

juni 2012

rapport DBBD – 5

## Trendanalyses in Duurzaam Boer Blijven in Drenthe

Resultaten voor organische stof, N, P en K

**Dr.Ir. G.H. Ros**  
**M.C. Hanegraaf M.Sc.**

**met medewerking van**  
**Dirksen Management Support**

nutriënten management instituut nmi bv  
postbus 250  
6700 ag wageningen  
binnenhaven 5  
6709 pd wageningen  
tel. (088) 876 12 80  
e-mail [nmi@nmi-agro.nl](mailto:nmi@nmi-agro.nl)  
internet [www.nmi-agro.nl](http://www.nmi-agro.nl)



## Partners en financiers



Projectcoördinatie: ETC Adviesgroep  
Postbus 64  
3830 AB Leusden  
Telefoon: 033-4326056  
E-mail: [veehouderij@etcnl.nl](mailto:veehouderij@etcnl.nl)  
[www.duurzaamboerblijven.nl/drenthe](http://www.duurzaamboerblijven.nl/drenthe)

Het project Duurzaam Boer Blijven in Drenthe wordt uitgevoerd door ETC, NMI en DMS en gefinancierd door de provincie Drenthe, met co-financiering door betrokkenen, voor de periode 2009-2012. Meer informatie op: [www.duurzaamboerblijven.nl](http://www.duurzaamboerblijven.nl), [info@duurzaamboerblijven.nl](mailto:info@duurzaamboerblijven.nl), of tel: 033-4326056.

---

© 2012 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

### Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

---

## Verspreiding

Deelnemers	8x
ETC	5x
Provincie Drenthe	1x



## Inhoud

	pagina
Dankwoord	3
Samenvatting en conclusies	5
1 Inleiding	7
1.1 Achtergrond	7
1.2 Project Duurzaam Boer Blijven Drenthe	7
1.3 Gebruikte methodiek	8
1.4 Leeswijzer	10
2 Resultaten	11
2.1 Bedrijfstechnische kengetallen N en P	11
2.2 Introductie vernieuwd P-advisering	13
2.3 Bodem	14
2.3.1 Bodemvruchtbaarheid	14
2.3.2 Bodemleven	18
2.4 Gewaskwaliteit	19
2.5 Mestkwaliteit	21
2.6 Uitspoeling van nitraat	23
3 Conclusies & aanbevelingen	27
Literatuur	29
Bijlage 1. Beoogde doelen project DBBD (ETC & NMI, 2008)	31
Bijlage 2. Achtergrondgegevens	33



## **Dankwoord**

Dit rapport evalueert de technische resultaten van het project "Duurzaam Boer Blijven Drenthe" met een focus op bodem-, water- en luchtkwaliteit. Daarnaast worden ook de effecten van de kringlooplandbouw op gewas- en mestkwaliteit meegenomen. De bedrijfstechnische gegevens zijn beschikbaar gesteld door Dirksen Management Support (DMS) en de nitraatgegevens, afkomstig uit het provinciaal meetnet waterkwaliteit, door de provincie Drenthe. Wij zijn hen daarvoor erkentelijk. We danken de betrokken melkveehouders voor hun participatie in het project. De verantwoordelijkheid voor de inhoud van dit rapport berust geheel bij de auteurs.





## Samenvatting en conclusies

In 2008 is in opdracht van de provincie het project “Duurzaam Boer Blijven Drenthe” (DBBD) gestart. Het belangrijkste doel van dit project was de resultaten van voorgaande, succesvolle projecten (Bedreven Bedrijven Drenthe, Functionele agrobiodiversiteit op melkveehouderijbedrijven) op te schalen naar een grote groep melkveehouders in Drenthe. De ambitie van dit project was tevens om aantoonbare reducties van N-, P- en broeikasgasemissies naar bodem, water en/of lucht te realiseren. Dit rapport evalueert de resultaten van het DBBD-project met een focus op bodem- en waterkwaliteit. Tevens zijn de effecten van de kringlooplandbouw op de mest- en gewaskwaliteit meegenomen.

Concreet zijn de volgende resultaten bereikt voor de thema's bodem en water:

Beoogde doelen	Resultaat
<b>Algemene doelstellingen</b>	
De bodemkwaliteit is verbeterd	Op 70% van de betrokken bedrijven is er een <b>toename van het gehalte aan organische stof</b> gerealiseerd. De gemiddelde toename over alle bedrijven (n=176) was 0,8%. De toename in organische stof laat tevens zien dat er gedurende de projectperiode <b>CO<sub>2</sub> is vastgelegd</b> . Deze toename wordt geschat op ~20 ton CO <sub>2</sub> per hectare gras. De hoeveelheid <b>bodemleven</b> nam op circa 36% van de bedrijven toe met +3 tot >50%. Op de overige bedrijven nam deze af met gemiddeld 17%.
De waterkwaliteit is verbeterd	<b>Nitraatgehaltes</b> in het bovenste grondwater liggen op de deelnemende bedrijven 10-20% lager dan gemiddelde metingen in het provinciale meetnet.
<b>Opschalen</b>	
140 melkveehouders hebben actief geparticipeerd binnen het project	176 bedrijven hebben actief in dit project geparticipeerd. Totaal areaal van deze bedrijven omvat circa 6.600 ha. Circa 120 van deze bedrijven hebben actief deelgenomen aan studiegroep-bijeenkomsten. Gegevens over o.a. bodem-, gewas- en mestkwaliteit zijn per bedrijf gemonitord en besproken. Vernieuwende maatregelen op bedrijfsniveau zijn toegepast en doorgerekend.  De <b>melkproductie</b> is met 7% toegenomen bij gelijkblijvend of lager N- en P-overschot in de bodem en een afnemend krachtvoergebruik (-13%). De <b>benutting van P</b> is daardoor gestegen met 3% (uitgangssituatie: 71%; standaard praktijk rond 40-70%). De <b>benutting van N</b> steeg met 1% (uitgangs-situatie: 35%; praktijk rond 30-40%). De <b>gewas- en mestkwaliteit</b> bleven op veel punten gelijkwaardig aan de uitgangssituatie of verbeterden gedurende de projectperiode.

Gebaseerd op de behaalde milieuwinst binnen dit DBBD-project is een inschatting gemaakt van de winst die in heel Drenthe te behalen is wanneer 50% van de melkveehouders gebruik maakt van de kringloopbenadering.

De uitkomsten hiervan zijn samengevat in de hieronder staande tabel.

<b>Maatregel/ resultaat</b>	<b>Effect op/ via</b>	<b>Schatting milieuwinst*</b>
Verhoogde N- en P-benutting op bedrijfsniveau	Verlaging N-gift	94-471 ton N/ jaar
	Verlaging P-gift	28-126 ton P/ jaar
Toepassing vernieuwd P-advies	Verlaging P-gift in maïs	76-173 ton P/ jaar
	Verlaging P-gift in gras	295 ton P/ jaar
Opbouw organische stof	Vastlegging C	0,7 Mton CO <sub>2</sub> / jaar
	Verlaging N-gift	263 ton N/ jaar
Efficiënter voergebruik	Verlaging krachtvoer	17,5 kton/ jaar
Verlaagde N-uitspoeling	NO <sub>3</sub> gehalte in grondwater	10-20 mg NO <sub>3</sub> / L lager

*\* De effecten zijn geschat voor de individuele maatregelen zonder rekening te houden met de overlap tussen de verschillende maatregelen*

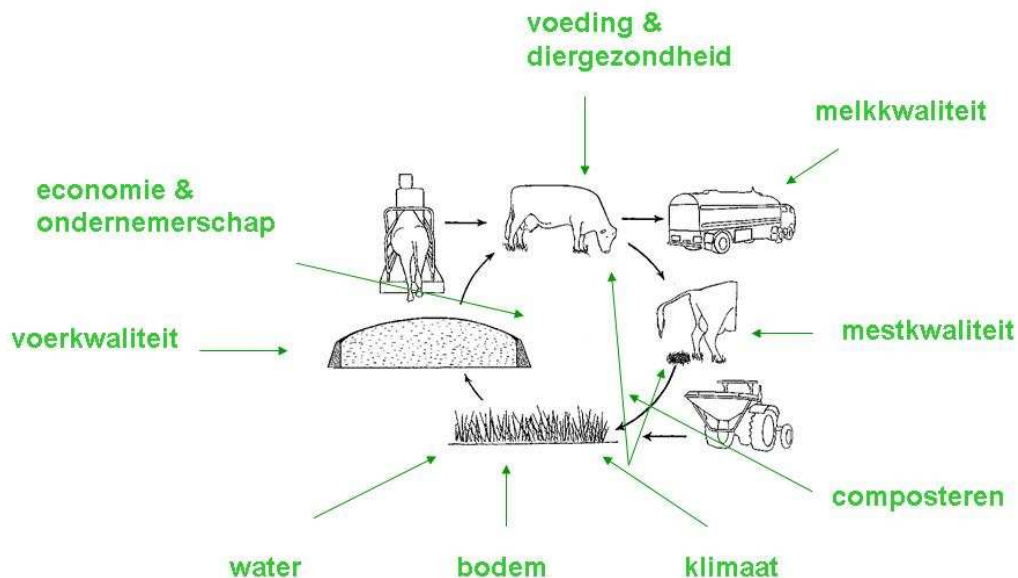
Een integrale analyse van het hele kringloopstelsel was binnen de huidige context slechts beperkt mogelijk, omdat de geanalyseerde datasets niet dezelfde populatie bedrijven betreffen. Het is aan te bevelen om deze integrale analyse alsnog uit te voeren zodra van meerdere bedrijven de verschillende datasets (bedrijfs-, bodem-, gewas-, mest-, en watergegevens) compleet zijn. Hierbij doen we tevens de aanbeveling om deze analyse uit te voeren in combinatie met kennis over de maatregelen die binnen het bedrijf zijn toegepast. Zolang deze gegevens ontbreken, blijft het lastig – zo niet onmogelijk – om een concrete link te leggen tussen kringloop-gebaseerde maatregelen en de effectiviteit daarvan op de bodem- en waterkwaliteit. De relevantie hiervan is duidelijk zichtbaar in het feit dat er aanzienlijke variatie bestaat tussen bedrijven voor zowel de N- en P-benutting, de nitraatgehaltes in het grondwater, als de bodemvruchtbaarheid. Deze grote spreiding is een indicatie dat er nog meer winst te behalen valt.

## 1 Inleiding

### 1.1 Achtergrond

Het project “Bedreven Bedrijven Drenthe” (BBD, 2000-2006) en het vervolgproject “Demonstratie functionele agrobiodiversiteit op melkveehouderijbedrijven” (FAB-Drenthe, 2006-2008) zijn een groot succes gebleken in de provincie Drenthe. De in deze projecten gehanteerde aanpak heeft geleid tot aantoonbare milieuvverbeteringen, bewustwording van boeren en andere betrokkenen, en tot identificatie van maatregelen om de bedrijfsefficiëntie, bodemkwaliteit en grondwaterkwaliteit te verbeteren.

De provincie Drenthe heeft in 2008 de ambitie uitgesproken om deze aanpak te continueren, waardoor een grote groep melkveehouders met de voordelen van de kringloopaanpak in aanraking gebracht wordt. Om de emissie van nutriënten naar water en lucht te verminderen moeten echter flinke stappen worden gezet om de landbouw verder te verduurzamen. De kringloopbenadering, zoals toegepast in bovengenoemde projecten, kan daarbij een grote rol spelen (Figuur 1.1).



Figuur 1.1. Thema's gekoppeld aan de kringloopbenadering in de melkveehouderij.

Gebruik makend van de kringloopbenadering kunnen milieuproblemen als verzuring en vermessing fors teruggedrongen worden zonder daarbij het inkomen verder onder druk te zetten of de productiviteit te verlagen. Sterker nog: ervaringen van de afgelopen jaren met deze en andere projecten op basis van de kringloop hebben laten zien dat economie en ecologie zelfs hand in hand kunnen gaan.

### 1.2 Project Duurzaam Boer Blijven Drenthe

In 2008 is daarom in opdracht van de provincie een vervolgproject “Duurzaam Boer Blijven Drenthe” (DBBD) opgezet, met als doel om het gedachtegoed en de maatregelen van de BBD- en FAB-projecten op te schalen naar een grotere groep melkveehouders in Drenthe. Blijvende doelstelling is om aantoonbare reducties van N-, P- en broeikasgasemissies naar bodem, water en/of lucht te realiseren.

Concreet werden bij aanvang van het project verschillende resultaten beoogd met betrekking tot kringlooplandbouw, maatregelen op bedrijfsniveau en de effecten hiervan op bodem-, water-, en luchtkwaliteit (ETC & NMI, 2008). Een totaaloverzicht van deze projectdoelen is weergegeven in Bijlage 1.

Deze rapportage beschrijft de resultaten die binnen dit project zijn bereikt met betrekking tot het nutriëntenmanagement op bedrijfsniveau en de effecten hiervan op zowel de bodem- als de waterkwaliteit. Concreet gaat het voor deze onderwerpen om de volgende doelstellingen:

1. De **bodemkwaliteit verbetert**. Bij 75% van de deelnemende melkveehouders moet het organischestofgehalte en het bodemleven toenemen tijdens de projectperiode. Tevens is het gewenst dat de hoogte van de N- en P-bemesting afneemt en het bodemleven (als indicator voor bodembiodiversiteit<sup>1</sup>) met minimaal 10% toeneemt.
2. De **waterkwaliteit verbetert**. Nitraatgehaltes van het bovenste grondwater moeten bij de deelnemende bedrijven circa 30% lager liggen dan het gemiddelde nitraatgehalte in het provinciale watermeetnet. Fosfaatgehaltes moeten met 10% afnemen.

Gedurende de afgelopen vier jaar zijn in het kader van dit DBBD-project voor een grote groep melkveehouders de economische en bedrijfstechnische kengetallen door Dirksen Management Support (DMS) vastgelegd en gemonitord. Tevens zijn op alle bedrijven analyses uitgevoerd van onder andere bodemeigenschappen, gewaseigenschappen en mestkwaliteit. Gebruik makend van deze gegevens is het mogelijk om de behaalde resultaten te kwantificeren en te evalueren of de projectdoelen ook zijn gerealiseerd. In dit rapport worden de resultaten van deze analyse/ evaluatie weergegeven, afgebakend op de resultaten voor bodem-organische-stof en de nutriënten N, P en K. De resultaten met betrekking tot luchtkwaliteit (o.a. NH<sub>3</sub> emissie), spoorelementen, de ontwikkeling van de Bodemverkenner, en de evaluatie van innovatieve maatregelen worden separaat gepubliceerd (o.a. Hanegraaf et al., 2012; Den Boer et al., 2011).

### 1.3 Gebruikte methodiek

Voor deze analyse is gebruik gemaakt van de volgende gegevens:

- Bedrijfstechnische kengetallen uit de DMS-database;
- Resultaten van bodemuitslagen die gedurende de periode 2004-2011 zijn uitgevoerd bij de deelnemende bedrijven;
- Resultaten van gewas- en mestanalyses die zijn uitgevoerd gedurende de periode 2004-2011; en
- Grondwaterkwaliteitgegevens (over de periode 2004-2011) die afkomstig zijn uit het watermeetnet Drenthe.

In totaal hebben 176 bedrijven actief deelgenomen binnen dit project. Van deze 176 bedrijven hebben er circa 120 actief deelgenomen in studiegroep-bijeenkomsten. De melkveehouders die betrokken waren bij dit project beheren samen ongeveer 6.600 hectare (Kieft, 2012; persoonlijke mededeling).

Voor de analyse in dit rapport is gebruik gemaakt van de hierboven genoemde datasets. Hieronder wordt een korte omschrijving gegeven van de gebruikte gegevens uit deze datasets:

<sup>1</sup> In de projectaanvraag werd gesproken over de bodem-fungi-index. Hierbij gaat het om de door BLGG ontwikkelde indicator voor bodemleven, BFI genoemd.

- De DMS-database bevat bedrijfstechnische gegevens van 45 tot 88 DBBD-bedrijven (45 in jaar 2008, 88 in jaar 2010; met een overlap van 34 bedrijven). Er zijn dus bedrijfsgegevens beschikbaar van 34 bedrijven om een verandering waar te nemen over de projectperiode. De gegevens van deze 34 bedrijven zijn daarom gebruikt in de analyse.
- De gegevens over bodem- en gewaskwaliteit zijn bekend voor 135 DBBD-bedrijven. Hierbij gaat het om metingen die zijn uitgevoerd over de periode 2004 tot 2011. Om de effecten van kringlooplandbouw op de bodemkwaliteit te evalueren is een vergelijking op perceelsniveau noodzakelijk. Alleen percelen die zowel voor de projectperiode (tot 2008) als tijdens de projectperiode (na 2008) zijn geanalyseerd, zijn daarom meegenomen in de evaluatie.
- De gegevens over de mestkwaliteit zijn bekend voor circa 98 DBBD-bedrijven over de periode 2004 tot 2011. Over deze periode zijn in totaal 304 mestmonsters geanalyseerd. Afhankelijk van de gemeten parameter (bijvoorbeeld organischestofgehalte, drogestofgehalte, stikstofgehalte) varieert het aantal geanalyseerde monsters van 5 tot 92 per jaar. Dit komt omdat niet elk mestmonster op alle parameters is geanalyseerd.
- De grondwaterkwaliteitsgegevens zijn bekend voor 32 DBBD-bedrijven. In totaal bevat het watermeetnet Drenthe 84-110 meetpunten waarbij het nitraatgehalte is gemeten over de periode 2004 tot 2011.

Voor al de gemeten of geregistreerde parameters is vervolgens gekeken of deze veranderen over de tijd en of er een duidelijke toename dan wel afname te zien is over de projectperiode. Dit rapport beschrijft de *gemiddelde* veranderingen die zijn opgetreden over de 176 betrokken melkveehouderijbedrijven gedurende de projectperiode. De gegevens zijn daarbij gegroepeerd in een periode voor de start van dit project (jaren 2004 tot en met 2008) en een periode tijdens en na dit project (jaren 2009 tot 2011). De *gemiddelde* verandering over de projectperiode wordt vervolgens weergegeven als een absoluut getal (bijvoorbeeld: de N-input stijgt met 23 kg N/ ha) of als een relatieve verandering (bijvoorbeeld: de melkproductie stijgt met 7%). De variatie tussen bedrijven (ook wel spreiding genoemd) wordt vervolgens weergegeven met behulp van de standaardfout.

Een gemeten verandering over de projectperiode is statistisch significant ( $P < 0,05$ ) wanneer het verschil groter is dan 2 x de standaardfout (vuistregel geldig bij  $n > 10$ ). Ter illustratie: als de gemiddelde kunstmestgift met 6 kg/ ha daalt over de periode 2008 tot 2011, dan is deze verandering alleen significant als de standaardfout kleiner is dan 3 kg/ ha. Als de standaardfout in dit geval groter is dan 3 kg/ ha, dan kan er sprake zijn van een trend. In die situatie zijn meer gegevens nodig om het verschil statistisch hard te maken. Concreet betekent dit voor deze studie het volgende: de veranderingen in bodem-, gewas-, mest-, en waterkwaliteit worden in deze studie gevisualiseerd in een figuur waarbij de verandering is uitgedrukt als percentage. De standaardfout wordt weergegeven als foutenbalk. In dit geval geldt: een verandering is statistisch significant als de '0%-verandering-lijn' (het punt op de X-as waarbij de verandering 0% is) niet binnen 2 x de standaardfout ligt.

Opgemerkt wordt dat de resultaten met betrekking tot fosfaat worden uitgedrukt in de eenheid P en niet  $P_2O_5$ . Alleen daar waar een directe link is met de praktijkgift (die standaard wordt weergegeven in  $P_2O_5$ ), worden beide eenheden weergegeven.

Voorts is op basis van de waargenomen verandering een schatting gemaakt van de mogelijke milieuresultaten in de provincie Drenthe wanneer 50% of 100% van de aanwezige melkveehouders in de provincie op vergelijkbare wijze zouden presteren.

#### 1.4 Leeswijzer

Na deze inleiding zal achtereenvolgens op de volgende thema's worden ingegaan:

- Bedrijfstechnische kengetallen met betrekking tot nutriënten over de periode 2008-2010 (Paragraaf 2.1), de potentie van opschaling over de hele provincie en de specifieke verbeteringspotentie voor fosfaat met een vernieuwd bemestingsadvies (Paragraaf 2.2);
- Bodem: bodemvruchtbaarheid (organischestofgehalte, stikstofleverend vermogen en andere bodemparameters) en bodembiodiversiteit (Paragraaf 2.3);
- Positieve effecten op gewaskwaliteit/ kwaliteit voedergewassen waardoor men met minder krachtvoer toe kan (Paragraaf 2.4);
- Effecten op mestkwaliteit (Paragraaf 2.5); en
- Risico van NO<sub>3</sub>-uitspoeling bij de betrokken melkveehouders in vergelijking met het provinciale meetnet (Paragraaf 2.6).

Per paragraaf worden:

- De veranderingen gekwantificeerd die zijn opgetreden gedurende de projectperiode; de resultaten worden gevisualiseerd en tenslotte samengevat in een tabel met daarin de uitgangssituatie en de gemiddelde verandering over de projectperiode. Achterliggende statistische informatie is opgenomen in Bijlage 2.
- De belangrijkste veranderingen kort toegelicht en, indien mogelijk, wordt er tevens een schatting gemaakt van de mogelijke milieuresultaten die op provinciaal niveau kunnen worden bereikt.

Vervolgens zullen in Hoofdstuk 3 de resultaten worden samengevat, met de beoogde projectdoelen als uitgangspunt.

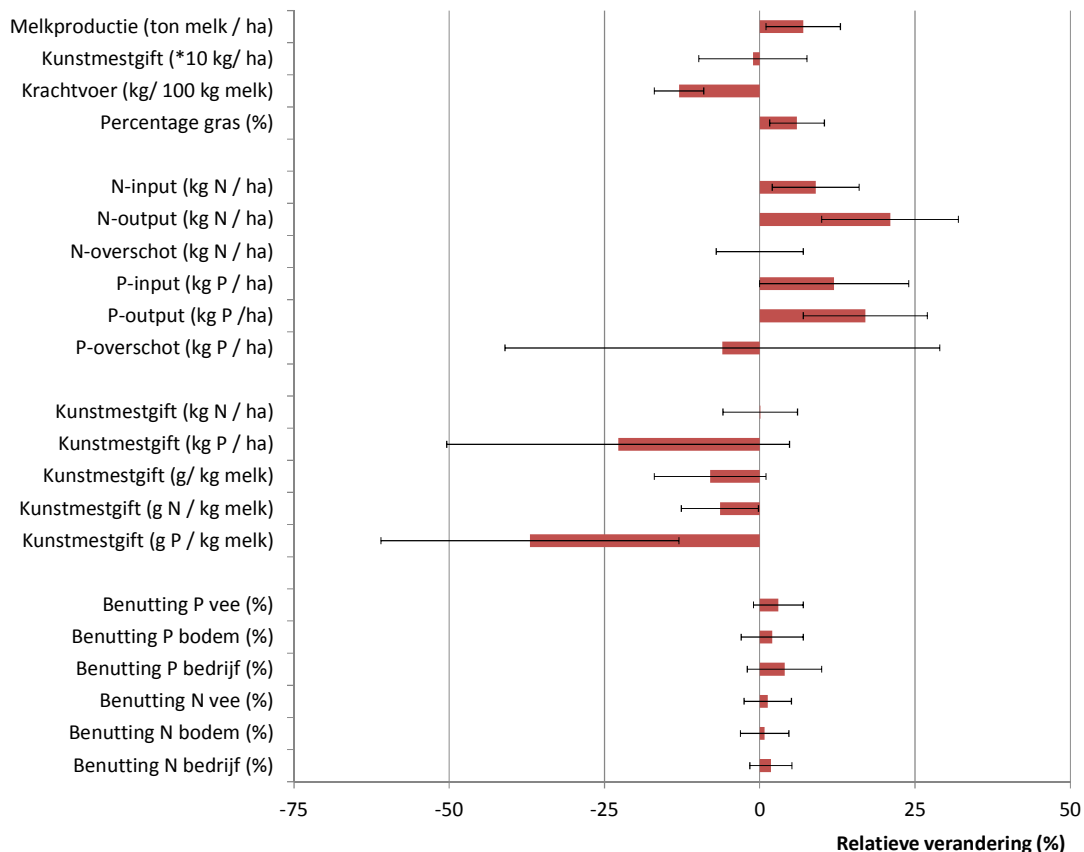
## 2 Resultaten

### 2.1 Bedrijfstechnische kengetallen N en P

Vanuit de kringloopbenadering zijn binnen dit project voor verschillende melkveehouderijbedrijven economische en bedrijfstechnische kengetallen vastgelegd en met boeren besproken. Van hieruit is het mogelijk om de totale bedrijfsresultaten die binnen dit project zijn geboekt, te presenteren.

De veranderingen in de belangrijkste bedrijfstechnische kengetallen worden samengevat in Figuur 2.1. Deze figuur geeft in één overzicht de gemiddelde verandering van de gemeten bedrijfsgegevens over de periode 2008 tot 2010. De achterliggende cijfers worden weergegeven in Bijlage 2. Bron van deze gegevens is de DMS-dataset.

Vanuit de verzamelde bedrijfsgegevens wordt duidelijk dat de melkproductie en de N- en P-output zijn toegenomen tijdens de projectperiode (Figuur 2.1). De gemiddelde melkproductie over 34 bedrijven steeg van 16.253 naar 17.386 kg/ ha, een toename van circa 7%. Tegelijkertijd bleef de hoeveelheid gegeven kunstmest gelijk en was er een duidelijke afname in de hoeveelheid gebruikt krachtvoer (-13%). Deze resultaten laten zien dat op bedrijfsniveau de benutting van de aanwezige nutriënten is verhoogd.



Figuur 2.1. Relatieve verandering (%) in bedrijfsgegevens over de projectperiode (n=34). Foutenbalken representeren de standaardfout.

Dit wordt inderdaad bevestigd in een verhoogde P-benutting door/in de veestapel (+1%), de bodem

(+2%) en op bedrijfsniveau (+3%). Ook de N-benutting steeg met 0,3 tot 0,6%. In vergelijking met de N- en P-benutting die in de praktijk vaak voorkomen, is deze toename, in het bijzonder voor P, substantieel: op bedrijfsniveau varieert de N-benutting normaliter tussen 30 en 40% en de P-benutting tussen 40 en 65%.

In Tabel 2.1 wordt dezelfde informatie samengevat weergegeven, inclusief de minimale en maximale verschillen die aanwezig zijn over de projectperiode.

Tabel 2.1. Veranderingen in gemiddelde bedrijfsgegevens over de projectperiode.

	Verandering over de projectperiode			
	Startwaarde	Gemiddeld	Minimaal	Maximaal
<b>Algemeen</b>				
Melkproductie (kg melk / ha)	16253	+1133	-6251	+15699
Krachtvoer (kg/ 100 kg melk)	25	-3	-18	+6
Percentage gras (%)	71	+4	-12	+42
<b>Nutriëntenbalans</b>				
N-input (kg N / ha)	261	+23	-74	+329
N-output (kg N / ha)	109	+23	-68	+240
N-overschot (kg N / ha)	153	0	-85	+171
P-input (kg P / ha)	26	+3	-10	+79
P-output (kg P / ha)	20	+4	-13	+43
P-overschot (kg P / ha)	5,3	-0,3	-23	+36
<b>Kunstmestgift</b>				
Kunstmestgift (kg/ ha)	536	-6	-321	+295
Kunstmestgift (kg N / ha)	122	+0,1	-55	+80
Kunstmestgift (kg P / ha)	3,8	-1	-8	+7
Kunstmestgift (g/ kg melk)	34	-2,7	-40	+12
Kunstmestgift (g N / kg melk)	7,7	-0,5	-4	+3
Kunstmestgift (g P / kg melk)	0,2	-0,1	-0,6	+0,4
<b>Nutriëntbenutting</b>				
Benutting P vee (%)	31	+1	-27	+14
Benutting P bodem (%)	85	+2	-29	+46
Benutting P bedrijf (%)	71	+3	-38	+30
Benutting N vee (%)	25	+0,3	-21	+9
Benutting N bodem (%)	58	+0,4	-17	+49
Benutting N bedrijf (%)	35	+0,6	-22	+13

\* Voor een inschatting van de foutenmarges op de gemeten veranderingen, zie Bijlage 2.

Ondanks dat de *gemiddelde* kunstmestgift van N en P niet significant veranderde (Figuur 2.1), behaalde een groot aantal bedrijven een verlaging van de mestgift. **Voor stikstof** werd in 53% van de bedrijven een lagere gift gegeven. De verlaging van de kunstmest-N-gift varieerde van -1 tot -55 kg/ ha. Tevens was in veel bedrijven een toename in efficiënt N-gebruik: de gegeven kunstmest-N-gift per kg melk daalde in 65% van de bedrijven. Concreet werd dat zichtbaar in het feit dat de hoeveelheid gegeven kunstmest terugliep met 0 tot 4 g N/ kg geproduceerde melk. Dit resulteerde op deze bedrijven in een verhoging van de N-benutting met 1 tot 13%.



**Voor fosfaat** werd in 56% van de bedrijven een lagere P-input gerealiseerd, waarbij de P-input 1 tot 10 kg P lager lag in 2010 dan in 2008 (data zijn niet gevisualiseerd/ weergegeven). De lagere P-input resulteerde vervolgens in een verhoogde P-benutting; in 62% van de bedrijven was deze gedurende de projectperiode verhoogd. De verhoging in P-benutting varieerde bij deze bedrijven tussen +1 en +46%.

#### *Opschaling*

Er waren in 2011 ongeveer 1.313 melkveehouderij bedrijven in Drenthe (CBS, 2012). Wanneer al deze bedrijven gebruik zouden maken van de kringloopbenadering zoals toegepast in dit DBBD-project, dan kan dit leiden tot een significante afname van de milieubelasting in de provincie Drenthe (Tabel 2.2).

Een verhoogde N-benutting op bedrijfsniveau van circa 1% kan zich namelijk vertalen in een lagere N-kunstmestgift bij gelijke melkproductie en opbrengstniveau. Uitgaande van een gemiddelde N-gift van circa 261 kg/ ha en een gemiddelde bedrijfsgrootte van 55 hectare (schattingen gebaseerd op de metingen in de deelnemende bedrijven in dit project), dan kan dit op provinciaal niveau leiden tot een verlaging van de N-gift met circa 189 ton N/ jaar. Voor fosfaat werd een verhoging van de P-benutting van circa 3% bereikt. Uitgaande van een gemiddelde P-gift van 26 kg P/ ha (combinatie van gras- en bouwland) kan dit resulteren in een verlaging van de P-gift met circa 56 ton P/ jaar. Ter illustratie wordt in tabel 2.2 tevens weergegeven wat de potentiële milieuwinst kan zijn zodra 50 of 100% van de melkveehouders in Drenthe op een vergelijkbare manier presteert als de top-50% van de deelnemende DBBD-bedrijven. De *gemiddelde* stijging in benutting van deze top-50% was 5% voor stikstof en 13% voor fosfaat. Wanneer deze stijging in N- en P-benutting wordt opgeschaald, dan kan dit resulteren in een milieuwinst van 471-942 ton N en 126-252 ton P per jaar. Kanttekening hierbij is wel dat het vooralsnog niet duidelijk is *waarom* de bedrijven in de top-50% zo goed presteren.

Tabel 2.2. Te behalen milieuwinst voor de provincie Drenthe door verhoging N- en P-benutting.

Deelname melkveehouderij	Verhoging benutting		Verlaging N-gift	Verlaging P-gift
	voor N	voor P		
100%	1%	3%	189 ton N/ jaar	56 ton P/ jaar
50%	1%	3%	94 ton N/ jaar	28 ton P/ jaar
100%	5%	13%	942 ton N/ jaar	252 ton P/ jaar
50%	5%	13%	471 ton N/ jaar	126 ton P/ jaar

#### 2.2 *Introductie vernieuwd P-advisering*

In de kringloopbenadering wordt gestreefd naar maximalisatie van de P-benutting. Een mogelijkheid die binnen het DBBD-project is getest betreft het gebruik van een vernieuwd P-advies. Dit vernieuwd P-advies is recent ontwikkeld op basis van fundamenteel onderzoek en P-bemestingsproeven in gras en snijmaïs. Binnen het project Duurzaam Boer Blijven Drenthe zijn op een aantal locaties in Drenthe P-proeven uitgevoerd om enerzijds het nieuw ontwikkelde advies te testen en anderzijds de praktijk vertrouwd te maken met het nieuwe advies (Bussink & Van der Draai, 2011). Uit dit onderzoek in maïs werd duidelijk dat 1) de plaatsing van fosfaat in de rij belangrijk is voor een optimale groei, en 2) dat er met minder fosfaat kan worden volstaan dan voorheen. Concreet betekent dit voor snijmaïs

- dat er een besparing kan plaatsvinden van circa 15 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ ha (~6,5 kg P/ ha) wanneer gebruik wordt gemaakt van het vernieuwde P-advies; en
- dat er zelfs een besparing van 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ ha (~13 kg P/ ha) mogelijk is als naast het gebruik

van het vernieuwde P-advies ook gebruik wordt gemaakt van rijenbemesting. Bovendien is er dan nauwelijks nog aanvulling nodig met kunstmestkali of -stikstof.

Voor grasland is vervolgens nagegaan wat de nieuwe adviessystematiek betekent. In de database van het DBBD-project waren grondgegevens van circa 436 graslandpercelen aanwezig die twee keer bemonsterd zijn in de periode 2005-2011. Tussen de eerste en de tweede grondbemonstering lag gemiddeld een periode van 4 jaar. Over deze tijdsperiode is de PAL-waarde vrijwel niet veranderd. De P-PAE is gezakt met circa 1,0 g/ kg. Het huidige advies voor de eerste snede dat gebaseerd is op de PAL-waarde komt gemiddeld uit op een P-gift van ruim 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / ha (~17,5 kg P/ ha). Wanneer gebruik wordt gemaakt van het vernieuwde advies, gebaseerd op een combinatie van PAL en P-PAE, dan komt de geadviseerde P-gift uit op circa 19,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ ha (~8,5 kg P/ ha). Concreet betekent dit voor grasland

- dat er een besparing kan plaatsvinden van circa 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ ha (~8,7 kg P/ ha) wanneer gebruik wordt gemaakt van het vernieuwde P-advies.

#### *Opschaling*

Indien fosfaat in de rij als kunstmest wordt gegeven, dan betekent dit voor de provincie Drenthe met ongeveer 23.000 ha maïs in 2009 (bron: CBS 2012) een vermindering van de P-aanvoer via kunstmest met 345 ton P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (~ 151 ton P). Indien volledige mestplaatsing in de rij wordt toegepast, dan is potentieel zelfs een besparing van 790 ton P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (~345 ton P) mogelijk (Bussink & Van der Draai, 2011; Tabel 2.3.). Wanneer slechts 50% van de melkveehouders deze systematiek gebruikt, dan moet de milieuwinst worden gehalveerd tot respectievelijk 76 en 173 ton P (Tabel 2.3).

Uitgaande van een graslandareaal in Drenthe van 67.500 ha (permanent + tijdelijk grasland; CBS, 2012) kan het gebruik van dit vernieuwde P-advies leiden tot een milieuwinst van ~589 ton P/ jaar wanneer 100% van de aanwezige bedrijven volgens het advies bemest (Tabel 2.3). Wanneer 50% van de aanwezige melkveehouderijbedrijven hun grasland volgens het vernieuwde P-advies bemest, zal dit leiden tot een milieuwinst van ~295 ton P/ jaar.

Tabel 2.3. Te behalen milieuwinst voor de provincie Drenthe door toepassing vernieuwd P-advies

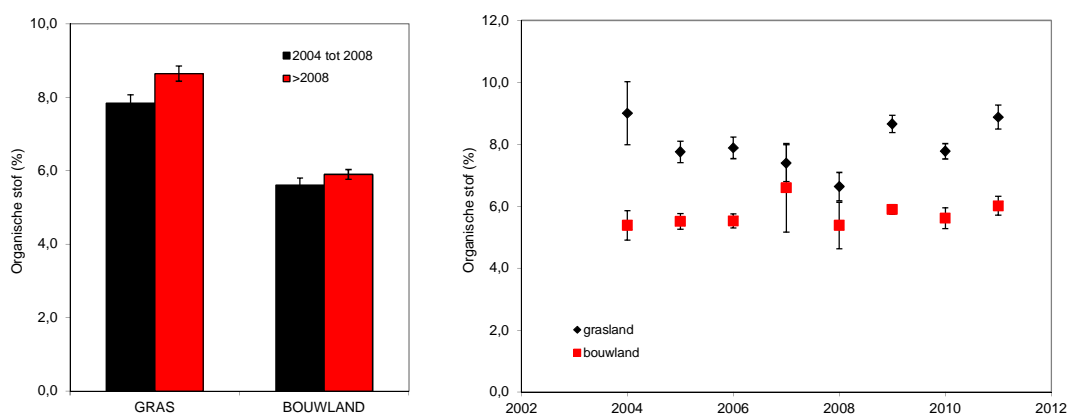
<b>Maatregel</b>	<b>Verlaging P-gift</b>
100% melkveehouderij volgt vernieuwd P-advies	151 ton P/ jaar in maïsteelt
	345 ton P/ jaar in maïsteelt (bij plaatsing in rij)
	589 ton P/ jaar in grasland
50% melkveehouderij volgt kringlooplandbouw	76 ton P/ jaar in maïsteelt
	173 ton P/ jaar in maïsteelt (bij plaatsing in rij)
	295 ton P/ jaar in grasland

## 2.3 *Bodem*

### 2.3.1 Bodemvruchtbaarheid

De bodem speelt een belangrijke rol in het gedachtegoed van de kringloop. De organische stof, de kwaliteit van de organische stof en de stikstoflevering door de bodem spelen hierin een belangrijke rol. Eén van de concrete projectdoelen was daarom dat het organischestofgehalte zou toenemen bij 75% van de studiegroep-deelnemers. Het organischestofgehalte laat inderdaad een lichte stijging zien over

de projectperiode (Figuur 2.2).



Figuur 2.2. Verandering in het organischestofgehalte op DBBD-bedrijven gedurende de projectperiode. Links worden de gehalten vergeleken voor en tijdens de projectperiode; rechts een trendanalyse van de jaargemiddelden. Foutenbalken zijn SE-waarden (de standaardfout).

Deze lichte stijging is voornamelijk zichtbaar in de **graslandpercelen**: het *gemiddelde* organischestofgehalte steeg van 7,8% naar 8,6%, een toename van 0,8%. Dit organischestofgehalte is relatief hoog in vergelijking met zandgronden in de rest van Nederland, maar vergelijkbaar met de overige zandgronden in Drenthe. Ter illustratie: het gemiddelde organischestofgehalte in Drentse zandgronden met grasland varieert tussen 7,2 en 8,3% (gebaseerd op ~24.000 analyses gedurende 2004 tot 2011 in heel Drenthe, bron: BLGG gegevens<sup>2</sup>). Het gemiddelde gehalte gedurende de periode 2004 tot 2008 was 7,6% terwijl het gemiddelde gehalte in de periode 2008-2011 wordt geschat op 8,3%. Ook in heel Drenthe is er dus een toename zichtbaar van circa  $0,7 \pm 0,1\%$  voor zandgronden. Voor dal- en veengronden varieerde het organischestofgehalte tussen 15 en 18,5% (gebaseerd op ~3.100 analyses gedurende 2004 tot 2011). Het gehalte lag  $0,9 \pm 0,4\%$  lager in de periode 2009-2011 in vergelijking met de periode 2004-2008.

In **bouwland** is het gemiddelde organischestofgehalte gestegen van 5,6 naar 5,9%, een toename van 0,3% (Figuur 2.2). Ter vergelijking: gemiddeld over heel Drenthe varieert het organischestofgehalte van bouwland (maïs) tussen 5,1 en 6,2% (gebaseerd op ~7.600 analyses gedurende 2004-2011). Ook voor maïspancelen op zandgrond was er een toename zichtbaar in het organischestofgehalte: in de periode 2009-2011 lag het organischestofgehalte circa 0,7% hoger dan in de periode 2004-2008.

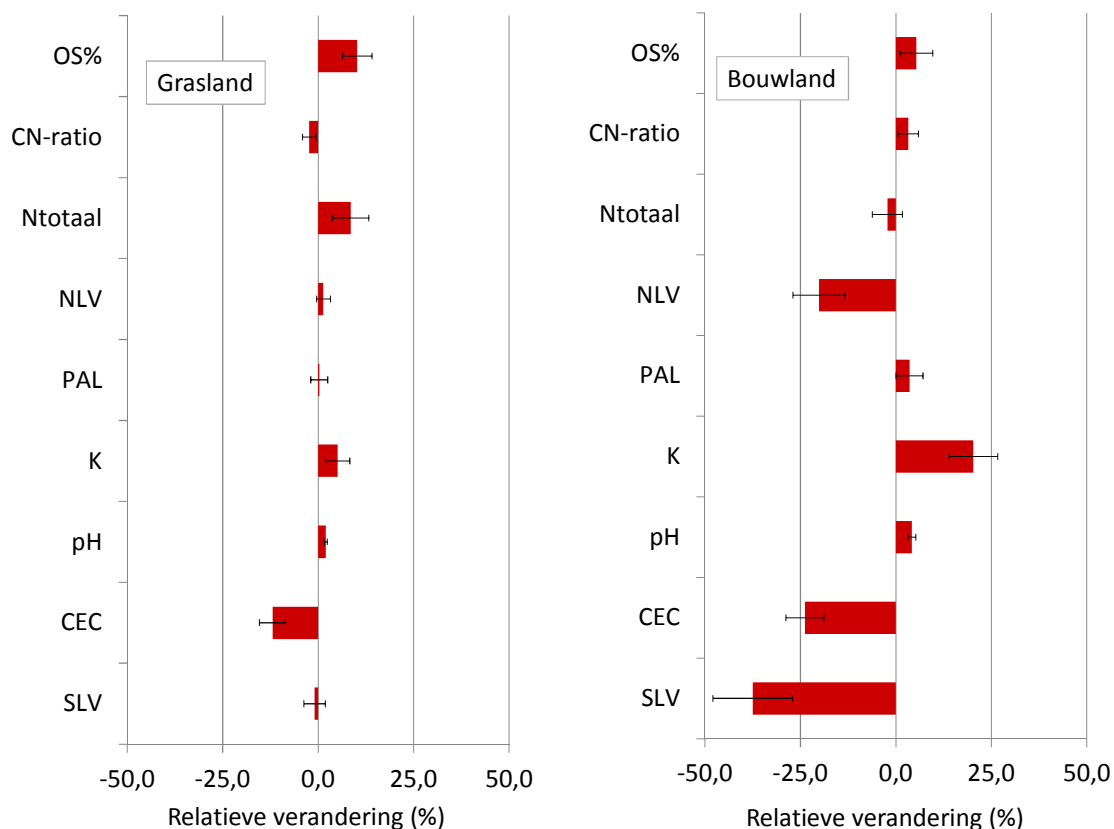
In de berekening van de *gemiddelde* toename van het organischestofgehalte binnen het DBBD-project zijn alleen die percelen meegenomen die gedurende de projectperiode niet van landgebruik (van gras naar maïs of omgekeerd) zijn veranderd. Of er graslandvernieuwing heeft plaatsgevonden, is onbekend. Gezien de toename in het organischestofgehalte van alle Drentse zandgronden is het duidelijk dat de toename bij de deelnemende bedrijven niet alleen aan het organische stof management op de bedrijven kan worden toegeschreven.

Concreet is op circa 70% van de bedrijven een toename te zien in het organischestofgehalte onder gras op bedrijfsniveau ( $n_{\text{tot}}=84$ ; data worden niet weergegeven). Voor het organischestofgehalte onder

<sup>2</sup> De gegevens uit de BLGG database moeten als ruwe schatting worden beschouwd. Er is namelijk niet onderzocht of de percelen in deze set zowel voor als na 2008 zijn geanalyseerd en of het landgebruik niet is veranderd over de periode 2004 tot 2011.

bouwland was dat het geval voor circa 72% van de bedrijven het geval ( $n_{\text{tot}}=65$ ). Het aantal geanalyseerde percelen is voldoende groot om ondanks de relatief grote meetfout in het organischestofgehalte, met enige betrouwbaarheid een uitspraak over een mogelijke verandering te kunnen doen. Van de overige deelnemers was geen informatie beschikbaar van twee grondanalyses op hetzelfde perceel, met minimaal één meting tot 2008 en één meting na 2008.

In overeenstemming met de lichte stijging in organischestofgehaltes is er een toename in N-totaalgehalten van graslandgronden (en mogelijk ook in het N-leverend vermogen). In Figuur 2.3 worden deze veranderingen weergegeven, inclusief enkele algemene bodemvruchtbaarheidsgegevens. De achterliggende gegevens worden weergegeven in Bijlage 2. Voor al deze bodemparameters zijn grondmonsters vergeleken die zowel voor (periode 2004-2008) als tijdens de onderzoeksperiode (periode na 2008) zijn geanalyseerd. Het betreft hier dus veranderingen op perceelsniveau. De percelen die zijn bemonsterd, zijn niet identiek voor elke parameter, omdat niet altijd alle bodemparameters zijn geanalyseerd. Uit de gegevens in Figuur 2.3 wordt tegelijkertijd duidelijk dat er relatief veel variatie bestaat tussen de geanalyseerde percelen. Dit is zichtbaar in het feit dat de waargenomen veranderingen niet tot weinig statistisch significant zijn.



Figuur 2.3. Relatieve verandering in bodemparameters over de projectperiode. Foutenbalken representeren de standaardfout.

De toenames in het percentage organische stof en totaal N op grasland (Figuur 2.3) komen overeen met de hogere benuttingcijfers afkomstig uit de bedrijfstechnische gegevens. Deze parameters laten zien dat de bodemkwaliteit gedurende de projectperiode ofwel hoger is geworden dan wel gelijk is gebleven. De overige bodemparameters zijn voor grasland niet veranderd: de CN-ratio, het N-leverend vermogen,

het S-leverend vermogen, de hoeveelheid fosfaat (PAL), kalium en de pH. Het feit dat een hoger totaal-N-gehalte niet zichtbaar is in een hoger NLV laat zien dat de gemiddelde stijging in N-totaal door de grote variatie binnen de dataset niet rechtstreeks te vertalen is naar een hogere N-levering.

Vergelijkbare resultaten zijn zichtbaar in bouwland, maar daar is een sterke afname in zowel de N-levering en de S-levering en een toename in kalium. De redenen hiervoor zijn voornamelijk onbekend.

Opmerkelijk is ook de verlaging in CEC, die niet verwacht wordt op basis van (licht) stijgende organischestofgehalten en pH. Deze daling wordt voornamelijk beïnvloed door hoge waarden in het jaar 2004. Omdat er rond dat tijdstip een wijziging heeft plaatsgevonden in de methodologie, is het waarschijnlijk dat de geobserveerde daling niet in werkelijkheid aanwezig was. Als we de analyse opnieuw uitvoeren zonder de gegevens van het jaar 2004 dan is er inderdaad geen tijdseffect meer waarneembaar: veranderingen tussen jaren zijn niet significant (resultaten hiervan worden niet weergegeven).

In Tabel 2.4 worden de gemeten veranderingen in bodemvruchtbaarheid samengevat, waarbij voor zowel grasland als bouwland de absolute en relatieve verandering (in %) is weergegeven.

Tabel 2.4. Gemeten veranderingen in bodemparameters tijdens de projectperiode.

		Start- waarde	Absolute verandering	Relatieve verandering
<b>Grasland</b>				
Organischestofgehalte	(%)	7,8	+0,8	+10
CN-ratio	(-)	17	-0,4	-2
Totaal Stikstof	(mg/ kg)	2.985	+254	+9
N-leverend vermogen	(kg/ ha)	161	+2,2	+1
S-leverend vermogen	(kg S/ ha)	10,7	-0,1	-1
Fosfaat	(mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / 100g)	36	+0,1	+0,3
Kalium	(mg K/ kg)	94	+4,8	+5
pH	(-)	5,0	+0,1	+2
Klei – humus (CEC)	(mmol+/ kg)	117	-14	-12
<b>Bouwland</b>				
Organischestofgehalte	(%)	5,6	+0,3	+5
CN-ratio	(-)	18,6	+0,6	+3
Totaal Stikstof	(mg/ kg)	1.835	-41	-2
N-leverend vermogen	(kg/ ha)	74,5	-15	-20
S-leverend vermogen	(kg S/ ha)	11,2	-4,2	-38
Fosfaat	(mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / 100g)	45	+1,6	+4
Kalium	(mg K/ kg)	64	+13	+20
pH	(-)	4,8	+0,2	+4
Klei – humus (CEC)	(mmol+/ kg)	84	-20	-24

\* Voor een inschatting van de foutenmarges op de gemeten veranderingen, zie Bijlage 2.

#### Opschaling

Het organischestofgehalte is een belangrijke indicator van een goede bodemkwaliteit. De positieve effecten van organische stof op gewasopbrengst en nutriëntenlevering vallen buiten de huidige analyse, maar er zijn verschillende studies die dit overtuigend aantonen. Het feit dat het organischestofgehalte

binnen het DBBD-project licht stijgt dan wel constant blijft, is daarom een positief resultaat. Binnen dit project is niet onderzocht in welke mate de stijging in organischestofgehaltes samenhangt met bedrijfstechnische of teelt-gerelateerde maatregelen. Enige voorzichtigheid met het leggen van causale verbanden tussen kringlooplandbouw en de opbouw van organische stof is daarom aan te bevelen.

Omdat de N-bemestingsadviezen zijn gekoppeld aan de hoeveelheid totaal stikstof in de bodem, zal ook een verhoging van totaal-N een positief effect hebben op de het nutriëntenmanagement: een verlaging van de N-gift. Gebruikmakend van de huidige NLV-systematiek, zoals die wordt toegepast in de Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen (CBGV, 2012), kan de mogelijke besparing op de kunstmest-N-gift worden geschat. Omdat het gemiddelde totaal-N-gehalte toenam van 3,0 naar 3,2 mg/kg wordt de geschatte NLV verhoogd met 7,3 kg N/ ha. Wanneer met deze N-levering van de bodem rekening wordt gehouden voor het bepalen van de N-jaargift, dan kan jaarlijks circa 526 ton N worden bespaard<sup>3</sup> (Tabel 2.5).

Een stijging in organischestofgehaltes heeft daarnaast een milieukundig voordeel omdat er CO<sub>2</sub> wordt 'vastgelegd' in de bodem. Een stijging van 0,8% organische stof komt overeen (ruwe schatting) met circa 20,4 ton CO<sub>2</sub> per hectare grasland<sup>4</sup>. Voor de provincie Drenthe met circa 67.500 hectare grasland (CBS, 2012) komt dat overeen met een hoeveelheid CO<sub>2</sub> van 1,4 Mton (Tabel 2.5).

Tabel 2.5. Mogelijke besparing op N-gift door verhoging N-totaal en vastlegging van C.

Maatregel	Vastlegging CO <sub>2</sub>	Verlaging N-gift
100% melkveehouderij volgt kringlooplandbouw	1,4 Mton CO <sub>2</sub> / ha/ jaar	526 ton N/ jaar
50% melkveehouderij volgt kringlooplandbouw	0,7 Mton CO <sub>2</sub> / ha/ jaar	263 ton N/ jaar

### 2.3.2 Bodemleven

De hoeveelheid bodemleven (geschat via de BLGG-indicator BFI) geeft een indicatie van de omvang en potentiële activiteit van de microbiële biomassa. Er is op een beperkt aantal bedrijven een inschatting gemaakt van dit bodemleven onder grasland. Er zijn geen meerjarige analyses uitgevoerd in bouwland (bodemlevenanalyses zijn niet standaard in bouwland).

Van de onderzochte bedrijven waar het bodemleven is gekwantificeerd (n=25) werd er 9 keer een toename gevonden in de hoeveelheid bodemleven. In twee situaties was er geen wijziging opgetreden, terwijl er in de overige situaties een afname aanwezig was. De minimale en maximale verandering in de bodemlevenindicator varieerde tussen -55 en +71 mg N/ kg. De gemiddelde verandering over alle bedrijven en binnen de projectperiode was +0,6 (±9,0) mg N/ kg.

Dat betekent concreet dat de kringlooplandbouw in circa 36% van de onderzochte bedrijven geleid heeft tot een toename van het bodemleven. Deze toename varieerde van +3 tot >50%; de gemiddelde toename was 40%. In de situaties dat er een afname werd geconstateerd, varieerde deze afname van -6

<sup>3</sup> Uitgaande van 1.313 melkveehouderijbedrijven in Drenthe, met een gemiddeld oppervlak van 55 hectare (schatting gebaseerd op gemiddelde perceelsgrootte van deelnemende DBBD-bedrijven). De besparing bedraagt dan:  $1.313 \times 55 \times 7,3 / 1000 = 526$  ton N/ jaar.

<sup>4</sup> Een stijging in organischestofgehalte van 0,8% komt overeen met circa 0,46% koolstof. Een bouwvoor van 10 cm (in grasland, dichtheid 1.200 kg m<sup>-3</sup>) bevat circa 5,57 ton C/ ha, overeenkomt met 20,4 ton CO<sub>2</sub>/ ha.

tot -45%. De gemiddelde afname in deze situaties was 17%. Het is onduidelijk waarom het effect van kringlooplandbouw op het bodemleven zo sterk varieert tussen de betrokken melkveehouderij bedrijven. Een integrale analyse van bedrijfstechnische en milieukundige gegevens, aangevuld met detailopnames in percelen, kan dit mogelijk verduidelijken.

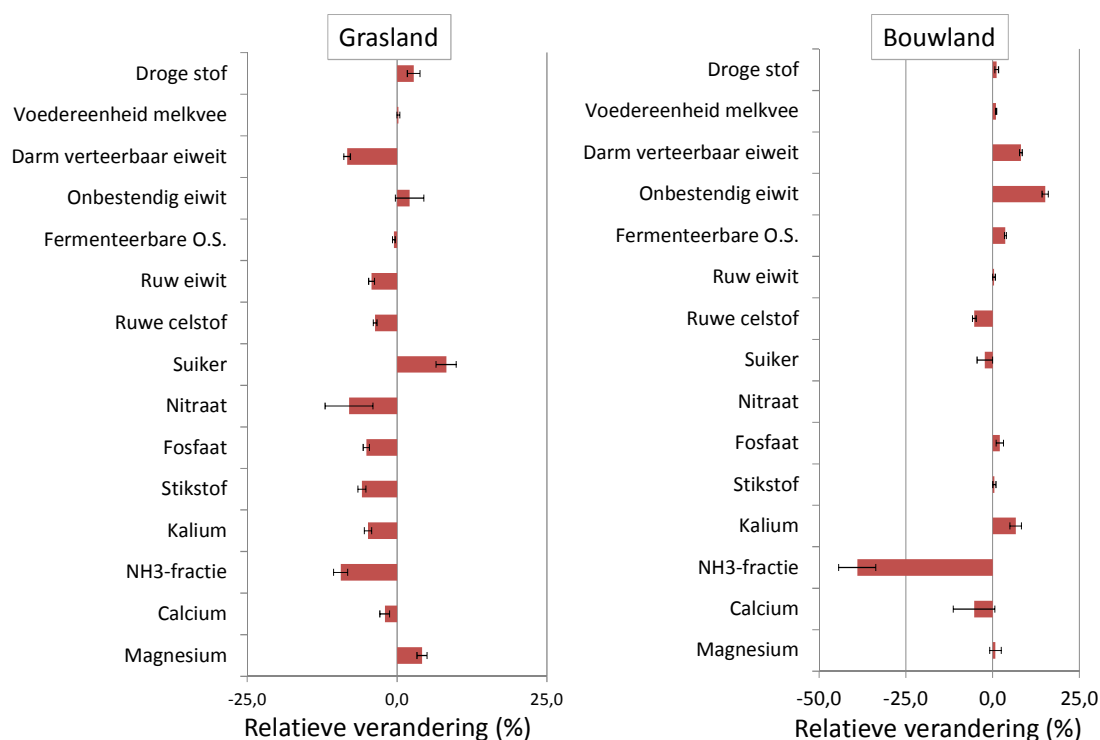
#### 2.4 Gewaskwaliteit

Binnen de kringloopbenadering speelt de kwaliteit van voedergewassen een grote rol. In de eerste plaats bepaalt de kwaliteit van de geogoste voedergewassen (gras, maïs) in welke mate er bijgevoerd moet worden met krachtvoer en of aanvullende mineralen nodig zijn. In de tweede plaats bepaalt de kwaliteit van het rantsoen hoeveel van de aanwezige nutriënten ook daadwerkelijk benut (kan) worden door de veestapel. Gras en maïs vormen daarom een belangrijk onderdeel van de rantsoenen op een melkveebedrijf. Concreet betekent dit dat de kwaliteit van deze voedergewassen voldoende moet zijn om een volwaardig voeder op te leveren.

De organische bestanddelen bepalen voornamelijk de voederwaarde: eiwit, vet, ruwe celstof, zetmeel en suiker. Voor gras is de voederwaarde en samenstelling afhankelijk van de weersomstandigheden gedurende de groei, het ontwikkeling- of groeistadium, de bemesting en de bodemkwaliteit. Goed gras heeft een VEM-waarde van 880-940, een DVE-gehalte van 60-80 g / kg droge stof, en een OEB-gehalte van circa 40-80 g / kg droge stof (Adviezen BLGG, 2012; Rummelink et al., 2011; Malestein, 1998). Goed snijmaïs bevat per kilo droge stof 960 VEM, 48 DVE en -30 OEB (Handboek Snijmaïs, 2010). Hierbij is de VEM-waarde een indicatie voor de hoeveelheid energie in het gewas, DVE staat voor de hoeveelheid darm verteerbaar eiwit, en OEB staat voor onbestendig eiwit balans. Andere relevante afkortingen zijn

- DS voor drogestofgehalte;
- RE voor het gehalte ruw eiwit;
- NH<sub>3</sub> voor ammoniak (fractie);
- VOS voor het gehalte verteerbaar organische stof; en
- FOS voor het gehalte fermenteerbare organische stof.

Gedurende de periode van 2004 tot 2011 zijn op de betrokken DBBD-bedrijven 5.563 gewasanalyses uitgevoerd. De gemiddelde verandering in gewaseigenschappen over de projectperiode wordt gevisualiseerd voor de 15 belangrijkste parameters (Figuur 2.4). De achterliggende gegevens die hiervoor zijn gebruikt, worden weergegeven in Bijlage 2.



Figuur 2.4. Relatieve verandering in 15 gewaseigenschappen over de projectperiode. Foutenbalken representeren de standaardfout.

In Tabel 2.6 worden de gemeten veranderingen in gewaskwaliteit samengevat, waarbij voor zowel grasland als bouwland de uitgangssituatie als de absolute en relatieve verandering (in %) is weergegeven.

Tabel 2.6. Veranderingen in gewaskwaliteit gedurende de onderzoeksperiode voor gras en maïs.

Parameter *	GRAS			MAIS		
	Start-waarde	Absolute verandering	Relatieve verandering	Start-waarde	Absolute verandering	Relatieve verandering
Droge stof	469	+13	+3	339	+4	+1
Voedereenheid melkvee	892	+2	+0,2	958	+10	+1
Darm verteerbaar eiwit	72	-6	-8	49	+4	+8
Onbestendig eiwit	38	+0,8	+2	-33	-5	+15
Fermenteerbare O.S.	562	-3	-0,5	514	+19	+4
Ruw eiwit	164	-7	-4	72	+0,3	+0,4
Ruwe celstof	256	-9,4	-4	196	-10,3	-5
Suiker	89	7,3	+8	13,4	-0,3	-2
Nitraat	2,5	-0,2	-8	1,3	-	-
Fosfaat	3,9	-0,2	+5	1,9	+0,04	+2
Stikstof	29	-1,7	-6	11,4	+0,06	+0,5
Kalium	33	-1,6	-5	12	+0,8	+7
NH <sub>3</sub> -fractie (%)	8,5	-0,8	-9	10	-3,9	-39
Calcium	4,9	-0,1	-2	1,5	-0,08	-5
Magnesium	2,4	+0,1	+4	1,2	+0,01	+1

\* Voor een inschatting van de foutenmarges op de gemeten veranderingen, zie Bijlage 2.

\*\* eenheden zijn in gram/ kg, tenzij anders vermeld



Gras van een normaal bemest perceel bevat per kg droge stof ongeveer 160-190 g ruw eiwit en 230-280 gram ruwe celstof (Streefwaarden Advies BLGG, 2012; Broekx, 2003). De streefwaarde voor ruw eiwit is minder dan 190 g/ kg droge stof. Voor ruwe celstof is dit 230 tot 280 g/ kg droge stof. De term 'ruwe celstof' geeft aan dat de koe deze delen van een plantencel moeilijk kan verteren. De gewaskwaliteit op de betrokken bedrijven is voor beide parameters dan ook goed (Tabel 2.6), en de gerealiseerde verlaging van ruwe celstof en ruw eiwit in gras is tevens een positieve ontwikkeling.

Er is een toename in drogestofgehalte gerealiseerd bij de betrokken percelen (Figuur 2.4). Dit is positief omdat hiermee minder gras hoeft te worden opgenomen om de behoefte van de dieren te dekken. De verteerbaarheid van het gewasmateriaal is goed met een VEM-waarde rond 892 (streefwaarde tussen 880 en 940) en een FOS-waarde rond 562 (streefwaarde tussen 525 en 600). Een positieve OEB-waarde geeft aan dat er een overmaat aan afbreekbare stikstof aanwezig is ten opzichte van de hoeveelheid beschikbare FOS. Er wordt in de praktijk gestreefd naar een licht positieve balans. Door voedermiddelen met een hoge en lage OEB-waarde te combineren (zoals gras en maïs) kan een evenwichtig basisrantsoen samengesteld worden.

### *Opschaling*

De goede bodemkwaliteit en het management op de betrokken bedrijven heeft geleid tot voedergewassen met een goede kwaliteit. De goede kwaliteit van de voedergewassen is waarschijnlijk de reden dat de betrokken bedrijven een duidelijke afname (van 13%) lieten zien in de hoeveelheid gebruikt krachtvoer (zie figuur 2.1). Dit is een positief resultaat van de kringloopaanpak: de mondiale voetafdruk van de deelnemende bedrijven is daarmee verkleind. Wanneer alle melkveehouderijbedrijven in Drenthe een vergelijkbare besparing/ systematiek toepassen, dan kan dit leiden tot een verlaging van de hoeveelheid gebruikt krachtvoer met 35 kton/ jaar<sup>5</sup> (Tabel 2.7).

Tabel 2.7. Mogelijke besparing op krachtvoer door optimalisatie rantsoen en goede voedergewassen.

<b>Maatregel</b>	<b>Verlaging hoeveelheid krachtvoer</b>
100% melkveehouderij gebruikt 13% minder krachtvoer	35 kton/ jaar
50% melkveehouderij gebruikt 13% minder krachtvoer	17,5 kton/ jaar

## 2.5 Mestkwaliteit

Binnen de kringloopbenadering krijgt de relatie tussen dier, voeding en diergezondheid veel aandacht. Uit eerder onderzoek is gebleken dat deze aanpak ook een positieve uitwerking heeft op de bodemkwaliteit via de aanvoer van kwalitatief goede mest. Om via het dier de bodemkwaliteit te verhogen is een sterk punt! Concreet gaat het bij een goede mestkwaliteit om onder andere een hoge bemestende waarde en een verhoogde aanvoer van effectieve organische stof. Kennis van de samenstelling van de mest draagt positief bij aan een efficiënt gebruik van mineralen op bedrijfsniveau.

De gemiddelde mestkwaliteit op de bedrijven die betrokken waren bij het DBBD-project is weergegeven in Tabel 2.8, inclusief de veranderingen die zichtbaar werden over de projectperiode. Voor deze analyse zijn circa 340 mestmonsters geanalyseerd gedurende de periode 2005-2011. Opgemerkt wordt dat niet voor alle monsters de hele set aan parameters is geanalyseerd. Als gevolg hiervan zijn niet voor elke

<sup>5</sup> Ruwe inschatting: (1.313 bedrijven) x (melkproductie van 16.253 kg melk/ ha/ jaar) x (bedrijfs grootte van 55 hectare) x (0,03 kg krachtvoer/ kg melk) = ~35 kton/ jaar

mestparameter 340 analyses beschikbaar.

De resultaten van het DBBD-project laten zien dat de kwaliteit van de mest bij de start van dit project vergelijkbaar is met het landelijk gemiddelde: een drogestofgehalte van 85 mg/ kg, het totaal-N-gehalte ligt rond de 4 g/ kg, en het N<sub>org</sub>-gehalte bedraagt circa 2 g/ kg (Tabel 2.8). De gemiddelde samenstelling van dierlijke mest in Nederland is door de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen vastgesteld en kan gebruikt worden om te beoordelen of de mestkwaliteit van een individuele melkveehouder afwijkt van het landelijk gemiddelde.

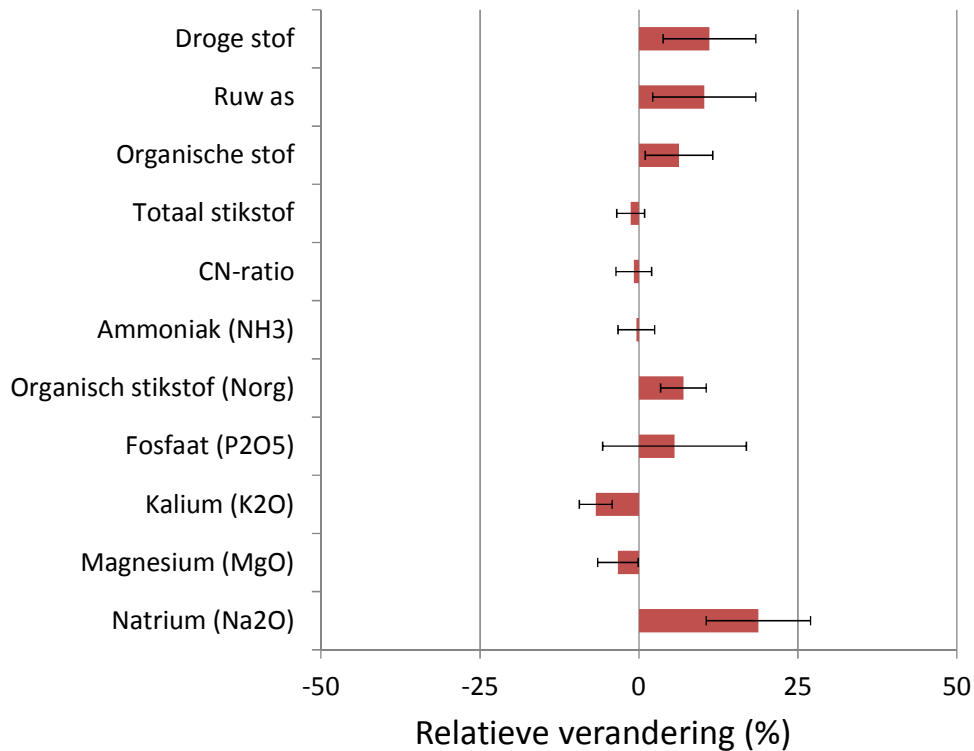
Tabel 2.8. Veranderingen in mestkwaliteit gedurende de projectperiode.

<b>Parameter **</b>	<b>Landelijk gemiddelde</b>	<b>Start-waarde</b>	<b>Absolute verandering</b>	<b>Relatieve verandering (%)</b>
Droge stof	85	85	+9,5	+11,1
Ruw as	-	19	+2,0	+10,3
Organische stof	64	66	+4,1	+6,3
Totaal stikstof	4,1	4,0	-0,1	-1,3
CN-ratio (-)	-	8,0	-0,1	-0,8
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	-	2,0	0,0	-0,4
Organisch stikstof (N <sub>org</sub> )	2,1	2,0	+0,1	+7,0
Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,5	1,6	+0,1	+5,6
Kalium (K <sub>2</sub> O)	5,8	5,7	-0,4	-6,8
Magnesium (MgO)	1,2	1,3	-0,04	-3,3
Natrium (Na <sub>2</sub> O)	0,7	0,7	+0,13	+18,8

\* Voor een inschatting van de foutenmarges op de gemeten veranderingen, zie Bijlage 2.

\*\* De eenheden zijn in g/ kg tenzij anders aangegeven

Veranderingen in mestkwaliteit hangen onder andere af van de hoeveelheid en samenstelling van het gebruikte krachtvoer en voedergewassen. Het beleid op de DBBD-bedrijven heeft niet tot grote, statistisch significante veranderingen geleid in de chemische samenstelling van de mest (Tabel 2.8; Figuur 2.5). Wel is er een duidelijke trend tot hogere drogestofgehaltes, organischestofgehaltes, RAS-waarden en natriumgehaltes. Een hoger drogestof- en organischestofgehalte is positief, omdat de aanvoer van effectieve organische stof daarmee wordt verhoogd. Op de langere termijn heeft een hogere gift van effectieve organische stof een positief effect op de organischestofopbouw en nutriëntenbeschikbaarheid in bodems. Met andere woorden: er is een positief effect te verwachten in de algehele bodemkwaliteit. Een hogere bijdrage van ruw as hangt samen met een verhoogde hoeveelheid mineralen (bijvoorbeeld natrium) en zorgt daarmee voor extra voedingsstoffen voor het gewas. In het bijzonder voor natrium is dit gunstig, omdat voldoende natrium zorgt voor een verbeterde voeropname.



Figuur 2.5. Relatieve verandering in 11 mesteigenschappen over de projectperiode. Foutenbalken representeren de standaardfout.

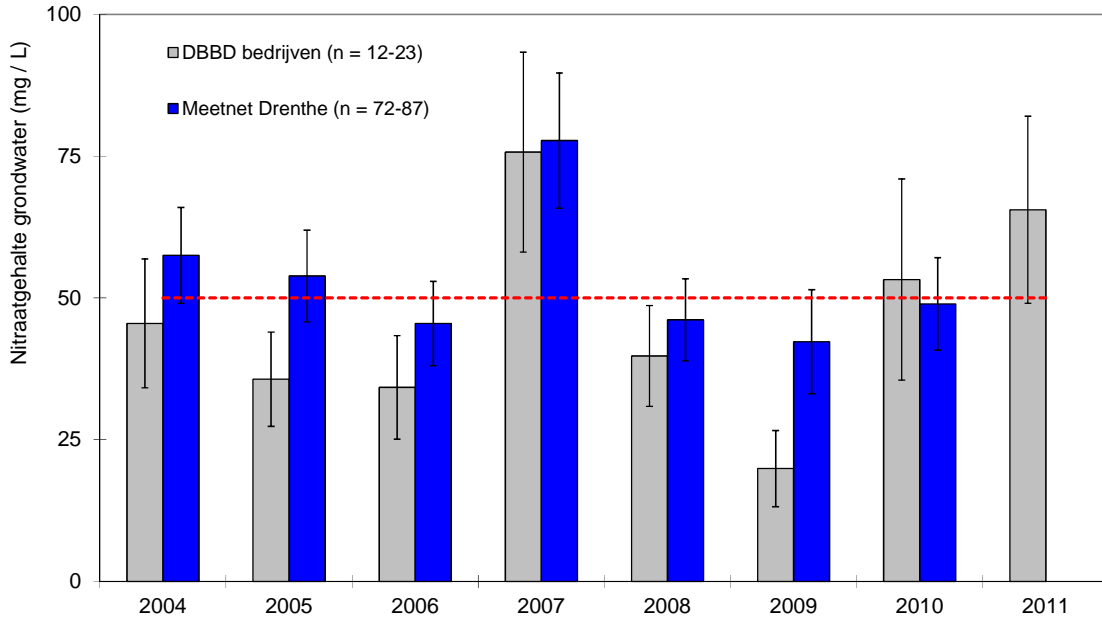
Er wordt binnen de kringlooplandbouw ook gestreefd naar hogere CN-ratio's van dierlijke mest, maar de geanalyseerde gegevens geven geen indicatie dat hierin een verhoging plaats heeft gevonden gedurende de projectperiode. Vanwege de spreiding tussen bedrijven en het relatief kleine aantal CN-analyses ( $n = 60 - 78$ ), zijn hieraan echter geen eenduidige conclusies te verbinden.

## 2.6 Uitspoeling van nitraat

Eén van de belangrijkste uitdagingen op het gebied van milieu waar de melkveehouderij in Drenthe voor staat is het (verder) terugdringen van nitraatgehaltes in het grond- en oppervlaktewater. De doelstelling van het DBBD-project was om grote groepen melkveehouders te stimuleren om de kringloopbenadering in hun bedrijfssysteem te realiseren, omdat deze benadering expliciet als doel heeft om  $\text{NO}_3$ -emissies te verlagen.

Voorgaande DBBD-verslagen lieten zien dat de kringloopbenadering in staat is om de uitspoeling van stikstof in de vorm van nitraat te verminderen: de gemiddelde nitraatconcentraties in het grondwater op DBBD-bedrijven waren in 2008 beduidend lager dan het gemiddelde van alle monsterpunten in Drenthe. Ook in de jaren 2004-2008 was een significant verschil gemeten.

Vergelijkbare resultaten werden gevonden voor de periode 2008 tot 2011 wanneer het gemiddelde  $\text{NO}_3$ -gehalte op de DBBD-bedrijven op zandgrond wordt vergeleken met de gemiddelde concentratie in het grondwatermeetnet (Figuur 2.6).

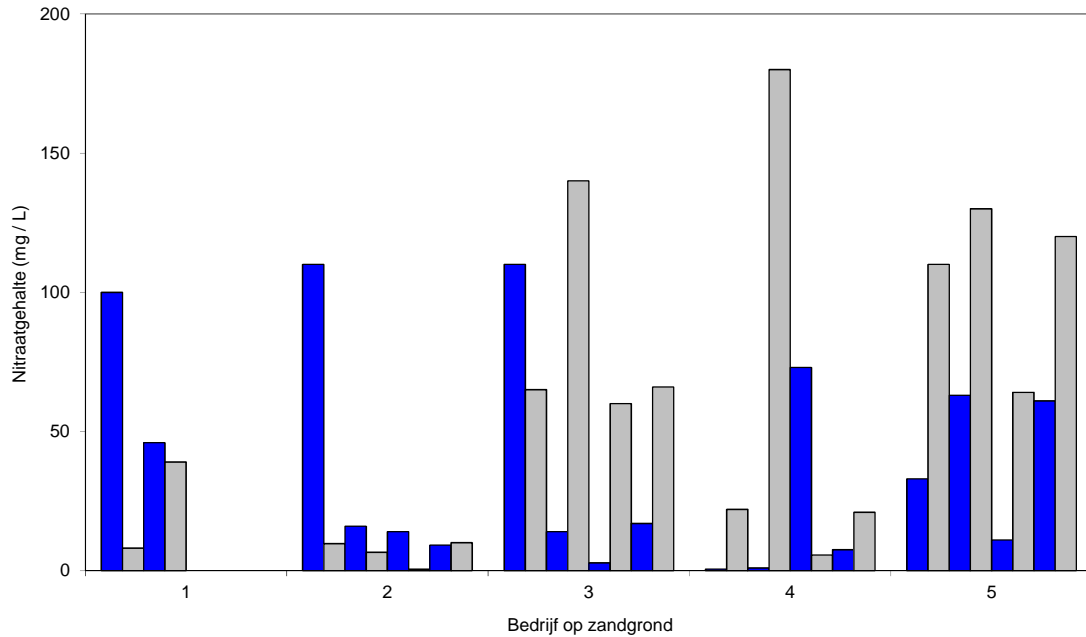


Figuur 2.6. Vergelijking deelnemers DBBD en meetnet provincie voor gemiddelde  $\text{NO}_3$ -concentraties onder grasland op zand. Meetnet Drenthe bevat tevens analyses bij andere grondsoorten. Foutenbalken zijn S.E. waarden (de standaardfout).

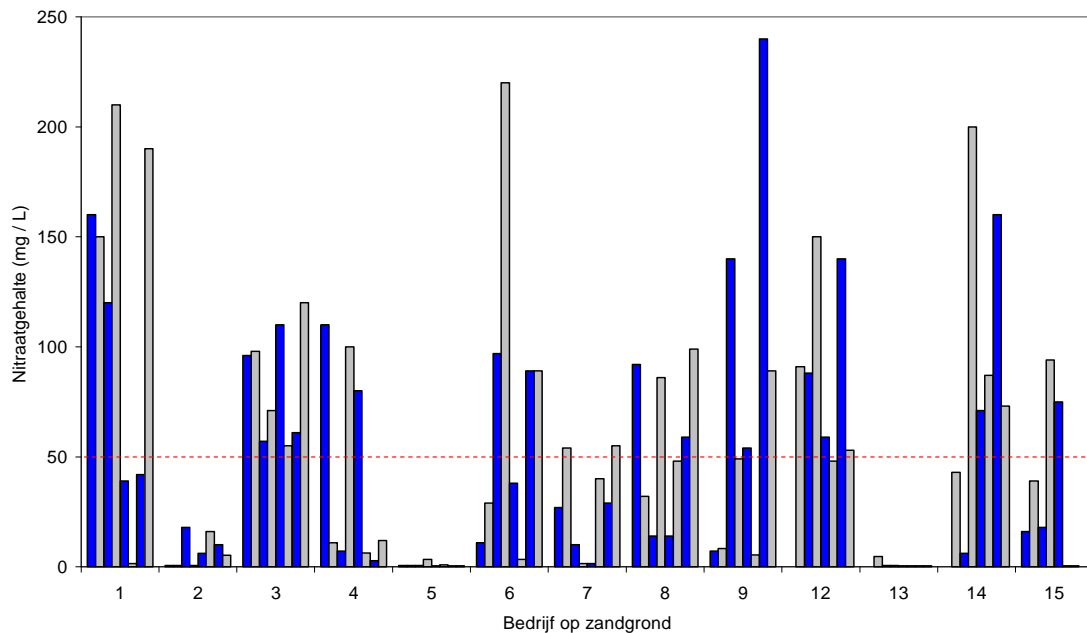
Er zijn geen monsterpunten aanwezig die significant hoger liggen dan de grenswaarde van 50 mg/ L. Ter verduidelijking: in de jaren 2007, 2010 en 2011 waren de gehalten 5 tot 25 mg/ L hoger dan de norm, maar door de grote spreiding tussen de bedrijven is er sprake van een grote standaardfout (zie de foutenbalken op het betreffende staaftdiagram). Het nitraatgehalte is alleen significant hoger wanneer de concentratie meer dan 2 x de standaardfout hoger ligt dan de norm. Dit is in geen van de jaren het geval. Uitzondering is het gemiddelde  $\text{NO}_3$ -gehalte in 2007 voor de monsters in het meetnet Drenthe.

In vergelijking met het gemiddelde  $\text{NO}_3$ -gehalte in het meetnet Drenthe liggen de  $\text{NO}_3$ -gehalten op de DBBD-monsterpunten gemiddeld circa 10 á 20 mg/ L lager. Deze gehalten zijn de gemiddelde waarde over 12-23 DBBD-bedrijven en 72-87 andere monsterpunten in Drenthe: de meetwaarden op individuele bedrijven kunnen ver boven de wettelijk toegestane norm uitkomen. In 2011 was dat voor 3 van de 17 DBBD-bedrijven het geval: er werden concentraties gemeten van ~100 mg  $\text{NO}_3$ / L. In aanvulling daarop is er een lichte trend waarneembaar van toenemende gehalten na 2008. Deze toename hangt waarschijnlijk samen met de relatief natte weersomstandigheden in 2010 en 2011; natte omstandigheden verhogen het risico van N-uitspoeling.

Wanneer gekeken wordt naar individuele bedrijven, dan zien we een aanzienlijke variatie in  $\text{NO}_3$ -gehalten. In de Figuren 2.7 en 2.8 wordt de verandering in de tijd weergegeven voor de afzonderlijke DBBD-bedrijven. Hierbij wordt tevens een onderscheid gemaakt tussen de bedrijven die al vanaf 2000 deelnemen aan het DBBD-project (Figuur 2.7) en de bedrijven die pas sinds 2008 bij dit project zijn betrokken (Figuur 2.8). Bedrijven op veengrond zijn niet meegenomen in deze figuren. De concentratie  $\text{NO}_3$  in het grondwater van deze veenpercelen was in 90% van de situaties lager dan 1 mg/ L en in de overige 10% van de situaties lager dan 50 mg  $\text{NO}_3$ / L.



Figuur 2.7. Nitraatconcentraties in het grondwater op DBBD-bedrijven op zandgrond over de periode 2004 tot 2011. Jaren zijn afwisselend blauw of grijs gekleurd. Bedrijven zijn al deelnemer vanaf het jaar 2000. Bedrijven waarvan minder dan twee jaar gegevens bekend waren, zijn niet weergegeven.



Figuur 2.8. Nitraatconcentraties in het grondwater op 15 DBBD-bedrijven op zandgrond over de periode 2004 tot 2011. Meetpunten waarbij minder dan 7 jaar is gemeten, zijn niet meegenomen. Jaren zijn afwisselend blauw of grijs gekleurd. Bedrijven zijn deelnemer vanaf het jaar 2008.

De variatie over de jaren hangt waarschijnlijk samen met de verschillen in klimatologische omstandigheden over de periode 2004 tot 2012. In het kader van het huidige project is dit niet verder onderzocht. Een vergelijking van de Figuren 2.7 en 2.8 lijkt aan te geven dat bedrijven die langer deelnemen in het DBBD-project (Figuur 2.7) gemiddeld lagere  $\text{NO}_3$ -emissies naar het grondwater hebben dan bedrijven die pas sinds 2008 deelnemen aan het project (Figuur 2.8). Wat verder opvalt, is dat er ook grote verschillen aanwezig zijn tussen bedrijven. In welke mate deze verschillen (met betrekking tot alle bedrijven) samenhangen met lokale geohydrologische omstandigheden of het

bedrijfsmanagement is nog onduidelijk. Een beknopte vervolganalyse zou dat duidelijk kunnen maken.

### 3 Conclusies & aanbevelingen

Deze rapportage laat zien dat vrijwel alle doelstellingen met betrekking tot nutriëntenmanagement en bodem- en waterkwaliteit van het DBBD-project zijn gerealiseerd. Indirecte effecten op zowel de kwaliteit van voedergewassen als de mestkwaliteit zijn ook positief.

Er zijn 176 boerenbedrijven betrokken bij dit project. Van deze 176 bedrijven hebben er circa 120 actief deelgenomen in studiegroepen. De melkveehouders die betrokken waren bij dit project beheren samen ongeveer 6.600 ha.

In circa 70% van de onderzochte bedrijven is een lichte toename waarneembaar in het organischestofgehalte van de grond: de absolute stijging was circa +0,8%. Naast de positieve effecten die samenhangen met de invloed van organische stof op de bodemkwaliteit, betekent dit ook dat er een opbouw is van de hoeveelheid vastgelegde koolstof in de bodem. Hiermee is er netto koolstof vastgelegd en een (tijdelijke) 'afname' in broeikasgassen gerealiseerd. Als een ruwe schatting kan worden uitgegaan van circa 20 ton CO<sub>2</sub>. Omdat een hoger organischestofgehalte ook doorwerkt in een lagere N-gift (de bemestingsadviezen zijn gerelateerd aan de N-naleveringscapaciteit van de bodem) kan deze verhoging ook vertaald worden in een verlaging van de N-gift. Dit kan leiden tot een potentiële besparing van 263 ton N/ jaar (voor heel de provincie Drenthe).

Uit de bedrijfstechnische cijfers wordt duidelijk dat de benuttingscijfers van N en P met 1 tot 3% zijn verhoogd door het management dat op de betrokken bedrijven is uitgevoerd. Dit is een substantiële verbetering van de Ausgangssituatie met een gemiddelde N- en P-benutting van respectievelijk 35 en 71%. Als deze verhoogde N- en P-benutting wordt doorberekend in de gegeven nutriëntengift, dan kan potentieel in heel Drenthe circa 56 ton P en 189 ton N per jaar worden bespaard. Wanneer alleen gekeken wordt naar de beste 50% van de deelnemende bedrijven, dan wordt de kunstmestgift gereduceerd met 1-55 kg N/ ha. Bij dezelfde bedrijven werd een duidelijke verhoging van de N benutting (van 1 tot 13%) gerealiseerd. Voor fosfaat werd in de beste 50% van de deelnemende bedrijven de P-input verlaagd met 1-10 kg P/ ha. Tegelijkertijd werd in dezelfde bedrijven een verhoging van de P-benutting (van 1-46%) gerealiseerd. Uitgaande van deze resultaten, kan dit leiden tot een potentiële milieuwinst van 471 ton N en 126 ton P per jaar. Kanttekening hierbij is wel dat het vooralsnog onduidelijk is of – en in welke mate – de behaalde milieuwinst samenhangen met de genomen maatregelen op bedrijfsniveau.

Gemiddeld over de betrokken bedrijven is er sprake van een toename in productie (+7% meer melk) en een gelijkblijvend kunstmestgebruik. Dit betekent niet alleen dat de nutriënten meer efficiënt zijn benut, maar ook dat per saldo de milieudruk is verlaagd. Een verlaging van de milieudruk is ook duidelijk zichtbaar in het lagere krachtvoergebruik: deze verminderde met gemiddeld 13%. Lagere NO<sub>3</sub>-concentraties in het grondwater bij DBBD-bedrijven in vergelijking met de gemiddelde NO<sub>3</sub>-concentratie in het Drentse meetnet (~10 tot ~20 mg/ L lager) maken aannemelijk dat deze verhoogde benutting inderdaad een effect heeft op de N-uitspoeling. Gebaseerd op de hogere P-benuttingscijfers mag ook verwacht worden dat de gehanteerde maatregelen in dit project een positief effect zullen hebben op de P-uitspoeling naar aquatische systemen. In dit rapport is dit effect niet gekwantificeerd omdat de desbetreffende gegevens nog niet bekend waren.

De analyse in dit rapport heeft tevens laten zien dat praktische toepassing van vernieuwde P-advisering

in gras en maïs kan leiden tot een besparing op fosfaat. Voor maïspcelen kan deze besparing oplopen tot circa 13 kg P/ ha per jaar. Op provinciaal niveau wordt de mogelijke besparing bij maïsteelt geschat op 151 tot 345 ton fosfaat (bij 100% participatie). Voor grasland kan het gebruik van het vernieuwde P-advies leiden tot een milieuwinst van ~589 ton P wanneer 100% van de aanwezige bedrijven volgens dat advies bemest. Wanneer 50% van de bedrijven volgens het vernieuwde P-advies bemest, zal dit leiden tot een milieuwinst van ~295 ton P.

Voor de meeste bodem- en bedrijfsgegevens wordt het aantal bedrijven waarvan gegevens beschikbaar waren voldoende groot geacht om met enige betrouwbaarheid een uitspraak te kunnen doen. De enige uitzondering is de gemeten indicator voor bodembiodiversiteit (BFI), omdat hiervoor te weinig analyses beschikbaar waren voor een robuuste statistische analyse. Gelet op het belang van en de relatieve onbekendheid met het sturen op bodemleven, doen we de aanbeveling om de bodembiodiversiteit in Drenthe nader in kaart te brengen.

### **Aanbevelingen**

Een integrale analyse van het hele kringloopsysteem was binnen de huidige context slechts beperkt mogelijk, omdat de geanalyseerde datasets niet dezelfde populatie bedrijven betreffen. Bovendien valt deze analyse buiten de kaders van deze rapportage. Gezien de hoeveelheid beschikbare gegevens, is het daarom aan te bevelen om een integrale statistische analyse te maken van zowel de bedrijfs- en grondwatergegevens als de bodem-, gewas- en mestgegevens zodra van meerdere bedrijven de datasets compleet zijn.

Hierbij doen we tevens de aanbeveling om deze analyse uit te voeren in combinatie met kennis over de teelttechnische en bemestingsmaatregelen die binnen het bedrijf zijn toegepast. Zolang deze gegevens ontbreken, blijft het lastig – zo niet onmogelijk – om een concrete link te leggen tussen kringloop-gebaseerde maatregelen en de effectiviteit daarvan op de bodem- en waterkwaliteit. De relevantie hiervan wordt duidelijk door het feit dat de analyse in dit rapport aangeeft dat er aanzienlijke variatie bestaat tussen bedrijven voor zowel de N- en P-benutting als de bodemvruchtbaarheid. Deze grote spreiding is een sterke indicatie dat er nog meer winst te behalen valt.

Meer inzicht in de factoren die de N-uitspoeling beïnvloeden, kan worden verkregen door een analyse van het bedrijfsmanagement op de bedrijven waar grondwatermonsters zijn geanalyseerd. Het is tevens aan te bevelen om de gegevens uit het meetnet Drenthe (metingen grondwaterkwaliteit) te koppelen aan locatie-specifieke gegevens betreffende landgebruik, bemesting, bodem, en jaarlijkse weersgegevens. Een gecombineerde analyse van deze variabelen zal duidelijk maken welke factoren een relevante invloed hebben op de NO<sub>3</sub> uitspoeling én welke maatregelen het meeste effect zullen hebben om de NO<sub>3</sub> uitspoeling te verminderen.



## Literatuur

- Anoniem (2008) Projectvoorstel Duurzaam Boer Blijven Drenthe. ETC/Boerenverstand/NMI, Leusden.
- Broekx (2003) Kuil kwaliteit en graslandmanagement; een praktijkonderzoek op Vlaamse melkveebedrijven. Thesis Katholieke Hogeschool Kempen, 93 pp.
- Bussink DW & Van der Draai H (2011) Fosfaatbemesting snijmaïs: demo Drenthe. NMI rapport 1246.1, Wageningen.
- CBS (2012) Centraal Bureau voor de Statistiek. Online informatie over landgebruik en (kunst)meststoffen in Drenthe.
- De Haas M & Hanegraaf MC (2012) Duurzaam boer blijven in Drenthe. Resultaten pilot studies. NMI rapport, Wageningen. In voorbereiding.
- Den Boer DJ, Reijneveld JA, Schröder JJ & Van Middelkoop JC (2011, in press) Mestsamenstelling in Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen. CBGV, Rapport 1, 23 pp.
- Den Boer DJ, de Haas, MJG, Van der Draai H (2011) Verbeteren voorziening spoorelementen op melkveebedrijven in Drenthe. NMI rapport 1314.502, 84 pp.
- ETC & NMI (2008) Duurzaam Boer Blijven in Drenthe. Verder terugdringen van de milieubelasting via de kringloopbenadering op melkveebedrijven in de provincie Drenthe. Projectvoorstel, 33 pp.
- Hanegraaf MC, Bussink DW & Bloem J (2012) Rekenen met de kwaliteit van organische stof: kengetallen en rekenregels. DBBD-rapport 4, Wageningen, 47 pp.
- Malestein A (1991) De voeding van melkvee, deel 1 en deel 2. Misset, Doetinchem, 68 pp.
- Rommelink G, Blanken K, Van Middelkoop J, Ouweltjes W & Wemmenhove G (2011) Handboek Melkveehouderij 2011, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, 373 pp.
- Van Schooten, HA Van Schöll L, Van Dijk W, Van Middelkoop, JC & Den Boer DJ (2011) Doeltreffend kali-bemestingsadvies voor snijmaïs. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad.
- Van Schooten H, Philipsen B & Groten J (2011) Handboek Snijmaïs. Uitgave Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, 190 pp.



**Bijlage 1. Beoogde doelen project DBBD (ETC & NMI, 2008)**

<b>Beoogde resultaten van de activiteiten</b>	<b>Sleutel indicatoren</b>
<b>Algemene doelstellingen</b>	<b>Streefwaarden</b>
De bodemkwaliteit is verbeterd	Op 75% van de studiegroepdeelnemers is een toename van organische stof en bodemleven N- en P-bemesting op 100% van de bedrijven deelnemend aan studiegroepen neemt af
De waterkwaliteit van zowel oppervlaktewater als grondwater is verbeterd	Nitraatmetingen van het bovenste grondwater blijven op de deelnemende bedrijven 30% lager dan het provinciale meetnet. Fosfaat neemt met 10% af
Luchtkwaliteit is verbeterd	Berekende NH <sub>3</sub> -emissie is tenminste 10% afgenomen
Afname broeikasgassen	Verhogen CO <sub>2</sub> -sink in de bodem met tenminste 5%
Biodiversiteit is verbeterd	BFI (bodem fungi index) neemt 10% toe
Boer blijven: kostprijs, bedrijfsinkomen	Aantal maatregelen genomen om bedrijfseconomisch saldo en bedrijfsinkomen te versterken
<b>Opschalen</b>	<b>Resultaten <i>opschalen</i></b>
Tenminste 140 melkveehouders worden actief in studiegroepverband betrokken, cijfers worden verzameld en besproken en maatregelen worden op het eigen bedrijf toegepast	Aantal melkveehouders actief in studiegroepen; genomen maatregelen op aantallen bedrijven. Minimaal 140 bedrijfsmappen van melkveehouders met cijfers N, P en CO <sub>2</sub> , mestkwaliteit. Kringloopcijfers verbeterd
Inventarisatie leerstijlen	Publicatie "leerstijlen en communicatie"
<b>Verdieping</b>	<b>Resultaten <i>verdieping</i></b>
Uit de pilot bodem/water/klimaat worden tenminste 5 innovatieve maatregelen ontwikkeld, getest en verder verspreid	Aantal geteste maatregelen in combinatie met aantal bedrijven waar getest
Uit de pilot dier & voeding worden tenminste 5 innovatieve maatregelen ontwikkeld, getest en verspreid	Aantal geteste maatregelen in combinatie met aantal bedrijven waar getest
Uit de pilot ondernemerschap komen ten minste 6 innovaties om ondernemerschap verder te ontwikkelen	Aantal geteste maatregelen in combinatie met aantal bedrijven waar getest
<b>Activiteiten Verankering</b>	<b>Resultaten <i>verankering</i></b>
Tenminste 1500 personen, o.a. agrarische bedrijven, voorlichters, docenten, studenten, beleidsmedewerkers en agro-business komen in aanraking met de maatregelen en resultaten die uit het project naar voren komen.	Aantal aanwezigen bij lezingen, informatiebijeenkomsten en excursies. Aantal artikelen in de vakpers. Aantal keer vernoemd op TV en radio. Aantal personen op verzendlijst voor nieuwsbrief etc.
Borging kwaliteit melkveehouderij bedrijven in gepast in programma	Bedrijfsmap ontwikkeld en toegepast op tenminste 140 bedrijven
Tenminste 350 melkveehouders worden middels cursussen, lezingen, excursies op de hoogte gebracht van de resultaten en passen een aantal maatregelen op het eigen bedrijf toe.	Aantal aanwezigen bij lezingen, informatiebijeenkomsten en excursies
Boerinnen met een strategisch netwerk worden actief ingezet bij de kennisverwerving en verspreiding.	Minimaal 20 boerinnen nemen kennis van de kringloopaanpak.



## Bijlage 2. Achtergrondgegevens

Tabel 1. Veranderingen in gemiddelde bedrijfsgegevens over de projectperiode.

	Startwaarde	Verandering over de projectperiode			
		Absoluut	SE*	Relatief	SE*
Melkproductie (kg melk / ha)	16.253	+1.133	905	+7	6
N-input (kg N / ha)	261	+23	17	+9	7
N-output (kg N / ha)	109	+23	12	+21	11
N-overschot (kg N / ha)	153	0	11	0	7
P-input (kg P / ha)	26	+3	3	+12	12
P-output (kg P / ha)	20	+4	2	+17	10
P-overschot (kg P / ha)	5,3	-0,3	2	-6	35
Kunstmestgift (kg/ ha)	597	+92	176	+16	30
Kunstmestgift (kg N / ha)	122	+0,1	7	+0,1	6
Kunstmestgift (kg P / ha)	3,8	-1	1	-23	28
Kunstmestgift (g/ kg melk)	37	+5	12	+13	31
Kunstmestgift (g N / kg melk)	7,7	-0,5	0,5	-6,4	6,2
Kunstmestgift (g P / kg melk)	0,2	-0,1	0,1	-37	24
Benutting P vee (%)	31	+1	1	+3	4
Benutting P bodem (%)	85	+2	4	+2	5
Benutting P bedrijf (%)	71	+3	4	+4	6
Benutting N vee (%)	25	+0,3	1	+1,3	3,8
Benutting N bodem (%)	58	+0,4	2	+0,8	3,9
Benutting N bedrijf (%)	35	+0,6	1	+1,8	3,4
Krachtvoer (kg/ 100 kg melk)	25	-3	1	-13	4
Percentage gras (%)	71	+4	3	+6	4,4

\* SE staat voor 'standard error', de standaardfout op het aanwezige verschil tussen beide jaren. Of een verandering significant ( $P < 0,05$ ) is, kan worden geschat met behulp van de vuistregel dat het verschil groter moet zijn dan  $\sim 2 \times$  de standaardfout (vuistregel geldig bij  $n > 10$ ).

Tabel 2. Gemeten veranderingen in bodemparameters tijdens de projectperiode.

	<b>Absolute verandering over de projectperiode</b>					
	<b>GRAS</b>			<b>BOUWLAND</b>		
	Startwaarde	Verandering	SE*	Startwaarde	Verandering	SE*
OS%	7,8	+0,8	0,30	5,6	+0,3	0,24
CN-ratio	17	-0,4	0,3	18,6	+0,6	0,5
N <sub>totaal</sub>	2.985	+254	143	1835	-41	72
NLV	161	+2,2	2,9	74,5	-15	5
PAL	36	+0,1	0,8	45	+1,6	1,6
K	94	+4,8	3,0	64	+13	4
pH	5,0	+0,1	0,02	4,8	+0,2	0,05
CEC	117	-14	4	84	-20	4,1
SLV	10,7	-0,1	0,3	11,2	-4,2	1,1

\* SE staat voor 'standard error', de standaardfout op het aanwezige verschil tussen beide jaren. Of een verandering significant ( $P < 0,05$ ) is, kan worden geschat met behulp van de vuistregel dat het verschil groter moet zijn dan  $\sim 2 \times$  de standaardfout (vuistregel geldig bij  $n > 10$ ).

Tabel 3. Veranderingen in gewaskwaliteit gedurende de onderzoeksperiode voor gras en maïs.

	<b>Absolute verandering in gewaskwaliteit over de projectperiode</b>					
	<b>GRAS</b>			<b>MAIS</b>		
	Startwaarde	Verandering	SE	Startwaarde	Verandering	SE
DS	469	+13	4,9	339	+4	1,8
VEM	892	+2	2,2	958	+10	1,6
DVE	72	-6	0,4	49	+4	0,2
OEB	38	+0,8	0,9	-33	-5	0,3
FOS	562	-3	1,3	514	+19	1,3
Ruw eiwit	164	-7	0,8	72	+0,3	0,3
Ruwe celstof	256	-9,4	0,8	196	-10,3	1,0
Suiker	89	7,3	1,5	13,4	-0,3	0,3
NO <sub>3</sub>	2,5	-0,2	0,1	1,3	-	-
P	3,9	-0,2	0,02	1,9	+0,04	0,02
N	29	-1,7	0,2	11,4	+0,06	0,05
K	33	-1,6	0,2	12	+0,8	0,2
NH <sub>3</sub> -fractie	8,5	-0,8	0,1	10	-3,9	0,5
Ca	4,9	-0,1	0,04	1,5	-0,08	0,09
Mg	2,4	+0,1	0,02	1,2	+0,01	0,02

\* SE staat voor 'standard error', de standaardfout op het aanwezige verschil tussen beide jaren. Of een verandering significant ( $P < 0,05$ ) is, kan worden geschat met behulp van de vuistregel dat het verschil groter moet zijn dan  $\sim 2 \times$  de standaardfout (vuistregel geldig bij  $n > 10$ ).

Tabel 4. Veranderingen in mestkwaliteit gedurende de projectperiode

	Startwaarde	Verandering over de projectperiode			
		Absoluut	SE	Relatief	SE
DS	85	+9,5	6,3	+11,1	7,3
RAS	19	+2,0	1,6	+10,3	8,1
OS	66	+4,1	3,5	+6,3	5,3
N <sub>totaal</sub>	4,0	-0,1	0,1	-1,3	2,2
CN-ratio	8,0	-0,1	0,2	-0,8	2,8
NH <sub>3</sub>	2,0	0,0	0,1	-0,4	2,9
N <sub>org</sub>	2,0	+0,1	0,1	+7,0	3,6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,6	+0,1	0,2	+5,6	11,3
K <sub>2</sub> O	5,7	-0,4	0,2	-6,8	2,6
MgO	1,3	-0,04	0,04	-3,3	3,2
Na <sub>2</sub> O	0,7	+0,13	0,06	+18,8	8,2

\* SE staat voor 'standard error', de standaardfout op het aanwezige verschil tussen beide jaren. Of een verandering significant ( $P < 0,05$ ) is, kan worden geschat met behulp van de vuistregel dat het verschil groter moet zijn dan  $\sim 2$  x de standaardfout (vuistregel geldig bij  $n > 10$ ).