

Bemestingplan voor akkerbouwbedrijven

Een gedegen bemestingsplan dat voor het hele bedrijf op perceelsniveau wordt gemaakt is de basis voor het halen van maximale opbrengsten en kwaliteit en het zo goed mogelijk op peil houden van de bodemvruchtbaarheid

Inhoud

1	Bemestingplan voor akkerbouwbedrijven	3
1.1	Nut en noodzaak van een bemestingsplan	3
2	Uitgangspunten/strategie	3
2.1	Bodemvruchtbaarheid, lange(re) termijn	3
2.2	Gewasbehoefte, korte termijn	5
2.3	Mineralenbalans	5
3	Bemestingsplan maken	6
3.1	Regio's en bouwplannen	6
3.2	Gebruiksnorm fosfaat	7
3.3	N&P quotum	7
3.4	Meststoffen planning/verdeling mineralen/aanvoer organische stof	8
4	Methoden en technieken	9
4.1	Bemestingsplan versus gebruiksruijnte	9
4.2	Mogelijkheden om efficiënt met stikstof om te gaan	10
4.2.1	Inspelen op mineralisatie: perceelsgericht bemesten	10
4.2.2	Hoge benutting stikstof uit dierlijke mest	10
4.2.3	Groenbemesters	11
4.2.4	Bodemkwaliteit	11
4.2.5	Vochtvoorziening	11
4.2.6	Stikstofrijenbemesting	11
4.2.7	Emissiearme toediening ureum- en/of ammoniummeststoffen	11
4.2.8	Meststofkeuze	12
4.2.9	Plaatsspecifieke (bij)bemesting	12
4.3	Mogelijkheden om efficiënt met fosfaat om te gaan	12
4.3.1	Verdeling fosfaatruimte over gewassen en percelen	12
4.3.2	Tijdstip van bemesting	13
4.3.3	Fosfaatrijenbemesting	13
4.3.4	Bodemstructuur en pH	13
4.3.5	Vochtvoorziening	13
4.3.6	Optimalisering verdeling N-gift over gewassen in het bouwplan	13
5	Financiële aspecten	15
5.1	Financiële aspecten bodem- en bemestingsplan	15
5.1.1	Kostenposten	15
5.1.2	Kunstmestprijzen	15
5.1.3	Prijzen dierlijke mest	16
5.1.4	Prijzen compost	17
5.2	Toediening meststoffen	17

5.3	Totale kosten	18
5.4	Batenposten	19
5.4.1	Lange-termijnonderzoek bodemkwaliteit PPO Vredepeel.....	19
6	Bijlages.....	20
6.1	Bijlage 1. Berekeningen Noord Nederland	20
6.2	Bijlage 2. Berekeningen Noordoost Nederland.....	23
6.3	Bijlage 3. Berekeningen Flevoland	27
6.4	Bijlage 4. Berekeningen Zuidwest Nederland	30
6.5	Bijlage 5. Berekeningen Zuidoost Nederland	33

1 Bemestingplan voor akkerbouwbedrijven

1.1 Nut en noodzaak van een bemestingsplan

Een gedegen bemestingsplan dat voor het hele bedrijf op perceelsniveau wordt gemaakt is de basis voor het halen van maximale opbrengsten en kwaliteit en het zo goed mogelijk op peil houden van de bodemvruchtbaarheid. Door het steeds verder aanscherpen van de bemestingsnormen onder invloed van Europese wetgeving is een gedetailleerd bemestingsplan op perceelsniveau voorwaarde voor een optimale verdeling van het bedrijfsquotum voor stikstof en fosfaat. Een goed bemestingsplan geeft inzicht en overzicht van de bemesting op het bedrijf van alle belangrijke elementen. Op bedrijven die hoge opbrengsten realiseren kan de afvoer van fosfaat hoger zijn dan de wettelijke gebruiksnorm. De fosfaattoestand in de bodem zal dan langzaam achteruit gaan. Voor een aantal akkerbouwgewassen is de gebruiksnorm voor stikstof, vooral op zuidoostelijk zand en löss, inmiddels lager dan het landbouwkundig advies. Een slimme verdeling van het stikstofquotum is dan nodig om opbrengstderiving te voorkomen of te beperken. Naast een goede mineralenplanning bieden nieuwe methoden en technieken kansen om de efficiency van meststoffen te maximaliseren en optimaal te produceren binnen de wettelijke kaders.

Veel informatie over bodem en bemesting kunt u elders op deze website vinden.

2 Uitgangspunten/strategie

Bij het maken van een bemestingsplan kunt u verschillende uitgangspunten hanteren, die invloed hebben op bijvoorbeeld keuze van meststoffen en aanvoer van organische stof. Hierbij is vooral van belang of u een korte dan wel een lange(re) termijnstrategie hanteert. Voor het bepalen van de strategie is verder belangrijk om na te gaan wat de mogelijkheden of beperkingen zijn t.a.v. de aanvoer van mineralen en organische stof, zowel wat betreft beschikbaarheid als prijs.

2.1 Bodemvruchtbaarheid, lange(re) termijn

Kiezen voor het ontwikkelen en/of in stand houden van de bodemvruchtbaarheid vereist een strategie voor de lange(re) termijn: voor fosfaat en kali is hiervoor het bodemgericht advies beschikbaar zoals beschreven in www.handboekbodemenbemesting.nl. Voor een goede bodemvruchtbaarheid is naast de aanvoer van voldoende mineralen ook de aanvoer van voldoende organische stof belangrijk. Om de aanvoer van organische stof te maximaliseren binnen de gebruiksnormen passen de volgende opties:

- Gebruik van organische meststoffen met een hoog gehalte effectieve organische stof (EOS) per kg P_2O_5 . Er zijn grote verschillen tussen de diverse organische meststoffen. Groencompost heeft de meest gunstige verhouding tussen P en organische stof. Bijkomend voordeel is dat fosfaat in compost maar voor 50% meetelt (maximale vrijstelling 3.9 kg P_2O_5 /ton droge stof). In tabel 1 staat een overzicht van een aantal veelgebruikte meststoffen.

Tabel 1. Aanvoer effectieve organische stof (EOS) met organische mest en compost.

Mestsoort	Kg EOS/ton	Kg P ₂ O ₅ /ton	Kg EOS /kg P ₂ O ₅
<i>Drijfmest</i>			
Rundvee	45	1,5	30
Vleesvarkens	14	4,6	3
Zeugen	9	3,5	2
<i>Vaste mest</i>			
Leghennen	137	27.8	5
Kippenstrooiselmest	122	25.6	5
Slachtkuikenmest	151	16,8	9
Champost	106	4,5	24
GFT compost	181	6,2 (3,1)*	29 (58)*
Groencompost	134	2,2 (1,1)*	61 (122)*

*Door 50% fosfaat vrijstelling hoeft u maar 50% te tellen en voert u in feite twee keer zoveel aan

Voor informatie over andere meststoffen:

<http://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Organisch-stofbeheer/Organische-stof/Kengetallen-organische-stof.htm>

- Achterlaten van stro op het land. Graanstro bevat relatief veel effectieve organische stof, de totale hoeveelheid is vergelijkbaar met een goede groenbemester (tabel 2). Indien u stro afvoert gaan er ook mineralen ‘verloren’, vooral kali.
- Telen van groenbemesters. Een goed geslaagde groenbemester levert ook een flinke bijdrage aan de aanvoer van effectieve organische stof (tabel 2).

Tabel 2. Aanvoer effectieve organische stof (EOS) uit goed ontwikkelde groenbemesters en stro

Groenbemester	EOS	Groenbemester/stro	EOS
Bladrammenas	875	Winterrogge	840
Gele mosterd	875	Klaver	1100
Engels raaigras	1155	Witte klaver	850
Italiaans raaigras	1100	Stro wintertarwe	920
Japanse haver	1500	Stro zomergerst	630

Zie voor informatie over meer groenbemesters:

<http://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Groenbemesters.htm>

Met de aanvoer van organische stof voert u ook nutriënten aan, waarmee u voorziet in een deel van de gewasbehoefte aan N, P en K. Aangezien de P-ruimte vaak als eerste is bereikt, kan de aanvullende bemesting plaatsvinden met kunstmest dan wel met bewerkte mest met weinig fosfaat, zoals bijvoorbeeld mineralenconcentraat (bevat vooral N en K) of spuihoog (bevat vooral N en S).

Ieder jaar wordt een deel van de bodem-organische stof afgebroken. Minstens deze hoeveelheid moet, berekend per rotatie op perceelsniveau, worden aangevoerd om het percentage op peil te houden. De exacte hoeveelheid die wordt afgebroken is moeilijk vast te stellen, en is afhankelijk van een aantal factoren, zoals type en intensiteit van grondbewerking en de pH. Om toch een berekening

te kunnen maken wordt wel gerekend met de vuistregel dat ieder jaar ongeveer 2% van de bodemorganische stof wordt afgebroken. Naarmate het percentage hoger is moet dus meer organische stof worden aangevoerd om de afbraak te compenseren. Op de langere termijn ontstaat een evenwichtspercentage in de grond als resultante van gemiddelde aanvoer een afbraak. Meer informatie en een Excel rekenblad voor het doorrekenen van uw eigen situatie is te vinden op <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/organische-stofbalans-excel-applicatie>

Uitgebreide informatie over rol en nut van organische stof is te vinden op <http://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Organisch-stofbeheer/Organische-stof.htm>

2.2 Gewasbehoefte, korte termijn

Met het oog op het in stand houden van de productiecapaciteit van de grond voor de toekomst is een korte termijn strategie niet aan te bevelen. Toch kunnen er redenen zijn, bijvoorbeeld bij huur voor een jaar of hoge prijzen van mest, om de bemesting soms alleen te richten op de gewasbehoefte van het volgende gewas, uitgaande van het gewasgerichte advies voor fosfaat en kali zoals beschreven in www.handboekbodemenbemesting.nl. Dan passen de volgende opties in het bemestingsplan:

- Alle soorten ‘goedkope’ onbewerkte dierlijke organische mest (veelal varkens- en rundveedrijfmest), liefst met een N/P verhouding die zo goed mogelijk aansluit bij de gewasbehoefte, waarbij het fosfaatgehalte veelal de beperkende factor is voor de hoeveelheid. Gehaltes van de mest, prijs van de mest en van nog bij te geven kunstmest of mineralenconcentraat is dan een belangrijke leidraad voor de keuze van de mestsoort.
- Achterlaten van stro op het land en het telen van groenbemesters passen ook in dit plan, om het eventuele tekort op de organische stofbalans zo klein mogelijk te houden.

2.3 Mineralenbalans

Een van de pijlers van bodemvruchtbaarheid is het gehalte aan de mineralen in de grond, zowel de macro elementen (bijvoorbeeld P, K, Mg, S) als de micro elementen (o.a. Bo, Mn). Voor een optimale productie moeten de gehalten in de grond zich binnen streeftrajecten bevinden. Deze worden aangegeven op de bodemanalyses. Om deze toestand op peil te houden moeten de afvoer van nutriënten door de gewassen en de onvermijdbare verliezen worden gecompenseerd. De afvoer van de gewassen is uiteraard mede afhankelijk van de opbrengst. De mineralenbalans is een goed instrument voor het maken van een bedrijfs- of perceel-specifieke berekening van de aan- en afvoer van mineralen. Als de balans in evenwicht is blijft de toestand in de grond ongeveer gelijk. De periodieke grondbemonstering is een noodzakelijke check op de berekeningen. Afhankelijk van de gewassen in het bouwplan, de rotatie en de opbrengsten kan de afvoer van fosfaat voor een perceel, op rotatieniveau, hoger zijn dan de wettelijke gebruiksnorm, zie tabel 3. In dat geval zal de toestand in de bodem langzaam dalen. Zie ook tabel 3. Hierin is nog geen rekening gehouden met het onvermijdbaar verlies/vastlegging van fosfaat en uitspoeling van kali (zandgrond). Vuistregel voor het onvermijdbaar verlies voor fosfaat op percelen in het streeftraject is 5 kg P_2O_5 /ha aan de onderkant en 20 kg P_2O_5 /ha aan de bovenkant van het streeftraject. Uitspoeling van kali is, afhankelijk van de grondsoort, 0 tot 50 kg K_2O /ha. jaar

Tabel 3. Afvoer van P₂O₅ en K₂O, in kg per ton product en per ha bij twee opbrengstniveaus van de belangrijkste akkerbouwgewassen

Gewas	Gehalte/ ton		Afvoer/ha			Afvoer/ha		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	Opbr	P ₂ O ₅	K ₂ O	Opbr	P ₂ O ₅	K ₂ O
Consumtieaard.	1,1	5,1	70	77	357	50	55	350
Zetmeelaard.	0,9	5,2	55	50	286	45	41	234
Pootaard.	1,1	5,1	45	55	230	35	39	179
Suikerbiet	0,7	1,7	100	70	170	60	42	102
Zomergerst	8	6	9	72	54	7	56	42
Wintertarwe	7,8	5,1	12	94	62	9	70	46
Zaaiui	0,7	1,8	70	49	126	50	50	90
Snijmais	1,1	4,3	60	66	215	40	44	172
Wortelen	0,7	3,5	100	70	350	80	56	280
Knolselderij	1,6	5,5	60	96	330	50	80	275
Doperwt*	1,6	3,5	8	13	28	6	10	21
Stamslaboon*	1,1	5,1	14	15	77	10	11	51
Cichorei	0,7	4,2	50	35	210	40	28	168

*Dubbelteelt erwten/stamslaboon

3 Bemestingsplan maken

In het bemestingsplan bepaalt u eerst per gewas en perceel de nutriëntenbehoefte om een zo hoog mogelijke financiële opbrengst te behalen (gewasgericht advies) en verder gaat u na hoeveel fosfaat en kali moet worden toegediend om de afvoer met het gewas en het onvermijdbare verlies te compenseren (bodemgericht advies). Vervolgens berekent u hoeveel stikstof en fosfaat u volgens de gebruiksnormen op uw bedrijf kunt aanvoeren. Als de totale berekende behoefte op uw bedrijf hoger is dan de maximaal toegestane aanvoer volgens de gebruiksnormen, kunt u maatregelen nemen die in het volgende hoofdstuk zijn beschreven.

3.1 Regio's en bouwplannen

Belangrijk uitgangspunt voor het maken van een bemestingsplan is het bouwplan. In dit hoofdstuk zijn een aantal berekeningen gemaakt waarbij we zijn uitgegaan van bouwplannen in vijf voorbeeld regio's, met daarin gewassen die in de regio veel geteeld worden en een veelvoorkomende fosfaattoestand:

- Regio Noordelijke zeeklei, pootgoedbedrijven, met 33% pootaardappelen, 40% wintertarwe, 15% suikerbieten en 12% zaaiuien. Gerekend met een gemiddelde fosfaattoestand neutraal.
- Noordoost Nederland, bedrijven met 50% zetmeelaardappelen, 20% suikerbieten, 30% graan (zomergerst, zomertarwe, wintertarwe). Fosfaattoestand neutraal.
- Flevoland, bedrijven met 33% consumptieaardappelen, 33% wintertarwe, 16,5% suikerbieten en 16,5% uien of peen. Gerekend met gemiddelde fosfaattoestand neutraal.
- Zuidwest Nederland, bedrijven met 25% consumptieaardappelen, 35% wintertarwe, 12% uien, 12% knolselderij/winterpeen/cichorei/erwten/stamslabonen. Gerekend met fosfaattoestand neutraal

- Zuidoost Nederland, bedrijven met 40 ha eigen grond, met 25% aardappelen, 25% suikerbieten, 25% doperwtten/stamslabonen en aanvullend 30 ha consumptieaardappelen op gehuurd land. Gerekend met gemiddelde fosfaattoestand hoog.

3.2 Gebruiksnorm fosfaat

De wettelijke fosfaatgebruiksnorm hangt af van de fosfaattoestand in de grond. Bij hoge opbrengsten is de afvoer van fosfaat bij een aantal gewassen hoger dan de toegestane aanvoer, vooral bij $P_w > 55$.

Tabel 4. Fosfaatgebruiksnorm 2016

Fosfaattoestand	P_w	Gebruiksnorm
Laag	<36	75
Neutraal	36-55	60
Hoog	>55	50

3.3 N&P quotum

De maximale hoeveelheid stikstof en fosfaat die mag worden aangevoerd wordt berekend door de gewasoppervlakte te vermenigvuldigen met de gebruiksnormen voor N en P. Voor de genoemde regio's en bouwplannen staan de hoeveelheden vermeld in tabel 5.1 tot en met 5.5. We zijn hierbij uitgegaan van een gemiddelde bedrijfsgrootte van 70 ha in Zuidoost Nederland en 100 ha in de andere regio's.

Tabel 5.1. Stikstof- en fosfaatquotum Noord Nederland, kleigrond

Gewas	Oppervlakte	Gbn-N	N-quotum
Pootaardappel ¹	33	120	3.960
Wintertarwe	40	245	9.800
Suikerbiet	15	150	2.250
Zaaiui	12	170	2.040
Groenbemesters	(20)	60	1.200
Totaal	100		19.250
		Gbn- P_2O_5	P_2O_5 -quotum
Totaal	100	60	6000

¹Gebruiksnorm overige rassen, ²Fosfaattoestand neutraal

Tabel 5.2. Stikstof en fosfaatquotum Noordoost Nederland, zand- en dalgrond

Gewas	Oppervlakte	Gbn-N	N-quotum
Zetmeelaardappelen	50	230	11.500
Suikerbieten	20	145	2.900
Zomergerst	20	80	1.600
Wintertarwe	10	160	1.600
Groenbemesters	(30)	50	1.500
Totaal	100		19.100
		Gbn- P_2O_5 ²	P_2O_5 -quotum
Totaal	100	60	6000

¹Gebruiksnorm overige rassen, ²Fosfaattoestand neutraal

Tabel 5.3. Stikstof en fosfaatquotum Flevopolders, Oostelijk Flevoland, kleigrond

Gewas	Oppervlakte	Gbn-N	N-quotum
Consumptieaardappel ¹	33	250	8.250
Wintertarwe	33	245	8.085
Suikerbiet	17	150	2.550
Winterpeen	17	110	1.870
Groenbemesters	(33)	60	1.980
Totaal	100		22.735
		Gbn- P ₂ O ₅ ²	P ₂ O ₅ -quotum
Totaal	100	60	6000

¹Gebruiksnorm overige rassen, ²Fosfaattoestand neutraal

Tabel 5.4. Stikstof en fosfaatquotum Zuidwest Nederland, kleigrond

Gewas	Oppervlakte	Gbn-N	N-quotum
Consumptieaardappel ¹	25	250	6.250
Wintertarwe	35	245	8.575
Suikerbiet	15	150	2.250
Ui	10	170	1.700
Knolselderij	8	200	1.600
Cichorei	7	70	490
Groenbemester	(35)	60	2.100
Totaal	100		22.965
		Gbn- P ₂ O ₅ ²	P ₂ O ₅ -quotum
Totaal	100	60	6000

¹Gebruiksnorm overige rassen, ²Fosfaattoestand neutraal

Tabel 5.6. Stikstof en fosfaatquotum Zuidoost Nederland, zandgrond

Gewas	Oppervlakte	Gbn-N	N-quotum
Consumptieaardappel ¹	40	188	7.520
Suikerbiet	10	116	1.160
Maïs	10	112	1.120
Doperwt/Stamslaboon	10	30+88	1.180
Groenbemesters ³	(0)	50	0
Totaal			10.980
		Gbn- P ₂ O ₅ ²	P ₂ O ₅ -quotum
Totaal	70	50	3.500

¹Gebruiksnorm overige rassen, 40 ha aardappel, waarvan 30 ha op gehuurd land

²Fosfaattoestand hoog

³Nauwelijks ruimte voor inzaai groenbemesters voor 1 september

3.4 Meststoffen planning/verdeling mineralen/aanvoer organische stof

Op de meeste akkerbouwbedrijven wordt dierlijke en/of plantaardige organische mest gebruikt. De keuze van hoeveelheid en soort mest bepaalt de hoeveelheid organische stof die wordt aangevoerd en de ruimte die er nog over is voor aanvoer van kunstmest N en P. Per regio is een voorbeeld

geschetst voor een bouwplan met gewassen die in de regio veel geteeld worden. Bij de keuze van mest is uitgegaan van soorten die in de regio gebruikt worden. In de voorbeelden zijn ook een aantal scenario's doorgerekend, met duidelijke verschillen in de aanvoer van organische stof. Met andere woorden scenario's voor de korte en voor de lange(re) termijn bodemvruchtbaarheid. Voor de berekeningen per regio zie [bijlage 1 tot en met 5](#).

Naast N en P zijn uiteraard ook K, S, Mg en micro-elementen van belang voor een goede bemesting. Omdat N en P sturend zijn door regelgeving komt het er op neer dat vooral K, S en Mg bemesting een aanvulling is op de basisbemesting, gebaseerd op wat nodig is volgens grondonderzoek. Wettelijk gezien zijn er geen beperkingen voor deze nutriënten, de akkerbouwer is vrij in keuze en hoeveelheid. In deze notitie wordt hier verder niet op ingegaan.

Bijlage 1. [Berekeningen Noord Nederland](#)

Bijlage 2. [Berekeningen Noordoost Nederland](#)

Bijlage 3. [Berekeningen Flevoland](#)

Bijlage 4. [Berekeningen Zuidwest Nederland](#)

Bijlage 5. [Berekeningen Zuidoost Nederland](#)

4 Methoden en technieken

4.1 Bemestingsplan versus gebruiksruijnte

In het bemestingsplan bepaalt u eerst per gewas en perceel de nutriëntenbehoefte om een zo hoog mogelijke financiële opbrengst te behalen (gewasgericht advies) en verder gaat u na hoeveel fosfaat en kali moet worden toegediend om de afvoer met het gewas en het onvermijdbare verlies te compenseren (bodemgericht advies). Vervolgens berekent u hoeveel stikstof en fosfaat u volgens de gebruiksnormen op uw bedrijf kunt aanvoeren. Als de totale berekende behoefte op uw bedrijf hoger is dan de maximaal toegestane aanvoer volgens de gebruiksnormen, gaat u na:

- a. of u ergens op de stikstof- of fosfaatgift kunt besparen door aangepaste bemestingsmethoden die tot een hogere stikstof- en fosfaatbenutting leiden;
- b. in welke gewassen u het beste kunt korten om de (financiële) opbrengstderving te zo klein mogelijk te houden.

In tabel 6 is voor een aantal gewassen op zandgrond en löss de gemiddelde relatieve opbrengst weergegeven bij afnemende N-giften.

Tabel 6. Relatieve opbrengst van gewassen op zandgrond en löss in relatie tot N-gift, waarbij de opbrengst bij de N-gebruiksnormen van 2006 op 100 is gesteld

Consumptieaardappel	N-gift		265	250	225	200	175	150
	Rel.							
	opbr.	zand	100,0	99,4	98,1	96,6	94,8	92,9
		löss	100,0	98,9	96,2	93,3	89,9	86,0
Zetmeelaardappel	N-gift		240	200	175	150	125	100
	Rel.							
	opbr.	zand	100,0	99,6	98,8	97,8	96,5	94,9
Suikerbiet	N-gift		150	125	100	75		
	Rel.							
	opbr.	zand	100,0	99,0	96,8	93,7		
		löss	100,0	99,1	96,9	93,2		
Snijmaïs	N-gift		185	150	125	100		
	Rel.							
	opbr.	zand	100,0	98,4	96,6	94,1		
		löss	100,0	95,0	89,9	83,3		
Triticale	N-gift		160	130	100	70		
	Rel.							
	opbr.	zand	100,0	98,7	93,6	83,9		

4.2 Mogelijkheden om efficiënt met stikstof om te gaan

4.2.1 Inspelen op mineralisatie: perceelsgericht bemesten

De stikstofmineralisatie op landbouwgronden vertoont een grote variatie. Door op percelen met een hogere N-mineralisatie minder stikstof te geven en op percelen met een lagere N-mineralisatie meer, wordt de stikstof beter verdeeld op het bedrijf en is de (kans op) opbrengstderving op de percelen met een lagere N-mineralisatie kleiner.

Perceelsgericht bemesten doet u op de eerste plaats op basis van eigen ervaring en kennis van het perceel. Verder kunt u een korting op de N-gift aanbrengen als een (goed ontwikkelde) groenbemester of stikstofrijke gewasresten van de voorvrucht zijn ingewerkt. Zie hiervoor: N-korting na onderwerken van groenbemesters en oogstresten. Houd er rekening mee dat op percelen waar jaarlijks dierlijke mest wordt toegepast, extra stikstof mineraliseert door de langjarige nawerking van dierlijke mest. Zie: het onderdeel Werking van organische meststoffen, opmerking 9.

Tot slot kunt u bij een verwachte, hoge mineralisatie bij aardappel een stikstofbijmeststelsel (NBS) toe te passen. Voor een overzicht van N-bijmeststelsels in aardappel, zie: "Nieuwe bijmeststelsels en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond. Deel 1a: Deskstudie" (Kennisakker).

4.2.2 Hoge benutting stikstof uit dierlijke mest

Dien dierlijke mest op een zodanig tijdstip toe dat de stikstof zo goed mogelijk wordt benut. Om een zo hoog mogelijke benutting van de mineralen uit dierlijke mest te verkrijgen kan deze het beste zo kort mogelijk voor de teelt toegediend worden. Als de mest in de nazomer wordt toegediend in

combinatie met een groenbemester dan vermindert het stikstofverlies en geeft een hogere stikstofnalevering in de volgteelt. Bij gebruik van drijfmest in augustus is dit overigens verplicht. Dien niet meer dan 80 kg werkzame stikstof per ha toe of niet meer dan 95 kg werkzame N per ha in geval van een groenbemester in een graanstoppel. Teveel stikstof leidt tot onnodig verlies.

4.2.3 Groenbemers

Om extra aanvoer van organische stof te verkrijgen is het gunstig om binnen het bouwplan ruimte te creëren voor groenbemers (zie: Groenbemers). Houd hierbij rekening met eventuele vermeerdering van schadelijke aaltjes. Voor groenbemers die vóór 1 september worden gezaaid en na 1 december worden ingewerkt (zand, löss en veen) dan wel na 8 teeltweken (klei) krijgt u extra N-gebruiksruimte (geldt niet voor een verplicht vanggewas). Door die stikstof slechts ten dele aan de groenbemester te geven (of helemaal niet in geval de voorvrucht veel stikstof nalaat), creëert u extra stikstofruimte voor andere gewassen op het bedrijf. Bovendien profiteert u van de stikstofnawerking uit de ingewerkte groenbemers in het volggewas (zie: N-korting na onderwerken van groenbemers en oogstresten).

4.2.4 Bodemkwaliteit

Draag zorg voor een goede bodemkwaliteit (zie: Bodemkwaliteitsplan). Dit bevordert de nutriëntenbenutting. Zorg naast een goede bemestingstoestand (zie: Bodemvruchtbaarheid) voor een optimale pH (zie: pH en bekalking), een goede bodemstructuur zonder storende lagen (zie: Bodemstructuur) en een lage druk van bodemziekten en –plagen (zie: Bodemgezondheid). Dit bevordert de beworteling van het gewas. Een slechte beworteling leidt doorgaans tot een slechtere benutting van stikstof en andere nutriënten.

Zorg ook voor voldoende aanvoer van organische stof (zie: Organische-stofbeheer) en ga na of u de vruchtwisseling verder kunt optimaliseren. Dat heeft een positief effect op de bodemvruchtbaarheid, de bodemgezondheid en de nutriëntenbenutting en zorgt voor lagere emissies (zie: Vruchtwisselingsplan).

4.2.5 Vochtvoorziening

Zorg voor een goede vochtvoorziening van het gewas; beregen op tijd. De vochtvoorziening heeft directe invloed op de productie, maar beïnvloedt ook de nutriëntenbenutting. In een droge bodem zijn stikstof en andere nutriënten moeilijker opneembaar voor het gewas (zie: Waterbeheer).

4.2.6 Stikstofrijenbemesting

Bij sommige gewassen kan met een lagere stikstofgift worden volstaan door rijenbemesting. Bij maïs bijvoorbeeld kan de stikstofgift daardoor tenminste 20% worden verlaagd ten opzichte van het volvelds N-advies en bij suikerbieten 15%. Bij aardappelen levert het niet duidelijk een besparing op. Zie: Stikstofrijenbemesting

4.2.7 Emissiearme toediening ureum- en/of ammoniummeststoffen

Breng meststoffen waarvan de stikstof geheel of voor het merendeel uit ureum en/of ammonium bestaat, in de grond door ze direct na toediening in te werken of ze te injecteren (bij vloeibare meststoffen). Goed inwerken of injecteren minimaliseert het N-verlies door ammoniakemissie, waardoor de stikstofbenutting van de meststof beter is.

4.2.8 Meststofkeuze

Met alternatieve meststoffen kan soms een hogere N- en/of P-benutting worden gerealiseerd dan met KAS, tripelsuperfosfaat of NP(K)-mengmeststoffen, maar vaak niet (zie: rapport 'Toetsing van meststoffen en bemestingssystemen in de aardappelteelt' (Kennisakker)

<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/toetsing-van-meststoffen-en-bemestingssystemen-de-aardappelteelt>; artikel 'Mogelijkheden en waarde van alternatieve meststoffen' (Kennisakker). <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/mogelijkheden-en-waarde-van-alternatieve-meststoffen>

Onderzoeksresultaten laten evenmin duidelijke voordelen zien van gebruik van vloeibare meststoffen. Voor bijbemesting onder droge omstandigheden waarbij niet kan worden berekend, kunnen vloeibare meststoffen een voordeel bieden ten opzichte van korrelmeststoffen. De efficiëntie van vloeibare meststoffen is bij droogte tijdens en na toediening wat hoger dan van vaste meststoffen. Zie: artikel 'Vloeibare meststoffen hebben incidenteel meerwaarde' (Kennisakker) <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/vloeibare-meststoffen-hebben-incidenteel-meerwaarde>; rapport 'Toepassingsmogelijkheden van vloeibare NPK-meststoffen in de akkerbouw' (Kennisakker) <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/toepassing-van-vloeibare-npk-meststoffen>.

4.2.9 Plaats specifieke (bij)bemesting

Plaats-specifieke bemesting richt zich vooral op N-bijbemesting in granen en aardappelen op basis van metingen met gewassensoren (remote of near sensing). In theorie biedt het goede mogelijkheden om de N-gift plaats-specifiek af te stemmen op de variatie in de N-beschikbaarheid binnen een perceel en zodoende efficiënter te bemesten.

Er worden al systemen van plaats-specifieke bemesting in praktijk toegepast (in aardappel nog op experimentele schaal), maar het moet nog verder worden ontwikkeld voor grootschalige toepassing in de praktijk. Er zijn nog veel (onderzoeks)vragen met betrekking tot de techniek (meten, koppelen informatiebronnen, etc.) en de interpretatie (vertaling van meetresultaten naar een plaatsspecifiek bemestingsadvies).

4.3 Mogelijkheden om efficiënt met fosfaat om te gaan

4.3.1 Verdeling fosfaatruijnte over gewassen en percelen

Probeer het beschikbare fosfaat zo veel mogelijk toe te dienen voorafgaand aan fosfaatbehoefte gewassen en op percelen met een lage fosfaattoestand. Fosfaat wordt voor een belangrijk deel via dierlijke mest gegeven. Op kleigrond wordt dierlijke mest vaak in wintertarwe toegediend. Dit gewas heeft het fosfaat echter niet nodig. Met name bij Pw's onder de 35-40 is het fosfaat dan meer nodig bij gewassen als aardappelen. Probeer in die situatie de mest toch zo veel mogelijk voorafgaand aan de aardappelen en andere fosfaatbehoefte gewassen toe te dienen.

Maak eventueel gebruik van mestscheidingsproducten, bijvoorbeeld toepassing van dikke fractie na de winter vóór aardappel en dunne fractie (als NK-meststof) in wintertarwe.

4.3.2 Tijdstip van bemesting

Voor een goede fosfaatwerking heeft toediening van de fosfaatmeststof in de winter of het voorjaar, vóór de voorjaarsgrondbewerking, de voorkeur boven toediening in de herfst. Bij suikerbieten geldt dit alleen voor percelen met een lage fosfaattoestand (Pw lager dan het streefgetal).

4.3.3 Fosfaatrijenbemesting

Plaatsing van fosfaat door rijenbemesting verhoogt bij een aantal fosfaatbehoefte gewassen de benutting door het gewas van het toegediende fosfaat aanmerkelijk. Daardoor kan met een 25-50% lagere fosfaatgift worden volstaan zonder opbrengstderving en wordt meer ruimte gecreëerd voor de aanvoer van organische mest c.q. organische stof. Zie: Gewasgericht advies bij rijenbemesting.

4.3.4 Bodemstructuur en pH

Door de geringe mobiliteit van fosfaat in de bodem is een ongestoorde wortelgroei van groot belang voor een voldoende fosfaatopname (zie: Bodemstructuur). Een goede bodemstructuur en een voldoende hoge pH zijn hiervoor van groot belang. Denk hierbij aan een tijdige bekalking en probeer daar waar mogelijk groenbemesters te telen of extra organische stof via gewasresten achter te laten, bijvoorbeeld door stro onder te werken.

4.3.5 Vochtvoorziening

Zorg voor een goede vochtvoorziening van het gewas; beregen op tijd. De vochtvoorziening heeft directe invloed op de productie, maar beïnvloedt ook de nutriëntenbenutting. In een droge bodem zijn nutriënten en met name fosfaat moeilijker opneembaar voor het gewas (zie: Waterbeheer).

4.3.6 Optimalisering verdeling N-gift over gewassen in het bouwplan

Een vraag is hoe kan worden omgegaan met situaties waarin het N-advies voor de gewassen in het bouwplan hoger is dan gebruiksnorm voor werkzame N. Dit is veelal het geval op de zandgronden in zuidoost Nederland, vooral bij veel uitspoelingsgevoelige gewassen in het bouwplan. In deze paragraaf gaan we in op de wijze waarop daar op bouwplan-niveau mee omgegaan kan worden, door de beschikbare N zodanig te verdelen over de gewassen dat de financiële derving minimaal is. In tabel 6 zijn het N-advies en de N-gebruiksnorm opgenomen voor de gewassen in het bouwplan voor zuidoost Nederland. Daaruit blijkt dat de normen voor consumptieaardappel, suikerbiet en snijmaïs resp. 71, 78 en 61% van het N-advies bedragen.

Tabel 7. Stikstof en fosfaatquotum Zuidoost Nederland, zandgrond

Gewas	Opp., ha	Gbn-N	N-quotum	N-advies ²	totaal	Gbn als % van advies
Consumptieaardappel ¹	10	188	1.880	264	2640	71
Suikerbiet	10	116	1.160	149	1490	78
Maïs	10	112	1.120	185	1850	61
Doperwt/Stamslaboon	10	30+88	1.180	120	1200	98
totaal			5340		7180	

¹ Gebruiksnorm overige rassen

² voor de berekening van het N-advies is uitgegaan van N-min voorraad van 20 (0-30 cm; 1^e teelt), 30 (0-60 cm; 1^e teelt) en 60 kg N/ha (0-60 cm na doperwt).

Van Dijk et al. (2007) hebben de consequenties van verlaagde N-gebruiksnormen voor de marktbaar en financiële opbrengst van consumptieaardappelen, suikerbieten en snijmaïs beschreven (tabel 7). De gebruiksnorm van 2006 (komt overeen met het N-advies) is daarbij gebruikt als referentie, en verlagingen ten opzichte van dat niveau zijn doorgerekend. Daartoe is gebruik gemaakt van responscurven die beschikbaar waren in een groot aantal veldproeven (voor specifieke combinatie van grondsoort en gewas). Van doperwten en stamslabonen was hiervan geen informatie beschikbaar.

Tabel 8. Relatie tussen de relatieve N-gift (uitgedrukt als % van de gebruiksnorm 2006) en de financiële derving (bron: Van Dijk et al., 2007).

Relatieve N-gift (% van GBN 2006)	financiële derving, € per ha		
	cons.aard	s.bieten	snijmaïs
50	415	205	105
60	305	130	75
70	205	70	50
80	125	30	25
90	55	5	10

De consequenties van de verlaagde N-gebruiksnormen op gewasniveau voor de financiële derving op gewas- én bedrijfsniveau zijn weergegeven in tabel 3. Daarbij zijn de volgende scenario's vergeleken:

- Standaardscenario, waarbij de N-gift per gewas overeenkomt de gebruiksnorm;
- alternatief scenario, waarbij de N-gift per gewas zodanig is aangepast dat de financiële derving op bouwplanniveau minimaal is. In dit geval betekent dat dat de N-gift voor aardappelen is verhoogd van 188 naar 216 kg N/ha, terwijl de N-giften voor suikerbieten en snijmaïs zijn verlaagd van resp. 116 en 112 naar 100 kg N per ha. Dit is het resultaat van een optimalisatieprocedure, die in dit geval handmatig (via trial-and-error) is uitgevoerd, maar waarvoor rekenregels kunnen worden ontwikkeld.

Tabel 9. Consequenties van twee uiteenlopende scenario's van N-toedeling aan gewassen voor de financiële derving op bedrijfsniveau.

Gewas	Opp., ha	Gbn-N	N-quotum	N-advies ²	totaal	Gbn als % van advies
Consumptieaardappel ¹	10	188	1.880	264	2640	71
Suikerbiet	10	116	1.160	149	1490	78
Maïs	10	112	1.120	185	1850	61
Doperwt/Stamslaboon	10	30+88	1.180	120	1200	98
totaal			5340		7180	

Uit tabel 8 blijkt dat het effect van het verschuiven van de N-giften voor de financiële derving relatief beperkt is. In dit voorbeeld daalt die van 3058 naar 2884, zo'n 6%.

Referentie

Van Dijk W et al. (2007) Effecten van een verlaagde stikstofbemesting op marktbaar opbrengst en stikstofopname door akkerbouw- en tuinbouwgewassen. PPO-AGV publicatienr. 366, 183 pp.

5 Financiële aspecten

5.1 Financiële aspecten bodem- en bemestingsplan

Hierna gaan we in op de uiteenlopende kosten- en batenposten die samenhangen met het voorbereiden en uitvoeren van bodem- en nutriëntenbeheer op een bedrijf.

5.1.1 Kostenposten

Grondonderzoek

Ten behoeve van het opstellen van een bemestingsplan voor een bedrijf (waarbij een uitsplitsing naar percelen wordt gemaakt) is het gewenst dat resultaten van grondonderzoek op perceelsniveau beschikbaar komen. Een richtlijn daarvoor is dat op perceelsniveau één maal per 4 jaar een algemeen grondonderzoek wordt verricht één maal per jaar een Nmin-onderzoek in het voorjaar. Uitgaande van een prijs van 60 euro per monster (zowel voor algemeen grondonderzoek als voor een Nmin-onderzoek) en (te bemonsteren gedeeltes van) percelen met een maximale omvang van 5 hectare (op basis van wat wettelijk nodig is voor fosfaatdifferentiatie en wat landbouwkundig verantwoord is), betekent dat globaal een kostenpost van 15 euro per hectare per jaar.

Aanschaf meststoffen

Uitgaande van de behoefte aan nutriënten en organische stof op perceels- en bedrijfsniveau, dient een keuze voor een of meerdere meststoffen gemaakt te worden. Aangezien de prijzen van meststoffen aanzienlijk verschillen heeft die keuze grote financiële consequenties.

5.1.2 Kunstmestprijzen

Prijzen van kunstmest fluctueren gedurende het jaar

(<http://www3.lei.wur.nl/prijzenPopup/default.aspx?Lang=0>). De prijs van de veel gebruikte N-kunstmest kalkammonsalpeter (27% N) fluctueerde in de periode van januari 2014 tot juni 2015 tussen 25 en 30 euro per 100 kg meststof (met 27 kg N) en bedroeg gemiddeld ca. 1 euro per kg N. Ureum en urean zijn iets goedkoper (ca. 0,85 euro per kg N).

Voor tripelsuperfosfaat (45% P₂O₅) fluctueerde de prijs tussen 35,70 en 39,70 euro per 100 kg meststof (met 45 kg P₂O₅) en bedroeg gemiddeld zo'n 0,57 euro per kg P₂O₅.

Voor Kali 60 (60% K₂O) was dat tussen 33 en 35 euro per 100 kg (met 60 kg K₂O), ofwel gemiddeld ca. 0,58 euro per kg K₂O.

De meeste andere meststoffen zijn (uitgedrukt in euro's per kg van het nutriënt) iets duurder. Dit geldt bijvoorbeeld voor N-meststoffen die tevens S en/of Mg bevatten (b.v. kas zwavel, Entec), kali-meststoffen op basis van sulfaat (b.v. kaliumsulfaat) en/of andere alternatieve meststoffen.

De totale kosten voor de aanschaf van kunstmest voor de bemesting van de belangrijkste akkerbouwgewassen op klei-, dal- en zandgrond zijn weergegeven in tabel 1. Als uitgangspunt voor de nutriëntenbehoefte zijn de gewasgerichte adviezen voor N, P en K die zijn vermeld in het Handboek bodem en bemesting

(<http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/adviesbasis-voor-de-bemesting-van-akkerbouwgewassen>) en de gemiddelde bodemvruchtbaarheidstoestanden op landbouwpercelen (Bron: BLGG-AgroXpertus) gehanteerd.

Tabel 10. Berekende kosten voor de aanschaf van kunstmest voor een aantal combinaties van gewas en grondsoort (<http://www3.lei.wur.nl/prijzenPopup/default.aspx?Lang=0>).

Grondsoort	gewas	behoefte in kg nutriënt per ha			kosten aanschaf in euro's per ha			
		N	P	K	kas	tsp	k-60	totaal
Klei	pootaardappel	120	70	230	120	40	133	293
	consumptieaardappel	250	70	230	250	40	133	423
	suikerbiet	150	20	80	150	11	46	208
	wintertarwe	245	0	0	245	0	0	245
	zaaiui	170	70	230	170	40	133	343
Dalgrond	zetmeelaardappel	230	70	150	230	40	87	357
	suikerbiet	145	40	200	145	23	116	284
	zomertarwe	140	0	120	140	0	70	210
zuidelijk zand	cons aardappel	235	70	200	235	40	116	391
	wintertarwe	160	0	85	160	0	49	209
	suikerbiet	145	40	200	145	23	116	284
	herfstprei	225	0	200	225	0	116	341

5.1.3 Prijzen dierlijke mest

De ontvangstprijzen voor dierlijke mest, zijn afhankelijk van het soort mest, de gehalten en de transportafstanden. Ze vertonen dan ook grote verschillen tussen regio's. Volgens KWIN-AGV 2015 bedroegen de prijzen voor mest geleverd op de kopakker gemiddeld ca. 3 euro per ton voor kippenmest, 0 euro per ton voor rundveemest en -2 euro voor varkensmest. Dit betekent dus een negatieve prijs voor varkensdrijfmest en voor alle mesten een groot prijsverschil met de prijzen voor kunstmest.

Op basis van ervaringen uit de praktijk van DLV Plant komt voor varkensdrijfmest een wat ander beeld naar voren voor het jaar 2015. De ontvangstprijzen in Noord en Noordoost Nederland bedragen (geleverd in de silo), 6-10 €/ton (afhankelijk van fosfaat gehalte). Voor het uitrijden wordt ongeveer 3 €/ton in rekening gebracht, zodat er dus 3-7 €/ton overblijft.

In Zuidoost Nederland wordt vaak een vergoeding per ha gegeven, rond 150 € in 2015, uitgereden op het land. Daarbij gaat het om ongeveer 20 ton varkensdrijfmest of 35 ton rundveedrijfmest (fosfaatafhankelijk).

5.1.4 Prijzen compost

Prijzen voor compost variëren afhankelijk van de kwaliteit. Zo wordt in KWIN-AGV 2015 voor gft-compost een prijs van 4 euro per ton genoemd, en voor groencompost 5 euro en voor champost eveneens 5 euro per ton geleverd op de kopakker. Overigens is de wettelijke status van champost gelijk aan dierlijke mest en dus niet compost.

5.2 Toediening meststoffen

Kosten voor de toediening van meststoffen zijn opgebouwd uit de benodigde tijd en het uurtarief voor de toediening met bepaalde apparatuur (gebaseerd op een kostprijsberekening van loonwerk; tabel 11).

Tabel 11. Kostenindicatie voor de toediening van uiteenlopende soorten meststoffen (Bron: KWIN-Akkerbouw, 2009; <http://edepot.wur.nl/246392>).

Meststof	machine	taaktijd (uren)	tarief (in €/uur)	totaal, in €/ha)
Kunstmest	Centrifugaalstrooier (18 m)	0,3	98	29
dierlijke mest	Injecteur (4 m)	1,8	136	245
compost	Stalmeststrooier (4 t)	8,4	110	924

Zoals hiervoor is aangegeven, blijkt uit de praktijk van DLV Plant dat voor het toedienen van dierlijke mest vaak veel lagere prijzen (3 €/ton) worden gehanteerd. Bij een toediening van 20 ton varkensdrijfmest betekent dat 60 euro per ha, wat aanzienlijk lager is dan de 245 euro per ha uit tabel 2. Uitrijden van 20 ton compost kost op dit moment in de praktijk ongeveer 50-100 €/ha.

Bij toepassing van rijenbemesting zullen de kosten voor toediening wat hoger zijn dan bij een reguliere, breedwerpige bemesting.

Overige kosten bodembeheer

Voorbeelden van overige kosten van bodembeheer hebben betrekking op

- de grondbewerking,
- het achterlaten van stro en
- het inzaaien van een groenbemester.

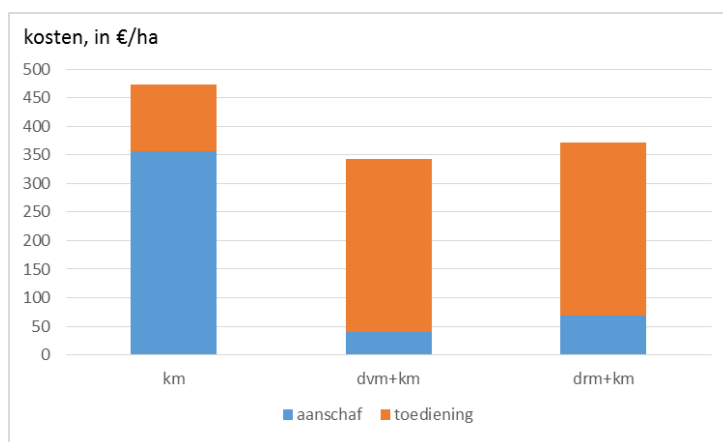
Het achterlaten van stro en het inzaaien van een groenbemester zijn extra kosten die in het algemeen vrijwillig worden gemaakt t.b.v. de aanvoer van extra organische stof naar de bodem. Hiervoor worden kosten gemaakt, aangezien stro kan worden verkocht. Uitgaande van een stro-opbrengst bij wintertarwe van 4 ton per ha en een prijs van 0,05 euro per kg (KWIN, 2009), bedragen de kosten van het achterlaten van stro 200 euro per ha.

De kosten voor een groenbemester bestaan hoofdzakelijk uit de aanschaf van zaaizaad en kunstmest-N, zaaien en onderwerken. Vaak worden groenbemesters bemest met dierlijke mest, zodat meststofkosten komen te vervallen. Afhankelijk van het type groenbemester variëren de totale kosten tussen 150 en 250 euro per ha

(http://www.kennisakker.nl/files/Kennisdocument/Brochure_DemoGroenbemesters_MMM.pdf).

5.3 Totale kosten

Zoals hiervoor is aangegeven zijn de kosten voor bemesting opgebouwd uit de kosten voor aanschaf en voor toediening van de meststoffen. Bij bemesting met kunstmest zijn de aanschafkosten het hoogst, terwijl bij gebruik van dierlijke mest als basismeststof de toedieningskosten de belangrijkste kostenpost vormen. De scenario's met dierlijke mest leiden tot lagere kosten dan die met alleen kunstmest. Dit is geïllustreerd in figuur 1.



Figuur 1. Voorbeeld voor de kosten voor de aanschaf en toediening van meststoffen voor de bemesting van zetmeelaardappelen bij 3 scenario's: alleen kunstmest (km); dunne varkensmest aangevuld met kunstmest (dvm+km) of dunne rundveemest met kunstmest (drm+km).

Zoals hiervoor is aangegeven blijkt uit ervaringen in de praktijk dat de kosten van toediening van dierlijke mest aanzienlijk lager zijn dan de getallen die in KWIN-AGV 2015 worden gehanteerd. Dit betekent dat de kosten voor de dierlijke mestscenario's in figuur 1 lager zullen zijn.

In een studie die is uitgevoerd in het kader van het Masterplan Mineralenmanagement zijn de kosten en baten van een aantal bodem- en bemestingsscenario's vergeleken voor een praktijk-rotatie voor vier belangrijke Nederlandse akkerbouwgebieden (<http://edepot.wur.nl/272646>). De scenario's verschilden in de organische stofaanvoer (1000 – 5000 kg effectieve organische stof (EOS) per ha) en waren als volgt:

1. alleen kunstmest; stro verkopen
2. maximale inzet van dunne dierlijke mest, waar nodig aangevuld met kunstmest; stro achterlaten
3. maximale inzet van compost, aangevuld met dunne dierlijke mest en kunstmest; groenbemester na graan en stro verkopen;

4. langdurig gebruik van scenario 3, waarbij een hogere werkingscoëfficiënt van stikstof en fosfaat kan worden verwacht dan bij kort durend gebruik van compost; groenbemester na graan en stro verkopen.

Uit een overzicht van de kosten, bleek dat scenario 1 vrijwel steeds het duurste was (alleen op de noordelijke zeeklei was scenario 3 duurder) en scenario 2 het goedkoopste. Het verschil tussen het duurste en goedkoopste scenario liep op tot ruim 200 euro per hectare (tabel 13).

Tabel 13. Kosten bemestingsscenario's, €/ha

Scenario	Veenkoloniën Netto kosten	Noordelijke zeeklei Netto kosten	Zuid-westelijke zeeklei Netto kosten	Zuid-oostelijk zand Netto kosten
1	€ 390	€ 406	€ 487	€ 384
2	€ 174	€ 244	€ 285	€ 193
3	€ 321	€ 428	€ 417	€ 296
4	€ 281	€ 375	€ 381	€ 265

5.4 Batenposten

Mogelijke baten van een aangepast bodem- en nutriëntenbeheer zijn:

- Een hogere benutting van nutriënten (b.v. door een aangepaste bemestingswijze of meststofkeuze, zoals rijenbemesting of een meststof met nitrificatieremmer) → als het bemestingsadvies hoger is dan de gebruiksnorm, kan dit resulteren in een hogere (financiële) opbrengst. Daarbij moet vanzelfsprekend rekening worden gehouden met de hogere kosten van de aangepaste bemestingswijze.
- Hogere opbrengsten door een hogere organische stofaanvoer. Uit lange termijn onderzoek op PPO Vredepeel blijkt dat dit op de zuidoostelijke zandgronden het geval was. Daar leidde een hoge aanvoer van organische stof op lange termijn tot 10% hogere opbrengsten dan een lage aanvoer van organische stof. Op basis van dit onderzoek werd geconcludeerd dat de baten van 1 kg EOS door hogere opbrengsten 0,66 - 1,0 € bedragen.

5.4.1 Lange-termijnonderzoek bodemkwaliteit PPO Vredepeel

In het bedrijfssystemenonderzoek van PPO op de locatie te Vredepeel (Zuidoostelijke zandgrond) wordt sinds 2001 het effect onderzocht van verschillende bemestingsstrategieën en organische-stofregimes op de bodemkwaliteit, de gewasopbrengst en –kwaliteit en de nitraatuitspoeling. Uit het onderzoek blijkt dat voldoende aanvoer van organische stof op termijn hogere opbrengsten en lagere uitspoeling bij lagere stikstofgiften oplevert. In een systeem zonder organische bemesting (alleen gebruik van kunstmest) daalden na ruim 10 jaar de opbrengsten met 10% ten opzichte van een systeem met normale organische-stofaanvoer (conform de praktijk). In het biologisch systeem, met een hoge organische-stofaanvoer, zijn de opbrengsten in de loop der jaren met 20% gestegen. Maximalisatie van de organische-stofaanvoer binnen de wetgeving is belangrijk voor een goed financieel rendement en is lonend. Dit betekent aandacht voor het telen van goede groenbemers, voor aanvoer van organische stof met compost en/of rundveemest (zoveel als past binnen de wetgeving). De eerste jaren zie je het effect ervan niet, maar op langere termijn levert de investering een meeropbrengst op. [Klik hier voor het hele artikel](#)

6 Bijlages

6.1 Bijlage 1. Berekeningen Noord Nederland

Bedrijven gespecialiseerd in pootaardappelen.

Tabel 1. Stikstof- en fosfaatquotum Noord Nederland, kleigrond

Gewas	Oppervlakte	Gbn-N	N-quotum
Pootaardappel ¹	33	120	3.960
Wintertarwe	40	245	9.800
Suikerbiet	15	150	2.250
Zaaiui	12	170	2.040
Groenbemesters	(20)	60	1.200
Totaal	100		19.250
		Gbn-P ₂ O ₅ ²	P ₂ O ₅ -quotum
Totaal	100	60	6000

¹Gebruiksnorm overige rassen

²Fosfaattoestand neutraal

Veel voorkomende praktijk in de regio:

- Inzet varkensdrijfmest (VDM) of rundveedrijfmest (RDM) in het voorjaar op de wintertarwe
- Slachtkuikenmest (SKM) op de stoppel voorafgaand aan pootaardappelen
- Inzaai groenbemesters (GB) op (een deel van) de tarwestoppel. Groen compost (GRC) kan een alternatief zijn voor slachtkuikenmest voor de aanvoer van extra organische stof.
- Stro niet afvoeren is ook een optie voor extra aanvoer van organische stof.

Stikstof

Tabel 2. Aanvoer stikstof met mest en overblijvende ruimte voor extra stikstof

Gewas	Wintertarwe			Groenbemesters		PA	Ui	SB
	VDM	RDM	SKM	Gr.comp.	RDM			
Soort mest						-	-	-
Ton/ha	25	40	7	20	20			
Gehalte N/ton	7,1	4,1	16,8	5	4,1			
WC	0,6	0,6	0,6	0,1	0,55			
Nwz	107	98	71	10	45			
Gbn	245	245	60	60	60	120	170	145
KM-ruimte	139	147	-11	50	15	120	170	145

Toelichting. In de tabel staan voor de gewassen uit het voorbeeld bouwplan een aantal opties voor de aanvoer van organische mest, zowel in het voorjaar als op de stoppel voor een groenbemester, de totale hoeveelheid aangevoerde stikstof, de werkzame hoeveelheid stikstof uit mest en de overblijvende ruimte voor de aanvoer van extra stikstof binnen de gebruiksnorm.

De overblijvende stikstofruimte kan het beste gewas en perceel-specifiek worden ingezet. De optimale stikstofgift varieert, onder invloed van vocht, temperatuur, voorvrucht, structuur, etc. van jaar tot jaar en kan ook binnen percelen variëren. Door gebruik te maken van moderne methoden en technieken voor geleide bemesting en precisielandbouw kan de gift zo goed als mogelijk worden

afgestemd op de behoefte van de gewassen en de stikstofruimte optimaal gebruikt. Zie voor een beschrijving van deze methoden en technieken hoofdstuk 4.

Fosfaat

Tabel 3. Aanvoer fosfaat organische mest, resterende fosfaatruimte op bedrijfsniveau en per ha

Quotum kg P ₂ O ₅		6000							
Gewas	Wintertarwe		Groenbemesters			PA	Ui	SB	
Soort mest	VDM	RDM	SKM	Gr.comp	RDM	-	-	-	
M3/ton	25	40	7	20	20				
Gehalte P2O5	4,6	1,5	16,8	1,1	1,5				
Totaal P2O5/ha	115	60	118	22	30	0	0	0	
Ha gewas	40	40	20	20	20	33	12	15	
Totaal P2O5	4600	2400	2352	440	600	0	0	0	
Scenario's						Totaal	Per ha	Over	Ruimte/ha
1	VDM WT/SKM GB	4600		2352		6952	70	-952	-10
2	VDM WT/GRC GB	4600			440	5040	50	960	10
3	RDM WT/SKM GB		2400	2352		4752	48	1248	12
4	RDM WT/GRC GB		2400		440	2840	28	3160	32
5	RDM WT/RDM GC		2400		600	3000	30	3000	30
*Groencompost 50% vrijstelling fosfaat									

Toelichting. In de tabel staat het fosfaat quotum, de hoeveelheid fosfaat die wordt aangevoerd met de aanvoer van mest, voor de verschillende meststoffen, per ha en totaal voor de gewasoppervlakte. Bij de scenario's staan de totale hoeveelheid fosfaat die wordt aangevoerd, afhankelijk van de mestkeuze. Bijvoorbeeld scenario 1, VDM op wintertarwe en SKM voor de groenbemester geeft een totale aanvoer van 6952 kg P₂O₅/ha. Dit is meer dan het bedrijfsquotum van 6000 kg P₂O₅. Bij scenario 4, waarbij VDM is vervangen door RDM is de totale aanvoer 4752 kg P₂O₅ en blijft er nog ruimte over, 1248 kg P₂O₅, die gebruikt kan worden voor de aanvoer van kunstmest fosfaat.

Organische stof

Met organische mest wordt organische stof aangevoerd, de hoeveelheid is sterk afhankelijk van de mestsoort. De hoeveelheid organische stof die jaarlijks afbreekt is afhankelijk van diverse factoren, sommige bodemanalyses geven een indicatie hiervan. Een veel gebruikte vuistregel is 2% afbraak, afhankelijk van het organische stof percentage in de grond komt dit neer op 1500 tot 3000 kg/ha.jaar.

Tabel 4. Aanvoer EOS met mest, groenbemesters en stro, totaal bedrijf en gemiddelde per ha

Gewas	Wintertarwe			Groenbemesters			PA	Ui	SB			
	Soort mest	VDM	RDM	Stro	SKM	Gr.comp.						RDM
Ton/ha	25	40		7	20	20	0	0	0			
EOS/ton mest	14	45		151	134	45						
aanvoer met mest	350	1800	0	1057	2680	900	0	0	0			
oogstrest/groenbemester	1640	1640	990	875	875	875	875	300	1275			
totaal/ha	1990	3440	990	1932	3555	1775	875	300	1275			
ha gewas	40	40	40	20	20	20	33	12	15			
totaal gewas	79600	137600	39600	38640	71100	35500	28875	3600	19125			
Scenario's												
										totaal	per ha	
1A	VDM WT/SKM GB	79600			38640		28875	3600	19125	169840	1698	
1B	VDM WT/SKM GB/stro	79600		39600	38640		28875	3600	19125	209440	2094	
2A	VDM WT/GRC GB	79600				71100	28875	3600	19125	202300	2023	
2B	VDM WT/GRC GB/stro	79600		39600		71100	28875	3600	19125	241900	2419	
3A	RDM WT/SKM GB		137600		38640		28875	3600	19125	227840	2278	
3B	RDM WT/SKM GB/stro		137600	39600	38640		28875	3600	19125	267440	2674	
4A	RDM WT/GRC GB		137600			71100	28875	3600	19125	260300	2603	
4B	RDM WT/GRC GB/stro		137600	39600		71100	28875	3600	19125	299900	2999	
5A	RDM WT/RDM GB		137600				35500	28875	3600	19125	224700	2247
5B	RDM WT/RDM GC/stro		137600	39600			35500	28875	3600	19125	264300	2643

Toelichting. In het bovenste deel van de tabel staat de hoeveelheid effectieve organische stof (EOS) die wordt aangevoerd met gewasresten, mest, stro en groenbemesters (bemest met SKM, groen compost of RDM). In het onderste deel is, voor dezelfde scenario's als genoemd bij fosfaat maar extra met en zonder afvoer van stro, de hoeveelheid EOS uitgerekend die wordt aangevoerd, totaal voor het bedrijf en per ha. Bijvoorbeeld scenario 1, VDM op wintertarwe, stro afvoeren en SKM op de groenbemester leidt tot een aanvoer van 1698 kg EOS/ha. De verschillen tussen de scenario's zijn groot en variëren van 1698 tot 2999 kg EOS/ha.

6.2 Bijlage 2. Berekeningen Noordoost Nederland

Bedrijven met 50% zetmeelaardappelen

Tabel 1. Stikstof en fosfaatquotum Noordoost Nederland, zand- en dalgrond

Gewas	Oppervlakte	Gbn-N	N-quotum
Zetmeelaardappelen	50	230	11.500
Suikerbieten	20	145	2.900
Zomergerst	20	80	1.600
Wintertarwe	10	160	1.600
Groenbemesters	(30)	50	1.500
Totaal	100		19.100
		Gbn- P ₂ O ₅ ²	P ₂ O ₅ -quotum
Totaal	100	60	6000

¹Gebruiksnorm overige rassen

²Fosfaattoestand neutraal

Veel voorkomende praktijk in de regio:

- Inzet dierlijke mest op aardappelen en suikerbieten, een mengsel van rundveedrijfmest, varkensdrijfmest en digestaat (MIX), waarbij de verhouding tussen de mestsoorten is afgestemd op de behoefte van het gewas.
- Nieuwe ontwikkeling is het gebruik van dunne fractie, na mestscheiding, van varkensdrijfmest (DF_VDM).
- Aandeel granen ongeveer 30%, hierop wordt een groenbemester geteeld. Afhankelijk van de behoefte aan extra organische stof kan stro worden afgevoerd of achterblijven op het land.
- Gebruik van mest op de groenbemesters (GB), dit kan ook in de vorm van groencompost (GRC) indien extra organische stof gewenst is.

Stikstof

Tabel 2. Aanvoer stikstof met mest en overblijvende ruimte voor extra stikstof

Gewas	ZA			SB	ZG	WT	Groenbem
Soort mest	Mix*	RDM	DF_VDM	RDM	-	-	MIX
Ton/ha	30	35	25	35	0	0	15
Gehalte N/m ³	6	4	6,5	4	4	4	6
WC	0,7	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7
Nwz	126	84	130	84	0	0	63
Gbn	230	230	230	145	80	160	60
Ruimte extra N	104	146	100	61	80	160	-3

Toelichting. In de tabel staan voor de gewassen uit het voorbeeld bouwplan een aantal opties voor de aanvoer van organische mest, zowel in het voorjaar als op de stoppel voor een groenbemester, de totale hoeveelheid aangevoerde stikstof, de werkzame hoeveelheid stikstof en de overblijvende ruimte voor de aanvoer van extra stikstof. De overblijvende stikstofruimte kan het beste gewas en perceel-specifiek worden ingezet. De optimale stikstofgift varieert, onder invloed van vocht,

temperatuur, voorvrucht, structuur, etc. van jaar tot jaar en kan ook binnen percelen variëren. Door gebruik te maken van moderne methoden en technieken voor geleide bemesting en precisielandbouw kan de gift zo goed als mogelijk worden afgestemd op de behoefte van de gewassen en de stikstofruimte optimaal gebruikt. Zie voor een beschrijving van deze methoden en technieken hoofdstuk 3.

Fosfaat

Tabel 3. Aanvoer fosfaat organische mest, resterende fosfaatruijnte op bedrijfsniveau en per ha

Quotum kg P ₂ O ₅	6000										
Gewas met mest	ZA			SB	ZG	WT	GB				
Soort mest	Mix*	RDM	DF_VDM	RDM	-	-	MIX*				
Ton/ha	30	35	25	35	0	0	15				
Gehalte P ₂ O ₅ /ton	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2				
Tot. P ₂ O ₅ /ha	60	53	38	53	0	0	30				
Ha gewas	50	50	50	20	20	10	30				
Totaal P ₂ O ₅	3000	2625	1875	1050	0	0	900				
*Mix van RDM, VDM en Digestaat											
Scenario's								Totaal	Per ha	Ruimte	
1	MIX ZA+GB/RDM SB	3000			1050			900	4950	50	1050
2	DF_VDM ZA/RDM SB			1875	1050			900	3825	38	2175
3	RDM ZA+SB/MIX GB		2625		1050			900	4575	46	1425

Toelichting. In de tabel staat het fosfaat quotum, de hoeveelheid fosfaat die wordt aangevoerd met de aanvoer van mest, voor de verschillende meststoffen, per ha en totaal voor de gewasoppervlakte. Bij de scenario's staat de totale hoeveelheid fosfaat die wordt aangevoerd, afhankelijk van de mestkeuze. Bijvoorbeeld scenario 1, een mest mix op zetmeelaardappelen en groenbemesters, en RDM op suikerbieten geeft een totale aanvoer van 4950 kg P₂O₅/ha. Dit is minder dan het bedrijfsquotum van 6000 kg P₂O₅. De overblijvende ruimte, 1050 kg P₂O₅, kan benut worden voor de aanvoer van kunstmest fosfaat of voor extra aanvoer van organische stof, zie tabel 5. Bij scenario 3, waarbij de mest mix op aardappelen is vervangen door RDM is de totale aanvoer 4575 kg P₂O₅ en blijft er meer ruimte over, 1425 kg P₂O₅. Door gebruik te maken van dunne fractie na mestscheiding wordt nog minder fosfaat aangevoerd en ontstaat nog meer ruimte. 2175 kg P₂O₅.

Organische stof

Met organische mest wordt organische stof aangevoerd, de hoeveelheid is sterk afhankelijk van de mestsoort, zie tabel X. De hoeveelheid organische stof jaarlijks afbreekt is afhankelijk van diverse factoren, sommige bodemanalyses geven een indicatie. Een veel gebruikte vuistregel is 2% afbraak, afhankelijk van het organische stof percentage in de grond komt dit neer op 1500 tot 3000 kg/ha.jaar.

Tabel 4. Aanvoer EOS met mest, groenbemesters en stro, totaal bedrijf en gemiddeld per ha

Gewas	ZA			SB	ZG		WT	Groenbem			
Soort mest	Mix*	RDM	DF_VDM	RDM	RDM	Stro	RDM	Stro	MIX		
Ton/ha	30	35	25	35	0		0		20		
EOS/ton mest	20	45	5	45	45		45		20		
Aanvoer met mest	600	1575	125	1575	0		0		300		
Oogstrest/groenbem.	875	875	875	1275	1310	630	1630	960	875		
Totaal/ha	1475	2450	1000	2850	1310	630	1630	960	1175		
Ha gewas	50	50	50	20	20	20	10	10	30		
Totaal gewas	73750	122500	50000	57000	26200	12600	16300	9600	35250		
Scenario's										totaal	per ha
1A MIX ZA+GB/RDM SB	73750			57000	26200		16300		35250	208500	2085
1B MIX ZA+GB/RDM SB/stro	73750			57000	26200	12600	16300	9600	35250	230700	2307
2A DF_VDM ZA/RDM SB			50000	57000	26200		16300		35250	184750	1848
2B DF_VDM ZA/RDM SB/stro			50000	57000	26200	12600	16300	9600	35250	206950	2070
3A RDM ZA+SB/MIX GB		122500		57000	26200		16300		35250	257250	2573
3B RDM ZA+SB/MIX GB/stro		122500		57000	26200	12600	16300	9600	35250	279450	2795

Toelichting. In het bovenste deel van de tabel staat de hoeveelheid effectieve organische stof (EOS) die wordt aangevoerd met gewasresten, mest, stro en groenbemesters. In het onderste deel is, voor dezelfde scenario's als genoemd bij fosfaat maar extra met en zonder afvoer van stro, de hoeveelheid EOS uitgerekend die wordt aangevoerd, totaal voor het bedrijf en per ha. Bijvoorbeeld scenario 1, mest mix op zetmeelaardappelen, RDM op suikerbieten, stro afvoeren en mest mix op de groenbemester leidt tot een aanvoer van 2085 kg EOS/ha. De verschillen tussen de scenario's zijn aanzienlijk en variëren van 2085 tot 2795 kg EOS/ha.

Bij de berekende bemesting-scenario's wordt niet het gehele fosfaat quotum benut, de ruimte die er nog over is kan benut worden voor de aanvoer van extra organische stof. Indien de gehele overblijvende ruimte wordt aangewend voor de aanvoer van groencompost gaat de aanvoer van organische stof flink omhoog.

Tabel 5. Gebruik fosfaatruimte voor extra aanvoer organische stof met groencompost

P2O5 quotum		6000 kg P ₂ O ₅							
Groencompost 50% vrijstelling fosfaat									
Gehalte compost		2,2 kg P ₂ O ₅ /ton							
Gehalte voor mestwetgev		1,1 kg P ₂ O ₅ /ton							
Gehalte		134 EOS/ton							
		Ruimte	Ton		Gehalte	EOS	EOS	EOS	EOS
Scenario's		kg P ₂ O ₅	Groencompost		kg P ₂ O ₅ /	Totaal	Per ha	Overig/ha	Totaal/ha
1A	MIX ZA+GB/RDM SB	1050	955		134	127909	1279	2085	3364
1B	MIX ZA+GB/RDM SB/stro	1050	955		134	127909	1279	2307	3586
2A	DF_VDM ZA/RDM SB	2175	1977		134	264955	2650	1848	4497
2B	DF_VDM ZA/RDM SB/stro	2175	1977		134	264955	2650	2070	4719
3A	RDM ZA+SB/MIX GB	1425	1295		134	173591	1736	2573	4308
3B	RDM ZA+SB/MIX GB/stro	1425	1295		134	173591	1736	2795	4530

Toelichting. De fosfaatruimte die over is na gebruik van mest (tabel 3) is omgerekend naar de hoeveelheid groencompost die nog past binnen het fosfaatquotum, er van uitgaande dat er geen kunstmestfosfaat wordt gebruikt. Uiteraard moet ook de N-werking van compost worden meegerekend, en moet passen binnen het stikstofquotum. Indien de fosfaatruimte wordt benut voor

de aanvoer van groencompost kan nog 955 tot 1977 ton compost worden aangevoerd, de totale aanvoer op bedrijfsniveau stijgt hiermee flink: van 3364 tot maximaal 4719 kg EOS/ha.

6.3 Bijlage 3. Berekeningen Flevoland

Flevoland, rekenvoorbeeld voor bedrijf met 33% consumptieaardappelen, 33 %wintertarwe, 16.5 % suikerbieten en 16.5 % peen. Gerekend met gemiddelde fosfaattoestand neutraal.

Tabel 1. Stikstof en fosfaatquotum Flevopolders, Oostelijk Flevoland, kleigrond

Gewas	Oppervlakte	Gbn-N	N-quotum
Consumptieaardappel ¹	33	250	8.250
Wintertarwe	33	245	8.085
Suikerbiet	17	150	2.550
Winterpeen	17	110	1.870
Groenbemesters	(33)	60	1.980
Totaal	100		22.735
		Gbn- P ₂ O ₅ ²	P ₂ O ₅ -quotum
Totaal	100	60	6000

¹Gebruiksnorm overige rassen

²Fosfaattoestand neutraal

Veel voorkomende praktijk in de regio:

- Rundveedrijfmest (RDM) of varkensdrijfmest (VDM) in de wintertarwe in het voorjaar
- Groenbemesters na de wintertarwe. Beschikbare fosfaatruiimte wordt opgevuld met organische mest in de vorm van varkensdrijfmest, slachtkuikmest (SKM) of met groencompost (GRC).
- Stro achterlaten is een optie voor de input van extra organische stof.

Stikstof

Tabel 2. Aanvoer stikstof met mest en overblijvende ruimte voor extra stikstof

Gewas	Wintertarwe		Groenbemesters			CA	SB	Peen
	VDM	RDM	SKM	Gr.comp.	RDM			
Soort mest						-	-	-
M3/ton per ha	25	40	7	20	20			
Gehalte N/m ³	7,1	4,1	32,1	5	4,1			
WC	0,6	0,6	0,6	0,1	0,55			
Nwz	107	98	135	10	45			
Gbn	245	245	60	60	60	245	150	170
Ruimte voor extra N	139	147	-75	50	15	245	150	170

Toelichting. In de tabel staan voor de gewassen uit het voorbeeld bouwplan een aantal opties voor de aanvoer van organische mest, zowel in het voorjaar als op de stoppel voor een groenbemester, de totale hoeveelheid aangevoerde stikstof, de werkzame hoeveelheid stikstof uit mest en de overblijvende ruimte voor de aanvoer van extra stikstof. Bij gebruik van SKM voor groenbemesters wordt meer stikstof gegeven dan de gebruiksnorm, dat moet in andere gewassen gecompenseerd worden. De overblijvende stikstofruimte kan het beste gewas en perceel-specifiek worden ingezet. De optimale stikstofgift varieert, onder invloed van vocht, temperatuur, voorvrucht, structuur, etc. van jaar tot jaar en kan ook binnen percelen variëren. Door gebruik te maken van moderne methoden en technieken voor geleide bemesting en precisielandbouw kan de gift zo goed als

mogelijk worden afgestemd op de behoefte van de gewassen en de stikstofruimte optimaal gebruikt. Zie voor een beschrijving van deze methoden en technieken hoofdstuk 3.

Fosfaat

Tabel 3. Aanvoer fosfaat organische mest, resterende fosfaatruijnte op bedrijfsniveau en per ha

Quotum kg P ₂ O ₅	6000								
Gewas	Wintertarwe		Groenbemesters			CA	SB	Peen	
Soort mest	VDM	RDM	SKM	Gr.comp.*	RDM	-	-	-	
Ton/ha	25	40	7	20	20				
Gehalte P ₂ O ₅ /ton	4,6	1,5	16,8	1,1	1,5				
Totaal P ₂ O ₅ /ha	115	60	117,6	22	30	0	0	0	
Ha gewas	33	33	33	33	33	33	17	16	
Totaal P ₂ O ₅	3795	1980	3881	726	990	0	0	0	
Scenario's						Totaal	Per ha	Ruimte	Per ha
1 VDM WT/SKM GB	3795		3881			7676	77	-1676	-17
2 VDM WT/GRC GB	3795			726		4521	45	1479	15
3 RDM WT/SKM GB		1980	3881			5861	59	139	1
4 RDM WT/GRC GB		1980		726		2706	27	3294	33
5 RDM WT/RDM GB		1980			990	2970	30	3030	30
*Groencompost 50% vrijstelling fosfaat									

Toelichting. In de tabel staat het fosfaat quotum, de hoeveelheid fosfaat die wordt aangevoerd met de aanvoer van mest, voor de verschillende meststoffen, per ha en totaal voor de gewasoppervlakte. Bij de scenario's staan de totale hoeveelheid fosfaat die wordt aangevoerd, afhankelijk van de mestkeuze. In scenario 1, VDM op wintertarwe en SKM voor de groenbemester is de totale aanvoer van 7676 kg P₂O₅/ha, meer dan het bedrijfsquotum van 6000 kg P₂O₅. Vervangen van VDM door RDM (scenario 3) of SKM door groencompost (scenario 2) brengt de aanvoer van fosfaat beneden het bedrijfsquotum en er blijft nog ruimte over die gebruikt kan worden voor kunstmestfosfaat of voor extra aanvoer van organische stof. Vervangen van VDM en SKM door RDM en/of groencompost verlaagd de fosfaataanvoer nog verder (scenario's 4 en 5) en zo ontstaat nog meer ruimte voor aanvoer van extra organische stof.

Organische stof.

Met organische mest wordt organische stof aangevoerd, de hoeveelheid is sterk afhankelijk van de mestsoort, zie tabel 4. De hoeveelheid organische stof jaarlijks afbreekt is afhankelijk van diverse factoren, sommige bodemanalyses geven een indicatie. Een veel gebruikte vuistregel is 2% afbraak, afhankelijk van het organische stof percentage in de grond komt dit neer op 1500 tot 3000 kg/ha.jaar.

Tabel 4. Input organische stof bij verschillende scenario's mest, groenbemesters en stro

Gewas	Wintertarwe			Groenbemesters			CA	SB	Peen		
	Soort mest	VDM	RDM	Stro	SKM	Gr.comp.					
Ton per ha	25	40		7	20	20					
EOS/ton mest	14	45		151	134	45					
Aanvoer met mest	350	1800	0	1057	2680	900	0	0	0		
Oogstrest/groenbem.	1640	1640	990	875	875	875	875	1275	700		
EOS totaal/ha	1990	3440	990	1932	3555	1775	875	1275	700		
Ha gewas	33	33	33	33	33	33	33	17	16		
Totaal gewas	65670	113520	32670	63756	117315	58575	28875	21675	11200		
Scenario's										totaal	per ha
1A	VDM WT/SKM GB	65670			63756		28875	21675	11200	191176	1912
1B	VDM WT/SKM GB/stro	65670		32670	63756		28875	21675	11200	223846	2238
2A	VDM WT/GRC GB	65670				117315	28875	21675	11200	244735	2447
2B	VDM WT/GRC GB/stro	65670		32670		117315	28875	21675	11200	277405	2774
3A	RDM WT/SKM GB		113520		63756		28875	21675	11200	239026	2390
3B	RDM WT/SKM GB/stro		113520	32670	63756		28875	21675	11200	271696	2717
4A	RDM WT/GRC GB		113520			117315	28875	21675	11200	292585	2926
4B	RDM WT/GRC GB/stro		113520	32670		117315	28875	21675	11200	325255	3253
5A	RDM WT/RDM GB		113520				58575	28875	21675	11200	233845
5B	RDM WT/RDM GB/stro		113520	32670			58575	28875	21675	11200	266515

Toelichting. In het bovenste deel van de tabel staat de hoeveelheid effectieve organische stof (EOS) die wordt aangevoerd met gewasresten, mest, stro en groenbemesters (bemest met SKM, groen compost of RDM). In het onderste deel is, voor dezelfde scenario's als genoemd bij fosfaat, met en zonder afvoer van stro, de hoeveelheid EOS uitgerekend die wordt aangevoerd, totaal voor het bedrijf en per ha. Bijvoorbeeld scenario 1A, VDM op wintertarwe, stro afvoeren en SKM op de groenbemester leidt tot een aanvoer van 1912 kg EOS/ha. Vervangen van VDM door RDM plus achter laten van stro (scenario 3B) leidt tot een aanvoer van 2717 kg EOS/ha. De verschillen tussen de scenario's zijn groot en variëren van 1912 tot 3253 kg EOS/ha.

6.4 Bijlage 4. Berekeningen Zuidwest Nederland

In deze regio worden vaak veel verschillende gewassen geteeld. Rekenvoorbeeld voor bedrijf met 25% consumptieaardappelen, 35% wintertarwe, 15% suikerbieten, 10% uien, 8% knolselderij, 7% cichorei en 35 ha groenbemesters na de tarwe. Gerekend met fosfaattoestand neutraal

Tabel 1. Stikstof en fosfaatquotum Zuidwest Nederland, kleigrond

Gewas	Oppervlakte	Gbn-N	N-quotum
Consumptieaardappel ¹	25	250	6.250
Wintertarwe	35	245	8.575
Suikerbiet	15	150	2.250
Ui	10	170	1.700
Knolselderij	8	200	1.600
Cichorei	7	70	490
Groenbemester	(35)	60	2.100
Totaal	100		22.965
		Gbn- P ₂ O ₅ ²	P ₂ O ₅ -quotum
Totaal	100	60	6000

¹ Gebruiksnorm overige rassen

² Fosfaattoestand neutraal

Veel voorkomende praktijk in de regio:

- Varkensdrijfmest (VDM) of rundveedrijfmest (RDM) in het voorjaar op wintertarwe. De fosfaatruimte die over is wordt benut op de stoppels en ingevuld met mest of groencompost (GRC).
- Op het graanareaal wordt een groenbemester geteeld, afhankelijk van de behoefte aan extra organische stof kan het stro worden afgevoerd of achter blijven op het land.

Stikstof

Tabel 2. Aanvoer stikstof met mest en overblijvende ruimte voor extra stikstof

Gewas	Wintertarwe		Groenbemesters			CA	SB	Ui	KnSel.	Cich.
	VDM	RDM	VDM	RDM	Gr.comp.					
Ton/ha	35	35	0	20	15					
Gehalte N/ton	7,1	4,1	7,1	4,1	5					
WC	0,6	0,6	0,6	0,6	0,1					
Nwz	149	86	0	49	8					
Gbn	245	245	60	60	60	245	150	170	200	70
Ruimte voor extra N	96	159	60	11	53	245	150	170	200	70

Toelichting. In de tabel staan voor de gewassen uit het voorbeeld bouwplan een aantal opties voor de aanvoer van organische mest, zowel in het voorjaar als op de stoppel voor een groenbemester, de totale hoeveelheid aangevoerde stikstof, de werkzame hoeveelheid stikstof en de overblijvende ruimte voor de aanvoer van extra stikstof.

De overblijvende stikstofruimte kan het beste gewas en perceel-specifiek worden ingezet. De

optimale stikstofgift varieert, onder invloed van vocht, temperatuur, voorvrucht, structuur, etc. van jaar tot jaar en kan ook binnen percelen variëren. Door gebruik te maken van moderne methoden en technieken voor geleide bemesting en precisielandbouw kan de gift zo goed als mogelijk worden afgestemd op de behoefte van de gewassen en de stikstofruimte optimaal gebruikt. Zie voor een beschrijving van deze methoden en technieken hoofdstuk 3.

Fosfaat.

Tabel 3. Aanvoer fosfaat organische mest, resterende fosfaatruijnte op bedrijfsniveau en per ha.

Quotum kg P ₂ O ₅	6000				CA	SB	Ui	KnSeld	Cich.
	Gewassen		Groenbemesters						
Mest	VDM	RDM	RDM	Gr.comp.*	-	-	-	-	-
Ton/ha	35	35	20	15					
Gehalte P ₂ O ₅ /ton	4,6	1,5	1,5	1,1					
Totaal P ₂ O ₅ /ha	161	53	30	17	0	0	0	0	0
Ha gewas	35	35	35	35	25	15	10	8	7
Totaal P ₂ O ₅	5635	1838	1050	578					
Scenario's					Totaal	Ruimte	Per ha		
1 VDM WT/KM GB	5635				5635	365	4		
2 VDM WT/GC GB	5635			578	6213	-213	-2		
3 RDM WT/RDM GB		1838	1050		2888	3113	31		
4 RDM WT/GC GB		1838		578	2415	3585	36		
*Groencompost 50% vrijstelling									

Toelichting. In de tabel staat het fosfaat quotum, de hoeveelheid fosfaat die wordt aangevoerd met de aanvoer van mest, voor de verschillende meststoffen, per ha en totaal voor de gewasoppervlakte. Bij de scenario's staat de totale hoeveelheid fosfaat die wordt aangevoerd, afhankelijk van de mestkeuze. Bijvoorbeeld scenario 1, VDM op hele areaal wintertarwe geeft een totale aanvoer van 5635 kg P₂O₅/ha. Hiermee is vrijwel het hele quotum van 6000 kg P₂O₅ gebruikt, groenbemesters moeten met kunstmest N worden bemest. Bij scenario 3, waarbij VDM is vervangen door RDM is er ruimte voor mest op de groenbemesters, RDM of groencompost bijvoorbeeld. De totale aanvoer van P₂O₅ blijft dan ruim onder het quotum en er blijft nog ruimte over, die gebruikt kan worden voor de aanvoer van kunstmest fosfaat en/of extra organische stof.

Organische stof.

Met organische mest wordt organische stof aangevoerd, de hoeveelheid is sterk afhankelijk van de mestsoort, zie tabel 4. De hoeveelheid organische stof jaarlijks afbreekt is afhankelijk van diverse factoren, sommige bodemanalyses geven een indicatie hiervan. Een veel gebruikte vuistregel is 2% afbraak, afhankelijk van het organische stof percentage in de grond komt dit neer op 1500 tot 3000 kg/ha.jaar.

Tabel 4. Input organische stof bij verschillende scenario's mest, groenbemesters en stro

Gewas	Wintertarwe			Groenbemesters			CA	SB	Ui	KnSeld	Cichorei		
	Soort mest	VDM	RDM	Stro	-	RDM							
Ton/ha	35	35				20	15						
EOS/ton mest	14	45				45	134						
Aanvoer met mest	490	1575				900	2010	0	0	0	0	0	
Oogstrest/groenb.	1640	1640	990	875	875	875	990	1275	300	1000	700		
Totaal/ha	2130	3215	990	875	1775	2885	990	1275	300	1000	700		
Ha gewas	35	35	35	35	35	35	25	15	10	8	7		
Totaal gewas	74550	112525	34650	30625	62125	100975	24750	19125	3000	8000	4900		
Scenario's												totaal	per ha
1A VDM WT/KM GB	74550			30625			24750	19125	3000	8000	4900	164950	1650
1B VDM WT/KM GB/stro	74550		34650	30625			24750	19125	3000	8000	4900	199600	1996
2A VDM WT/GC GB	74550					100975	24750	19125	3000	8000	4900	235300	2353
2B VDM WT/GC GB/stro	74550		34650			100975	24750	19125	3000	8000	4900	269950	2700
3A RDM WT/RDM GB		112525			62125		24750	19125	3000	8000	4900	234425	2344
3B RDM WT/RDM GB/stro		112525	34650		62125		24750	19125	3000	8000	4900	269075	2691
4A RDM WT/GC GB		112525				100975	24750	19125	3000	8000	4900	273275	2733
4B RDM WT/GC GB/stro		112525	34650			100975	24750	19125	3000	8000	4900	307925	3079

Toelichting. In het bovenste deel van de tabel staat de hoeveelheid effectieve organische stof (EOS) die wordt aangevoerd met gewasresten, mest, stro en groenbemesters (bemest met kunstmest, RDM of groen compost). In het onderste deel is, voor dezelfde scenario's als genoemd bij fosfaat, met en zonder afvoer van stro, de hoeveelheid EOS uitgerekend die wordt aangevoerd, totaal voor het bedrijf en per ha. Bijvoorbeeld scenario 1, VDM op wintertarwe, stro afvoeren en KM op de groenbemester leidt tot een aanvoer van 1650 kg EOS/ha. Vervangen van VDM op WT door RDM laat ruimte voor RDM op de groenbemester (scenario 3A) en geeft daardoor een veel hogere aanvoer, 2344 kg EOS/ha. De verschillen tussen de scenario's zijn groot en variëren van 1650 tot 3079 kg EOS/ha.

6.5 Bijlage 5. Berekeningen Zuidoost Nederland

Zuidoost Nederland, bedrijven met 40 ha eigen grond, met 25% aardappelen, 25% suikerbieten, 25% doperwt/stamslabonen en aanvullend 30 ha consumptieaardappelen op gehuurd land. Gerekend met gemiddelde fosfaattoestand hoog.

Tabel 1. Stikstof en fosfaatquotum Zuidoost Nederland, zandgrond

Gewas	Oppervlakte	Gbn-N	N-quotum
Consumptieaardappel ¹	40	188	7.520
Suikerbiet	10	116	1.160
Mais	10	112	1.120
Doperwt/Stamslaboon	10	30+88	1.180
Groenbemesters ³	(0)	50	0
Totaal			10.980
		Gbn- P ₂ O ₅ ²	P ₂ O ₅ -quotum
Totaal	70	50	3.500

¹ Gebruiksnorm overige rassen, 40 ha aardappel, waarvan 30 ha op gehuurd land

² Fosfaattoestand hoog

³ Nauwelijks ruimte voor inzaai groenbemesters voor 1 september

In Zuidoost Nederland komen veel gronden voor met een fosfaattoestand hoog. Dit beperkt het gebruik van fosfaatrijke organische mest. De volgende scenario's komen regelmatig voor:

- Gebruik van varkens (VDM) dan wel rundvee drijfmest (RDM) of mineralenconcentraat (MC) op vrijwel alle gewassen. Ook een mix van deze meststoffen komt voor maar is niet doorgerekend.
- Weinig granen in het bouwplan, stro is hiermee geen mogelijke bron van organische stof. Ook is de ruimte voor het telen van groenbemesters beperkt.
- Mineralenconcentraat met een heel laag fosfaatgehalte is een goed alternatief voor onbewerkte mest, om hiermee ruimte te creëren voor extra aanvoer van organische stof, bijvoorbeeld in de vorm van compost.
- De fosfaatruimte die over is na gebruik van mest is in een aantal scenario's omgerekend naar de hoeveelheid compost (in dit voorbeeld groencompost, GRC) die nog past binnen het fosfaatquotum, er van uitgaande dat er geen kunstmestfosfaat wordt gebruikt. Uiteraard moet ook de N-werking van compost worden meegerekend, en moet passen binnen het stikstofquotum.

Stikstof

Tabel 2. Gebruik stikstofruimte door inzet van mest

Gewas	CA			SB		M		DE	SSB
Soort mest	VDM	RDM	MC	MC	RDM	VDM	RDM	RDM	RDM
Ton/ha	25	30	15	15	25	15	30	12	12
Gehalte N/ton	7	4	10	10	4	7	4	4	4
WC	0,8	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6
Nwz	140	72	120	120	60	84	72	29	29
Gbn	188	188	188	116	116	112	112	30	88
Ruimte extra N	48	116	68	-4	56	28	40	1	59

Toelichting. In de tabel staan voor de gewassen uit het voorbeeld bouwplan een aantal opties voor de aanvoer van organische mest, de totale hoeveelheid aangevoerde stikstof, de werkzame hoeveelheid stikstof uit mest en de overblijvende ruimte voor de aanvoer van extra stikstof. Voor de meeste gewassen in dit bouwplan geldt dat een eenmalige gift kort voor zaaien wordt gegeven. De resterende stikstofruimte kan het beste perceel-specifiek worden ingezet. De optimale stikstofgift varieert, onder invloed van vocht, temperatuur, mineralisatie, voorvrucht, structuur, etc. van jaar tot jaar en kan ook binnen percelen variëren. Door gebruik te maken van moderne methoden en technieken voor geleide bemesting en precisielandbouw kan de gift zo goed als mogelijk worden afgestemd op de behoefte van de gewassen en de stikstofruimte optimaal gebruikt. Vooral in Zuidoost Nederland is dit van belang gezien de zeer krappe gebruiksnormen voor stikstof. Zie voor een beschrijving van deze methoden en technieken hoofdstuk 3.

Fosfaat

Gezien de gemiddeld hoge fosfaattoestand van de grond in Zuidoost Nederland is de gebruiksnorm veelal 50 kg P₂O₅/ha. Het voorbeeld betreft een situatie met een dubbelteelt van erwten en stamslabonen.

Tabel 3 Gebruik fosfaatruimte door inzet van mest voor land, exclusief huurgrond

Quotum kg P ₂ O ₅	2500													
Gewas	CA			SB		M		DE	SSB					
Soort mest	VDM	RDM	MC	MC	RDM	VDM	RDM	RDM	RDM					
Ton/ha	25	30	15	15	25	20	30	12	12					
Gehalte P ₂ O ₅	3,9	1,5	0,6	0,6	1,5	3,9	1,5	1,5	1,5					
Totaal P ₂ O ₅ /ha	98	45	9	9	38	78	45	18	18					
Ha gewas	10	10	10	10	10	10	10	10	10					
Totaal P ₂ O ₅	975	450	90	90	375	780	450	180	180					
Scenario										Totaal	Per ha	Ruimte		
1	VDM CA/MC SB/VDM M/RDM DE+SSB			975		90		780		180	180	2205	55	295
2	RDM-alle gewassen				450		375		450	180	180	1635	41	865
3	MC CA+SB/ VDM M/RDM DE+SSB					90	90	780		180	180	1320	33	1180

Toelichting. In de tabel staat het fosfaat quotum, de hoeveelheid fosfaat die wordt aangevoerd met de aanvoer van mest, voor de verschillende meststoffen, per ha en totaal voor de gewasoppervlakte eigen grond. Bij huur van grond is er meestal sprake van huur inclusief mest en is er geen vrije mestkeuze voor de akkerbouwer, daarom is gerekend met 'eigen' grond, exclusief huurgrond. Bij de scenario's staat de totale hoeveelheid fosfaat die wordt aangevoerd, afhankelijk van de mestkeuze.

Bijvoorbeeld scenario 1, VDM op aardappelen en mais, mineralenconcentraat op suikerbieten en RDM op doperwt en stamslabonen geeft een totale aanvoer van 4038 kg P₂O₅/ha, net iets meer dan het quotum. Bij scenario 2, RDM voor alle gewassen, is de aanvoer 2985 kg P₂O₅ en blijft er nog ruimte over, 1015 kg P₂O₅, die gebruikt kan worden voor de aanvoer van extra organische stof. Door gebruik van MC gaan de aanvoer van fosfaat verder omlaag en kan er nog meer ruimte gecreëerd worden voor aanvoer van extra organische stof, zie tabel 5. Gezien de hoge fosfaatgehalten in de grond en het gebruik van mest voor vrijwel alle gewassen is gebruik van kunstmestfosfaat niet nodig.

Organische stof

Met organische mest wordt organische stof aangevoerd, de hoeveelheid is sterk afhankelijk van de mestsoort, zie tabel 4. De hoeveelheid organische stof jaarlijks afbreekt is afhankelijk van diverse factoren, sommige bodemanalyses geven een indicatie. Een veel gebruikte vuistregel is 2% afbraak, afhankelijk van het organische stof percentage in de grond komt dit neer op 1500 tot 3000 kg/ha.jaar. Veel bouwplannen in Zuidoost Nederland kennen een laag aandeel granen of andere vroeg geoogste gewassen, waardoor er weinig ruimte is voor de teelt van groenbemesters. Verder is op veel percelen de fosfaattoestand hoog en biedt ook het fosfaatquotum weinig ruimte voor de aanvoer van organische stof. Dit speelt vooral als gebruik wordt gemaakt van varkensdrijfmest, met een ongunstige verhouding tussen P en organische stof. Door gebruik te maken van RDM en/of MC wordt ruimte gecreëerd voor aanvoer van extra organische stof. Ook een dubbelteelt, zoals in het voorbeeld, geeft extra fosfaatruimte, die kan worden gebruikt voor de aanvoer van extra organische stof.

Tabel 4. Input organische stof bij verschillende scenario's mest, groenbemesters en stro

Gewas	CA			SB		M		DE	SSB	totaal	per ha
	VDM	RDM	MC	MC	RDM	VDM	RDM	RDM	RDM		
Ton/ha	25	30	15	15	25	15	30	12	12		
EOS/ton mest	14	45	0	0	45	14	45	45	45		
Aanvoer met mest	350	1350	0	0	1125	210	1350	540	540		
Oogstresten	875	875	875	1275	1275	660	660	1000	650		
Totaal/ha	1225	2225	875	1275	2400	870	2010	1540	1190		
ha gewas	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
totaal gewas	12250	22250	8750	12750	24000	8700	20100	15400	11900		
Scenario											
1 VDM CA/MC SB/VDM M/RDM DE+SSB	12250			12750		8700		15400	11900	61000	1525
2 RDM-alle gewassen		22250			24000		20100	15400	11900	93650	2341
3 MC CA+SB/ VDM M/RDM DE+SSB			8750	12750		8700		15400	11900	57500	1438

De berekening voor organische stof is alleen voor de eigen oppervlakte berekend, 40 ha, met daarbij een dubbelteelt van DE en SSB. Bij gebruik van VDM en MC is de aanvoer van organische stof aan de lage kant. Bij gebruik van RDM en/of MC wordt relatief weinig fosfaat aangevoerd en ontstaat ruimte voor de aanvoer van extra organische stof, bijvoorbeeld in de vorm van groencompost. Zie tabel 5

Tabel 5. Gebruik fosfaatruimte voor extra aanvoer organische stof met groencompost

P2O5 quotum		2500 kg P2O5 (50 ha, waarvan 10 dubbelteelt, x 50 kg)						
Groencompost 50% vrijstelling fosfaat								
Gehalte compost		2,2	kg P2O5/ton					
Rekengehalte' groencompost		1,1	kg P2O5/ton					
Gehalte		134	EOS/ton					
		Ruimte	Ton	Gehalte	EOS	EOS	EOS	EOS
	Scenario	kg P2O5	Gr.comp.	kg P ₂ O ₅ /ton	Totaal	Per ha	Overig/ha	Totaal/ha
1	VDM CA/MC SB/VDM M/RDM DE+SSB	295	268	134	35936	898	1525	2423
2	RDM-alle gewassen	865	786	134	105373	2634	2341	4976
3	MC CA+SB/ VDM M/RDM DE+SSB	1180	1073	134	143745	3594	1438	5031

Toelichting. De fosfaatruimte die over is na gebruik van mest is omgerekend naar de hoeveelheid compost (in dit voorbeeld groencompost) die nog past binnen het fosfaatquotum, er van uitgaande dat er geen kunstmestfosfaat wordt gebruikt. Uiteraard moet ook de N-werking van compost worden meegerekend, en moet passen binnen het stikstofquotum. Indien de fosfaatruimte wordt benut voor de aanvoer van groencompost kan nog 268 tot 1180 ton compost worden aangevoerd, de totale aanvoer op bedrijfsniveau stijgt hiermee flink bij alle scenario's: van 2423 tot 5031 kg EOS/ha. Zonder dubbelteelt is de ruimte 500 kg P2O5 kleiner en is er in scenario 1 geen en in scenario 2 een geringe hoeveelheid fosfaatruimte (865-500=365 kg) over voor aanvoer van extra organische stof.