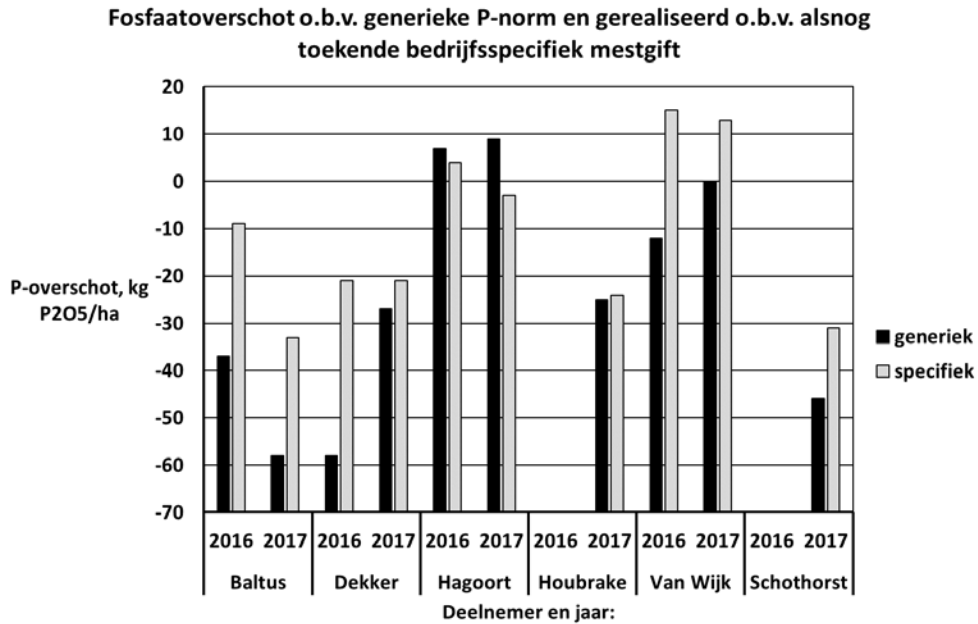


Figuur 1 Gerealiseerd stikstofbodemoverschot binnen BES-project 2016-2017 ten opzichte van generiek bodemoverschot op basis van KWL-gesimuleerde mest-N aanvoer en N-oogst.

Tabel 8 Generieke en gerealiseerde N-bodemoverschotten.

Bedrijf	Jaar	N-bodemoverschot (kg/ha)	
		Generiek	Gerealiseerd
Bedrijf 1	2016	153	134
	2017	152	91
Bedrijf 2	2016	174	168
	2017	173	155
Bedrijf 3	2016	309	190
	2017	307	270
Bedrijf 4	2016	*	*
	2017	96	-30
Bedrijf 5	2016	159	118
	2017	157	128
Bedrijf 6	2017	150	55

*uitgesloten vanwege ernstige hagelschade in de maïs



Figuur 2 Fosfaatoverschot op basis van generieke P-norm en gerealiseerd op basis van toegekende bedrijfsspecifieke mestgift

Het BES-project leidt, in beginsel, tot de vervanging van kunstmest-N door mest-N. De per bedrijf en per jaar berekende wisselkoers tussen beide kan worden uitgedrukt als een geambieerde N-werkingscoëfficiënt (NWC). Immers, als in ruil voor het inleveren van, bijvoorbeeld, 60 kg kunstmest-N per hectare bedrijfsoppervlakte 100 kg meer mest-N per hectare gebruikt mag worden, dient voor eenzelfde plantbeschikbare hoeveelheid N, een NWC van minimaal 60% gerealiseerd te moeten worden. Tabel 9 geeft per bedrijf en jaar aan wat de geambieerde NWC diende te zijn. Als de BES-berekening aangaf dat zowel de mestgift verhoogd kon worden zonder dat dit ten koste hoefde te gaan van de kunstmest-N gift, werd een negatieve NWC berekend. De gemiddelde NWC bedroeg 18% (range: -186% tot +90%). Aannemende dat de kunstmest-N op de bedrijven hoofdzakelijk uit KAS en niet uit ammoniak, pure ammonium of ureum bestond, verhoogt de vervanging van kunstmest-N door mest de kans op ammoniakverliezen bij toediening. Vervanging van kunstmest door mest brengt daardoor een mitigatieopgave met zich mee. De berekende opgave varieert van 1 tot 12 kg N per hectare bedrijfsoppervlakte (Tabel 9).

Tabel 9 NWC ambitie (% werkzame N per kg mest-N).

Bedrijf	Jaar	NWC	NH3 generiek	BES	opgave
Bedrijf 1	2016	63%	26	34	8
	2017	80%	27	28	1
	2018	80%	27	28	1
Bedrijf 2	2016	40%	23	35	12
	2017	6%	24	32	8
	2018	54%	24	31	7
Bedrijf 3	2016	67%	28	30	2
	2017	-186%	29	34	5
	2018	-94%	29	34	5
Bedrijf 4	2016	67%	19	22	3
	2017	66%	19	23	3
	2018	7%	19	26	7
Bedrijf 5	2016	64%	23	28	5
	2017	35%	23	30	7
	2018	90%	23	31	8
Bedrijf 6	2017	31%	21	26	5
	2018	-171%	21	26	6
GEMIDDELD		18%	24	29	5

3.4 Opbrengstbepalingen

In 2016 en 2017 hebben op beperkte schaal opbrengstbepalingen plaatsgevonden op Bedrijven 1 en 2. Daaruit is gebleken dat de N-opbrengsten van representatief geachte percelen over het algemeen hoger lagen dan de berekende N-opbrengsten volgens de KLW (Tabel 10). Verder bleek de opbrengst van onbemeste perceeldelen bij Bedrijf 1 relatief laag en indicatief voor een sterk gebrek aan N. Bijgevolg was de (op basis van de opbrengstbepaling geschatte) benutting van N uit mest en kunstmest daar hoog vergeleken met Bedrijf 2. Ook uit de berekende gehalten van gewassen en mest volgens de KLW, bestaat bij Bedrijf 1 een relatief gebrek aan N. In het geoogste gras (Tabel 11a) kan dit mede te maken hebben met de relatief zware snedes, maar ook in de snijmais (Tabel 11b) en in de mest (Tabel 11c) bestonden aanwijzingen voor gebrek aan N. Dit N-gebrek bij Bedrijf 1 lijkt verband te houden met het bedrijfssysteem waarbij grond geruimd wordt met een naburige akkerbouwer. Het aardappelland van deze akkerbouwer profiteert van N die vrijkomt uit de omgeploegde kunstweide van Bedrijf 1, terwijl Bedrijf 1 jaarlijks geconfronteerd wordt met de behoefte aan extra N van een nieuwe graszode. Het is niet duidelijk geworden in welke mate de akkerbouwer Bedrijf 1 hiervoor voldoende compenseert door een informele overdracht van N. Vooruitlopend op een beter inzicht, is aan Bedrijf 1 voor de groeiseizoenen 2017 en 2018, respectievelijk, 40 en 31 kg kunstmest-N per hectare extra toegekend. Paragraaf 3.6 behandelt dit aspect meer in detail.

Tabel 10 KLW-berekeningen en veldmetingen van N-opbrengsten van bemeste en onbemeste gewassen.

bedrijf	jaar		gewas			
			gras		snijmaïs	
			bemest	onbemest	bemest	onbemest
Bedrijf 1	2016	mest, kg N/ha, vlgs KLW	332		124	
		kunstmest, kg N/ha, vlgs KLW	213		50	
		geoogst, kg N/ha, vlgs KLW	314		133	
		geoogst, kg N/ha, veldmeting	338	37		
		N-benutting (veldmeting)	55%			
	2017	mest, kg N/ha, vlgs KLW	330		118	
		kunstmest, kg N/ha, vlgs KLW	280		70	
		geoogst, kg N/ha, vlgs KLW	429		160	
		geoogst, kg N/ha, veldmeting	392	24	266	68
		N-benutting (veldmeting)	60%		105%	
Bedrijf 2	2016	mest, kg N/ha, vlgs KLW	448			
		kunstmest, kg N/ha, vlgs KLW	190			
		geoogst, kg N/ha, vlgs KLW	396			
		geoogst, kg N/ha, veldmeting	429	218		
		N-benutting (veldmeting)	33%			
	2017	mest, kg N/ha, vlgs KLW	343			
		kunstmest, kg N/ha, vlgs KLW	238			
		geoogst, kg N/ha, vlgs KLW	361			
		geoogst, kg N/ha, veldmeting	412	229		
		N-benutting (veldmeting)	31%			

Tabel 11a Samenstelling gras o.b.v. KLW.

Bedrijf	Jaar	N%	P ₂ O ₅ %	N/P ₂ O ₅
Bedrijf 1	2015	1.9	0.76	2.5
	2016	1.8	0.70	2.5
	2017	2.1	0.73	2.8
	<i>gemidd.</i>	1.9	0.73	2.6
	Bedrijf 2	2015	2.3	0.92
2016		2.4	0.91	2.7
2017		2.7	0.88	3.1
<i>gemidd.</i>		2.5	0.90	2.7
Bedrijf 3		2015	3.8	0.78
	2016	3.8	0.83	4.6
	2017	3.1	0.75	4.1
	<i>gemidd.</i>	3.6	0.79	4.5
	Bedrijf 4	2015	2.9	0.98
2016		2.9	0.92	3.2
2017		3.1	0.92	3.3
<i>gemidd.</i>		3.0	0.94	3.1
Bedrijf 5		2015	2.6	0.76
	2016	2.8	0.69	4.0
	2017	2.7	0.73	3.7
	<i>gemidd.</i>	2.7	0.73	3.7
	Bedrijf 6	2016	2.5	0.87
2017		2.6	0.83	3.1
<i>gemidd.</i>		2.6	0.85	3.0

Tabel 11b Samenstelling snijmaïs o.b.v. KLW.

Bedrijf	Jaar	N%	P ₂ O ₅ %	N/P ₂ O ₅
Bedrijf 1	2015	1.0	0.53	2.0
	2016	1.0	0.59	1.7
	2017	1.0	0.46	2.2
	<i>gemidd.</i>	<i>1.0</i>	<i>0.53</i>	<i>2.0</i>
Bedrijf 2	2015			
	2016			
	2017			
Bedrijf 3	2015			
	2016			
	2017			
Bedrijf 4	2015	1.0	0.42	2.4
	2016			
	2017	1.1	0.37	2.9
	<i>gemidd.</i>	<i>1.0</i>	<i>0.40</i>	<i>2.7</i>
Bedrijf 5	2015	1.0	0.39	2.6
	2016	1.0	0.49	2.0
	2017	1.1	0.44	2.4
	<i>gemidd.</i>	<i>1.0</i>	<i>0.44</i>	<i>2.3</i>
Bedrijf 6	2016	1.0	0.45	2.2
	2017	1.0	0.40	2.6
	<i>gemidd.</i>	<i>1.0</i>	<i>0.4</i>	<i>2.4</i>

Tabel 11c Samenstelling mest o.b.v. KLW.

Bedrijf	Jaar	N/P ₂ O ₅
Bedrijf 1	2015	2.5
	2016	2.7
	2017	2.8
	<i>gemidd.</i>	<i>2.7</i>
Bedrijf 2	2015	2.8
	2016	3.5
	2017	3.6
	<i>gemidd.</i>	<i>3.3</i>
Bedrijf 3	2015	2.9
	2016	3.2
	2017	3.8
	<i>gemidd.</i>	<i>3.3</i>
Bedrijf 4	2015	3.2
	2016	3.8
	2017	3.6
	<i>gemidd.</i>	<i>3.5</i>
Bedrijf 5	2015	3.2
	2016	3.3
	2017	3.4
	<i>gemidd.</i>	<i>3.3</i>
Bedrijf 6	2016	3.3
	2017	3.7
	<i>gemidd.</i>	<i>3.5</i>

3.5 Nitraatmetingen

Tabel 12 geeft een samenvatting van de nitraatconcentraties die per jaar op de verschillende bedrijven gemeten zijn. Daaruit blijkt dat de nitraatconcentratie op geen van de BES-bedrijven de norm van 50 mg per liter overschrijdt. Op de kleibedrijven (Bedrijven 1, 2 en 5) en het veenbedrijf (Bedrijf 3), zijn de concentraties veel lager dan bij Bedrijf 4 dat op relatief droge zangrond ligt.

De standaarddeviaties indiceren de fluctuaties tussen jaren binnen de periodes, 2011-2015, 2013-2015 en 2016-2017 (de BES jaren). Bij Bedrijven 1, 3 en 4 zijn de verschillen tussen de concentraties in 2016 en 2017 niet te onderscheiden van fluctuaties tussen jaren die in de periodes voor BES 2011-2015 en 2013-2015 voordeden en die vermoedelijk deels veroorzaakt zijn door effecten van het weer. Bij Bedrijf 2 is de concentratie in 2016 en 2017 duidelijk lager dan voorheen en bij Bedrijf 5 is de concentratie hoger dan voorheen.

Tabel 12 Nitraatconcentraties (mg per liter) in het bovenste grondwater of in drainwater.

	Bedrijf 1 Drainwater	Bedrijf 2 Drainwater	Bedrijf 3 Grondwater	Bedrijf 4 Grondwater	Bedrijf 5 Drainwater
2011-2015	10 (3)**	13 (5)	0.5 (0.1)	32 (10)	4 (2)
2013-2015	12 (2)	10 (5)	0.5 (0.2)	35 (12)	3 (3)
2016	13	2	0.3	33	7
2017	nb*	nb*	0.3	41	nb*
2016-2017	13	2	0.3 (0)	37 (6)	7

* deze waarnemingen waren ten tijde van de rapportage nog niet beschikbaar.

** waarden tussen haakjes betreffen de standaarddeviatie van de resultaten van alle jaren in de genoemde periode

3.6 Grondruil

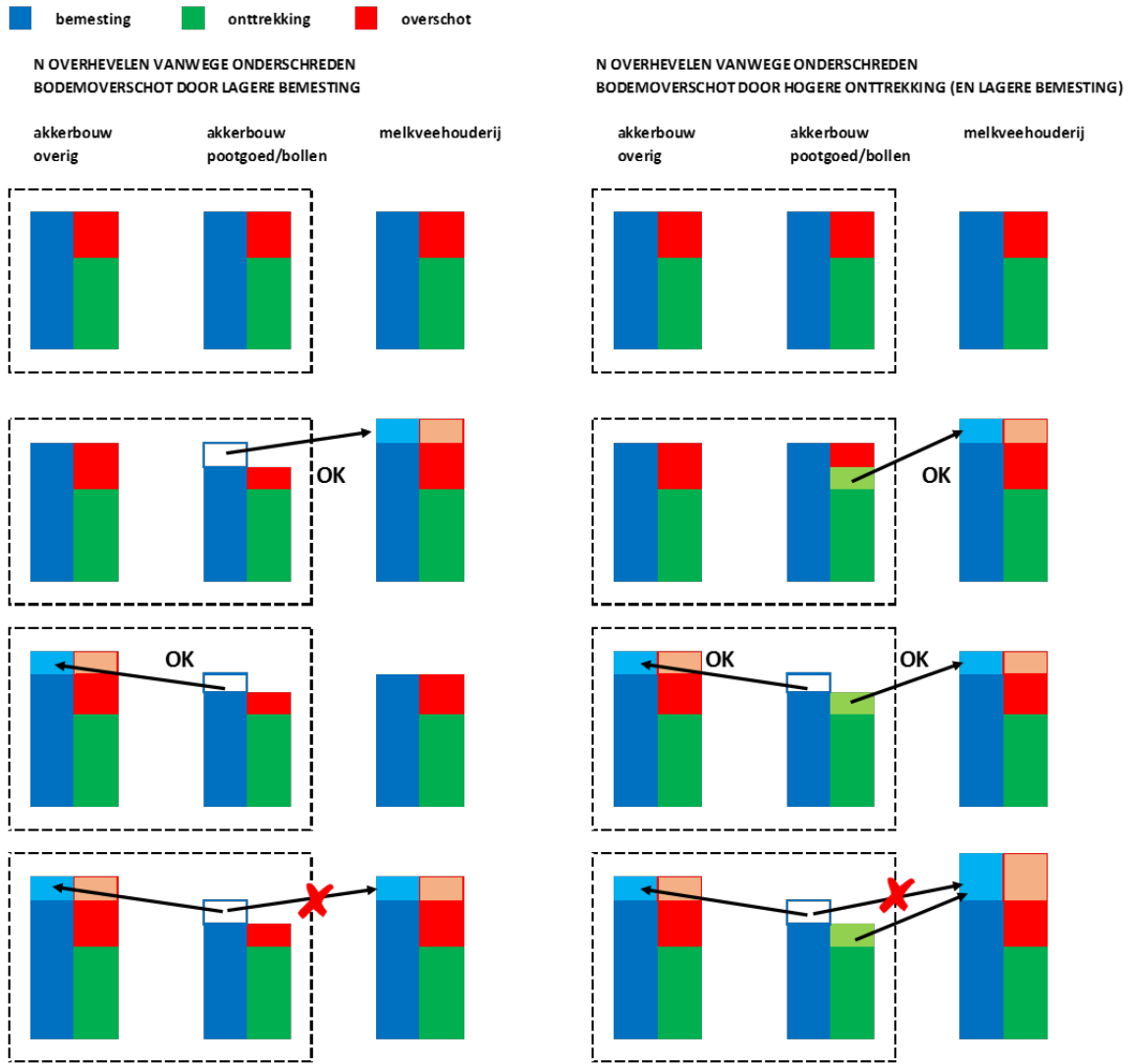
Nitraatmetingen (zie paragraaf 3.5) en het aangetroffen relatieve N tekort (paragraaf 3.4) maken het aannemelijk dat Bedrijf 1 een geringe N-belasting naar het grond- en oppervlaktewater heeft. Op grond van de gevolgde BES-systematiek waarbij niet de nitraatconcentratie van water maar het N-bodemoverschot leidend is, kan aan het bedrijf binnen de kaders van BES niet meer N-ruimte worden toegekend. Het N-gebrek vindt zijn oorzaak mogelijk in hogere denitrificatieverliezen dan waarvan in het generieke beleid wordt uitgegaan. Daarnaast speelt wellicht een rol dat Bedrijf 1 grond ruilt met een naburige akkerbouwer. Deze akkerbouwer teelt pootaardappelen op gescheurd grasland afkomstig van Bedrijf 1. Uit de administratie van akkerbouwer blijkt dat bemesting van het pootaardappelland met recht lager is dan volgens de N-bemestingsrichtlijn voor pootgoed (vanwege de N die bij scheuren vrijkomt) en gebruiksnorm en N-de onttrekking hoger is dan de opbrengst waarvan indertijd is uitgegaan bij het onderbouwen van de generieke N-norm voor pootaardappelen. Op zichzelf rechtvaardigt dit een navenante overdracht van N-ruimte vanuit het akkerbouwbedrijf naar Bedrijf 1. De indruk is ontstaan dat de akkerbouwer de N-gift minder gekort heeft dan volgens het LTO-CBGV bemestingsadvies (www.bemestingsadvies.nl) na scheuren zou kunnen. De relatief goede waterkwaliteit van Bedrijf 1 zou in dat geval voor een deel weer teniet gedaan worden door een relatief verslechterde waterkwaliteit bij de akkerbouwer. Ook is onduidelijk hoeveel van de door de akkerbouwer uitgespaarde N informeel naar Bedrijf 1 gaat dan wel binnen het akkerbouwbedrijf aan andere gewassen wordt toegediend. In afwachting van meer duidelijkheid hierover is op basis van een aantal schattingen aan Bedrijf 1 in 2016 en 2017 een toeslag van, respectievelijk, 40 en 31 kg kunstmest-N per hectare bedrijfsoppervlakte toegekend ten behoeve van de teeltseizoenen 2017 en 2018. In het navolgende wordt uitgelegd hoe die toekenningen tot stand gekomen zijn.

Tegenover iedere hectare pootaardappelland staan bij Bedrijf 1 twee hectare gras- en maïsland. Als het N-advies voor bouwland gevolgd zou worden (t.w. een kortingsmogelijkheid van 100 kg N per hectare eerstejaars bouwland op voormalig grasland) zou 50 kg N per hectare extra kunstmest-N op het gras- of maïsland van Bedrijf 1 toegediend kunnen worden. De kunstmest-N gift voor pootaardappelen kon dan, volgens advies, tot 20 kg N per hectare beperkt blijven. Het is niet bekend of en in welke mate dit plaatsvond. Een andere benadering is om het verschil te berekenen tussen het daadwerkelijk gerealiseerde N-bodemoverschot op het pootaardappelland en het generieke N-bodemoverschot. Dit verschil zou dan van het pootaardappelland kunnen worden overgeheveld naar het land van Bedrijf 1. In werkelijkheid werd zowel in 2016 als in 2017 aan pootaardappelen aanzienlijk meer N toegediend dan de benodigde 20 kg N per ha. In 2016 bedroeg de kunstmest-N gift 96 kg N per hectare (naast 15 kg mest-N per ha) en in 2017 76 kg N per ha. Daar staat tegenover dat ook de opbrengst in beide jaren meer was dan de forfaitaire opbrengst (KWIN, 2015) van 35 ton pootaardappelen per hectare (Tabel 13). Het bedrijfsspecifieke N-bodembalansoverschot (excl. atmosferische depositie) bedroeg daarmee -15 en -59 kg N per hectare

pootaardappelland in, respectievelijk, 2016 en 2017. Het overeenkomstige generieke bodembalansoverschot, uitgaande van het gebruik van 60 kg P_2O_5 per hectare in de vorm van rundveedrijfmest bedroeg 68, kg N per ha, dat wil zeggen 82 en 127 kg N per hectare pootaardappelland méér in achtereenvolgens 2016 en 2017. Bij volledige overdracht van dit verschil naar het land van Bedrijf 1 komt dit neer op circa 40 en 60 kg N per hectare maïs- en grasland. Het is niet bekend of en in welke mate dit in werkelijkheid plaatsvond. Mogelijk is een deel van het aldus berekende verschil tussen de generieke en de bedrijfsspecifieke (beter: perceelsspecifieke) N-balans binnen het akkerbouwbedrijf op andere gewassen ingezet. Hierover is alleen zekerheid te verkrijgen op basis van een volledig ingevulde en geborgde aan- en afvoerbalans van het volledige akkerbouwbedrijf. Zonder een dergelijk inzicht zijn dubbele verzilveringen niet uitgesloten, zoals geïllustreerd in Figuur 3. Overigens is bij de toenmalige onderbouwing van N-gebruiksnormen van akkerbouwgewassen niet uitgegaan van het gebruik van runderdrijfmest maar van varkensdrijfmest. Zou het generieke N-bodembalansoverschot met die mestsoort zijn berekend, dat was een lager potentiële N-overdracht berekend (Tabel 13). In 2017 is, ondanks alle onzekerheid, een overdracht van 40 kg N per hectare toegekend. Omdat uit de KLV-boekhouding bleek dat Bedrijf 1 in 2017 daar bovenop 59 kg meer kunstmest-N per hectare gebruikte dan toegekend, is besloten om de berekende potentiële overdracht van 60 kg N per hectare bedrijfsoppervlakte veiligheidshalve te halveren zolang geen volledige inzage bestaat in de N-balans van het bedrijf waarmee Bedrijf 1 samenwerkt.

Tabel 13 Berekende potentiële N-overdracht in ruil voor geleverde mineralisatie van gescheurd grasland door Bedrijf 1.

jaar	basis	mest- soort	balansterm:					balans: (C x (1-E)) + D - (A x B) = (kg N/ha)	balansverschil (generiek-specifiek) (kg N/ha)	potentiële overdracht per ha land van Bedrijf 1 (kg N/ha)
			A opbrengst (t vers/ha)	B N-gehalte (kg N/ton)	C mest-N (kg N/ha)	D kunstmest-N (kg N/ha)	E NH3 verlies mest (kg N/kg Ntot mest)			
2017	bedrijfsspecifiek	RDM	42	3	15	96	0.06	-15		
	generiek	RDM	35	3	154	28	0.06	68	82	39
	generiek	VDM	35	3	103	48	0.06	40	55	26
2018	bedrijfsspecifiek	RDM	45	3	0	76	0.06	-59		
	generiek	RDM	35	3	154	28	0.06	68	127	60
	generiek	VDM	35	3	103	48	0.06	40	99	47



Figuur 3 Denkbare types overheveling van stikstofruimte tussen twee samenwerkende bedrijven.

4 Discussie

Met min of meer uniforme gebruiksnormen voor N of P kan op het niveau van percelen of bedrijven, zelfs bij middeling over vele jaren, onmogelijk precies worden voldaan aan een bepaalde N-emissie of P-evenwichtsbemesting. Daarvoor verschillen bodems, teeltwijzen en managementcapaciteiten te veel. Uit zowel modelmatig (Schröder et al., 2007) alsook experimenteel (Schröder et al., 2010) onderzoek blijkt dat dit verfijning van normen rechtvaardigt.

Het onderhavige BES-project verkent in welke mate sommige bedrijven meer mest zouden kunnen toedienen, al dan niet in ruil voor kunstmest-N. De onderbouwing van de toe te kennen ruimte maakt gebruik van modellen, te weten het WOD-model (dat een relatie veronderstelt tussen N-gebruik van N-bodemoverschot) en de KLW (dat een relatie veronderstelt tussen veestapelsamenstelling, melkproductie en voer- en kunstmestaankopen enerzijds, en mest- en gewasproductie en N-bodemoverschot anderzijds). Beide modellen zijn weliswaar getoetst (Schröder et al., 2007; -, 2015; Oenema et al., 2017) maar ieder model is met systematische en toevallige fouten behept. Dit vereist in beginsel ondersteunende metingen.

Vertrekpunt bij de berekening van de toegekende mest- en kunstmestruimte is het generieke N-bodemoverschot. Op basis van *geschatte* bedrijfsspecifieke gegevens uit de KLW zijn in het kader van het BES-project een van de generieke ruimte afwijkende mest- en kunstmestruimte toegekend. Vervolgens is het aldus gerealiseerde *geschatte* N-bodemoverschot geconfronteerd met het generieke N-bodemoverschot. Deze werkwijze verschilt wezenlijk van een evaluatie waarbij gemeten giften van mest en kunstmest op individuele percelen gecombineerd worden met gemeten onttrekkingen op die percelen en vervolgens een perceeloppervlakte-gewogen gemiddeld N-bodemoverschot berekend wordt. Het zou in deze verkenningfase dan ook het beste zijn om de toekenning van meer of minder bemestingsruimte per bedrijf op 'echte' metingen te baseren. Juist om die reden is aan enkele deelnemers gevraagd om op zijn minst enkele representatieve percelen te bemonsteren. Hieraan is slechts beperkt gevolg gegeven. Een rol daarbij speelde dat de uitvoering van proeven op praktijkbedrijven per definitie lastig is omdat de normale bedrijfsvoering daar prioriteit krijgt. De beschikbare begeleiding van het project is vooralsnog te gering geweest om hier verandering in te brengen. Als gevolg hiervan is tot op heden ook nog niet in detail geanalyseerd en gedocumenteerd welke maatregelen genomen zijn om invulling te geven aan de ammoniak-mitigatie. In 2016 (Bedrijven 1, 2, 3, 4 en 5) en 2017 (Bedrijven 3 en 4) zijn wel metingen verricht aan de nitraatconcentraties in grond- en oppervlaktewater. Hoewel niet per definitie representatief in ruimte en tijd geven deze metingen wel vertrouwen in toegestane verruiming van het mestgebruik omdat de gemeten concentratie beneden de 50 mg nitraat per liter bleef. Daarbij moet wel bedacht worden dat het deel van de mestgift dat bovenop de generieke mestgift is toegediend, nog niet in evenwicht gekomen zal zijn met de cumulatieve jaarlijkse afbraak zodat een negatief effect van mineralisatie buiten het groeiseizoen op nitraatuitspoeling nog niet volledig tot uiting gekomen kan zijn (e.g. Schröder et al., 2010).

Bovengenoemde onderschrijding van de grens van 50 mg nitraat per liter, sluit aan bij het volgende. Inmiddels zijn de daadwerkelijk gegeven kunstmest-N giften en daadwerkelijk gerealiseerde (weliswaar op KLW-schattingen gebaseerde) mestgiften van de eerste twee projectjaren (2016, 2017) bekend. Vergelijking van deze giften met de voordien toegekende giften leert dat in de meeste gevallen iets meer mest en iets minder kunstmest is toegediend dan aanvankelijk toegekend en de totale N-gift groter was dan toegekend. Omdat ook de N-oogst iets groter was dan geprognoseerd, zijn de gerealiseerde (*geschatte*) N-bodemoverschotten steeds onder de generieke N-bodemoverschotten gebleven. De P-overschotten zijn ondanks de verruimde mestgiften bij de meeste bedrijven nog steeds negatief. Wel wordt door de verruimde P-voorziening minder snel ingeteerd op de bodemvruchtbaarheid.

De ervaringen binnen het BES-project leren wel dat bij grondruil veel discussie ontstaat over de compensatie van degene die bodemvruchtbaarheid overdraagt aan een ander. Zolang de ontvanger van bodemvruchtbaarheid niet ook zelf registreert of schat of en in welke mate hij bespaarde nutriënten teruggeeft dan wel zelf houdt, valt de compensatieruimte waarop de leverancier van bodemvruchtbaarheid in aanmerking zou kunnen komen, niet goed te berekenen.

Het BES-project is begonnen vanuit de gedachte dat een toekomstige verfijning van normen als beleidsinstrument niet bij voorbaat wordt uitgesloten. Voordat dat zo ver is, moet nog wel het volgende bedacht worden. Nederland kan gezien worden als een populatie telers waarvan een deel milieudoelen bij generieke normen overschrijdt en een ander deel milieudoelen onderschrijdt. Het BES-project richt zich vooralsnog op die laatste groep. Zodra aan hen meer bemestingsruimte gegund wordt, verslechtert de milieuprestatie van de populatie als geheel. Dit is alleen te voorkomen door tweezijdig te verfijnen en bemestingsruimte weg te nemen bij overschrijders. Het valt daarom te overwegen om de BES ook te testen op bedrijven waar vanwege lagere opbrengsten bemestingsruimte verlaagd zou moeten worden, bijvoorbeeld door het verbreden van de BES naar alle Koeien & Kansen deelnemers. Zelfs in die situatie dient overwogen te worden dat de toekenning van meer of minder bemestingsruimte (lees: intensiteit) op

niets meer is geënt dan overschotten van N en P en hun veronderstelde relatie met waterkwaliteit. Daarbij mag niet vergeten worden dat er beleidsmatig ook andere overwegingen zijn om voor of tegen een bepaald niveau van intensiteit te kiezen, zoals luchtkwaliteit, klimaatdoelen of biodiversiteit. Bodemoverschotten van N en P vertegenwoordigen maar één milieufactet.

4.1 Conclusies

- Vervanging van kunstmest-N door dierlijke mest leidde op melkbedrijven met relatief hoge opbrengsten tot een geringere verplichte mestafvoer en een besparing op kunstmest-N, zonder overschrijding op bedrijfsniveau van milieudoelen die aan het generieke mestbeleid ten grondslag liggen.
- Bij het bepalen van de extra bemestingsruimte is gebruik gemaakt van het model KringloopWijzer. De projectdeelnemers zijn in het kader van Koeien & Kansen met dit instrument zeer vertrouwd en hebben een reputatie hoog te houden voor wat betreft een nauwkeurige invulling van bedrijfsgegevens.
- Bij het vervolg en eventuele verbreding van het project dient mede daarom voldoende aandacht gegeven te blijven worden aan begeleidende metingen als controle op modelschattingen en op een controleerbare kwaliteit van de ingevoerde bedrijfsgegevens.
- Het onderhavige project richt zich alleen op de effecten van verruiming van de bemesting. Verruiming van de bemesting op een deel van de bedrijven verslechtert de gemiddelde kwaliteit van water en lucht in Nederland, tenzij de bemesting van bedrijven met relatief lage opbrengsten tegelijkertijd beperkt wordt.

Literatuur

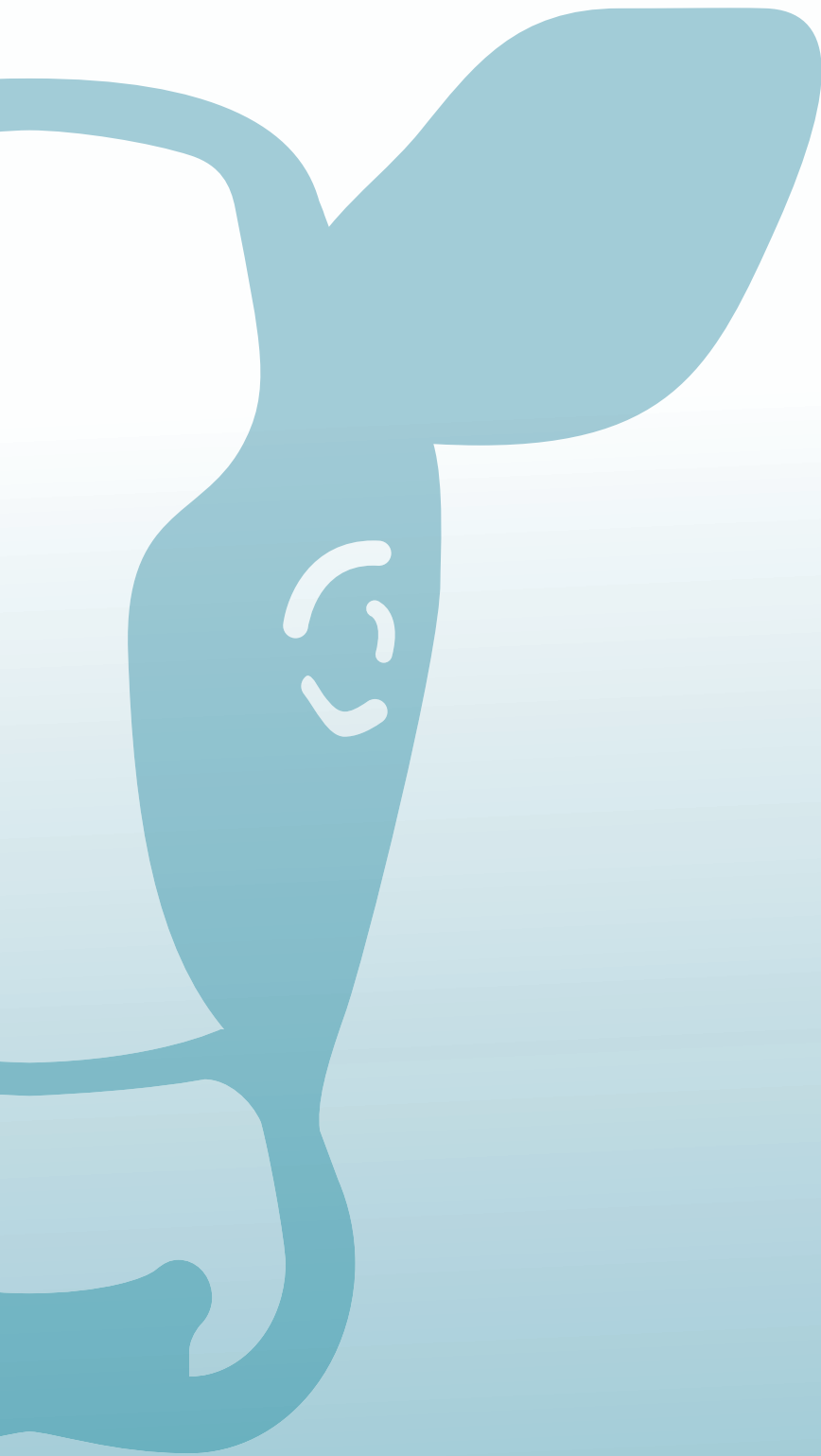
Min EZ, 2013. Vijfde Nederlandse Actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2014-2017). Ministerie van Economische Zaken, 's-Gravenhage, 88 pp.

Oenema, L.B. Šebek, J.J. Schröder, J. Verloop, M.H.A. de Haan & G.J. Hilhorst, 2017. Toetsing van de KringloopWijzer-gemeten en voorspelde stikstof- en fosfaatproducties van mest en gewas – Rapport, WPR, Wageningen UR (in druk).

Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters & W.J. Willems, 2007. Permissible manure and fertilizer use in dairy farming systems on sandy soils in The Netherlands to comply with the Nitrates Directive target. *European Journal of Agronomy* 27, 102-114.

Schröder, J.J., F. Assinck, D. Uenk & G.L. Velthof, 2010. Nitrate loss from grassland on sandy soils, as affected by the substitution of manure N for mineral fertilizer N and by soil type. *Grass and Forage Science* 65: 49-57.

Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J. Oenema & J.W. Reijs, 2015. Wettelijke normen ten aanzien van bodem en gewas in relatie tot de KringloopWijzer. Rapport 623, Plant Research International, WUR, Wageningen, 15 pp.



Secretariaat Koeien & Kansen

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