



N-management op bedrijfsniveau

W. van Dijk, P.L.A. van Enckevort en J.R. van der Schoot

© 2002 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 – 291 111
Fax : 0320 – 230 478
E-mail : info@ppo.dlo.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

Pagina

SAMENVATTING

1	INLEIDING	4
1.1	<i>Achtergrond</i> 5	
1.2	<i>Doel</i> 5	
1.3	<i>Leeswijzer</i> 5	
2	AANPAK	7
2.1	<i>Modelbedrijven</i> 7	
2.1.1	Akkerbouw	7
2.1.2	Vollegrondsgroenten	10
2.2	<i>Uitgangspunten basisscenarios</i> 12	
2.3	<i>Maatstaven N-verliezen</i> 13	
2.3.1	Minas-N-overschot	13
2.3.2	Werkelijk N-overschot	14
2.3.3	Nmin na de oogst	14
2.3.4	Nmin bij aanvang uitspoelingsseizoen	16
3	RESULTATEN BEREKENINGEN BASISSCENARIO	20
3.1	<i>Resultaten scenarioberekeningen</i> 20	
3.1.1	Gewasniveau	20
3.1.2	Bedrijfsniveau	21
3.2	<i>Relaties indicatoren</i> 30	
3.3	<i>Conclusies</i> 34	
4	KEUZE EN UITGANGSPUNTEN ALTERNATIEVE SCENARIOS	35
4.1	<i>Zand- en dalgrond</i> 35	
4.1.1	Keuze bedrijven	35
4.1.2	Keuze scenarios	36
4.2	<i>Akkerbouw klei</i> 39	
4.2.1	Keuze bedrijven	39
4.2.2	Keuze scenarios	39
5	RESULTATEN BEREKENINGEN ALTERNATIEVE SCENARIOS	42
5.1	<i>Zand- en dalgrond</i> 42	
5.1.1	Akkerbouw	42
5.1.2	Vollegrondsgroenten	43
5.1.3	Conclusies	44
5.2	<i>Kleigrond</i> 44	
5.2.1	Akkerbouw	44
5.2.2	Conclusies	46
6	AANBEVELINGEN	61
7	LITERATUUR	62

BIJLAGEN

Samenvatting

Aanleiding voor de onderhavige, door LNV gefinancierde studie, was de onduidelijkheid over de bedrijfstechnische consequenties van het hanteren van alternatieve indicatoren voor de nitraatuitspoeling op akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven. Deze alternatieven voor Minas komen wellicht in beeld omdat het twijfelachtig is of de Minaseindnormen voldoende zijn om te voldoen aan waterkwaliteitsnormen. Doel van de studie was het inventariseren van de knelpunten die ontstaan bij het hanteren van verschillende indicatoren voor N-verliezen op akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven en het oplossen van de gesignaleerde knelpunten door optimalisering van het N-management.

Als indicatoren voor N-verliezen zijn meegenomen het Minas-N-overschot, het werkelijk N-overschot, de minerale bodem-N na de oogst ($N_{min, oogst}$) en de minerale bodem-N vóór aanvang van het uitspoelingsseizoen ($N_{min, 1dec}$). Op basis van actuele inzichten zijn per indicator streefwaarden geformuleerd. Vervolgens is voor een aantal representatieve modelbedrijven voor de akkerbouw- en vollegrondsgroentesector, nagegaan in hoeverre op bedrijfsniveau de streefwaarden werden overschreden. Hiervoor is per bedrijf een basisbemestingsscenario gedefinieerd op basis van Goede Landbouw Praktijk (GLP). Wanneer streefwaarden werden overschreden is nagegaan met welke extra maatregelen de situatie kan worden verbeterd.

Bij het basisbemestingsscenario leidde het Minas-N-overschot alleen op groentebedrijven met een hoog aandeel prei en dubbelteelten op droog zand tot een knelpunt.

Bij hantering van het werkelijk N-overschot als maatstaf doen zich bij de akkerbouw vooral problemen voor op droge zandgronden. Dit is in veel sterkere mate ook het geval bij groentebedrijven. Bij deze bedrijven is ook op niet droge zandgronden sprake van een aanzienlijke normoverschrijding. Op kleigrond overschrijden met name gespecialiseerde sluitkool- en bloemkoolbedrijven de norm.

Bij de $N_{min, oogst}$ als indicator blijven alle bedrijven op kleigrond binnen de norm. Op zandgrond wordt vooral op groentebedrijven in sterke mate de norm overschreden. In de akkerbouw is dit het geval op bedrijven in Zuidoost Nederland.

Wordt niet de $N_{min, oogst}$ maar de $N_{min, 1dec}$ gehanteerd als indicator, dan wordt in de akkerbouw op alle bedrijven op zand- en lössgrond de norm overschreden. Op klei is dit vooral het geval op bedrijven met veel ijssla en wanneer de herfsttoediening van dierlijke mest niet werd gecombineerd met een groenbemester. Alle groentebedrijven op zand overschrijden ruim de norm. Op klei is dit vooral bij bloemkoolbedrijven het geval.

Aanpassing van de bemestingsstrategie laat zien dat het eenvoudiger is om de N-overschotten te verlagen dan de hoeveelheid N_{min} die na de oogst of in de herfst achterblijft. De N-overschotten werden het sterkst verlaagd door minder organische mest te gebruiken of in het geval van bedrijven met veel dubbelteelten, de 2^e teelt te vervangen door een vanggewas. De $N_{min, 1dec}$ wordt met name verlaagd door de inzet van vanggewassen (met name wanneer deze een tweede teelt vervangen).

Door een combinatie van maatregelen is het op akkerbouwbedrijven technisch mogelijk ook voor het werkelijk overschot de norm te halen. Voor vollegrondsgroentebedrijven is dit zelfs na ingrijpende maatregelen nog niet mogelijk. Bij de $N_{min, 1dec}$ wordt bij het maximaal combineren van maatregelen op geen van de bedrijven de norm gehaald.

Deze studie geeft aan dat, wanneer verdergaande normen voor N-verliezen worden gehanteerd, dat dan met name op vollegrondsgroentebedrijven ingrijpende maatregelen nodig zijn om te voldoen aan streefwaarden. Dit zal naar verwachting forse economische consequenties hebben.

Het project "Ontwikkeling van maatregelenpakketten om te voldoen aan Minas en verdergaande normen" (onderdeel van het LNV-mineralenprogramma 398-I) bouwt voort op dit thema. In dit project worden technisch-economische consequenties in kaart gebracht van bemestingsstrategieën waarmee voldaan kan worden aan strenge milieunormen voor zowel stikstof als fosfaat.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Om te voldoen aan stikstof- en fosfaatnormen voor het grond- en oppervlaktewater heeft de Nederlandse overheid in 1998 Minas geïntroduceerd. Minas gold in eerste instantie alleen voor veehouderijbedrijven, vanaf 2001 vallen echter ook akker- en tuinbouwbedrijven hieronder.

Om de consequenties van Minas in kaart te brengen is in 1999 het project Evaluatie Minas uitgevoerd (Van Enckevort et al., 2001). Middels een bureaustudie is geïnventariseerd op welke bedrijfstypen in de akkerbouw- en vollegrondsgroentesector zich problemen kunnen voordoen bij het halen van de Minaseindnormen wanneer bemest wordt volgens Goede Landbouw Praktijk (GLP). Dit was met name het geval op vollegrondsgroentebedrijven op droge zandgrond met een hoog aandeel prei en dubbelteelten van bladgewassen. Op akkerbouwbedrijven werden geen grote problemen gesignaleerd mits op een verantwoorde wijze dierlijke mest werd ingezet.

Bovengenoemd project beperkte zich tot de consequenties van Minas. Bekend is dat de Minaseindnormen niet altijd voldoende zijn om te voldoen aan waterkwaliteitsnormen. Dit komt omdat Minas werkt met vaste afvoerforfaits die in de meeste gevallen hoger zijn dan de werkelijke afvoer met geoogst product. Ook is de Minasbalans niet volledig. Zo ontbreekt bijvoorbeeld de aanvoer via depositie terwijl de N-binding door vlinderbloemigen slechts ten dele wordt ingerekend via vaste gewasforfaits. Maar ook een volledige stikstofbalans is niet altijd een goede indicator voor de uitspoeling. Er wordt bijvoorbeeld geen rekening gehouden met mineralisatie waardoor op rijkere gronden bij een relatief laag overschot toch aanzienlijke uitspoeling kan plaatsvinden. Anderzijds kunnen er zich ook situaties voordoen dat een relatief hoog overschot niet leidt tot overschrijding van uitspoelingsnormen. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer veel N in stabiele, organische vorm wordt toegediend (gewasresten met een hoge C/N-verhouding en compost). De bovengenoemde problematiek is onderwerp van onderzoek in het project Sturen op Nitraat. In dit project wordt gezocht naar een geschikte indicator (Minasoverschot, werkelijk bedrijfsoverschot, perceeloverschot, N_{min} na de oogst) voor het nitraatgehalte in bovenste grondwater. Sturen op Nitraat richt zich met name op de droge zandgronden. In het project N-management op bedrijfsniveau zal een bredere verkenning worden uitgevoerd naar de consequenties van het hanteren van diverse maatstaven (indicatoren voor nitraatuitspoeling) voor N-verliezen voor akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven in Nederland.

1.2 Doel

De volgende doelstellingen kunnen worden onderscheiden:

- Inventariseren van knelpunten die ontstaan bij het hanteren van verschillende maatstaven voor N-verliezen met bijbehorende streefwaarden.
- Oplossen van gesignaleerde knelpunten door optimalisering van het N-management op akker- en vollegrondsgroentebedrijven.

1.3 Leeswijzer

Na een korte inleiding wordt in hoofdstuk 2 de aanpak beschreven. Hierbij wordt met name ingegaan op de keuze van de modelbedrijven, de door te rekenen scenarios met bijbehorende uitgangspunten en de gehanteerde maatstaven. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de resultaten weergegeven van een tweetal

basisscenarios. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een korte inventarisatie van gesignaleerde knelpunten. Voor een beperkt aantal probleembedrijven worden voorts een aantal alternatieve scenarios doorgerekend om na te gaan in hoeverre knelpunten kunnen worden opgelost. De uitgangspunten, resultaten en conclusies hiervan staan verwoord in hoofdstuk 4 en 5. Het rapport wordt tenslotte afgesloten met een aantal aanbevelingen.

2 Aanpak

De bureaustudie bestaat uit het inventariseren van knelpunten die ontstaan bij het hanteren van verschillende maatstaven voor N-verliezen bij een aantal basisscenarios (met en zonder organische mest) en hoe in geval van knelpunten de situatie kan worden verbeterd (doorrekenen van alternatieve scenarios). Voor de aanpak wordt teruggevallen op de bureaustudie die in het kader van Evaluatie Minas is uitgevoerd. Hierbij zijn voor verschillende bedrijfstypen in de akkerbouw- en vollegrondsgroente-sector de Minasoverschotten uitgerekend bij bemesting volgens Goede Landbouw Praktijk (GLP). Hieronder worden eerst de bedrijfstypen beschreven, vervolgens de doorgerkende basisscenarios met bijbehorende uitgangspunten en tenslotte de gehanteerde maatstaven voor N-verliezen.

2.1 Modelbedrijven

Analoog aan het project Evaluatie Minas is bij de bedrijfsberekeningen gekozen voor modelbedrijven. Door de beperkte beschikbaarheid van gedetailleerde informatie uit met name de vollegrondsgroentepraktijk en door de grote diversiteit in deze sector, is het lastig om te werken met bestaande praktijkbedrijven. Bovendien maakt het gebruik van modelbedrijven vergelijking van bedrijven eenvoudiger. De keuze van modelbedrijven en bouwplannen voor de betreffende regio's is gebaseerd op de areaalgegevens van het CBS (1998) en ervaring van praktijkonderzoekers en landbouwvoorlichters. Hieronder wordt de geselecteerde modelbedrijven toegelicht voor resp. de akkerbouw- en de vollegrondsgroentesector.

2.1.1 Akkerbouw

In tabel 1 zijn de geselecteerde bouwplannen weergegeven. Bij de selectie zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- Er zijn een 6-tal regio's onderscheiden:
 - Noordelijke zeeklei (NZK)
 - Centrale zeeklei (CZK)
 - Zuidwestelijke zeeklei (ZWK)
 - Noordoostelijke zand- en dalgronden (NON)
 - Zuidoostelijke zandgronden (ZON)
 - Lössgebied
- Op vrijwel alle bedrijven bestaat het bouwplan uit een graan-, suikerbieten-, aardappelen- en groentenblok.
- Bij de bedrijven in het centraal en zuidwestelijk kleigebied zijn varianten meegenomen met een zowel een laag (10%) als een hoog aandeel (30%) groenten in het bouwplan omdat het aandeel groenten in deze regio's sterk kan variëren. Bij de verschillende aandelen groenten is vervolgens weer onderscheid gemaakt tussen groenten met een lage en een hoge N-behoefte. De keuze van de groentegewassen in de bouwplannen is weergegeven in tabel 2 en is gebaseerd op CBS-gegevens en expertkennis.
- In een aantal regio's zijn ook bedrijven doorgerkend met graszaad (Engels raaigras) en bloembollen (tulp) in het bouwplan, resp. het zuidwestelijk en centraal kleigebied.
- Bij de teelt van granen zijn, op basis van praktijkschattingen, de volgende indelingen gehanteerd:
 - Graanbedrijven op klei (met 80 en 100% graan): 90% wintertarwe + 5% zomergerst + 5% wintergerst
 - Overige bedrijven op klei en löss: 80% wintertarwe + 20% zomergerst
 - Bedrijven in Noordoost Nederland: 25% wintertarwe + 50% zomergerst + 25% rogge
 - Bedrijven in Zuidoost Nederland: 20% wintertarwe + 40% zomergerst + 25% triticale + 15% rogge

De regiospecifieke uitgangspunten zijn als volgt:

Noordelijk zeekleigebied

- Naast een tweetal gespecialiseerde graanbedrijven zijn er ook bouwplannen meegenomen met pootaardappelen, al dan niet in combinatie met groenten.

➤

Centraal zeekleigebied

- Voor dit gebied zijn er bouwplannen doorgerekend met poot- of consumptieaardappelen.
- Bij zowel poot- als consumptieaardappelen is een variant opgenomen met bloembollen (tulp) in combinatie met 10% groenten.

Zuidwestelijk kleigebied

- Voor deze regio zijn alleen bouwplannen met consumptieaardappelen doorgerekend.
- Er is ook een variant toegevoegd met graszaad (Engels raaigras) en een combinatie van graszaad en groenten (uien). Laatstgenoemde combinatie komt namelijk vaak voor in deze regio.

Zandgronden in Zuidoost Nederland

- Bij alle bouwplannen is uitgegaan van een groentenaandeel van 30% omdat er in dit gebied relatief veel groenten op akkerbouwbedrijven worden geteeld. Omdat een hoog aandeel groenten met een hoog N-overschot waarschijnlijk niet veel voorkomt is hierbij uitgegaan van de combinatie van 15% waspeen en 15% prei.
- Er zijn ook varianten meegenomen met snijmais in plaats van graan.

Zandgronden in Noordoost Nederland

- In deze regio zijn bouwplannen met 50% en 30% zetmeelaardappelen meegenomen, al dan niet met groenten.

Lössgronden

- Naast bouwplannen met consumptieaardappelen, al dan niet gecombineerd met groenten, is ook een bouwplan doorgerekend met alleen graan en bieten zoals dat voorkomt op hellingen waar erosiegevaar dreigt.

Tabel 1. Selectie van modelbedrijven voor de akkerbouw.

Regio	Aandeel gewas in bouwplan (%)								
	Granen	Suiker bieten	Aardappelen			Groenten ¹		Graszaad	Bollen
			Poot	Cons.	Zetm.	N-laag	N-hoog		
NZK	100								
	80	20							
	55	20	25						
	45	20	25			10			
	45	20	25				10		
CZK	55	20	25						
	45	20	25			10			
	45	20	25				10		
	25	20	25			30			
	25	20	25				30		
	35	20	25			10		10	
	35	20	25				10	10	
	55	20		25					
	45	20		25		10			
	45	20		25			10		
	25	20		25		30			
	25	20		25			30		
	35	20		25		10		10	
	35	20		25			10	10	
ZWK	55	20		25					
	45	20		25		10			
	45	20		25			10		
	45	20		25				10	
	25	20		25		30			
	25	20		25			30		
	25	20		25		15		15	
ZON	25	20		25		30			
	25	20		25		15	15		
	25 ²	20		25		30			
	25 ²	20		25		15	15		
NON	30	20			50				
	50	20			30				
	40	20			30	10			
	40	20			30		10		
Löss	70	30							
	55	20		25					
	45	20		25		10			
	45	20		25			10		

1. Voor keuze groenten zie tabel 2

2. Snijmais i.p.v. wintertarwe

Tabel 2. Keuze groentegewassen op akkerbouwbedrijven (zie tabel 1).

Regio	Aandeel groenten (%)	N-behoefte	
		Laag	Hoog ¹
NZK	10	Winterpeen	Spruitkool
CZK	10	Ui	Ijssla
	30	Ui (15%) + witlofwortel (15%)	Ijssla (20%) + spruitkool (10%)
ZWK	10	Ui	Spruitkool
	30	Ui (15%) + winterpeen (15%)	Ijssla (20%) + spruitkool (10%)
ZON	30	Cons.erwt+stamslaboon (15%) + waspeen (15%)	Prei ²
NON	10	Waspeen	Broccoli
Löss	10	Witlofwortel	Bloemkool

1. Bij *ijssla* uitgaan van een gemiddeld 2 teelten per jaar verdeeld over vroeg, zomer en herfst
Bij *prei* is uitgaan van een combinatie van een vroege en late herfstteelt en een vroege winterteelt
Bij *spruitkool* is uitgegaan van een combinatie van een zeer vroege, vroege en midden vroege teelt
2. Omdat een preiaandeel van 30% vrijwel niet voorkomt, is gekozen voor een combinatie van 15% prei en 15% waspeen.

2.1.2 Vollegrondsgroenten

- Er zijn een tweetal regio's onderscheiden, nl. de zuidoostelijke zandgronden en de zuidwestelijke en noordhollandse kleigronden.
- In deze regio's komen zowel gespecialiseerde bedrijven (prei, bladgewassen, peen, aardbei, spruitkool, sluitkool en bloemkool) voor als bedrijven die meer vruchtwisseling toepassen.

In tabel 3 en 4 staan de modelbedrijven vermeld. De regio-specifieke uitgangspunten zijn als volgt:

Zandgronden in Zuidoost Nederland

- Voor dit gebied zijn prei-, ijssla-, aardbei- en bospeenbedrijven meegenomen. Omdat naar verwachting de milieutechnische problemen het grootst zijn bij de prei- en ijsslabedrijven zijn voor deze bedrijfstypen ook varianten doorgerekend met groentegewassen met een lager N-overschot zoals Chinese kool en bospeen.
- Combinaties van ijssla-aardbei en aardbei-bospeen zijn zo veel mogelijk uitgesloten vanwege de arbeidsproblematiek.
- Bij zowel ijssla, Chinese kool als bospeen is uitgaan van een dubbelteelt verdeeld over vroeg, zomer en herfst.
- Aandeel van peen is maximaal 15% (1:6) in verband met bodemgezondheidsproblemen.

Klei in Zuidwest Nederland en Noord-Holland

- Er is uitgegaan van gespecialiseerde spruit-, sluit- en bloemkoolbedrijven. Naast 100% gespecialiseerde bedrijven zijn er bedrijven doorgerekend met andere gewassen erbij. Bij de spruitkoolbedrijven in Zuidwest Nederland zijn graan, consumptieaardappelen en knolselderij meegenomen. Voor de sluit- en bloemkoolbedrijven in Noord-Holland zijn dat graan, vroege consumptieaardappelen en bloembollen.
- Vanwege bodemgezondheidsredenen is bij 25% bloembollen in het bouwplan uitgegaan van 12,5% tulp en 12,5% iris.
- Bij de sluitkoolbedrijven is uitgegaan van een verdeling van 60% witte kool en 40% overige soorten (rode kool, savoieekool en spitskool). Als vertegenwoordiger van de laatste groep is gekozen voor rode kool. Bij de granen is uitgegaan van een verdeling van 80% wintertarwe en 20% brouwergerst.

Tabel 3. Selectie van modelbedrijven voor de vollegrondsgroenteteelt in Zuidoost Nederland.

Bedrijfstype	Aandeel gewas in bouwplan (%)				
	Prei	Ijssla	Aardbei	Bospeen	Chinese kool
Prei	100				
	70	30			
	70		30		
	70			15	15
	70				30
	50	50			
	50		50		
	50			15	35
	33	33		16	16
	33	33			33
	33		33	16	16
	33		33		33
Ijssla		100			
	30	70			
		70		15	15
	50	50			
		50		15	35
	33	33		16	16
	33			33	
Aardbei			100		
Peen				100	

Tabel 4. Selectie van modelbedrijven voor de vollegrondsgroenteteelt in Zuidwest Nederland (ZWN) en Noord-Holland (NH).

Bedrijfstype	Aandeel gewas in bouwplan						
	Spruitkool	Sluitkool	Bloemkool	Cons. Aard ¹	Bollen	Graan	Knolselderij
Spruitkool (ZWN)	100						
	75			25			
	75					25	
	75						25
	50			25		25	
	50			25			25
	50					25	25
	25			25		25	25
Sluitkool (NH)		100					
		75		25			
		75			25		
		75				25	
		50		25	25		
		50		25		25	
		50			25	25	
		25		25	25	25	
Bloemkool (NH)			100				
			75	25			
			75		25		
			75			25	
			50	25	25		
			50	25		25	
			50		25	25	
		25	25	25	25		

1. Bij sluitkool- en bloemkoolbedrijven is uitgegaan van vroege aardappelen

2.2 Uitgangspunten basisscenario's

Voor alle bedrijven zijn een tweetal basisscenario's doorgerekend:

- Geen organische mest
Dit betreft een uitgangsvariant, hier kunnen de effecten van bouwplansamenstelling in kaart worden gebracht. Er worden geen groenbemesters geteeld.
- Wel organische mest
Vergelijking met variant 1 geeft de effecten van toepassing van organische mest weer. De uitgangspunten voor het mestgebruik staan hieronder beschreven. De herfsttoediening wordt gecombineerd met de inzaai van een groenbemester om onnodige N-verliezen zo veel mogelijk te beperken.

Voor de kleibedrijven is ook een variant op basisscenario 2 doorgerekend waarbij de herfsttoediening van mest niet is gecombineerd met een groenbemester. Op die manier wordt duidelijk wat de consequenties zijn als er geen groenbemester wordt gezaaid of wanneer deze is mislukt.

Bij alle scenario's is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- Er is bemest volgens de adviezen zoals vermeld in de Adviesbasis (Van Dijk, 1999).
- Er is géén gebruik gemaakt van efficiencyverhogende bemestingstechnieken zoals rijenbemesting, etc.
- Bij een dubbelteelt (ijssla, bospeen en Chinese kool) is bij de tweede teelt gerekend met de helft van de

adviesgift voor de eerste teelt;

- Bij bieten, spruitkool, sluitkool, bloemkool en broccoli is uitgegaan van een nawerking uit de oogstresten van 30 kg N per ha.
- Voor de bodemvruchtbaarheid is gerekend met een P- en K-toestand op streefwaarde (d.w.z. Pw 25 en K-getal 18 op klei en Pw 30 en K-getal 11 op zand) en een N_{min}-gehalte van resp. 20, 30 en 40 kg N/ha in de lagen 0-30, 0-60 en 0-90 cm vóór aanvang van de teelt.

Voor berekeningen met het gebruik van dierlijke mest zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Er is uitgegaan van *vleesvarkensdrijfmest* omdat deze mestsoort het meest in de praktijk wordt gebruikt.
- De bemestende waarde van de dierlijke mest wordt op de kunstmestgift in mindering gebracht volgens de rekenregels voor de werking zoals aangegeven in de Adviesbasis (Van Dijk, 1999). Wat betreft stikstof is uitgegaan van een werking van 20 en 70% bij resp. najaars- en voorjaarstoediening.
- Op basis van de huidige praktijksituatie is gerekend met najaarstoepassing op kleigronden en voorjaarstoepassing op zand-, dal- en lössgronden.
- De voorwaarden bij *najaarstoepassing* zijn:
 - Mesttoediening vindt alleen plaats in de graanstoppel om mogelijkheden te scheppen voor een goede ontwikkeling van een groenbemester. De mestgift beperkt zich tot die omvang waarbij de minerale N uit de mest nog door een groenbemester kan worden opgenomen (80-100 kg N/ha). In de berekeningen is uitgegaan van 25 m³ vleesvarkensdrijfmest per ha. Na het inwerken van de groenbemester is gerekend met een N-nawerking van 30 kg N per ha voor het volggewas.
 - Geen dierlijke mest is ingezet bij graan geteeld na graan. Dit betekent dat op het 100%-graanbedrijf in Noordelijk zeekleigebied geen dierlijke mest is gebruikt, op het 80%-graanbedrijf alleen vóór suikerbieten (20% van het bouwplan) en op bedrijven met 55% graan alleen vóór aardappelen en suikerbieten (45% van het bouwplan). Op alle andere kleibedrijven (akkerbouw en groentebedrijven) is het totale graanareaal gebruikt voor toediening van dierlijke mest.
- De voorwaarden bij *voorjaarstoepassing* zijn:
 - Dierlijke mest toedienen aan: aardappelen, suikerbieten, snijmais, stamslabonen, prei, ijssla (1^e teelt), Chinese kool (1^e teelt), bloemkool en broccoli.
 - De volgende giften zijn toegediend:
 - Consumptie- en zetmeelaardappelen, snijmais: 30 m³/ha
 - Stamslabonen, bloemkool, broccoli : 25 m³/ha
 - Suikerbieten, prei, ijssla en Chinese kool: 20 m³/ha
 - In ZON-akk is bij de bouwplannen met *snijmais* geen mest toegediend bij de stamslabonen en de prei omdat anders de fosfaatverliesnorm van 20 kg per ha werd overschreden.

2.3 Maatstaven N-verliezen

Als maatstaven voor de N-verliezen zijn gebruikt:

1. Minas-N-overschot
2. Werkelijk N-overschot
3. N_{min} na de oogst
4. N_{min} bij aanvang uitspoelingsseizoen

2.3.1 Minas-N-overschot

Berekening Minas-N-overschot

De Minas-balans is als volgt opgebouwd:

$$(N_{\text{organische mest}} + N_{\text{kunstmest}} + N_{\text{binding}}) - \text{forfaitaire afvoer (165 kg N per ha)}$$

De N-binding door vlinderbloemigen valt vanaf 2002 ook onder Minas. Gewerkt wordt met vaste aanvoerforfaits:

- Conservenerwt: 50 kg N/ha
- Stamslabonen: 30 kg N/ha

Normstelling

Het Minas-N-overschot moet voldoen aan de volgende normen (eindnormen 2003):

- Droge zandgrond: 60 kg/ha
- Overige gronden: 100 kg/ha

2.3.2 Werkelijk N-overschot

Berekening werkelijk N-overschot

In dit geval wordt een uitgebreidere stikstofbalans gebruikt als maatstaf:

$$(N_{\text{organischmest}} + N_{\text{kunstmest}} + N_{\text{binding}} + N_{\text{depositie}}) - \text{werkelijke afvoer}$$

Opmerkingen

- Voor de N-binding worden de forfaiten gebruikt zoals vermeld in paragraaf 2.3.1
- De gegevens aangaande N-depositie zijn afkomstig van het RIVM en staan vermeld in tabel 5.
- De werkelijke afvoer is berekend als product van opbrengst en N-gehalte. De opbrengsten zijn afkomstig uit KWIN 2000-2001 (Anonymus, 2000) en de N-gehalten uit Kiezen uit Gehalten III (Anonymus, 1996).

Tabel 5. Gemiddelde stikstofdepositie per regio (kg N/ha/jaar) (Bron: RIVM).

Regio	N-depositie	Gemiddelde van
Noordelijke zeeklei (NZK)	26	Noordelijk kleigebied
Centrale zeeklei (CZK) en Noord-Holland (NH)	29	Flevoland en Noord-Holland
Zuidwestelijke zeeklei (ZWK)	26	Zuidwestelijk kleigebied
Noordoost Nederland (NON)	30	Veenkolonien + Noordelijk zandgebied
Zuidoost Nederland (ZON)	44	Zuidelijk zandgebied
Löss	30	Zuid-limburg

Normstelling

Voor het werkelijk-N-overschot worden dezelfde normen gehanteerd als bij het Minas-N-overschot (zie 2.3.1):

- Droge zandgrond: 60 kg/ha
- Overige gronden: 100 kg/ha

2.3.3 N_{min} na de oogst

Afleiding N_{min} na de oogst

Door per gewas in te schatten hoeveel minerale bodem-N bij de oogst achterblijft bij adviesbemesting, kan voor de modelbedrijven een bedrijfswaarde worden uitgerekend. De benodigde data zijn ontleend aan het project Sturen op Nitraat (Van Enckevort et al., 2002). Binnen dit project is een bureaustudie uitgevoerd naar de relatie tussen de N-bemesting en de hoeveelheid minerale N die na de oogst achterblijft. Deze exercitie is uitgevoerd met bestaand proefveldmateriaal van de laatste 25 jaar. Tabel 6 geeft een overzicht van de geschatte minerale bodem-N bij de oogst als wordt bemest volgens advies. Daar waar relevant en mogelijk is onderscheid gemaakt naar grondsoort en teeltperiode.

De variatie in N_{min} bij de oogst binnen een gewas is groot. Een groot deel van deze variatie kon in de genoemde studie niet verklaard worden. Verwacht wordt dat deze variatie het gevolg is van niet of moeilijk beheersbare factoren zoals neerslag, temperatuur en N-leverend vermogen van de bodem.

Tabel 6. Overzicht van de geschatte N_{min} -bodemvoorraad (0-60 cm) bij de oogst voor de onderzochte gewassen en teelten bij verschillende grondsoorten onder gemiddelde omstandigheden bij N-giften volgens advies (Anonymus, 1998/1999)¹. Tussen haakjes staat de verwachte waarde die 1x in de tien jaar wordt overschreden als een ondernemer de genoemde bemesting aanhoudt.

Gewas	Grondsoort		
	Klei	löss	Zand
consumptie aardappelen	68 (106)	68 (106)	68 (106)
Zetmeelaardappelen	-	-	41 (77)
Pootaardappelen	55 (80)	-	-
Suikerbieten	15 (27)	25 (57)	25 (57)
snij- en korrelmais	41 (77)	41 (77)	76 (139)
Wintergranen	22 (42)	22 (42)	36 (53)
Zomergranen	17 (28)	17 (28)	17 (28)
Engelsraaigras	-	-	19 (27)
Zaaiui	60 (96)	-	-
bloemkool – zomer en herfstteelt	58 (104)	-	-
broccoli – alle teelten	39-50 (60-71)	-	39-50 (60-71)
chinesekool – alle teelten	-	-	51 (99)
Doperwt	-	-	25 (36)
Knolselderij	39 (72)	-	-
ijssla – alle teelten	-	-	98-112 (186-225)
kropsla – alle teelten	89 (133)	-	89 (133)
prei – herfstteelt	91 (152)	-	91 (152)
spinazie – alle teelten	122 (246)	-	-
Stamslaboon	-	-	45 (92)
Veldboon	-	-	54 (88)
waspeen – herfstteelt	-	-	10 (17)
Winterpeen	24 (46)	-	24 (46)
Witlof	24 (46)	24 (46)	-
Wittekool	27 (41)	-	-
Spruitkool	7 (10)	-	-
aardbei ²	85	-	-
tulp ³	61	-	-
iris ³	74	-	-

1. Wanneer verschillen in adviesgift tussen de samengevoegde teelten aanleiding geven tot een relevant verschil in verwachte $N_{min, oogst}$, is het bereik hiervan aangegeven.
2. Geschat op basis van BSO-cijfers
3. Geschat op basis van N-balansberekening en relatie met N_{min} oogst (Van Enckevort et al., 2002).

Normstelling

Nadat met de cijfers uit tabel 6 voor de verschillende bouwplannen een bedrijfswaarde is berekend, wordt deze vergeleken met de maximale hoeveelheid N_{min} die na de oogst mag achterblijven op klei en droge zandgronden om nog net beneden de EU-norm voor het nitraatgehalte in het drinkwater te blijven. Deze N_{min} -voorraad is als volgt ingeschat (tabel 7).

Tabel 7. Inschatting van de maximale Nmin-bodemvoorraad (0-100 cm) aan het begin van het uitspoelingsseizoen op basis van EU-norm en neerslagoverschot.

Uitgangspunt	Waarde	Eenheid
a) EU-norm voor nitraat-N	11,3	mg N/liter
b) Gemiddeld neerslagoverschot in Nederland	390	mm/jaar
c) Idem uitgedrukt per ha (=b*10 ⁴)	3.900.000	liter/jaar/ha
d) Maximaal verlies door uitspoeling (=a*c)	44	Kg N/ha
e) Maximale Nmin-voorraad op droge zandgrond (=d)	44	kg N/ha
f) Maximale Nmin-voorraad op klei bij 50% denitrificatie (=d*2)	88	kg N/ha

De EU-norm voor het drinkwater wordt ook gehanteerd voor het bovenste grondwater onder een landbouwbedrijf. Met behulp van het gemiddelde neerslagoverschot (neerslag minus verdamping door bodem en gewas) kan worden berekend hoeveel nitraat-N maximaal mag uitspoelen om nog beneden de EU-norm te blijven. Voor droge zandgronden wordt uitgegaan dat alle Nmin die na de oogst in de bodem achterblijft uitspoelt. Op klei mag de Nmin-voorraad twee maal zoveel zo groot zijn omdat wordt verondersteld dat hiervan slechts de helft uitspoelt terwijl de rest door denitrificatie verloren gaat.

De in tabel 7 vermelde maximale Nmin-voorraad voor zand en klei heeft betrekking op de bodemlaag 0-100 cm, terwijl de Nmin-waarden bij de oogst in tabel 6 gelden voor de laag 0-60 cm. Om een vergelijking mogelijk te maken zijn de waarden voor de laag 0-60 cm omgerekend naar de laag 0-100 cm. Hiervoor is de relatie gebruikt die is gevonden aan de hand van een groot aantal proeven met aardappelen (Wadman et al., 1989 en Postma & Van Erp, 1998):

$$N_{\text{min-oogst (0-100 cm)}} = N_{\text{min-oogst (0-60 cm)}} * 1,4.$$

2.3.4 Nmin bij aanvang uitspoelingsseizoen

Afleiding Nmin bij aanvang uitspoelingsseizoen

In lang niet alle gevallen valt het moment waarop een gewas wordt geoogst en het moment waarop de uitspoeling begint, samen. Dit is met name het geval bij vroeg geoogste gewassen. In deze periode kan de Nmin-voorraad van de bodem veranderen. In deze studie is 1 december als toetsmoment genomen, omdat dan, onder gemiddelde omstandigheden, de temperatuur zover is gedaald dat de belangrijkste biologische processen die de Nmin-voorraad beïnvloeden langzaam verlopen. De hoeveelheid N die dan aanwezig is kan worden gezien als potentiële uitspoelbare N. Uitgangspunt is dan ook dat er tot aan dat moment nog geen N is verloren gegaan door uitspoeling en/of denitrificatie. De potentiële uitspoelbare N wordt berekend volgens onderstaande vergelijking:

$$N_{\text{min-oogst}} + N_{\text{org.mest}} - N_{\text{opname groenbem.}} - N_{\text{vastlegging stro}} + N_{\text{gewasresten}} + N_{\text{ineralisatie,bodem}} + N_{\text{depositie}}$$

De berekening van de in de vergelijking opgenomen winst- en verliesprocessen wordt hieronder in een enigszins chronologische volgorde besproken.

Organische mest

Zowel bij voorjaars- als najaarstoediening leidt gebruik van organische mest tot een toename van de hoeveelheid minerale bodem-N tussen de oogst en 1 december. Deze toename hangt af van de omvang van de mestgift en de mestsamenstelling. In tabel 8 is voor een aantal veel gebruikte mestsoorten het N-gehalte en de verdeling in verschillende fracties weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de minerale fractie (Nm) en de organische fractie (Norg). De laatste is weer onderverdeeld in 1 jaar mineraliseerbare N (Ne) en een deel dat langzamer vrijkomt (Nr).

Tabel 8. N-gehalte (kg/ton) en verdeling over verschillende N-fracties in dierlijke mest¹.

Mestsoort	N-totaal	N-min	Norg	
			Ne	Nr
Vleesvarkensdrijfmest	7,2	4,2	2,0	1,0
Kippendrijfmest	10,2	5,8	2,9	1,5
Runderdrijfmest	4,9	2,6	1,2	1,1
Droge leghennenmest	24,1	2,4	14,5	7,2
Slachtkuikenmest	30,5	5,5	16,7	8,3

1. Lammers (1984)

Voorjaarstoediening

Bij voorjaarstoediening van organische mest zal een deel van de Ne-fractie een bijdrage leveren aan verandering van de Nmin-voorraad van de bodem tussen de oogst en 1 december. In tabel 9 is dit weergegeven voor vleesvarkensdrijfmest voor toediening op 1 maart. Als een gewas bijvoorbeeld wordt geoogst op 1 september zal tot 1 december circa 13% (7+4+2) van de Ne-fractie mineraliseren. Als in het voorjaar 20 ton vleesvarkensmest per ha is uitgereden gaat het om 13% van 40 kg Ne (20*2), ofwel 5 kg N/ha.

Najaarstoediening

Met name op kleigronden heeft een ondernemer de voorkeur om dierlijke mest in het najaar uit te rijden. In dit geval levert zowel de Nm- als Ne-fractie een bijdrage aan verandering van de minerale bodem-N tussen oogst en 1 december. Na toediening wordt gerekend dat 10% van de minerale fractie in de mest door vervluchtiging verloren gaat. Voor de bijdrage aan de Nmin door mineralisatie van de Ne-fractie zijn de waarden van tabel 9 gehanteerd. Bijvoorbeeld, toediening van 25 ton dunne vleesvarkens mest levert via de minerale fractie $25 \cdot 4,2 = 105$ kg N, waarvan 10% vervluchtigt waardoor 95 kg overblijft. Bij toediening op 1 september komt in de periode tot 1 december 42% (23+12+7) van de Ne door mineralisatie vrij, ofwel 21 kg N/ha ($25 \cdot 2 \cdot 0,42$). Totaal neemt de Nmin dus met 116 (95+21) kg N per ha toe. De bijdrage van de mineralisatie uit de Ne fractie van dierlijke mest die in het voorgaande najaar is toegediend is vrij klein. Deze zijn niet in de berekeningen meegenomen. Bijvoorbeeld voor 30 ton varkensdrijfmest uitgereden op 1 november is de mineralisatie van Ne vanaf de oogst op 1 september tot 1 december slechts: $30 \cdot 2 \cdot 0,09 = 5$ kg N/ha (bij 2 kg Ne/ton en 9% mineralisatie van de Ne).

Tabel 9. Mineralisatie van makkelijk afbreekbare organische N (Ne) in organische meststoffen zoals dunne vleesvarkensmest bij verschillende toedieningstijdstippen (naar Lammers, 1984). De waarden zijn percentages van Ne die per maand door mineralisatie vrijkomen.

Toedienings- Tijdstip	Maand waarin de stikstof vrijkomt ¹				
	Augustus	september	Oktober	november	december
1 maart	12	7	4	2	1
1 augustus	29	17	9	5	3
1 september		23	12	7	4
1 oktober			15	8	6
1 november				10	6

1. Voor oogst- en toedieningstijdstippen anders dan de 1^e van de maand zijn de waarden geïnterpoleerd.

N-opname door groenbemesters

De N-opname door een groenbemester is afhankelijk van het zaaitijdstip en de minerale N-voorraad in de bodem. Gerekend wordt met een gemiddelde N-opname van 1,0 en 2,5 kg N/ha per dag bij een zaaidatum vanaf 1 augustus tot 1 oktober voor een onbemeste resp. bemeste groenbemester. Na 1 oktober zal de N-opname verwaarloosbaar worden als gevolg van de lage temperaturen. Er wordt geen onderscheid gemaakt in soort groenbemester. De inzaai van de groenbemester vindt plaats 5 dagen na oogst van de voorvrucht en in geval van herfsttoediening van mest, ná de toediening ervan. Wanneer bijvoorbeeld bladrammenas wordt ingezaaid op 15 augustus, kan dit gewas tot 1 oktober nog circa 115 kg N/ha (2,5 * 46 dagen) opnemen in de bovengrondse en ondergrondse delen. Uitgegaan wordt dat de groenbemester

pas ná 1 december wordt ondergewerkt.

Vastlegging door stro

Wanneer gewasresten met een laag N-gehalte (C/N-coëfficiënt > 30) worden ondergewerkt kan dat leiden tot tijdelijke vastlegging van N_{min} door micro-organismen. Als maat voor de N-vastlegging wordt uitgegaan van 2,5 kg N per ton stro. Deze hoeveelheid is berekend met het model MINIP. Er is uitgegaan van een N-nawerking van 1,5 kg N per ha per ton stro in het volggewas.

Mineralisatie van gewasresten/groenbemesters

De N_{min}-voorraad wordt ook beïnvloed door de gewasresten die op het land achterblijven en groenbemesters die in het voorafgaande najaar of voorjaar zijn ondergewerkt. Het N-gehalte van dit jonge materiaal is m.u.v. graanstro (zie hierboven) in de meeste gevallen dermate hoog (C/N-coëfficiënt < 30) dat dit leidt tot N-mineralisatie. De hoeveelheid hangt onder meer af van de hoeveelheid ondergewerkt materiaal, het N-gehalte en het tijdstip van onderwerken.

Gewasresten

De hoeveelheid N die door mineralisatie vrijkomt vanaf de oogst tot 1 december is berekend met behulp van het MINIP-mineralisatiemodel (Janssen, 1984) en op basis van de gemiddelde drogestofopbrengsten van de gewasresten (bovengrondse delen en wortels), hun N-gehalten, hun initiële leeftijd (een maat voor afbreekbaarheid) en het gemiddelde oogst- cq. inwerkijdstip voor de beschouwde gewassen (tabel 10). Hierbij wordt uitgegaan van: 40% C in de droge stof; een C/N-verhouding van de betrokken micro-organismen van 10, een C-afbraak waarbij 1/3 wordt gebruikt voor de opbouw van de micro-organismenpopulatie en gemiddelde temperaturen in de periode waarin afbraak plaatsvindt.

Groenbemesters

Anders dan bij gewasresten zijn bij groenbemesters drogestofopbrengst en inwerkijdstip veel minder een vast gegeven. Bovendien hangt de bijdrage van de mineralisatie aan de N_{min} op 1 december ook af van het oogstijdstip van het volggewas. De basis van de berekeningen wijkt echter niet af van die van gewasresten. Ter indicatie een voorbeeld van een bemeste, goed geslaagde groenbemester die op 1 maart wordt ondergewerkt en wordt gevolgd door een gewas dat op 1 september wordt geoogst. Bij een N-opname van 100 kg/ha en een N-gehalte van 2,5 % komt tussen 1 september en 1 december 10 kg N/ha vrij.

Mineralisatie van oude organische stof

Al het organisch materiaal dat langer dan één jaar in de bodem aanwezig is wordt hier beschouwd als oude organische stof. De stikstof in oude organische stof komt langzamer vrij omdat de afbraaksnelheid hiervan veel lager is dan van vers organisch materiaal. In de meeste gronden komt tussen de 50 en 150 kg N/ha per jaar vrij door mineralisatie van oude organische stof. In deze studie wordt uitgegaan van een mineralisatie van 100 kg N/ha per jaar welke als volgt is afgeleid. Een grond met 2% organische stof en een dichtheid van 1,4 kg/dm³ in de bovenste 30 cm komt overeen met 84.000 kg organische stof per ha. Bij een N-gehalte van 4% (C/N=14 bij C-gehalte organische stof van 58%) is dat 3360 kg N/ha. Bij een jaarlijkse afbraak van 3% komt dat overeen met circa 100 kg N/ha dat jaarlijks mineraliseert. Als daar de temperatuursafhankelijkheid bij wordt betrokken levert dat een mineralisatie per dag van resp. 0,52, 0,40, 0,25 en 0,15 kg N/ha in de maanden augustus, september, oktober en november.

Depositie

De hoeveelheid N die via depositie tussen de oogst en 1 december op het land neerkomt draagt bij aan toename van de N_{min}. Deze hoeveelheid is berekend door de jaardepositie (tabel 5) om te rekenen per dag en vervolgens te vermenigvuldigen met het aantal dagen tussen oogst en 1 december.

Andere factoren

Andere factoren zoals grondbewerking kunnen ook een invloed hebben op de N_{min}-voorraad in het najaar. Het effect van dergelijke factoren evenals de gevolgen van fluctuaties in temperatuur en neerslag tussen de jaren zijn moeilijk te voorspellen en in deze studie buiten beschouwing gelaten. Bovengenoemde berekeningen gaan derhalve uit van een gemiddelde situatie.

Tabel 10. Drogestofopbrengst, N-totaal, C/N-verhouding, initiële leeftijd van de oogstresten van diverse gewassen en de hoeveelheid N die vanaf de oogst tot 1 december hieruit vrijkomt.

Gewas	Oogst-datum	Oogstresten (kg/ha)				
		droge stof ¹	N-totaal	C/N-quotiënt	initiele leeftijd	N-mineralisatie/. N-vastlegging ²
Wintertarwe	15-aug-01	5800	31	75	1,29	0 (-25)
Zomergerst	10-aug-01	4700	25	75	1,29	0 (-18)
Wintergerst	25-jul-01	5600	30	75	1,29	0 (-21)
Winterrogge	1-aug-01	5300	29	75	1,29	0 (-23)
Snijmais	15-sep-01	1100	20	22	1,35	3
Suikerbieten	25-okt-01	6700	117	23	1,02	10
cons.aardappelen (zand)	20-sep-01	3800	61	25	1,05	10
cons.aardappelen (klei,löss)	1-okt-01	3800	61	25	1,05	8
cons.aardappelen (vroeg)	15-aug-01	3800	67	23	1,05	22
zetm.aardappelen	10-okt-01	3800	61	25	1,05	6
Pootaardappelen	20-aug-01	3800	67	23	1,05	20
Zaaiui	1-sep-01	1200	19	25	1,24	3
Engels raaigras	1-aug-01	4400	40	45	1,13	0
Winterpeen	1-nov-01	2600	37	28	1,26	1
Waspeen	15-sep-01	1700	24	28	1,26	2
bospeen (zomer)	25-jul-01	600	11	20	1,00	5
bospeen (herfst)	10-nov-01	600	11	20	1,00	1
Witlofwortel	1-nov-01	2700	36	30	1,13	0
spruitkool (zeer vroeg)	25-aug-01	7300	165	18	1,26	47
spruitkool (vroeg)	1-okt-01	7300	165	18	1,26	27
spruitkool (midden)	1-dec-01	7300	165	18	1,26	0
ijssla (voorjaar)	15-jun-01	2500	78	13	1,00	51
ijssla (zomer)	1-aug-01	2500	78	13	1,00	43
ijssla (herfst)	25-sep-01	2500	78	13	1,00	25
aardbei (verlaat, gekoeld)	15-aug-01	2800	38	30	1,26	6
broccoli (zomer)	10-aug-01	4400	150	12	1,20	67
bloemkool (zomer)	15-aug-01	5300	120	18	1,10	45
Knolselderij	15-nov-01	2200	50	18	1,00	2
prei (vroeg herfst)	1-okt-01	2500	78	13	1,00	23
prei (late herfst)	1-dec-01	2500	78	13	1,00	0
prei (vroeg winter)	15-feb-02	2500	78	13	1,00	0
chinesekool (zomer)	25-jul-01	2200	90	10	1,00	55
chinesekool (herfst)	15-sep-01	2200	90	10	1,00	37
conserven erwten (voorjaar)	1-jul-01	4800	129	15	1,08	73
stamslaboon (zomer)	1-okt-01	3100	84	15	1,08	20
Wittekool	10-nov-01	6400	144	18	1,00	10
Tulp	7-jul-01	1900	31	25	1,26	10
Iris	10-aug-01	1500	24	25	1,26	6

1. Droge stof boven- en ondergrondse gewasresten

2. Getallen tussen haakjes betreft de N- vastlegging bij achterlaten van het stro

Normstelling

Dezelfde streefwaarden worden gehanteerd als bij de Nmin na de oogst, nl. 44 en 88 kg N per ha voor droge zandgronden en overige gronden (zie tabel 7).

3 Resultaten berekeningen basisscenario

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de basisscenarios beschreven. In paragraaf 3.1 worden de resultaten van toepassing van de verschillende maatstaven voor N-verliezen op zowel gewas- als bedrijfsniveau besproken. Dit resulteert in een overzicht van knelpunten. In paragraaf 3.2 wordt vervolgens ingegaan op de relaties tussen de verschillende maatstaven. De belangrijkste conclusies worden tenslotte weergegeven in paragraaf 3.3.

3.1 Resultaten scenarioberekeningen

3.1.1 Gewasniveau

De bouwstenen van de verschillende bedrijven zijn de gewassen en hun aandeel in het bouwplan. In tabel 11 zijn voor een aantal gewassen, die in de bedrijfsberekeningen zijn meegenomen, de N-overschotten (Minas en werkelijk) en de hoeveelheid N_{min} die na de oogst en op 1 december in de bodem aanwezig is, weergegeven. Er is uitgegaan van een situatie waarin alleen gebruik is gemaakt van kunstmest. Op deze manier kunnen nl. het meest zuiver de gewaseffecten zichtbaar worden gemaakt.

N-overschotten

De verschillen in N-overschot tussen de gewassen zijn groot. Bij consumptieaardappelen, prei, dubbelteelt van ijssla en witte kool is er sprake van hoge N-overschotten. Lage overschotten worden gevonden bij gewassen als zomergerst, winterpeen en zaaiuien. Bij de meeste gewassen is het werkelijk N-overschot, ook wanneer de depositie niet wordt meegerekend, hoger dan het Minas-N-overschot. Dit komt omdat de afvoer met geoogst product meestal lager is dan de forfaitaire afvoer van 165 kg N per ha. Grote verschillen treden op bij graszaad, aardbei en bloemkool. Bij deze gewassen wordt relatief weinig van de opgenomen N afgevoerd met het geoogste product.

N_{min}

De laagste N_{min} -waarden na de oogst worden aangetroffen bij suikerbieten, graangewassen en, was- en winterpeen, witlof, spruitkool en witte kool. Consumptieaardappelen, snijmaïs, zaaiuien en met name groenten als prei, ijssla en aardbei laten daarentegen veel N in de bodem na. Hoewel er i.h.a. wel sprake is van een positieve relatie tussen het N-overschot en de hoeveelheid N_{min} na de oogst zijn er ook uitzonderingen. Zo worden gewassen als witte kool en spruitkool gekenmerkt door hoge N-overschotten terwijl de N_{min} na de oogst relatief laag is. Deze gewassen nemen stikstof weliswaar efficiënt op maar een aanzienlijk deel van de opgenomen N blijft op het land achter in de oogstresten. Anderzijds zijn er ook gewassen met een relatief laag N-overschot die veel N_{min} achterlaten. Dit is bijvoorbeeld het geval bij uien en snijmaïs.

In het algemeen is er sprake van een toename van de N_{min} tussen oogst en 1 december. Deze is het sterkst bij gewassen die vroeg worden geoogst en bij gewassen waar veel N in gewasresten op het land achterblijft. Zo neemt na de vroege oogst van graan en pootaardappelen de N_{min} nog aanzienlijk toe terwijl bij laat geoogste gewassen als prei en witte kool de stijging relatief gering is. Met name de combinatie van een relatief vroeg oogsttijdstip en veel stikstofrijke gewasresten leidt tot een forse stijging. Dit is bijvoorbeeld het geval bij bloemkool en ijssla.

Voor verdere achtergronden over verschillen tussen gewassen wordt verwezen naar van Enckevort et al. (2002).

Tabel 11. Minas-N-overschot, werkelijk N-overschot, Nmin na de oogst en Nmin 1 december (beide in de laag 0-100 cm) bij een selectie van gewassen die zijn meegenomen bij de bedrijfsberekeningen.

Gewas	Grondsoort	N-overschot (kg/ha)			Nmin (kg/ha)	
		Minas	Werkelijk ¹		Oogst	1 dec
			Excl. dep.	Incl. dep.		
Wintertarwe ²	Klei	35	5	34	31	71
	Zand	-5	-9	35	50	95
Zomergerst ²	Klei	-105	-49	-20	24	67
	Zand	-105	-35	9	24	71
Consumptieaardappel	Klei	87	65	94	95	120
	Zand	99	99	143	95	130
Fabriksaardappel	Zand	74	90	120	57	77
Pootaardappel	Klei	-43	6	35	77	135
Suikerbieten	Klei	-16	31	60	21	39
	Zand	-16	50	94	35	55
Graszaad ³	Klei	-24	109	136	27	74
Snijmais	Zand	-5	17	61	106	137
Zaaiui	Klei	-55	-18	11	84	118
Winterpeen	Klei	-95	-84	-55	34	41
Doperwt+stamslaboon	Zand	75	173	217	63	113
Witlofwortel	Klei	-125	-18	11	34	41
Prei	Zand	75	141	185	127	141
Aardbei	Zand	-65	80	124	119	106
Ijssla (dubbelteelt)	Zand	78	108	152	141	224
Chinese kool (dubbelteelt)	Zand	30	57	101	71	145
Spruitkool	Klei	45	98	127	10	52
Witte kool	Klei	120	139	168	38	52
Bloemkool	Klei	30	127	156	81	167

1. Voor klei en zand zijn de werkelijke N-overschotten gebaseerd op de opbrengst- en depositieniveaus van resp. de Centrale zeeklei en de Zuidoostelijke zandgronden (Noordoostelijke zand/dalgronden voor fabriksaardappelen).
2. Het graanstro is afgevoerd
3. Het graszaadhooi is niet afgevoerd

3.1.2 Bedrijfsniveau

In figuur 1 t/m 4 zijn per sector en grondsoort de resultaten van de bedrijfsberekeningen weergegeven. T.b.v. de overzichtelijkheid zijn per sector/grondsoort-combinatie in de meeste gevallen niet de resultaten van alle doorgerekende bedrijven weergegeven. Hiervoor wordt verwezen naar bijlage I. Per figuur zijn de uitkomsten van de 2 basisscenarios (zonder en met gebruik van varkensdrijfmest) gepresenteerd. Voor de Nmin na de oogst is geen onderscheid gemaakt tussen beide scenarios. Strikt genomen is dit niet helemaal juist omdat bij gewassen waarbij de N-opname eerder stopt dan het gewas wordt geoogst, er nog N vrijkomt uit de Ne-fractie van de mest waardoor de Nmin stijgt. Doorgaans gaat het echter om geringe hoeveelheden. Bovendien bestond de dataset die is gebruikt om de Nmin-waarden af te leiden uit een mix van objecten waarbij enkel kunstmest en objecten waarbij een combinatie van mest en kunstmest is toegediend. Zodoende zit bovengenoemd effect al deels verdisconteerd in de afleiding van de Nmin-waarden. Bij de Nmin,1dec zijn wel de uitkomsten van beide scenarios weergegeven omdat deze wel wezenlijk wordt beïnvloed door gebruik van mest, met name in geval van herfsttoediening van organische mest op klei.

Akkerbouw/klei

N-overschotten

In figuur 1A zijn de Minas-N- en de werkelijke N-overschotten weergegeven. Zowel zonder (km) als mét gebruik van dierlijke mest (om) voldoen alle bedrijven aan de Minaseindnorm van 100 kg N per ha. De hoogste overschotten worden behaald op bedrijven met consumptieaardappelen gecombineerd met groenten met een hoge N-behoefte (bedrijf 5, 7 en 10 met ijssla en/of spruitkool) en het bedrijf met 100% graan (bedrijf 1). Het laatste komt door de hoge N-behoefte van wintertarwe op klei. Wanneer i.p.v. consumptieaardappelen pootaardappelen worden geteeld is het overschot ruim 30 kg N per lager als gevolg van de veel lagere N-behoefte van laatstgenoemd gewas (vergelijk bedrijf 6 en 7 met resp. bedrijf 11 en 12).

Wanneer het werkelijk N-overschot als maatstaf wordt gehanteerd voldoen bij het kunstmestscenario nog steeds alle bedrijven aan een maximaal toelaatbaar overschot van 100 kg N per ha. Bij gebruik van dierlijke mest overschrijden de bedrijven met consumptieaardappelen gecombineerd met N-behoefte groentegewassen (bedrijven 5 en 7) de norm. Bij de berekeningen is er vanuitgegaan dat het graanstro is afgevoerd. Wanneer dit niet het geval is overschrijden meer bedrijven de norm.

Nmin

De Nmin na de oogst varieert tussen de 30 en 70 kg N per ha en bevindt zich voor alle bedrijven onder de gestelde norm van 88 kg N per ha (figuur 1B). De hoogste waarden worden bereikt op de bedrijven met consumptieaardappelen en ijssla (bedrijven 7 en 10), de laagste op de graanbedrijven (bedrijven 1 en 2). I.t.t. de N-overschotten zijn de verschillen tussen de consumptieaardappel- en pootgoedbedrijven gering. Op alle bedrijven is de Nmin op 1 december beduidend hoger dan vlak na de oogst. Dit is een gevolg van mineralisatie van de organische stof in de bodem en vanuit gewasresten. Op de graanbedrijven is dat met name een gevolg van het eerste door de relatief lange periode tussen oogst en 1 december. Op de andere bedrijven zijn het verhoudingsgewijs meer de gewasresten die bijdragen aan de stijging van de Nmin. Met name op de bedrijven met ijssla wordt de norm van 88 kg N per ha overschreden. De verschillen tussen het kunstmest- en het dierlijke mest scenario zijn gering. Dit komt omdat de herfsttoediening is gecombineerd met een groenbemester die voor een belangrijk deel de minerale N uit de mest opneemt. Verderop in dit hoofdstuk wordt ingegaan op de consequenties wanneer geen groenbemester is ingezaaid.

Akkerbouw/zand-dal-löss

N-overschotten

In figuur 2A zijn de N-overschotten weergegeven van bedrijven op zand-, dal- en lössgrond. Zowel zonder als mét dierlijke mest voldoen alle bedrijven aan de Minasnorm voor droge zandgronden. De hoogste overschotten worden behaald bij het bedrijf met 50% fabrieksaardappelen in Noordoost-Nederland (bedrijf 1) en de bedrijven met snijmais in Zuidoost-Nederland (bedrijven 7 en 8).

Wanneer het werkelijk N-overschot als maatstaf wordt genomen zitten bij het kunstmestscenario alleen bedrijven 2 en 3 onder de norm. De lössbedrijven 9 en 10 zitten ongeveer op de norm. Bij gebruik van dierlijke mest overschrijden alle bedrijven de norm van 60 kg N per ha. Wanneer uitgegaan wordt van de norm voor de niet droge zandgronden, nl. 100 kg N per ha, wordt de situatie aanzienlijk gunstiger. In dat geval kan met een beperktere inzet van mest worden voldaan aan de norm.

Nmin

Op de bedrijven op de noordoostelijke zand- en dalgronden bedraagt de Nmin na de oogst 40-50 kg per ha en bevindt zich dus ongeveer op het niveau van de norm van 44 kg N per ha (figuur 2B). Op de zuidoostelijke zandbedrijven en in mindere mate de lössbedrijven wordt deze norm overschreden. Dit is het sterkst het geval bij de bedrijven met snijmais (bedrijven 7 en 8).

Bij hantering van de Nmin op 1 december als maatstaf overschrijden alle bedrijven ruim de norm. Het verschil tussen de hoeveelheid Nmin na de oogst en op 1 december is het grootst op bedrijven waar gewassen worden geteeld waarbij veel N-rijke gewasresten achterblijven (bedrijven 4, 5, 7 en 11 waar resp. broccoli, conservenerwt/stamslaboon en bloemkool worden geteeld). Gebruik van organische mest leidt

slechts tot een lichte verhoging van de N_{min} op 1 december.

Vollegrondsgroenten/zand

N-overschotten

Voor de vollegrondsgroentebedrijven op zand is de situatie aanzienlijk ongunstiger dan bij de akkerbouwbedrijven op deze grondsoort (figuur 3A). Zelfs wanneer geen mest wordt gebruikt voldoen bedrijven met een hoog aandeel prei en ijssla (bedrijven 1,2, 5 en 9) niet aan de Minasnorm voor droog zand. Wanneer er daarnaast echter ook gewassen worden geteeld met een lagere N-behoefte zoals aardbei, chinese kool en bospeen wordt de situatie gunstiger (bedrijven 3, 4, 6, 7, 8 en 10). Wanneer mest wordt gebruikt overschrijden vrijwel alle bedrijven de Minasnorm.

Bij hantering van het werkelijk N-overschot als maatstaf wordt de situatie nog veel ongunstiger. Alleen het peenbedrijf (bedrijf 12) voldoet nog aan de norm. De mate van overschrijding van de norm is aanzienlijk hoger dan bij de akkerbouwbedrijven op zand. Dit komt door de i.h.a. hogere N-bemesting en de lagere afvoer met geoogst product op vollegrondsgroentebedrijven.

N_{min}

De norm voor N_{min} na de oogst wordt m.u.v. het peenbedrijf sterk overschreden (figuur 3B). De hoogste waarden worden bereikt op bedrijven met veel prei, ijssla en aardbei. Wanneer ook chinese kool en bospeen wordt geteeld blijft wat minder N_{min} achter.

De toename van de N_{min} tussen de oogst en 1 december loopt aanzienlijk uiteen tussen de bedrijven. Op bedrijven met veel prei is de stijging gering terwijl op de bedrijven met veel ijssla de N_{min} sterk toeneemt. Dit hangt vooral samen met verschillen in oogsttijdstip tussen de gewassen. Prei wordt meestal veel later geoogst (vaak ook na 1 december) dan ijssla. Daarnaast blijft bij ijssla ook meer N achter in gewasresten waardoor er tussen de oogst en 1 december veel meer N vrijkomt dan bij prei. De afname van de N_{min} tussen oogst en 1 december op de aardbeienbedrijven vloeit voort uit vastlegging door het ondergewerkte graanstro. Evenals bij de akkerbouwbedrijven op zand is het effect van gebruik van dierlijke mest gering.

Vollegrondsgroenten/klei

N-overschotten

Alle doorgerekende bedrijven voldoen aan de Minasnorm zowel zonder als mét gebruik van mest (figuur 4A). De hoogste overschotten worden behaald op gespecialiseerde sluitkoolbedrijven (bedrijven 5 en 6). De situatie wordt gunstiger wanneer ook gewassen worden geteeld met een lagere N-behoefte als vroege aardappelen en bloembollen (bedrijven 6, 7 en 8). Benadrukt moet worden dat slechts in beperkte mate mest is ingezet, nl. alleen in de graanstoppel (maximaal 25% van het bedrijf). Bij bloemkool is in de berekeningen uitgegaan van 1 teelt per groeiseizoen. Door het relatief korte groeiseizoen is het mogelijk om gemiddeld 1,5 teelt per seizoen te realiseren. Hierdoor wordt de situatie ongunstiger.

Bij hantering van het werkelijk N-overschot als maatstaf voldoen, wanneer geen mest wordt gebruikt, bedrijven met een hoog aandeel sluitkool (bedrijven 5 en 6) en bloemkool (bedrijven 9 en 10) niet meer aan de norm. De bedrijven waar dierlijke mest is ingezet zitten of net op de norm (bedrijven 8 en 12) of overschrijden deze licht (bedrijven 3 en 4).

N_{min}

Analoog aan de akkerbouwbedrijven op klei wordt bij geen enkel bedrijf de norm voor N_{min} na de oogst overschreden (figuur 4B). De hoogste waarden worden gevonden bij de bloemkoolbedrijven. Gemiddeld blijft bij de spruitkoolbedrijven de minste N_{min} achter.

Gedurende de herfst neemt op de bloemkoolbedrijven de N_{min} het sterkst toe. Hoewel ook op bedrijven met veel spruitkool en sluitkool veel N in gewasresten achterblijft, komt door het gemiddeld vroegere oogsttijdstip van bloemkool meer N vrij in de herfst. In combinatie met de hogere N_{min} na de oogst leidt dit op de bloemkoolbedrijven tot een sterke overschrijding van de norm van 88 kg N per ha. Doordat ook op deze bedrijven de herfsttoediening van dierlijke mest is gecombineerd met de inzet van een groenbemester neemt de N_{min} hierdoor slechts in geringe mate toe.

Effecten groenbemester bij herfsttoediening op klei

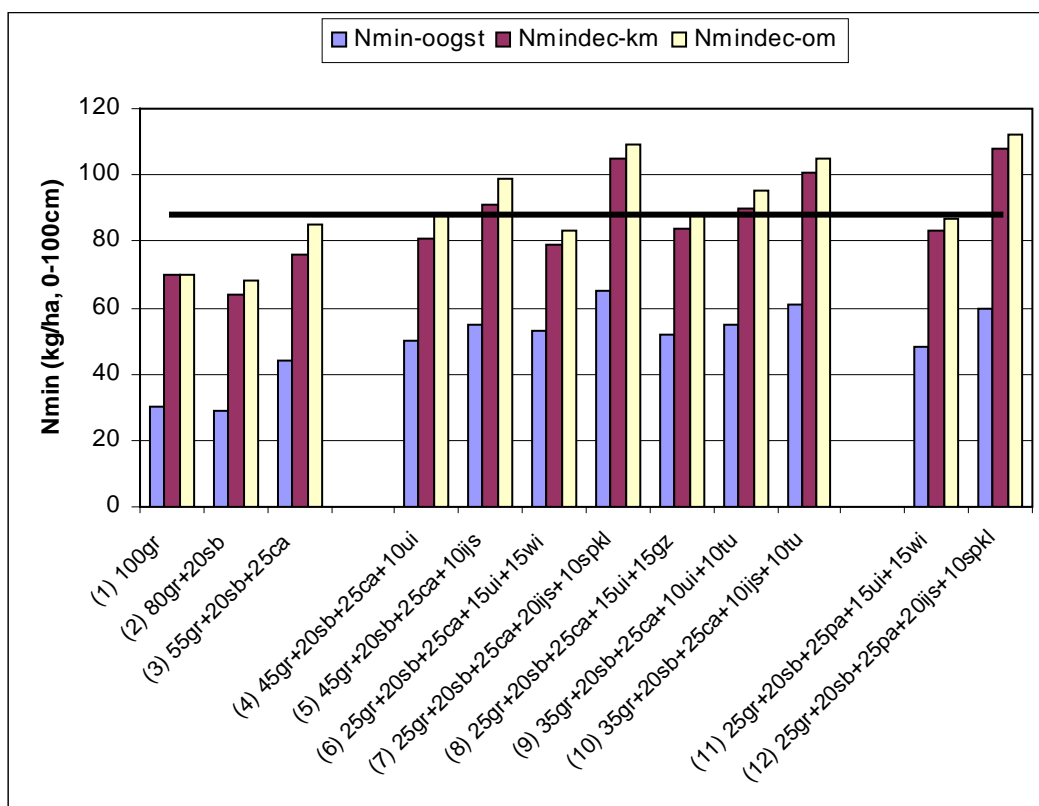
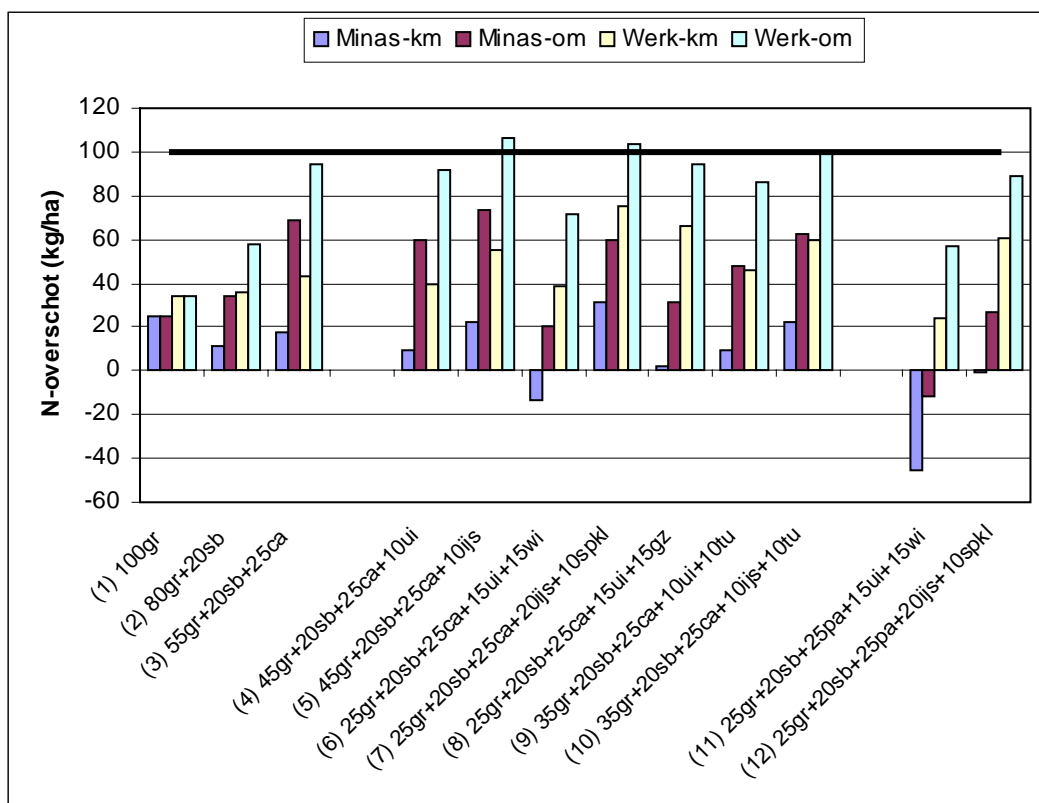
In het voorgaande is op de kleibedrijven de herfsttoediening standaard gecombineerd met de inzaai van een groenbemester, die een groot deel van de N uit de mest kan opnemen. Op die manier kunnen verliezen gedurende de winterperiode worden beperkt. In figuur 5 is voor een viertal akkerbouwbedrijven op klei weergegeven wat de consequenties zijn als geen groenbemester wordt ingezaaid of wanneer deze is mislukt (bv. als gevolg van droogte).

N-overschotten

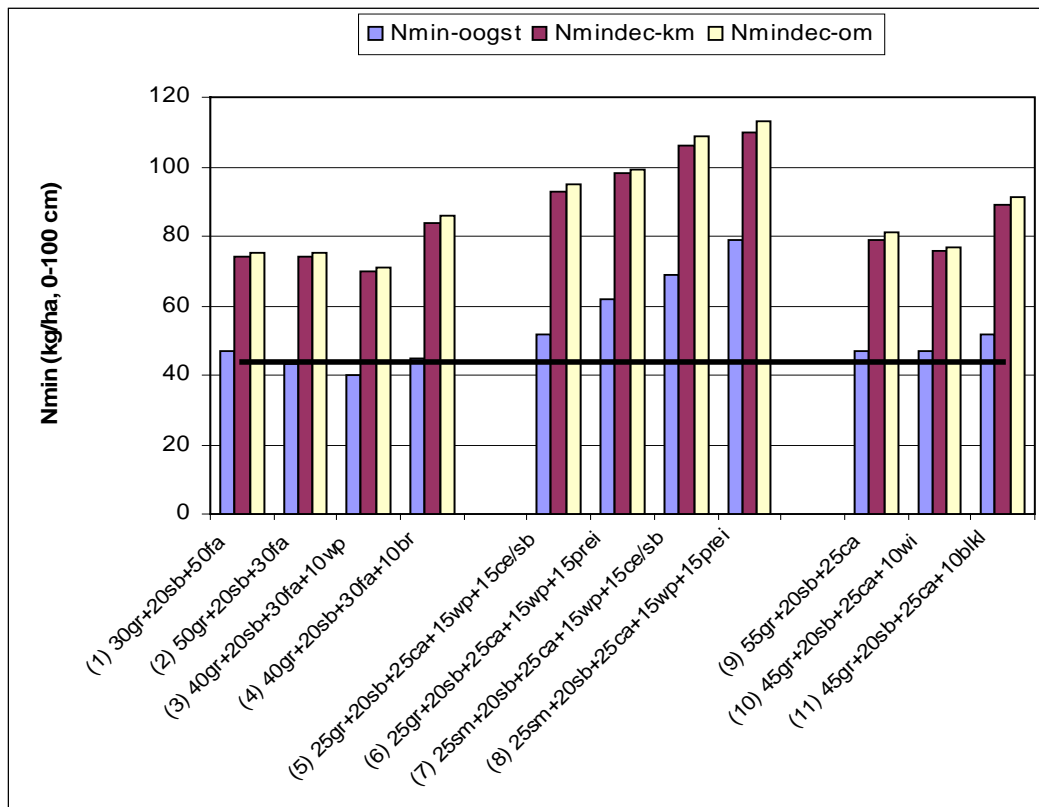
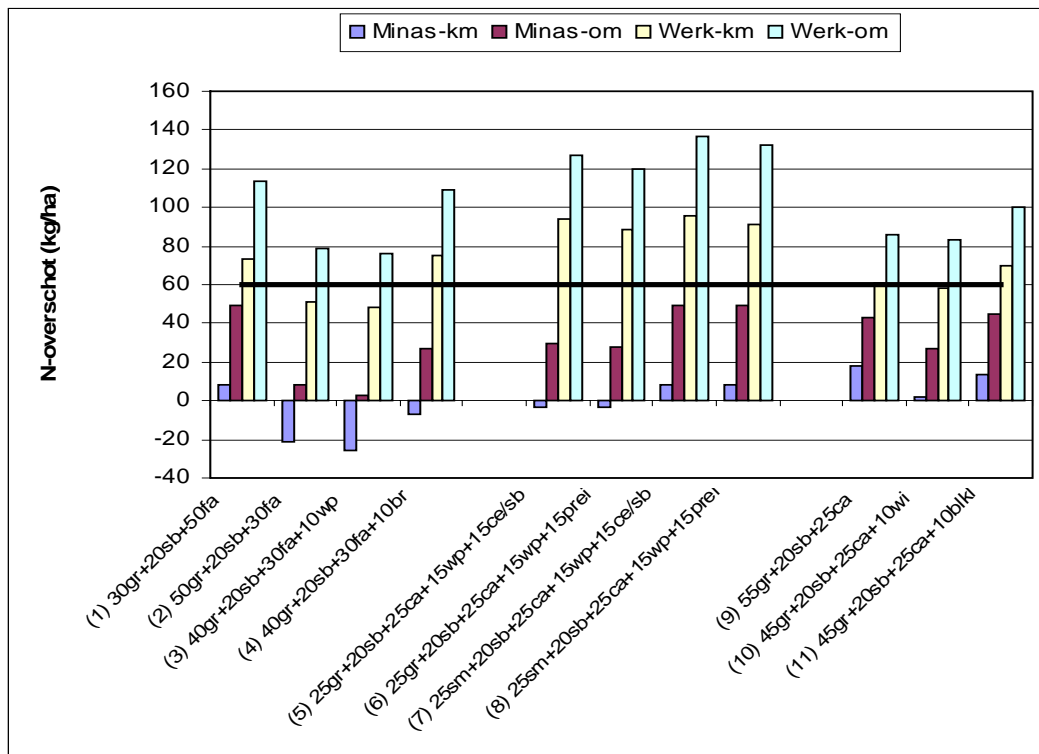
Het combineren van de herfsttoediening met een groenbemester verlaagt zowel het Minas- als het werkelijk N-overschot met resp. 8 en 15 kg per ha wanneer resp. op 25% (bedrijven 3 en 4) en 45% van het areaal (bedrijven 1 en 2) vleesvarkensdrijfmest wordt toegediend (figuur 5A).

N_{min}

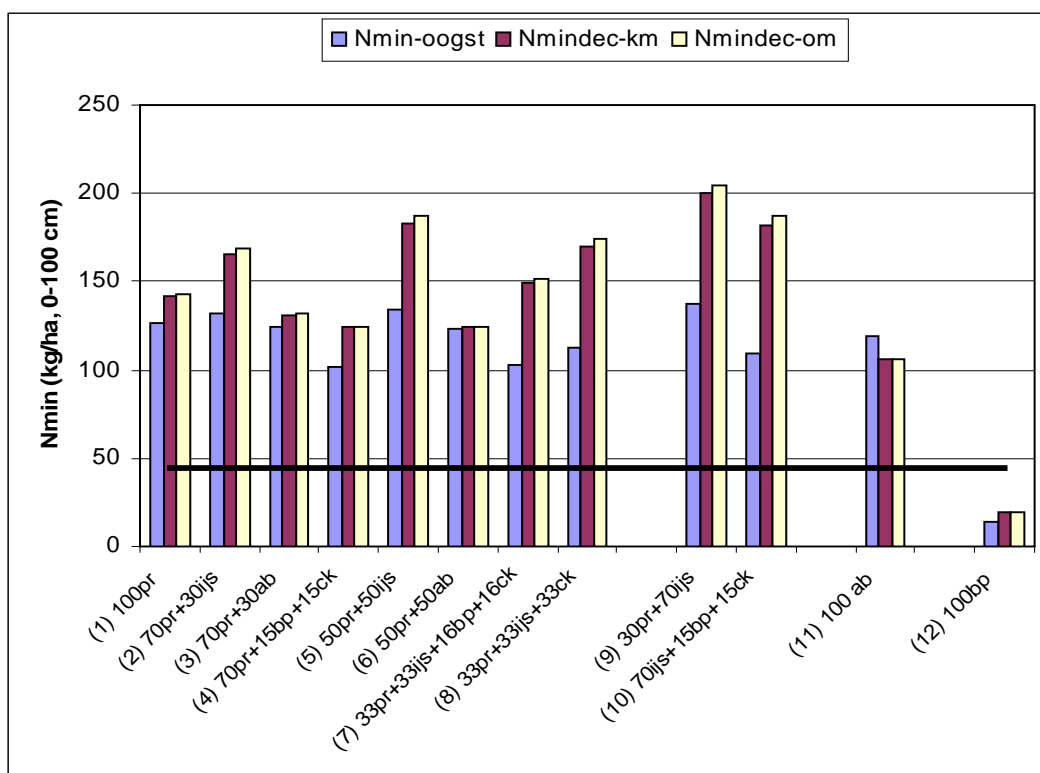
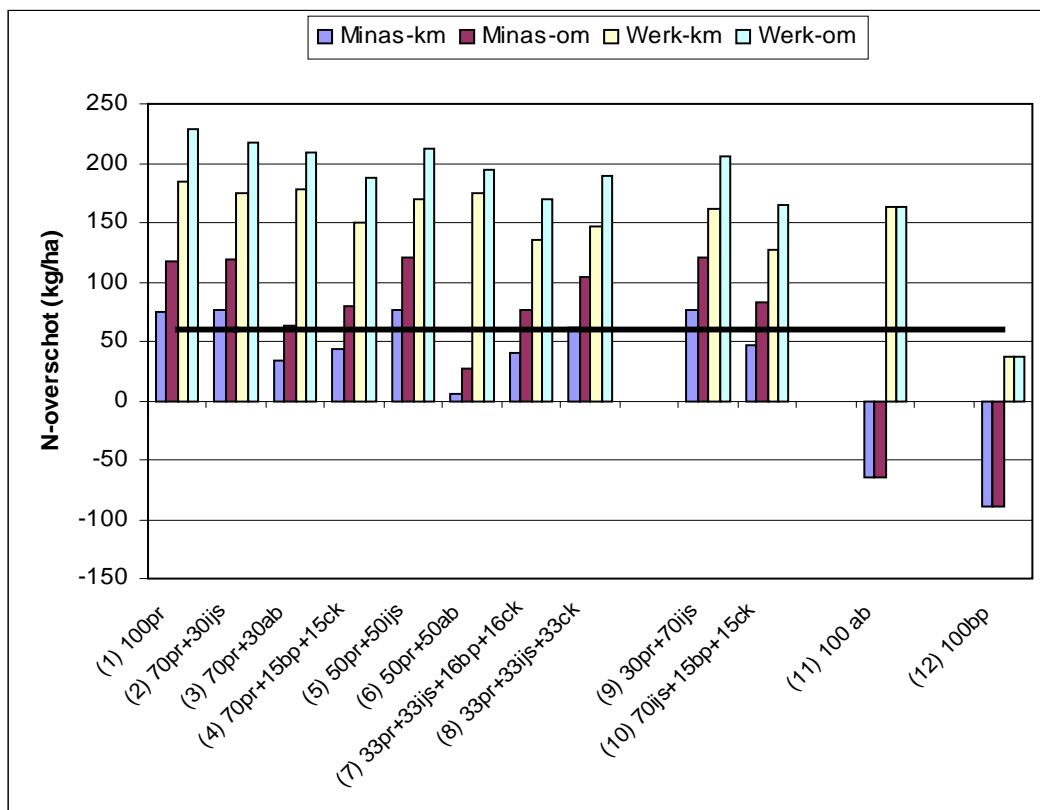
In de gehanteerde rekensystematiek leidt het wel of niet zaaien van een groenbemester niet tot verschillen in de hoeveelheid N_{min} na de oogst (figuur 5B). Deze oefent immers pas zijn invloed uit in de periode na de oogst. Effecten worden zichtbaar bij de N_{min,1dec}. Het niet zaaien of het niet slagen van een groenbemester leidt volgens verwachting tot een zeer sterke stijging van N_{min} in de herfst bij herfsttoediening van dierlijke mest. Bij een geslaagde groenbemester is de stijging veel geringer en is het mogelijk binnen de gestelde norm te blijven.



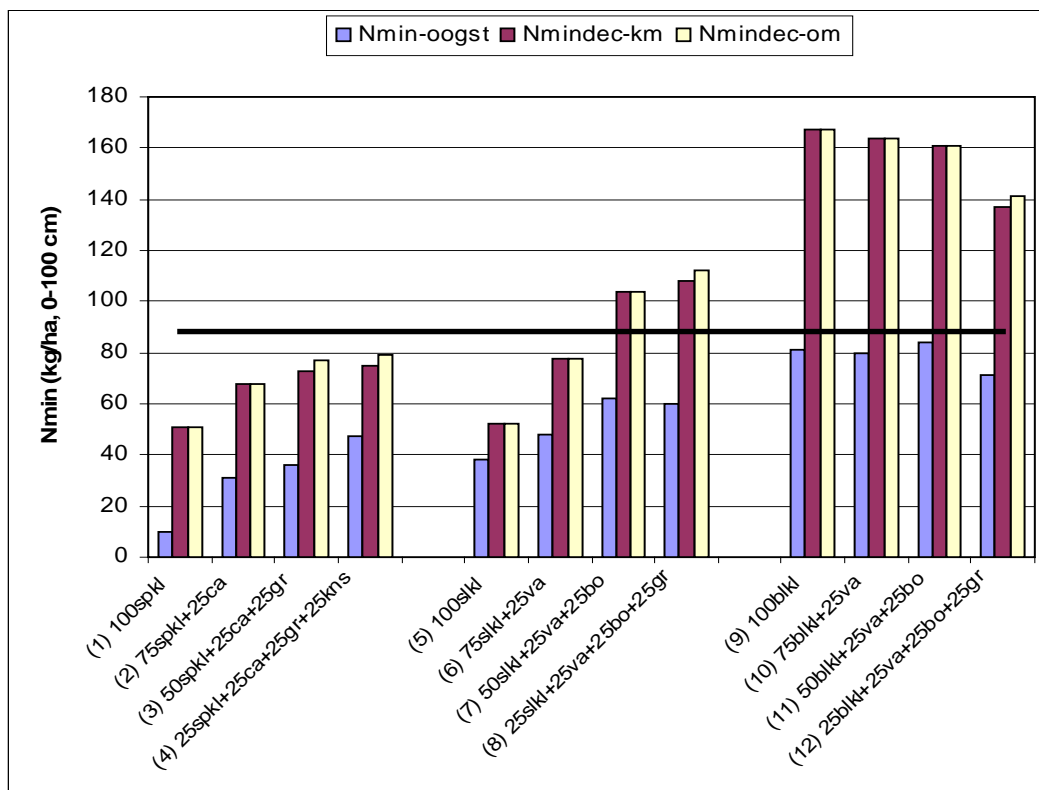
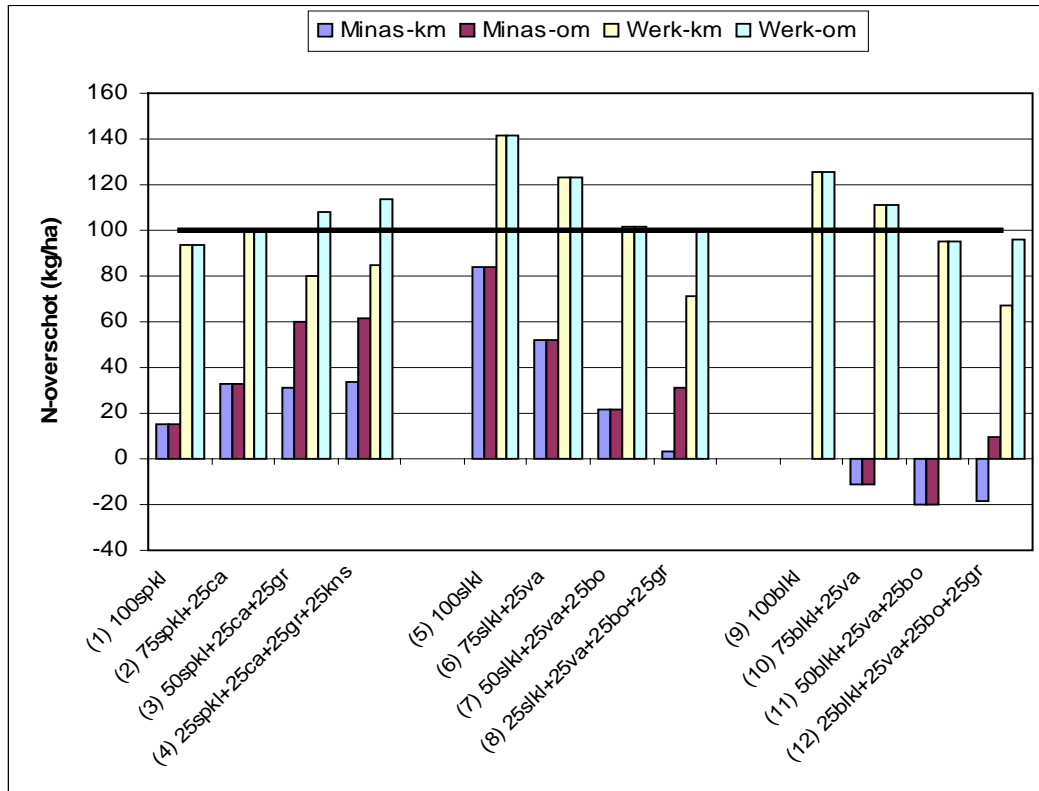
Figuur 1. Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van akkerbouwbedrijven op kleigrond zonder (km) en met inzet van vleesvarkensdrijfmest (om) (gr=graan, sb=suikerbiet, ca/pa=consumptie/poot-aardappel, ijs=ijssla, wi=witlofwortel, spkl=spruitkool, gz=graszaad).



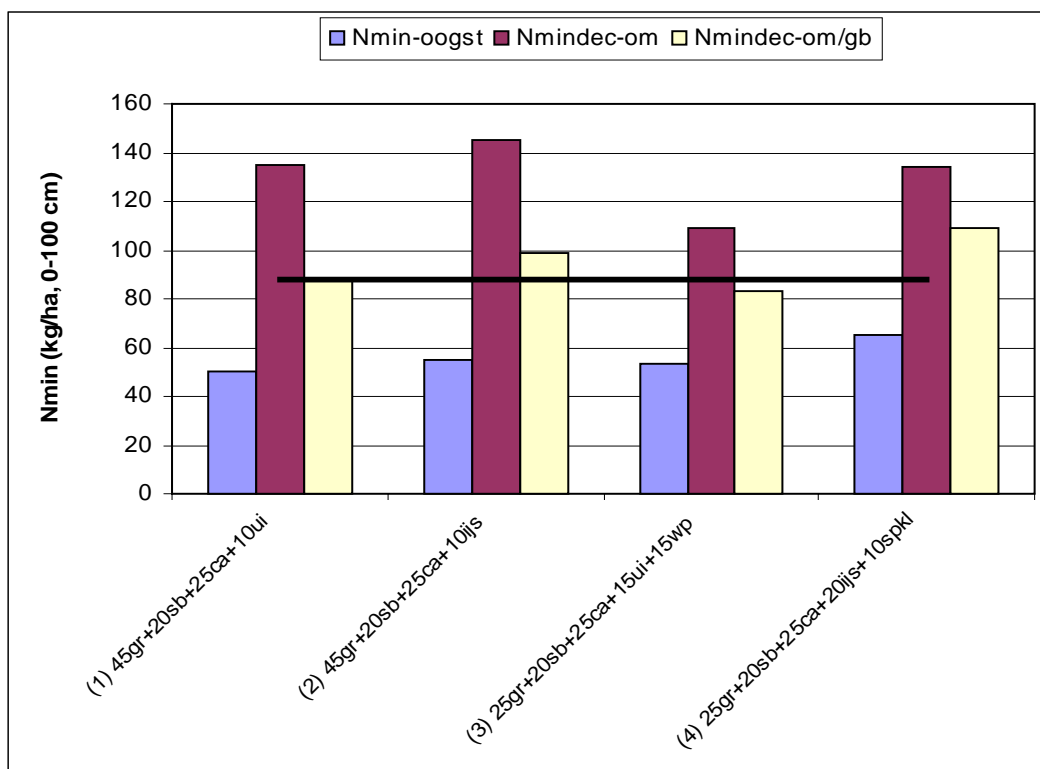
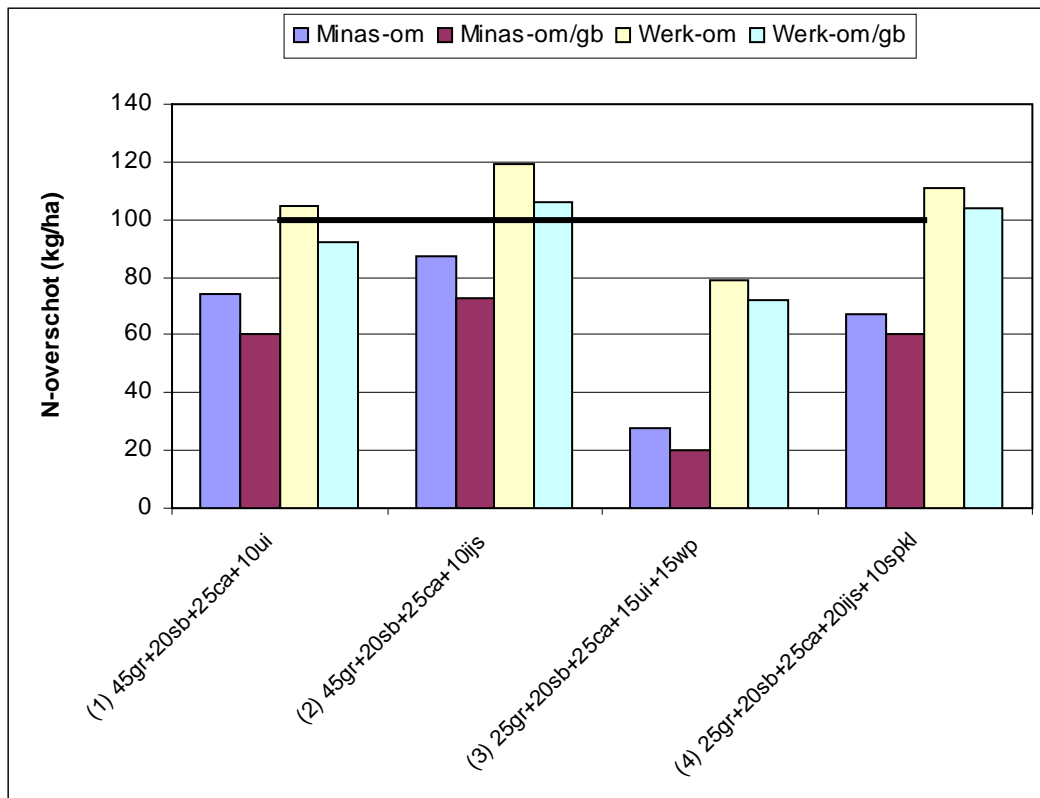
Figuur 2. Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van akkerbouwbedrijven op zand/dalgrond zonder (km) en met inzet van vleesvarkensdrijfmest (om) (gr=graan, sb=suikerbiet, ca/fa=consumptie/-fabrieksaardappel, sm=snijmais, wp=waspeen, ce=conservenerwt, sb=stamslaboon, br=broccoli).



Figuur 3. Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van vollegrondsgroentebedrijven op zandgrond zonder (km) en met inzet van vleesvarkensdrijfmest (om) (pr=prei, ijs=ijssla, ab=aardbei, bp=bospeen, ck=Chinese kool).



Figuur 4. Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van vollegrondsgroentebedrijven op kleigrond zonder (km) en met inzet van vleesvarkensdrijfmest (om) (spkl=spruitkool, ca=consumptieaardappel, gr=graan, kns=knolselderij, slkl=sluitkool, va=vroege aardappel, bo=bloembollen, blkl=bloemkool).



Figuur 5. Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van akkerbouwbedrijven op kleigrond waarbij de herfsttoediening van vleesvarkensdrijfmest niet (om) en wel (om/gb) is gecombineerd met een groenbemester (gr=graan, sb=suikerbiet, ca=con-sumptieaardappel, ijs=ijssla, wi=witlofwortel, spkl=spruitkool).

3.2 Relaties indicatoren

In deze paragraaf worden de onderlinge relaties beschreven tussen de verschillende maatstaven voor N-verliezen. In onderstaande tabel is aangegeven om welke relaties het gaat. Voor de beschrijving van de relaties zijn alle doorgeredende bedrijven meegenomen. De uitkomsten zijn weergegeven in figuur 6 t/m 11. In de figuren is onderscheid aangebracht naar sector, grondsoort en scenario (zonder en met mest). Bij het mestscenario op de kleibedrijven zijn alleen de varianten waarin de herfsttoediening is gecombineerd met een groenbemester meegenomen. Verder moet worden benadrukt dat de relaties ook worden beïnvloed door de over- of ondervertegenwoordiging van bepaalde bedrijfstypen. Zo zijn er bijvoorbeeld op zandgrond meer groente- dan akkerbouwbedrijven doorgeredend.

	Werkelijk N-overschot	Nmin,oogst	Nmin,1dec
Minas-N-overschot	+	+	+
Werkelijk N-overschot		+	+
Nmin,oogst			+

Minas-N-overschot versus werkelijk N-overschot

Figuur 6 laat zien dat er weliswaar sprake is van een redelijke relatie tussen het Minas-N- en werkelijk N-overschot maar dat deze afwijkt van een 1:1-relatie en dat bovendien de spreiding aanzienlijk is. Dit wordt in de eerste plaats veroorzaakt door het verschil in forfaitaire en werkelijke N-afvoer met het geogoste product. Op de vollegrondsgroentebedrijven is dit verschil i.h.a. groter dan op de akkerbouwbedrijven. Extreem voorbeeld is het gespecialiseerde aardbeienbedrijf (punt linksboven in de figuur) waarbij het verschil tussen de forfaitaire en werkelijke N-afvoer circa 140 kg N per ha bedraagt. Afwijking van de 1:1 relatie wordt ook veroorzaakt door het inrekenen van de depositie (25-45 kg N/ha) in het werkelijk N-overschot.

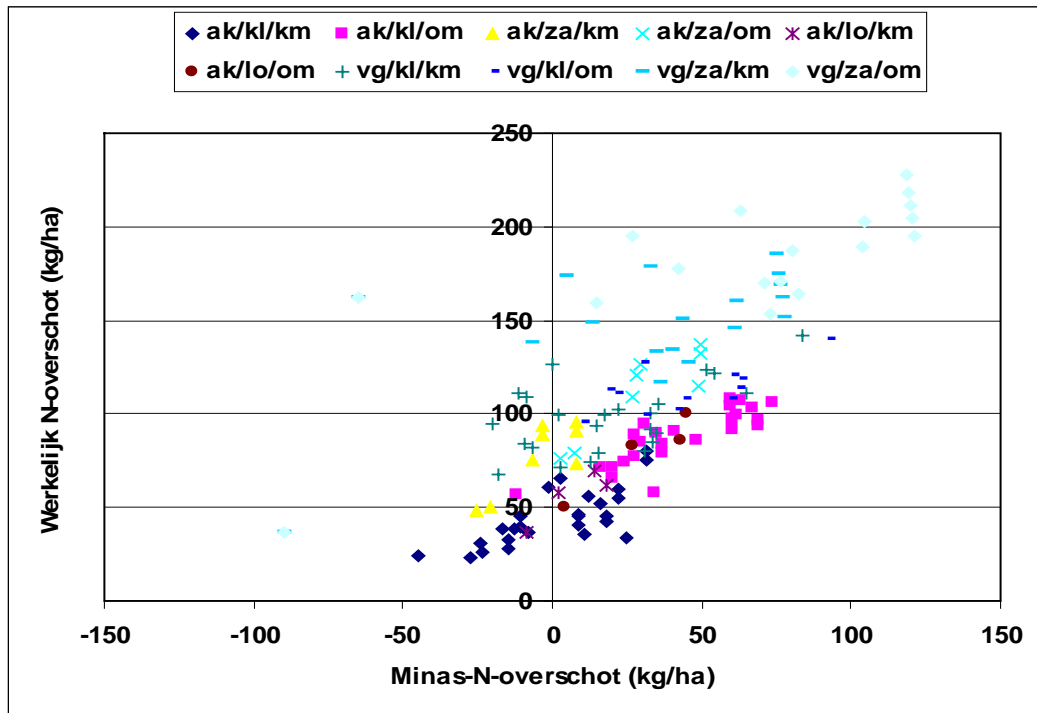
Minas-N- en werkelijk N-overschot versus Nmin na de oogst en op 1 december

Uit de figuren 7 t/m 10 blijkt dat het werkelijk N-overschot een betere relatie vertoont met de hoeveelheid Nmin na de oogst en op 1 december dan het Minas-N-overschot. Dit komt omdat de werkelijke N-balans vollediger is dan de Minas-N-balans (zie hierboven). Maar ook bij de relatie tussen het werkelijk N-overschot en de Nmin is er nog sprake van aanzienlijke spreiding. Met name de bij vollegrondsgroentebedrijven op klei is de Nmin na de oogst lager dan op basis van het werkelijk N-overschot mocht worden verwacht. Dit is met name het geval bij de sluitkool- en spruitkoolbedrijven. Het hoge N-overschot op deze bedrijven wordt met name veroorzaakt doordat veel N in gewasresten op het land achterblijft. Dit heeft echter geen invloed op de hoeveelheid minerale bodem-N vlak na de oogst. Bij de Nmin,1dec wordt een deel van de N in de gewasresten wel zichtbaar en wel het sterkst op bloemkoolbedrijven vanwege het relatief vroege oogsttijdstip.

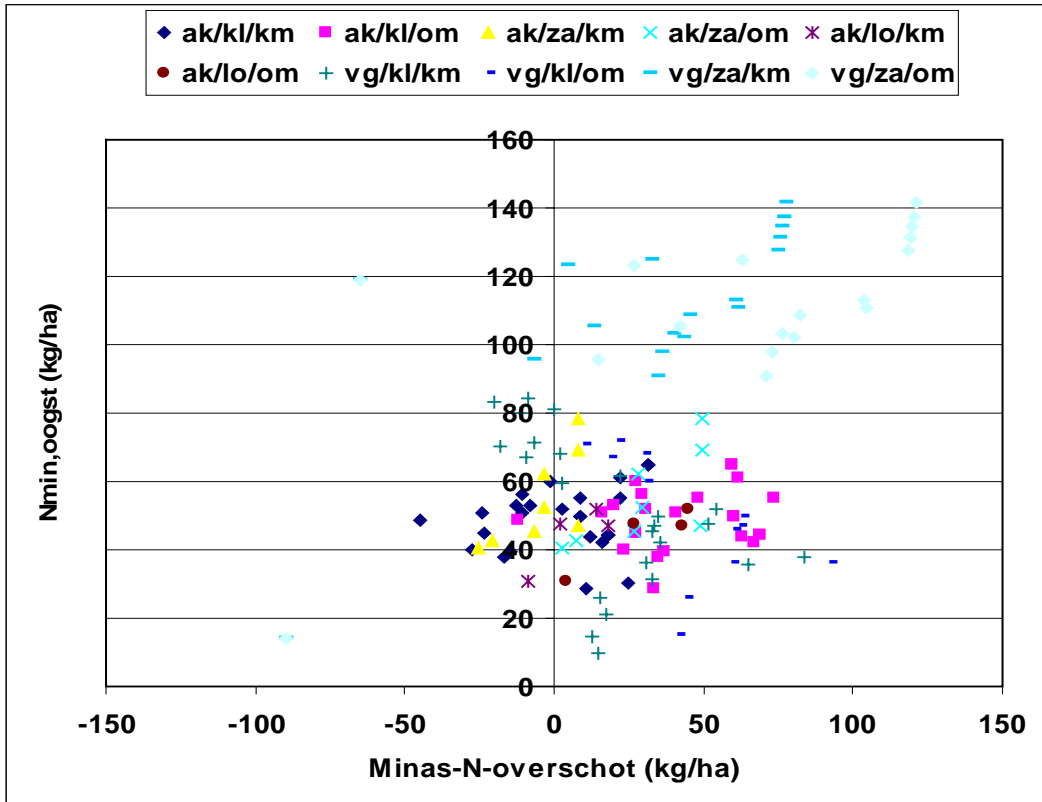
De spreiding wordt ook veroorzaakt door het gebruik van organische mest. Dit verhoogt nl. in veel sterkere mate het N-overschot dan de hoeveelheid Nmin na de oogst en op 1 december.

Nmin,oogst versus Nmin,1dec

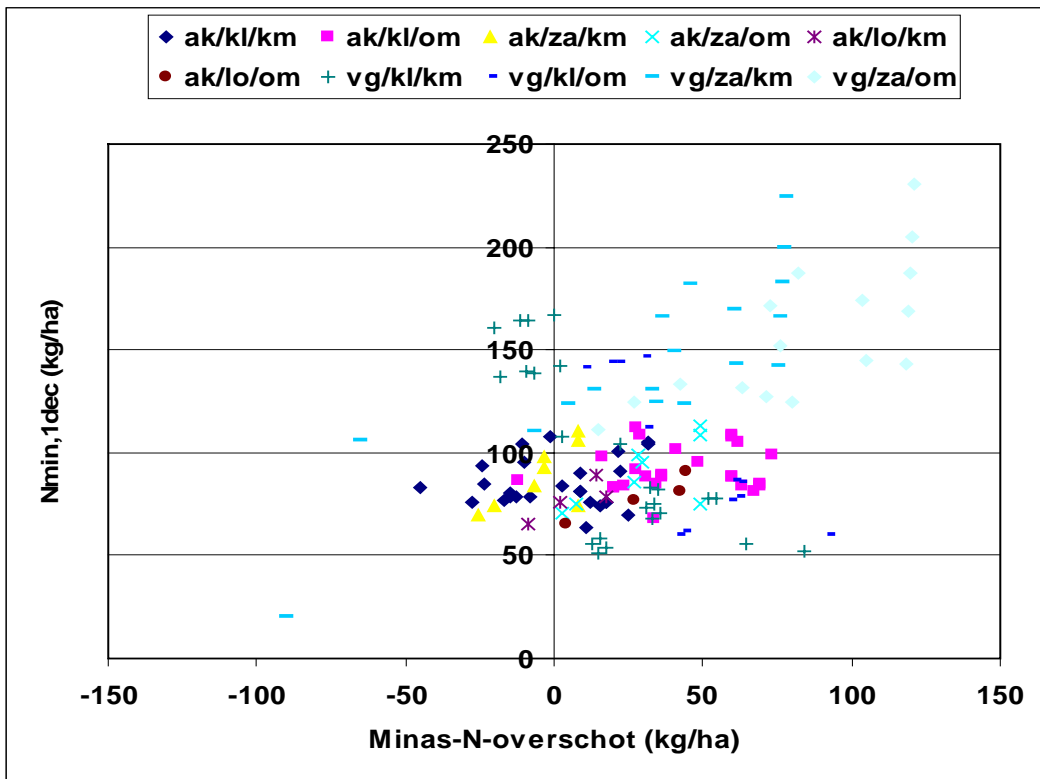
Figuur 11 laat zien dat er sprake is van een goed verband tussen de Nmin na de oogst en die op 1 december. Gemiddeld over de bedrijven is de Nmin op 1 december circa 30-40 kg N per ha hoger dan na de oogst. De sterkste afwijkingen doen zich met name voor op bedrijven met veel prei. Door het late oogsttijdstip van prei en doordat zich relatief weinig N in de gewasresten bevindt, neemt de Nmin slechts een weinig toe tussen de oogst en 1 december.



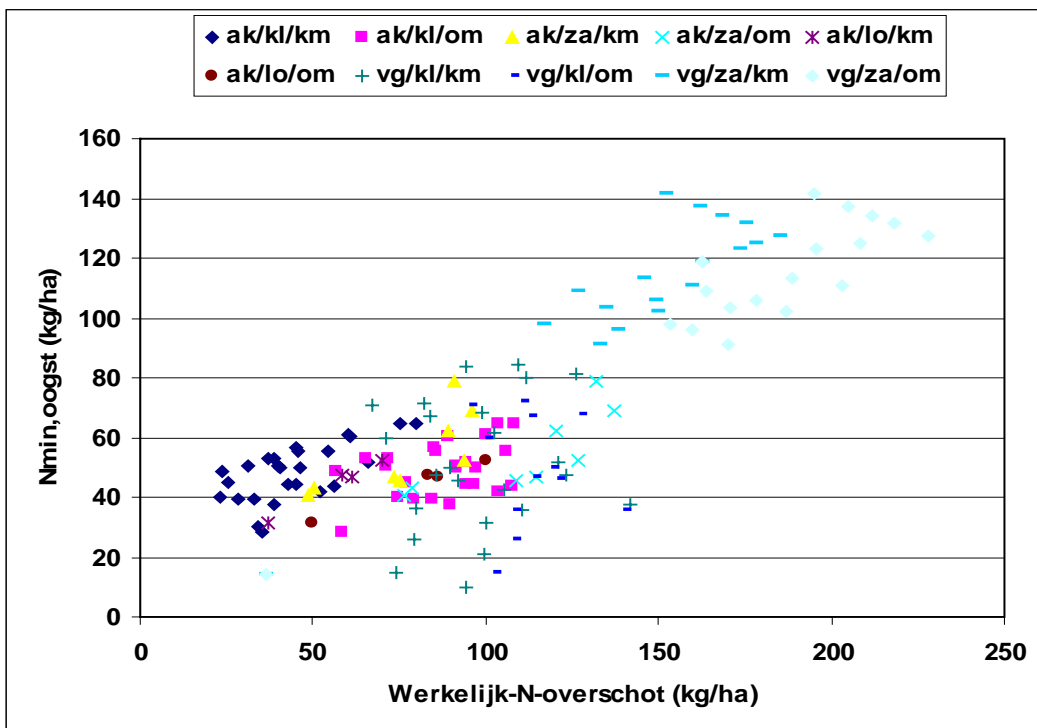
Figuur 6. Relatie tussen het Minas-N- en het werkelijk N-overschot voor akkerbouw (ak)- en vollegrondsgroentebedrijven (vg) op klei (kl)-, zand/dal (za)- en lössgrond (lo) zonder (km) en met inzet van organische mest (om).



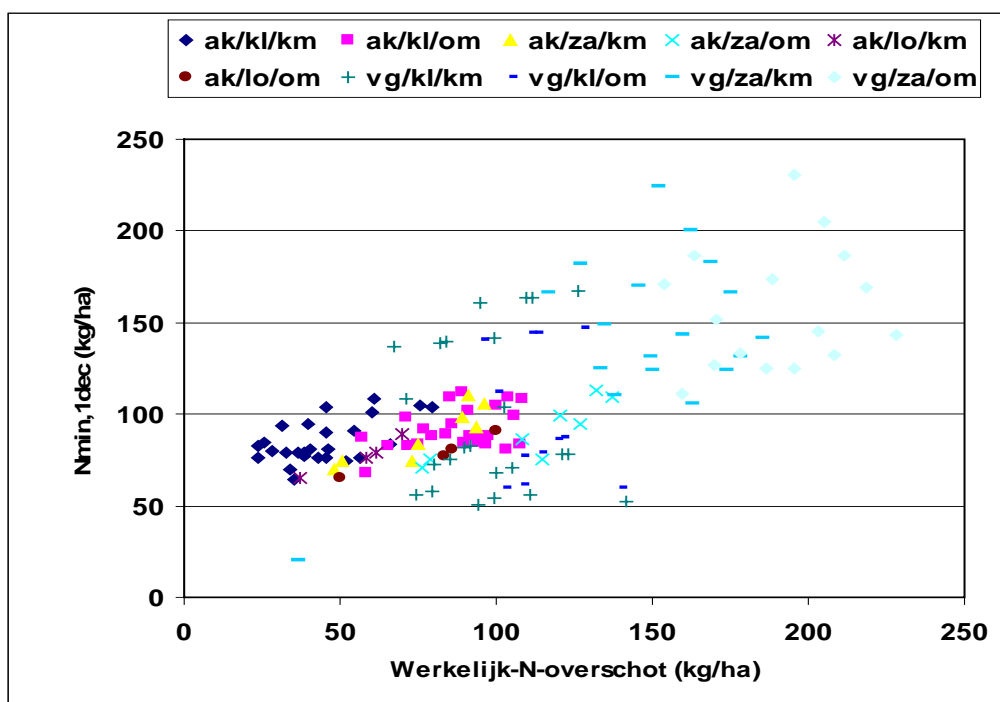
Figuur 7. Relatie tussen het Minas-N-overschot en de hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst voor akkerbouw (ak)- en vollegrondsgroentebedrijven (vg) op klei (kl)-, zand/dal (za)- en lössgrond (lo) zonder (km) en met inzet van organische mest (om).



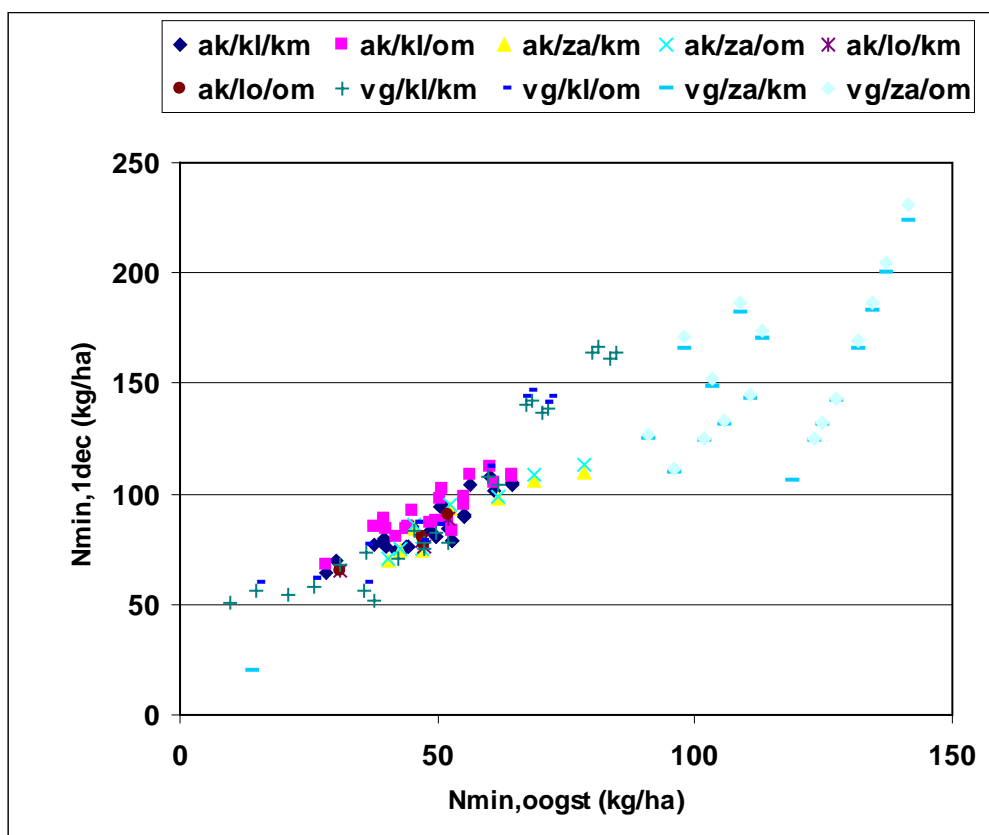
Figuur 8. Relatie tussen het Minas-N-overschot en de hoeveelheid minerale bodem-N op 1 december voor akkerbouw (ak)- en vollegrondsgroentebedrijven (vg) op klei (kl)-, zand/dal (za)- en lössgrond (lo) zonder (km) en met inzet van organische mest (om).



Figuur 9. Relatie tussen het werkelijk N-overschot en de hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst voor akkerbouw (ak)- en vollegrondsgroentebedrijven (vg) op klei (kl)-, zand/dal (za)- en lössgrond (lo) zonder (km) en met inzet van organische mest (om).



Figuur 10. Relatie tussen het werkelijk N-overschot en de hoeveelheid minerale bodem-N op 1 december voor akkerbouw (ak)- en vollegrondsgroentebedrijven (vg) op klei (kl)-, zand/dal (za)- en lössgrond (lo) zonder (km) en met inzet van organische mest (om).



Figuur 11. Relatie tussen de hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december voor akkerbouw (ak)- en vollegrondsgroentebedrijven (vg) op klei (kl)-, zand/dal (za)- en lössgrond (lo) zonder (km) en met inzet van organische mest (om).

3.3 Conclusies

Hieronder worden de belangrijkste conclusies weergegeven bij hantering van de verschillende maatstaven voor N-verliezen.

Minas-N-overschot

- Op akkerbouwbedrijven zijn er geen problemen te verwachten mits op een verantwoorde wijze organische mest wordt ingezet.
- Bij de vollegrondsgroentebedrijven overschrijden met name zandbedrijven met veel prei en ijssla de norm voor droog zand.

Werkelijk N-overschot

- Bij de akkerbouwbedrijven doen zich met name problemen voor op zand/dal/lössgrond. Zelfs wanneer geen mest wordt ingezet is het voor veel bedrijven niet mogelijk te voldoen aan de norm voor droog zand.
- Zowel met als zonder gebruik van mest overschrijden de vollegrondsgroentebedrijven op zandgrond in sterke mate de norm. Dit is eveneens het geval wanneer uitgegaan wordt van een norm van 100 kg N per ha i.p.v. de strengere norm van 60 kg N per ha voor droge zandgronden.
- Bij vollegrondsgroentebedrijven op klei overschrijden met name gespecialiseerde sluitkool- en bloemkoolbedrijven de norm

Nmin,oogst

- Op klei blijven alle akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven binnen de norm.
- Op zand wordt met name op vollegrondsgroentebedrijven in sterke mate de norm overschreden. In de akkerbouw is dit het geval op de bedrijven in Zuidoost Nederland.

Nmin,1dec

- Bij de akkerbouwbedrijven op klei overschrijden vooral de bedrijven met ijssla de norm. Op zand- en lössgrond blijft geen van de doorgerekende bedrijven binnen de norm.
- Vrijwel alle doorgerekende groentebedrijven op zand overschrijden in ruime mate de norm. Bij de kleibedrijven is dit vooral bij de bloemkoolbedrijven het geval.

4 Keuze en uitgangspunten alternatieve scenarios

Uit de berekeningen van de basisscenarios (hoofdstuk 3) blijkt dat overschrijding van normen met name plaatsvindt op de zandbedrijven. Het lijkt daarom logisch om de aandacht bij het doorrekenen van alternatieve scenarios vooral op die bedrijven te richten. Wel is het zinvol om op een aantal kleibedrijven na te gaan in hoeverre door een juiste mestkeuze en toedieningstijdstip (voorjaarstoediening) de mestafzetruimte kan worden verhoogd. De gebruikelijke herfsttoediening beperkt immers de inzet van organische mest. Deze rekenexercitie past ook goed in het project "Perspectieven voorjaarstoediening van dierlijke mest op klei". Dit betreft een bureaustudie. Om overlap te voorkomen zal het kleideel daarom gezamenlijk vanuit beide projecten worden aangepakt.

In dit hoofdstuk wordt de bedrijfskeuze en de door te rekenen scenarios toegelicht. Daarnaast worden ook de uitgangspunten en kengetallen behorend bij de diverse maatregelen beschreven. In hoofdstuk 5 worden de resultaten gepresenteerd.

4.1 Zand- en dalgrond

4.1.1 Keuze bedrijven

Om de output enigszins beheersbaar te houden worden de berekeningen in eerste instantie beperkt tot een viertal akkerbouwbedrijven, nl. 2 zetmeel- en 2 consumptieaardappelbedrijven, en een vijftal vollegrondsgroentebedrijven, nl. 3 prei-bedrijven, 1 ijssla- en 1 aardbeibedrijf. In vergelijking met de basisscenarios is de bouwplansamenstelling soms enigszins aangepast om de bedrijven ook vruchtwisselings technisch te kunnen rondzetten. Dit is met name belangrijk om de effecten van de inzet van vanggewassen in kaart te kunnen brengen. De geselecteerde bedrijven zijn hieronder weergegeven:

Akkerbouw, Noord-Oost-Nederland

1. 50% zetmeelaardappelen + 25% suikerbieten + 25% graan
2. 33% zetmeelaardappelen + 25% suikerbieten + 8% peen + 33% graan

De bedrijven zijn vergelijkbaar met resp. bedrijf 1 en 3 bij de basisberekeningen (zie hoofdstuk 3) en zijn representatief voor de regio.

Akkerbouw, Zuid-Oost-Nederland

1. 25% consumptieaardappelen + 25% suikerbieten + 25% graan + 12,5% peen + 12,5% erwt+boon
2. 25% consumptieaardappelen + 25% suikerbieten + 25% snijmais + 12,5% peen + 12,5% erwt+boon

De bedrijven zijn vergelijkbaar met bedrijf 5 en 7 bij de basisberekeningen (zie hoofdstuk 3).

Vollegrondsgroenten, Zuid-Oost-Nederland

1. 100% prei
2. 50% prei + 50% ijssla
3. 33% prei + 33% ijssla + 16% chinese kool + 16% bospeen
4. 67% ijssla + 33% prei
5. 100% aardbei

Het betreft de bedrijven 1, 5, 7, 9 en 11 bij de basisberekeningen (zie hoofdstuk 3). Bedrijf 3 is qua bouwplan identiek met dat van het geïntegreerde BSO-bedrijf te Meterik.

4.1.2 Keuze scenario's

Omdat inzet van organische mest gebruikelijk is op bovengenoemde bedrijven is de *organische mestvariant* van de basisberekeningen als referentie genomen voor verdere berekeningen. De hierbij gehanteerde uitgangspunten zijn:

- Dierlijke mest toedienen aan: aardappelen, suikerbieten, snijmais, stamslabonen, prei, ijssla (1^e teelt), Chinese kool (1^e teelt)
- De volgende giften zijn toegediend:
 - Consumptie- en zetmeelaardappelen, snijmais: 30 m³/ha
 - Stamslabonen: 25 m³/ha
 - Suikerbieten, prei, ijssla en Chinese kool: 20 m³/ha
- Bij het consumptieaardappelbedrijf met *snijmais* is geen mest toegediend bij de stamslabonen omdat anders de fosfaatverliesnorm van 20 kg per ha werd overschreden.

Door te rekenen maatregelen

De volgende maatregelen komen in beeld:

Referentie (zie hierboven)

1. Rassenkeuze
2. Het inzaaien van vanggewassen
NBS bij consumptie- en zetmeelaardappelen, prei, ijssla en aardbei
3. Het inwerken van graanstro
4. Betere inschatting N-nawerking oogstresten
5. N-rijenbemesting
 - Kunstmest: Snijmais en Prei
 - Organische mest: Snijmais
6. Beperking inzet organische mest
7. Verwijderen van gewasresten
8. Vervangen van een 2^e teelt door een vanggewas

Suboptimaal met N bemesten

Maatregelen 2 t/m 8 zijn redelijk eenvoudig door te voeren. Maatregelen 9 t/m 11 zijn vergaander en kunnen eventueel worden toegepast wanneer de eerste maatregelen onvoldoende effect sorteren.

Kengetallen maatregelen

Rassenkeuze

Bij aardappelen hangt de N-behoefte af van het geteelde ras. Bij de referentie is uitgegaan van een relatief vroeg ras met een hoge N-behoefte. Ter oriëntatie is bij de 2 zetmeelaardappelbedrijven ook een variant doorgerekend met een later ras met een lagere N-behoefte. In onderstaande tabel zijn de uitgangspunten weergegeven. Het verschil in N_{min,1dec} tussen vroeg en laat van 15 kg per ha is een optelsom van 5, 8 en 2 kg per ha uit resp mineralisatie uit gewasresten, mineralisatie uit oude organische stof en depositie.

Tabel 12. Uitgangspunten rassenkeuze bij zetmeelaardappelbedrijven.

Ras	N-behoefte (kg/ha)	Oogsttijdstip	N _{min,oogst} (kg/ha)	N _{min,1dec} (kg/ha) ¹
Vroeg	240	20/9	57	90 (95)
Laat	180	15/10	57	75 (77)

1. Getallen tussen haakjes geven de waarden weer bij gebruik van 30 ton varkensdrijfmest per ha

Inzet vanggewassen

- Vanggewassen worden ingezet bij gewassen die vóór 15 september worden geoogst, nl. graan, snijmais, aardbei en Chinese kool.
- Voor de N-opname van een vanggewas wordt verwezen naar paragraaf 2.3.4. Bij gewassen die veel N

in de bodem achterlaten (snijmaïs, aardbei en Chinese kool) is uitgegaan van het opnamepatroon van een *bemeste* groenbemester. Na graan, dat relatief weinig N achterlaat, is uitgegaan van het opnamepatroon van een *onbemeste* groenbemester. Na aardbei is uitgegaan van een N-opname van 80 kg per ha; na graan, snijmaïs en Chinese kool van een opname van 40 kg N per ha.

- Het vanggewas wordt pas in het voorjaar ondergewerkt. De N-nawerking bedraagt dan 50% van de opgenomen N. Omdat deze hoeveelheid wordt gekort op de N-gift van het volggewas heeft dit geen consequenties voor de N_{min} na de oogst bij het volggewas.

Toepassing NBS

- NBS wordt toegepast bij consumptie- en zetmeelaardappelen, prei, ijssla en aardbei.
- De besparing in vergelijking met een eenmalige gift bedraagt voor:
 - Consumptie/zetmeelaardappel: 30 kg N per ha
 - Prei: 40 kg N per ha
 - Ijssla (2^e teelt): 20 kg N per ha
 - Aardbei: 20 kg N per ha
- Door verlaging van de N-gift neemt i.h.a. de N_{min},oogst af. De verandering is afgeleid m.b.v. relaties tussen N-gift en N_{min},oogst zoals beschreven in hoofdstuk 2.3.3. Dit leidde tot de volgende waarden:
 - Consumptieaardappel: 95 -> 85
 - Zetmeelaardappel: 57 -> 57 (blijft gelijk omdat er geen relatie is tussen N_{gift} en N_{min},oogst op zand/dalgrond)
 - Prei: 127 -> 107
 - Ijssla, 2^e teelt: 141 -> 121
 - Aardbei: 119 -> 109 (geschat vanwege het ontbreken van voldoende data, de helft van de in mindering gebrachte N)

Inwerken van graanstro

- Er wordt onderscheid gemaakt tussen situaties waarbij het stro al wel en niet op het bedrijf aanwezig is.
 - Op akkerbouwbedrijven maar ook op het aardbeibedrijf is het stro al op het bedrijf aanwezig. Het wordt dan ingewerkt op de plaats waar het achterblijft, nl. na het graan en na aardbeien. Na alle graan is uitgegaan van een hoeveelheid stro van 3,3 ton per ha, bij aardbeien is uitgegaan van een opgebrachte hoeveelheid van 10 ton per ha. Omdat dit een standaardmaatregel betreft op aardbeibedrijven, is dit ook in het basisscenario al meegenomen.
 - Op de prei- en ijslabedrijven wordt geen graan geteeld en wordt er ook geen stro gebruikt bij de teelt. In dat geval wordt stro van buiten het bedrijf aangevoerd. Uitgegaan wordt van een hoeveelheid van 10 ton per ha. Het stro wordt toegepast na ijssla en Chinese kool. Na prei is het niet meer zinvol stro in te werken. Door het late oogsttijdstip zal als gevolg van de lage bodemtemperatuur weinig N meer worden vastgelegd.
- Als maat voor de N-vastlegging wordt uitgegaan van 2,5 kg N per ton stro. Deze hoeveelheid is berekend met het model MINIP en komt goed overeen met recente experimentele resultaten. Er is vervolgens uitgegaan van een N-nawerking van 1,5 kg N per ha per ton stro in het volggewas.

Betere inschatting N-nawerking oogstresten

- Bij de basisscenario's is bij de akkerbouwbedrijven alleen een korting doorberekend van bietenblad, nl. 30 kg N per ha. Ook bij de oogstresten van doperwt is dit zinvol. Hierin blijft immers relatief veel N achter (circa 130 kg N per ha). Uitgegaan is van een nawerking van 50 kg N per ha t.b.v. de volgteelt stamslaboon. De gift aan dierlijke mest is als gevolg hiervan verlaagd van 25 tot 15 m³ vleesvarkensdrijfmest per ha. Omdat de N-nawerking wordt gekort op de N-gift van het volggewas heeft dit geen consequenties voor de N_{min} na de oogst bij het volggewas.
- Op de groentebedrijven blijft veel N achter in de gewasresten van ijssla en Chinese kool. De nawerking van de 1^e teelt t.b.v. de 2^e teelt is echter al verdisconteerd in een halvering van de N-gift voor de 2^e teelt. Dit was ook al zo in de basisberekeningen.

Rijenbemesting

- Rijenbemesting is zinvol bij de gewassen snijmais en prei. De volgende besparingen worden gehanteerd:
 - Bij snijmais wordt bij kunstmest-N-rijenbemesting uitgegaan van een 20% besparing op de gift. Bij rijenbemesting met dierlijke mest kan 33% worden bespaard op de mestgift.
 - Bij prei kan rijenbemesting met Cultan worden toegepast. Hierbij kan 20% op de gift worden bespaard.
- De volgende varianten worden meegenomen:
 - Snijmais
 - N-rijenbemesting met kunstmest (gift van 105 kg N per ha, geen dierlijke mest)
 - Rijenbemesting met dierlijke mest (gift van 20 m³ vleesvarkensdrijfmest per ha, geen aanvullende kunstmest meer)
 - Prei
 - Gift van 190 kg N per ha als Cultan meststof
- Door verlaging van de N-gift neemt de N_{min},oogst af. De verandering is afgeleid m.b.v. relaties tussen N-gift en N_{min},oogst zoals beschreven in hoofdstuk 2.3.3. Dit leidde tot de volgende waarden:
 - Snijmais (rijenbemesting met kunstmest): 106 -> 91
 - Snijmais (rijenbemesting met organische mest): 106 -> 88
 - Prei: 127 -> 102

Beperking inzet organische mest

Het toepassen van verschillende maatregelen (NBS, rijenbemesting) leidt vaak al tot een afname van de inzet van organische mest. Door daarnaast ook een variant zonder gebruik van organische mest mee te nemen wordt een goed beeld verkregen van de effecten van verminderd mestgebruik.

Verwijderen van gewasresten

- Het verwijderen van gewasresten beperkt zich tot de volgteelten (2^e teelt in groeiseizoen) omdat die het meeste bijdragen aan verhoging van de N_{min} in de herfst. Het gaat dan om de volgende gewassen:
 - Stamslaboon
 - Ijssla
 - Chinese kool
- Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat de gewasresten van het bedrijf worden afgevoerd.
- Afname van de N_{min},1dec met resp. 20, 25 en 37 kg N per ha. Dit is een resultante van het wegvallen van de mineralisatie van gewasresten van de 2^e teelt én van een toename van de bodemmineralisatie omdat de duur van de periode tussen de oogst van het gewas en 1 december toeneemt.

Vervangen van een 2^e teelt door een vanggewas

- Deze maatregel wordt toegepast bij:
 - Stamslaboon
 - Ijssla
 - Chinese kool
- Bij de teelt van het vervangende vanggewas is uitgegaan van het opnamepatroon van een bemeste groenbemester omdat de eerste teelt veel N achterlaat. De N-opname is na alle 3 gewassen geschat op 100 kg N per ha waarvan de helft beschikbaar komt voor het volggewas na onderwerken in het voorjaar. Er is ook een variant doorgerekend met een N-opname door het vanggewas van 150 kg per ha.
- De afname van N_{min},1dec met resp. 32, 51 en 57 kg N per ha bij resp. stamslaboon, ijssla en Chinese kool wanneer uitgegaan wordt van een N-opname van 100 kg per ha door het vanggewas. Bij een opname van 150 kg N per ha bedragen deze hoeveelheden 82, 101 en 115 kg N per ha. De afname wordt veroorzaakt door verschillende processen.

Suboptimale N-bemesting

- Er worden varianten doorgerekend bij de gewassen prei en ijssla. Bij ijssla wordt de N-gift verlaagd bij

- de 2^e teelt om die milieukundig gezien de meeste risico's geeft.
- Er is gerekend met een verlaging van circa 20% van de adviesgift:
 - Prei: advies minus 50 kg N per ha
 - 2^e teelt ijssla: advies minus 20 kg N per ha
 - Bij zowel prei als ijssla is gerekend met een daling van de opbrengst en N-opname van 6%.
 - Door verlaging van de N-gift neemt i.h.a. de N_{min}, oogst af. De verandering is afgeleid m.b.v. relaties tussen N-gift en N_{min}, oogst zoals beschreven in hoofdstuk 2.3.3. Dit leidde tot de volgende waarden:
 - Prei: 127 -> 102
 - Ijssla, 2^e teelt: 141 -> 121

Alle bovengenoemde maatregelen worden eerst afzonderlijk doorgerekend en vervolgens zijn ook scenario's doorgerekend waarbij meerdere maatregelen tegelijk zijn doorgevoerd.

4.2 Akkerbouw klei

Door de gebruikelijke herfsttoediening zal als gevolg van Minas de mestafzetruimte afnemen. Omdat gebruik van organische mest zowel technisch als economisch interessant is, zal voor een beperkt aantal modelbedrijven een vergelijking gemaakt worden tussen najaars- en voorjaarstoediening van dierlijke mest. De berekeningen beperken zich tot de akkerbouwbedrijven omdat deze vanwege het areaal het meest interessant zijn voor mestafzet.

4.2.1 Keuze bedrijven

De volgende bedrijven worden meegenomen:

36% wintertarwe + 9% zomergerst + 20% suikerbieten + 25% consumptieaardappelen + 10% ui

1. 36% wintertarwe + 9% zomergerst + 20% suikerbieten + 25% consumptieaardappelen + 10% ijssla
2. 20% wintertarwe + 5% zomergerst + 20% suikerbieten + 25% consumptieaardappelen + 15% ui + 15% witlof
3. 20% wintertarwe + 5% zomergerst + 20% suikerbieten + 25% consumptieaardappelen + 20% ijssla + 10% spruitkool

Bovenstaande bedrijven betreft bedrijf 4 t/m 7 uit de basisberekeningen (zie hoofdstuk 3). Ze variëren duidelijk in aandeel graan (m.n. belangrijk voor toepassing in de herfst) en in de N-behoefte (m.n. belangrijk voor de mestafzetruimte). De bedrijven zijn representatief voor het zuidwestelijk en centrale zeeleigebied.

4.2.2 Keuze scenario's

Door te rekenen maatregelen

De volgende maatregelen komen in beeld:

1. Herfsttoediening na graan
 - 1.1. Maximale inzet binnen Minas, zonder groenbemester
 - 1.2. Maximale inzet binnen Minas, met groenbemester
 - 1.3. Beperkte inzet, zonder groenbemester
 - 1.4. Beperkte inzet, met groenbemester
 - 1.5. Beperkte inzet, met groenbemester en met inwerken van graanstro
2. Herfsttoediening na graan én voorjaarstoediening
 - 2.1. Herfsttoediening voorafgaand aan aardappelen en suikerbieten (beperkt, met groenbemester) + voorjaarstoediening bij aardappelen
 - 2.2. Herfsttoediening voorafgaand aan aardappelen (beperkt, met groenbemester) + voorjaarstoediening bij aardappelen en suikerbieten

3. Voorjaarstoediening (exclusief graan)
 - 3.1. Vóór aardappelen
 - 3.2. Vóór aardappelen en suikerbieten
 - 3.3. Vóór aardappelen, suikerbieten, ijssla en spruitkool
 - 3.4. Vóór aardappelen, ijssla en spruitkool (alleen bij bedrijf 4)
4. Voorjaarstoediening (inclusief graan)
 - 4.1. In wintertarwe
 - 4.2. Vóór consumptieaardappel en in wintertarwe
 - 4.3. Vóór consumptieaardappelen en suikerbieten en in wintertarwe

Toepassing mestscheidingsproducten

- 4.4. Maximale inzet vaste fractie binnen Minas in de herfst na het graan, zonder groenbemester
- 4.5. Maximale inzet vaste fractie binnen Minas in de herfst na het graan, met groenbemester

Voorjaarstoediening wordt vergeleken met najaarstoediening van drijfmest (zowel zonder als met de inzet van groenbemesters/stro) en najaarstoediening van vaste mestscheidingsproducten. Bij de voorjaarstoediening is onderscheid gemaakt tussen varianten met en zonder mestgebruik in wintertarwe. Dit is gedaan omdat toediening in wintertarwe op dit moment teelttechnisch wat lastig ligt. Toediening met sleepslangetjes is immers wettelijk niet toegestaan. Ter onderbouwing van de discussie hierover is het echter wel interessant de effecten hiervan in kaart te brengen. Er wordt op dit moment immers gezocht naar andere technische oplossingen.

Er zijn tevens 2 varianten (2.1 en 2.2) meegenomen waarbij de mest zowel in het najaar als het voorjaar is toegediend. Deze 'dubbele' toediening is alleen voor aardappelen toegepast.

Kengetallen maatregelen

Herfsttoediening onbewerkte mest

- Mesttoediening vindt alleen plaats in de graanstoppel om mogelijkheden te scheppen voor een goede ontwikkeling van een groenbemester.
- Bij varianten met maximale inzet wordt de gehele Minasruimte opgevuld.
- Bij de varianten 1.3 t/m 1.5 beperkt de mestgift zich tot die omvang waarbij de minerale N uit de mest nog door een groenbemester kan worden opgenomen (80-100 kg N/ha). In de berekeningen is uitgegaan van 25 m³ vleesvarkensdrijfmest per ha.
- Er is uitgegaan van een N-werkingscoëfficiënt van 20%.
- Bij de N-vastlegging door het stro is uitgegaan van 2,5 kg N per ton stro.
- Voor de N-nawerking van de groenbemester en het ingewerkte graanstro is resp. 30 en 5 kg N per ha gerekend.

Voorjaarstoediening onbewerkte mest

De volgende giften worden bij de verschillende gewassen toegediend:

- Consumptieaardappelen: 30 m³ per ha
- Suikerbieten: 20 m³ per ha
- Wintertarwe: 20 m³ per ha
- Ijssla (1^e teelt): 20 m³ per ha
- Spruitkool: 30 m³ per ha
- Bij wintertarwe is uitgegaan van een N-werkingscoëfficiënt van 55%, bij de andere gewassen van 70%.

Herfsttoediening vaste fractie bewerkte mest

- Er is uitgegaan van een product dat ontstaat na scheiding m.b.v. centrifuge. De samenstelling is weergegeven in onderstaande tabel.
- Vanwege het hoge fosfaatgehalte is de fosfaatverliesnorm sturend wat betreft de omvang van de gift. Op bedrijven 1 en 2 is na het graan 10 ton/ha toegediend, op bedrijven 3 en 4 18 ton/ha. In beide gevallen wordt nog ruimschoots voldaan aan de norm van maximaal 80-100 kg minerale N met mest in de herfst.

- Er is uitgegaan van een werkingscoëfficiënt van 25%. Deze is wat hoger ingeschat dan die van onbewerkte dunne mest (20%) omdat er door een andere verhouding N_{min}/N_{org} bij herfsttoediening naar verwachting wat meer N beschikbaar komt voor het volggewas (vgl. werkingscoëfficiënt dunne en vaste mest in Adviesbasis).
- Bij de berekening van de N_{min,1dec} zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:
 - Mineralisatie N_{org} bedraagt 1,2 kg N per ton en er gaat 25% van de N_m verloren door vervluchtiging bij het uitrijden. De totale bijdrage van de vaste fractie aan de N_{min,1dec} bedraagt bij een dosering van 10 ton per ha (bouwplannen 1 en 2) derhalve $10 \cdot 1,2 + 10 \cdot (3,4 \cdot 0,75) = 37$ kg N per ha, bij 18 ton per ha (bouwplannen 3 en 4) is dat 67 kg N per ha.
 - Bij de varianten waarin tevens een groenbemester is gezaaid is gerekend met een opname van 80 i.p.v. 90 kg N per ha i.v.m. de beperktere N-voorziening.

Tabel 13. Samenstelling (kg/ton) vaste fractie na mestscheiding m.b.v. centrifuge.

Drogestof	Organische stof		N			P ₂ O ₅	K ₂ O
	Totaal	Effectief	Totaal	NH ₃	organisch		
335	250	75	9,5	3,4	6,1	18,4	5,9

5 Resultaten berekeningen alternatieve scenarios

In dit hoofdstuk worden de effecten van diverse maatregelen beschreven in hoofdstuk 5 op de maatstaven voor N-verliezen beschreven. Allereerst worden uitkomsten van de afzonderlijke maatregelen besproken. Vervolgens wordt nagegaan hoe door combinatie van maatregelen de N-verliezen zo ver mogelijk kunnen worden teruggedrongen. Alle output van de doorgerekende bedrijven staat vermeld in bijlage II.

5.1 Zand- en dalgrond

5.1.1 Akkerbouw

NON

In figuur 12 en 13 zijn de effecten van de verschillende maatregelen op de N-overschotten en de N_{min}-waarden van de twee zetmeelaardappelbedrijven weergegeven.

Los van rassenkeus is het verminderen van het mestgebruik de meest effectieve maatregel om de N-overschotten te verlagen. Wanneer in zijn geheel geen organische mest meer wordt gebruikt daalt het N-overschot met 30-45 kg per ha. Op het bedrijf met 50% aardappelen wordt de norm dan nog steeds overschreden wanneer het werkelijk N-overschot als maatstaf wordt gehanteerd. Van de andere maatregelen heeft het toepassen van NBS bij aardappelen nog het sterkste effect (10-15 kg per ha) vanwege het relatief grote aandeel van dit gewas in het bouwplan. Het inwerken van stro heeft een marginaal effect en leidt bij het werkelijk N-overschot zelfs tot een lichte stijging. Dit komt omdat de N die zich in het stro bevindt maar voor een klein deel ten goede komt aan het volggewas en er dus maar in geringe mate kan worden gekort op de N-gift. Het tegelijkertijd uitvoeren van maatregelen leidt tot een daling van het N-overschot met 50-65 kg N/ha. Op beide bedrijven wordt dan ook bij het werkelijke N-overschot voldaan aan de norm van 60 kg N per ha. Wanneer een laat ras wordt geteeld, daalt het N-overschot met 20-30 kg N per ha. Dit is een gevolg van de lagere N-behoefte.

De N_{min},oogst wordt niet beïnvloed door de maatregelen. Dat dit ook niet bij toepassing van NBS het geval is ondanks de lagere N-gift, komt omdat er geen relatie is tussen de N-gift en de N_{min},oogst bij zetmeelaardappelen op dalgrond. De invloed van de maatregelen op de N_{min},1dec is niet groot. Het sterkste effect (10-15 kg N per ha) wordt waargenomen bij het inzaaien van een vanggewas na het graan. Het achterlaten van het graanstro leidt slechts een geringe verlaging. Dit is een gevolg van de geringe vastlegging en de relatief kleine hoeveelheid graanstro dat achterblijft. Wanneer uit oogpunt van bodemgezondheid inzaai van een vanggewas niet mogelijk is, leidt het vaak genoemde alternatief van het inwerken van graanstro tot een minder resultaat. Ook het weglaten van mest of het toepassen van NBS had slechts een zeer gering effect op de N_{min},1dec. Het combineren van deze maatregelen met een vanggewas levert daarom weinig extra winst. Wanneer i.p.v. een vroeg een laat ras wordt geteeld is de N_{min},1dec i.h.a. wat lager. Dit komt omdat de periode tussen oogst en 1 december dan korter is waardoor er minder N vrijkomt door mineralisatie uit mest en organische stof in de bodem.

ZON

Figuur 14 en 15 tonen de resultaten bij de 2 consumptieaardappelbedrijven in Zuidoost-Nederland. Het bouwplan van beide bedrijven laat toepassing van een breder scala aan maatregelen toe dan bij de zetmeelaardappelbedrijven.

Het N-overschot wordt het sterkst verlaagd door de organische mest te vervangen door kunstmest (25-40 kg per ha) en door de stamslaboon te vervangen door een vanggewas (25-30 kg per ha). Bij het bedrijf met snijmaïs i.p.v. graan heeft ook rijenbemesting met kunstmest een aanzienlijke effect (20 kg per ha). Dit komt door een hogere efficiency van in de rij toegediende N en doordat geen organische mest meer wordt

gebruikt. Het verwijderen van de oogstrest bij stamslaboon heeft geen effect op het Minas-N-overschot maar verlaagt het werkelijk N-overschot met circa 10 kg N per ha. Door verschillende maatregelen te combineren worden de N-overschotten met 65-90 kg N per ha verlaagd. Op beide bedrijven wordt dan voldaan aan de norm van 60 kg N per ha.

De N_{min,oogst} neemt alleen af, zij het in geringe mate, bij toepassing van NBS bij aardappelen, rijenbemesting bij maïs en bij vervanging van de stamslaboon door een vanggewas. Bij de eerste twee maatregelen is dat een gevolg van verlaging van de N-gift. I.t.t. zetmeelaardappelen is er bij consumptieaardappelen en maïs wel een (positieve) relatie vastgesteld tussen N-gift en N_{min,oogst}. Wanneer de stamslaboon wordt vervangen door een vanggewas wordt de N_{min} gebaseerd op de doperwt waarbij minder N na de oogst achterblijft dan bij stamslaboon.

De meeste maatregelen hebben slechts een geringe invloed op de N_{min,1dec}. Het inzaaien van een vanggewas na graan geeft de sterkste verlaging, nl. circa 10 kg N per ha. Het vervangen van de tweede teelt, in dit geval stamslaboon, door een vanggewas leidt slechts tot een geringe verlaging van de N_{min,1dec} wanneer uitgegaan wordt van een N-opname door het vanggewas van 100 kg N per ha. Dit komt in de eerste plaats uiteraard door het geringe aandeel van stamslaboon in het bouwplan (12,5%). Daarnaast wordt het positieve effect van het vanggewas, dat in de plaats komt van de stamslaboon, deels tegengewerkt doordat vanwege de vroege oogst van de doperwt de bijdrage van de bodemmineralisatie aan de N_{min,1dec} toeneemt. Het vanggewas is niet in staat zowel de vrijkomende N uit de gewasrest van de doperwt als de mineraliserende N uit de bodem volledig op te nemen. Dit is wel het geval wanneer uitgegaan wordt van een N-opname door het vanggewas van 150 kg N per ha. Op bedrijfsniveau leidt dit tot een afname van de N_{min,1dec} met 10 kg per ha. Een dergelijke hoge N-opname is in principe mogelijk door het vroege inzaaitijdstip (half juli). In de praktijk valt dit regelmatig tegen door vochtgebrek. Het combineren van maatregelen leidt tot een afname van de N_{min,1dec} met 25-30 kg N per ha. Op beide bedrijven wordt de norm van 44 kg N per ha dan nog steeds ruim overschreden.

5.1.2 Vollegrondsgroenten

In figuur 16 t/m 20 zijn de resultaten weergegeven van de 5 vollegrondsgroentebedrijven. Bij het bedrijf met 100% prei (figuur 16) wordt de sterkste verlaging van het N-overschot, ruim 90 kg per ha, bereikt bij rijenbemesting met Cultan. Dit is een gevolg van de hogere efficiëntie van de toegediende N bij deze bemestingsmethode maar ook doordat geen organische mest meer kan worden gebruikt. De overige maatregelen leiden tot een verlaging van het N-overschot van 40-50 kg N per ha. Wanneer Cultan wordt gecombineerd met suboptimaal bemesten daalt het N-overschot met circa 130 kg per ha. Ook dan wordt de norm nog steeds overschreden.

M.u.v. het verlagen van de inzet van organische mest leiden de maatregelen tot een verlaging van de N_{min,oogst} van 20-25 kg per ha. Dit is een gevolg van verlaging van de N-gift. De afname van de N_{min,oogst} leidt dientengevolge tot een afname van de N_{min,1dec} van dezelfde omvang. Suboptimaal bemesten met de Cultanmethode resulteert in een afname van de N_{min,1dec} van 45 kg per ha. De norm wordt dan echter nog steeds ruim overschreden.

Wanneer naast prei ook andere gewassen worden geteeld (figuur 17 t/m 19) zijn meer maatregelen mogelijk om de N-verliezen te beperken. Met name het vervangen van de tweede teelt van ijssla en Chinese kool door een vanggewas leidt tot een sterke verlaging van het Minas-N-overschot met 65-105 kg per ha. Het effect is bij het werkelijk N-overschot veel geringer, nl. 30-60 kg N per ha, omdat bij het weglaten van een tweede teelt ook de N-afvoer afneemt. Bij Minas wordt hiermee geen rekening gehouden omdat er daar zowel bij één als twee teelten met eenzelfde N-afvoer wordt gerekend. Het verwijderen van de oogstresten bij de 2^e teelt van ijssla en Chinese kool heeft daarentegen geen invloed op het Minas-N-overschot maar leidt wel tot een verlaging van het werkelijk N-overschot van 40-50 kg per ha. De mogelijkheden voor een vanggewas zijn bij een intensieve bedrijfsvoering gering. Analooq aan de akkerbouwbedrijven leidt het inwerken van stro slechts tot een geringe afname van het Minas-N-overschot en tot een lichte verhoging van het werkelijk N-overschot. Door maatregelen te combineren wordt het Minas- en werkelijk N-overschot verlaagd met resp. 130-175 en 90-120 kg per ha. Ondanks de forse verlaging wordt bij het werkelijk N-overschot de norm dan nog steeds overschreden.

De $N_{min,1dec}$ wordt het meest effectief verlaagd door het vervangen van de tweede teelt door een vanggewas. Hiermee wordt de N_{min} met 25-35 kg per ha verlaagd wanneer uitgegaan wordt van een N-opnamecapaciteit van het vanggewas van 100 kg N per ha. Uitgaande van een N-opname van 150 kg N per ha wordt de $N_{min,1dec}$ verlaagd met 50-70 kg N per ha. Het combineren van maatregelen leidt tot een verlaging van 65-90 kg N per ha. Dit is een aanzienlijke daling, echter onvoldoende om te voldoen aan de normen.

Bij het aardbeienbedrijf (figuur 20) leidt het toepassen van een vanggewas en NBS tot een afname van het N-overschot van resp. 40 en 20 kg per ha. De $N_{min,oogst}$ wordt alleen beïnvloed door toepassing van NBS veroorzaakt door de lagere N-bemesting. Hierdoor wordt in dezelfde mate de $N_{min,1dec}$ verlaagd. Deze daalt echter in veel sterkere mate (nl. 80 kg N per ha) door toepassing van een vanggewas.

Uit zowel de berekeningen bij de akkerbouw- als de vollegrondsgroentebedrijven blijkt dat de N-overschotten het sterkst worden verlaagd door de inzet aan dierlijke mest te verminderen. Anderzijds levert dit gelet op de $N_{min,1dec}$ vrijwel geen winst op. Dit komt in de eerste plaats doordat een deel van het niet werkzame deel uit mest wordt toegevoegd aan de humus. Verder komt een klein deel van de Ne-fractie vrij na 1 december en wordt daardoor niet meegenomen in de berekening van de $N_{min,1dec}$. Tenslotte gaat een klein deel (5% van de minerale N) verloren als gevolg van ammoniakvervluchtiging bij mesttoediening. De toevoeging aan de humus is nodig om de jaarlijkse afbraak te compenseren. Alleen wanneer er via mest zoveel organische stof wordt toegevoerd dat met de jaarlijkse totale toevoer (gewasresten, groenbemesters en organische mest) de jaarlijkse afbraak wordt overtroffen zal dit leiden tot een hoger mineralisatie van de bodem waardoor de N-verliezen kunnen toenemen. Met de huidige wettelijk nog toegestane giften zal dit echter niet het geval zijn en zal een verantwoord gebruik van organische mest niet leiden tot verhoging van N-verliezen.

5.1.3 Conclusies

- In het algemeen is het eenvoudiger om de N-overschotten te verlagen dan de hoeveelheid N_{min} die na de oogst of in het najaar achterblijft.
- De N-overschotten worden het sterkst verlaagd door minder organische mest te gebruiken of in het geval van bedrijven met veel dubbelteelten, de 2^e teelt te vervangen door een vanggewas.
- De $N_{min,1dec}$ wordt met name verlaagd door de inzet van vanggewassen (met name wanneer deze een tweede teelt vervangen).
- Door een combinatie van maatregelen is het op akkerbouwbedrijven technisch mogelijk ook voor het werkelijk overschot de norm te halen. Voor vollegrondsgroentebedrijven is dit zelfs na ingrijpende maatregelen nog niet mogelijk. Bij de $N_{min,1dec}$ wordt bij het maximaal combineren van maatregelen op geen van de bedrijven de norm gehaald.

5.2 Kleigrond

5.2.1 Akkerbouw

N-verliezen

Op kleigrond beperkt de gebruikelijke najaarstoediening, als gevolg van de lage N-benutting, de ruimte voor organische mest. De lage benutting leidt bovendien tot aanzienlijke uitspoelingsverliezen. Voor een 4-tal akkerbouwbedrijven is nagegaan hoe deze negatieve effecten kunnen worden verminderd door drijfmest in het voorjaar toe te dienen of door in de herfst in plaats van drijfmest vaste mestbewerkingsproducten te gebruiken. De resultaten zijn weergegeven in figuren 21 t/m 24.

Omdat als randvoorwaarde gold, dat het mestgebruik zich beperkte tot maximaal de Minasruimte, wordt op geen van de bedrijven de Minas-N-norm overschreden. Opvulling van de Minasruimte betekent dat er

afhankelijk van het bouwplan op bedrijfsniveau 13-21 ton per ha varkensdrijfmest kan worden toegediend. Dit leidt echter tot grote N-verliezen. Door de herfsttoediening van drijfmest te combineren met een groenbemester en door niet meer mest te geven dan de groenbemester kan opnemen (GLP) kunnen de verliezen worden verminderd, echter de mestplaatsingsruimte neemt dan sterk af, 6-11 ton per ha op bedrijfsniveau voor bedrijven met resp. 25 en 45% graan. Bij voorjaarstoediening kan bij vergelijkbare N-overschotten circa 2 keer zo veel mest worden toegediend. Het is echter de vraag of voorjaarstoediening van drijfmest in meerdere gewassen altijd wel praktisch inpasbaar is. Daarom zijn ook varianten doorgerekend waarbij de mest zowel in de herfst (beperkte gift plus groenbemester) als in het voorjaar is toegediend. In bouwplannen met veel graan hoeft in het voorjaar alleen voor consumptieaardappel mest te worden toegediend om de P-ruimte vrijwel volledig op te vullen. Voor bouwplannen met weinig graan is er in de herfst minder ruimte voor mest. Bij deze bouwplannen moet de drijfmest ook voor suikerbieten worden toegediend om de P-ruimte op te vullen. Bij najaarstoediening van vaste fractie is het Minas-N-overschot vergelijkbaar met dat bij voorjaarstoediening van drijfmest. Wel wordt bij gebruik van de vaste fractie de P-ruimte beter benut.

Als volgens GLP in het najaar wordt bemest, is het werkelijke N-overschot bij drie van de vier bouwplannen hoger dan of gelijk aan de norm van 100 kg N/ha. Alleen bij het bouwplan met weinig graan en groentegewassen met een lage N-behoefte (witlof en ui) wordt deze norm niet overschreden. Het zaaien van een groenbemester verlaagt het N-overschot bij bouwplannen met veel en weinig graan met resp. 13 en 8 kg N/ha. Het onderwerken van stro verhoogt het werkelijke N-overschot met resp. 7 en 4 kg N/ha. Bij voorjaarstoediening wordt de norm alleen overschreden bij één van de scenario's van het bouwplan met veel graan en ijssla (figuur 22) en bij bijna alle scenario's van het bouwplan met weinig graan en ijssla en spruitkool (figuur 24). Wel zijn bij een maximale inzet van drijfmest in het voorjaar de N-overschotten vergelijkbaar met najaarstoediening volgens GLP. Bij de scenario's met gecombineerde na- en voorjaarstoediening zijn de werkelijk overschotten logischerwijs hoger dan bij alleen na- of voorjaarstoediening. Wel zijn ze veel lager dan bij volledige benutting van de Minas N-ruimte bij najaarstoediening. Bij aanwending van alleen de vaste fractie zijn de N-overschotten in het algemeen laag. Alleen bij het bouwplan met ijssla en spruitkool wordt de norm overschreden (figuur 24).

Bij alle bouwplannen wordt bij najaarstoediening zonder groenbemester de $N_{min,1dec}$ streefwaarde van 88 kg N/ha overschreden met name bij maximale opvulling van de Minasnorm. Door de inzet van groenbemesters wordt de $N_{min,1dec}$ aanzienlijk verlaagd. Echter ook dan wordt zelfs bij een beperkte mestgift nog in veel gevallen de norm overschreden. Het onderwerken van stro levert maar een geringe extra verlaging van de $N_{min,1dec}$ op. Bij voorjaarstoediening wordt alleen bij het bouwplan met weinig graan en ijssla en spruitkool de streefwaarde ruimschoots overschreden. Deze overschrijding wordt mede veroorzaakt door de hoge N-mineralisatie van ijsslaresten. Bij najaarstoediening zijn de $N_{min,1dec}$ waarden hoog bij maximale benutting van de Minas N-ruimte. Bij een vergelijkbare inzet van drijfmest in het voorjaar zijn deze waarden ca. 25% lager. Bij gecombineerde na- en voorjaarstoediening zijn de $N_{min,1dec}$ waarden vergelijkbaar met die bij najaarstoediening volgens GLP. Dit komt omdat er vanuit wordt gegaan dat alle N_{min} die gedurende de teelt vrijkomt door het gewas wordt opgenomen. Bij laatruimende gewassen als consumptieaardappel en suikerbiet mineraliseert dus maar weinig stikstof meer na de oogst. Bij gebruik van alleen de vaste fractie in het najaar zijn de $N_{min,1dec}$ in het algemeen laag indien ook groenbemesters worden ingezet.

Dekking van de fosfaat- en kalibehoeftes

Het streven is om met de dierlijke mest een zo'n hoog mogelijke dekking te realiseren van de fosfaat- en kalibehoeftes. De behoefte is hierbij gedefiniëerd als de bouwplanafvoer plus onvermijdbare verliezen. Voor fosfaat is uitgegaan van een onvermijdbaar verlies van 20 kg P_2O_5 per ha. Bij kali is uitgegaan van een verlies van 0 omdat kali op klei vrijwel niet uitspoelt. Voor fosfaat is het reëel uit te gaan van een maximale dekking van 85% uit dierlijke mest. De resterende 15% kan dan als een startgift aan fosfaatbehoefteige gewassen worden gegeven. Bij een dekking boven de 100% zal de fosfaat- en kalitoestand van de bodem stijgen, waardoor de kans op fosfaat- en kaliuitspoeling toeneemt.

In tabel 14 is aangegeven welk percentage van de fosfaat- en kalibehoeftes wordt gedekt door aanwending van varkensdrijfmest bij de verschillende bouwplannen en scenario's. Ter compensatie van de afvoer moet afhankelijk van het bouwplan tussen de 51 en 58 kg/ha P_2O_5 worden aangevoerd. De werkelijke afvoer is dus slechts 7 tot 14 kg/ha P_2O_5 lager dan de forfaitaire Minasafvoernorm van 65 kg/ha P_2O_5 . In beide

gevallen (landbouwkundig en Minas) wordt uitgegaan van 20 kg/ha onvermijdbare verliezen. Analoog aan de opvulling van de Minas P-ruimte kan worden gesteld dat bij een nette najaarstoediening van varkensdrijfmest de bouwplanbehoefte aan fosfaat en kali slechts ten dele wordt gedekt. Wel wordt een goede dekking verkregen indien in het voorjaar varkensdrijfmest bij meerdere gewassen wordt ingezet. Toepassing van varkensdrijfmest in suikerbieten en consumptieaardappel zorgt voor een dekking van 62 tot 68%. Bij toediening van varkensdrijfmest in wintertarwe in plaats van suikerbieten is dit tussen de 66 en 79%. Alleen indien varkensdrijfmest bij zowel suikerbieten, consumptieaardappel als wintertarwe wordt ingezet, wordt een dekking van minimaal 89% bereikt. Bij het bouwplan met 25% graan en hoge N-behoefte van de gewassen wordt ook een goede dekking van de fosfaatbehoefte verkregen wanneer varkensdrijfmest wordt ingezet in ijssla en spruitkool in plaats van wintertarwe. Ook de combinatie van na- en voorjaarstoediening leidt tot een goede dekking.

Bij geen van de scenario's en bouwplannen wordt de kalibehoeftte volledig gedekt. Nadeel van de vaste fractie is dat slechts 13 tot 15% van de totale kalibehoeftte wordt gedekt. Het grootste deel van de kali zal dus via kunstmest moeten worden aangevoerd.

5.2.2 Conclusies

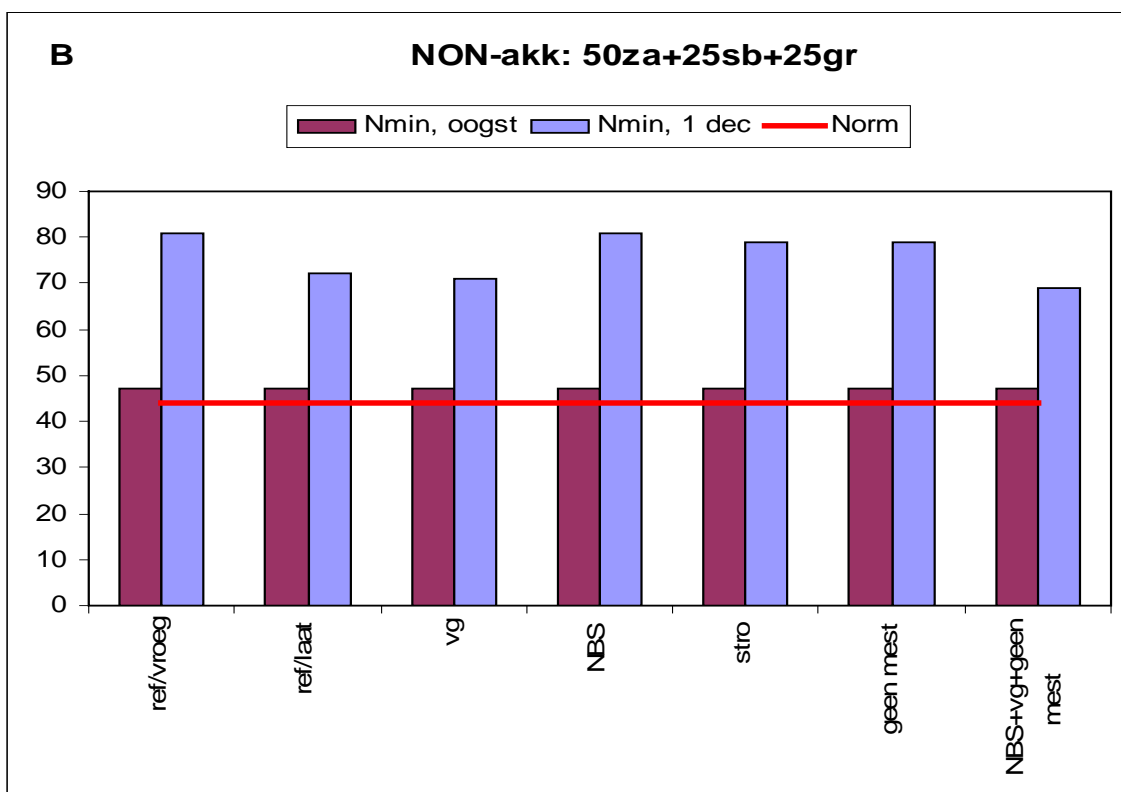
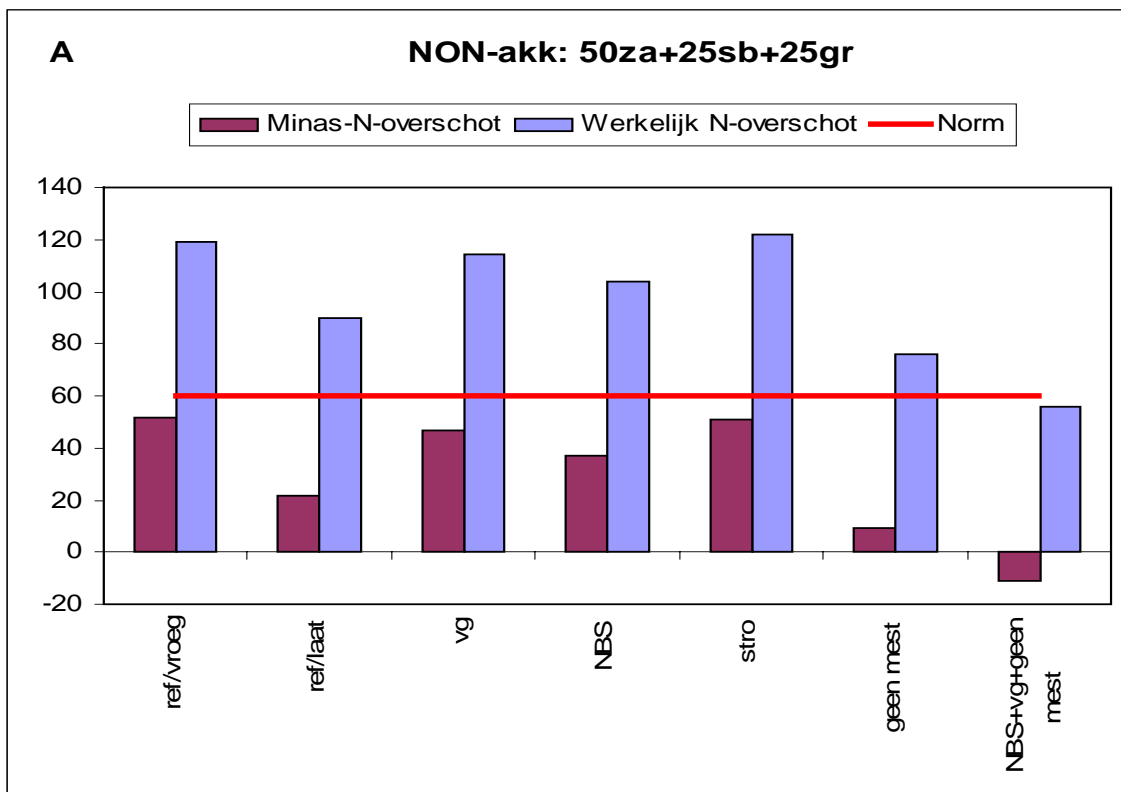
- Het maximaal benutten van de Minas-ruimte bij najaarstoediening van drijfmest op klei is ongunstig voor het milieu.
- Een nette herfsttoediening (beperkte gift in combinatie met een groenbemester) beperkt de N-verliezen, echter er wordt maar een klein deel van de Minas-ruimte benut.
- Bij vergelijkbare N-verliezen als bij een nette herfsttoediening kan middels voorjaarstoediening of een combinatie van herfst- en voorjaarstoediening, een veel groter deel van deze ruimte worden benut.
- In vergelijking met drijfmest geeft toepassing van de vaste fractie veel minder N-verliezen en kan de gehele P-ruimte worden benut.

Tabel 14 Aanvoer van varkensdrijfmest (ton/ha) op bedrijfsniveau, het % van de gewasbehoefte aan N, P en K dat wordt gedekt uit varkensdrijfmest en aanvoer van effectieve organische stof (E.O.S) bij verschillende bouwplannen en scenario's¹. Bij % hoger dan 100% wordt meer aangevoerd dan de gewasonttrekking + onvermijdbare verliezen. Bij fosfaat wordt uitgegaan van 20 kg/ha onvermijdbare verliezen. Op klei wordt er vanuit gegaan dat geen kaliverliezen optreden.

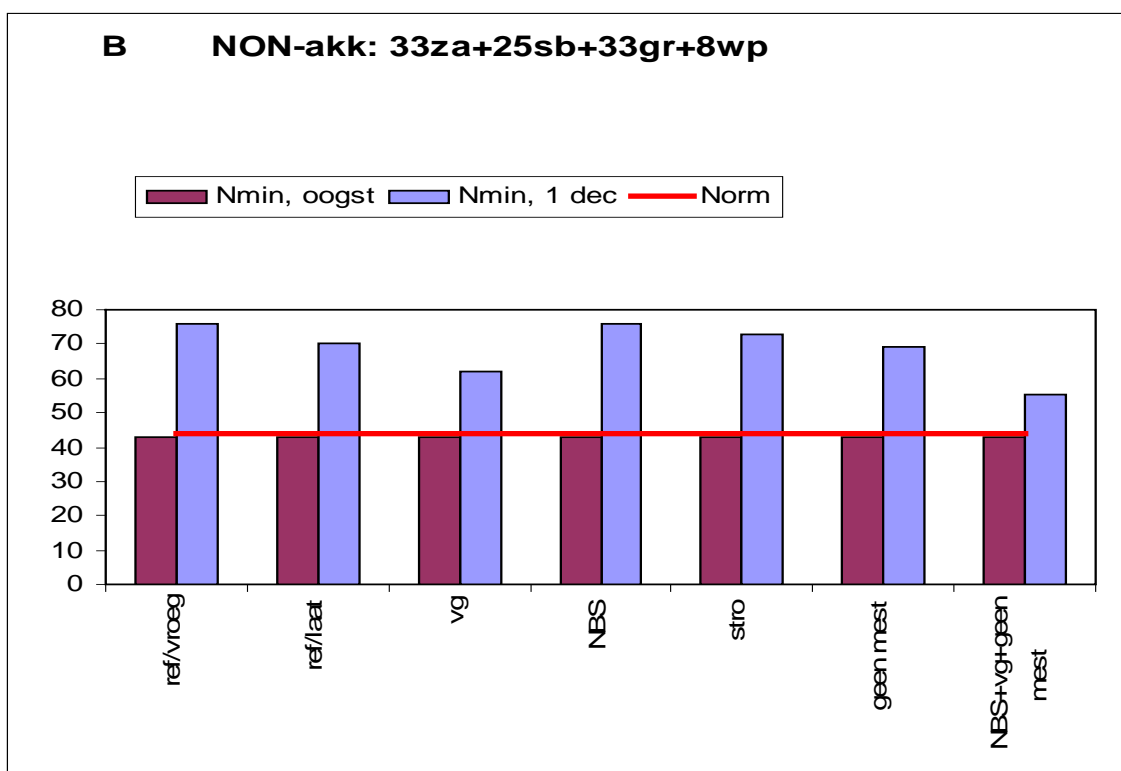
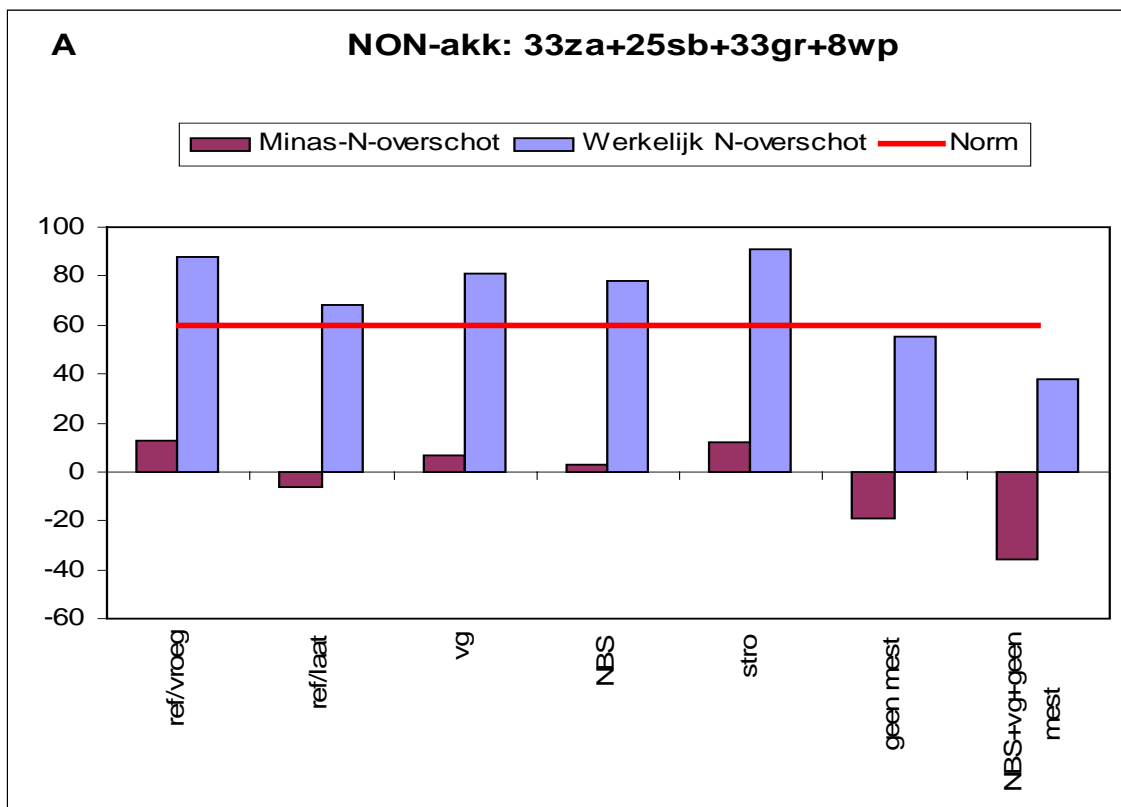
45% graan - lage N-behoefte						25% graan - lage N-behoefte					
25% CA + 20% SB + 36% WT + 9% BG +10% UI						25% CA + 20% SB + 19 % WT + 6% BG +15% UI + 15% WL					
Scenario	ton	%N	%P ₂ O ₅	%K ₂ O	EOS	scenario	ton	%N	%P ₂ O ₅	%K ₂ O	EOS
H-ca+sb	11	9	60	64	1415	H-ca	6	6	37	34	1115
Hgb-ca+sb	11	10	60	64	1901	Hgb-ca	6	6	37	34	1385
Hgb+stro-ca+sb	11	10	60	64	2314	Hgb+stro-ca	6	6	37	34	1614
V-ca	8	22	41	44	1347	V-ca	8	25	45	41	1137
V-ca+sb	12	33	62	66	1419	V-ca+sb	12	38	68	62	1209
V-wt	7	17	38	41	1342	V-wt	4	11	24	22	1074
V-wt+ca	15	38	79	85	1477	V-wt+ca	12	36	68	62	1209
V-wt+ca+sb	19	49	101	108	1549	V-wt+ca+sb	16	49	92	84	1281
Hgb-ca+sb/V-ca	19	33	101	108	2036	Hgb-ca/V-ca	14	32	82	75	1520
Hgb-ca/V-ca+sb	18	40	96	103	1802	Hgb-ca/V-ca+sb	18	46	106	97	1592
H-max	15	13	82	88	1487	Hmax	20	18	115	106	1353
Hgb-max	18	15	95	101	2014	Hmax-gb	21	21	123	112	1646
Hvast	5	6	106	15	1550	Hvast	5	7	117	20	1340
Hvast-gb	5	7	106	15	2036	Hvast-gb	5	8	117	20	1610

45% graan - hoge N-behoefte						25% graan - hoge N-behoefte					
25% CA + 20% SB + 36% WT + 9% BG +10% IJS						25% CA + 20% SB + 19 % WT + 6% BG +20% IJ + 10% SPKL					
Scenario	ton	%N	%P ₂ O ₅	%K ₂ O	EOS	scenario	ton	%N	%P ₂ O ₅	%K ₂ O	EOS
H-ca+sb	11	8	60	58	1542	H-ca	6	5	36	28	1494
Hgb-ca+sb	11	9	60	58	2028	Hgb-ca	6	5	36	28	1764
Hgb+stro-ca+sb	11	9	60	58	2441	Hgb+stro-ca	6	5	36	28	1993
V-ca	8	20	41	40	1474	V-ca	8	19	44	35	1516
V-ca+sb	12	31	62	60	1546	V-ca+sb	12	30	66	52	1588
V-ca+sb+ijs	14	36	73	71	1582	V-ca+ijs+spkl	15	37	84	66	1642
V-wt	7	15	38	37	1469	V-ca+sb+ijs+spkl	19	47	107	84	1714
V-wt+ca	15	35	79	77	1604	V-wt	4	8	23	18	1453
V-wt+ca+sb	19	46	101	98	1676	V-wt+ca	12	28	66	52	1588
Hgb-ca+sb/V-ca	19	31	101	98	2163	V-wt+ca+sb	16	38	89	70	1660
Hgb-ca/V-ca+sb	18	37	96	93	1929	Hgb-ca/V-ca	14	25	79	63	1642
Hmax	13	10	71	68	1574	Hgb-ca/V-ca+sb	18	35	103	81	1714
Hmax-gb	15	13	82	80	2100	Hmax	12	9	67	53	1593
Hvast	5	6	106	19	1677	Hmax-gb	13	10	75	59	1885
Hvast-gb	5	6	106	19	2163	Hvast	5	6	114	17	1719
						Hvast-gb	5	6	114	17	1989

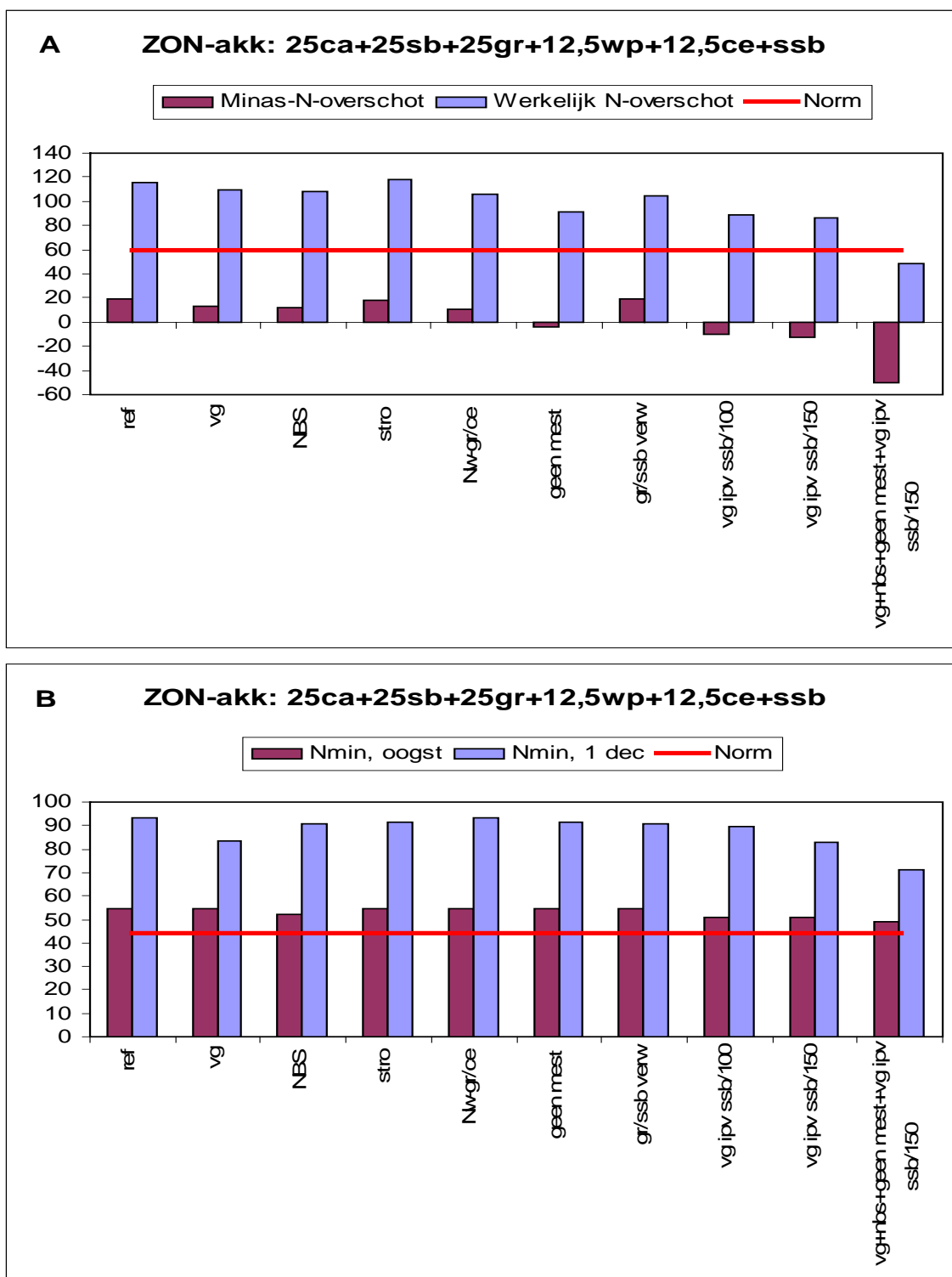
1. Scenario's: H=herfstaanwending volgens GLP; V=voorjaarsaanwending; Hmax=maximale benutting Minas N-ruimte; Hvast=aanwending vaste fractie in de herfst bij maximale benutting Minas P-ruimte; gb=inzet groenbemesters; stro=onderwerken van stro. Gewassen: CA=consumptieaardappel; SB=suikerbiet; WT=wintertarwe; BG=brouwgerst; IJS=ijslla; WL=witlof; SPKLI=spruitkool. De gewassen die in de scenario's zijn aangegeven, zijn met dierlijke mest bemest.



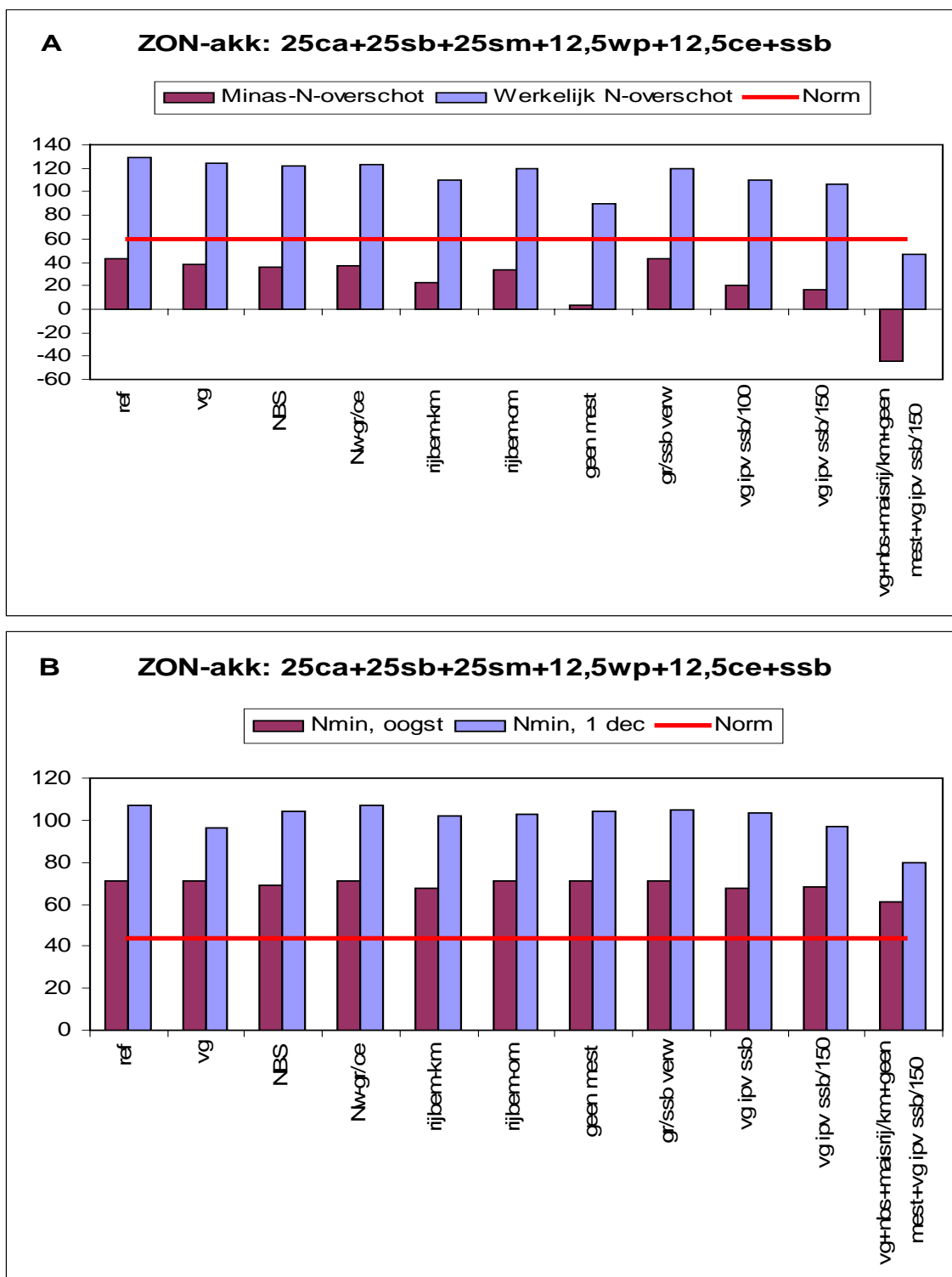
Figuur 12. Invloed van diverse bemestings- en teeltmaatregelen op het Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van een zetmeelaardappelbedrijf met 50% aardappel, 25% suikerbiet en 25% graan (ref=referentie, vg=inzaai vanggewas na graan, NBS=toepassing NBS bij aardappel, stro=inwerken graanstro na graan).



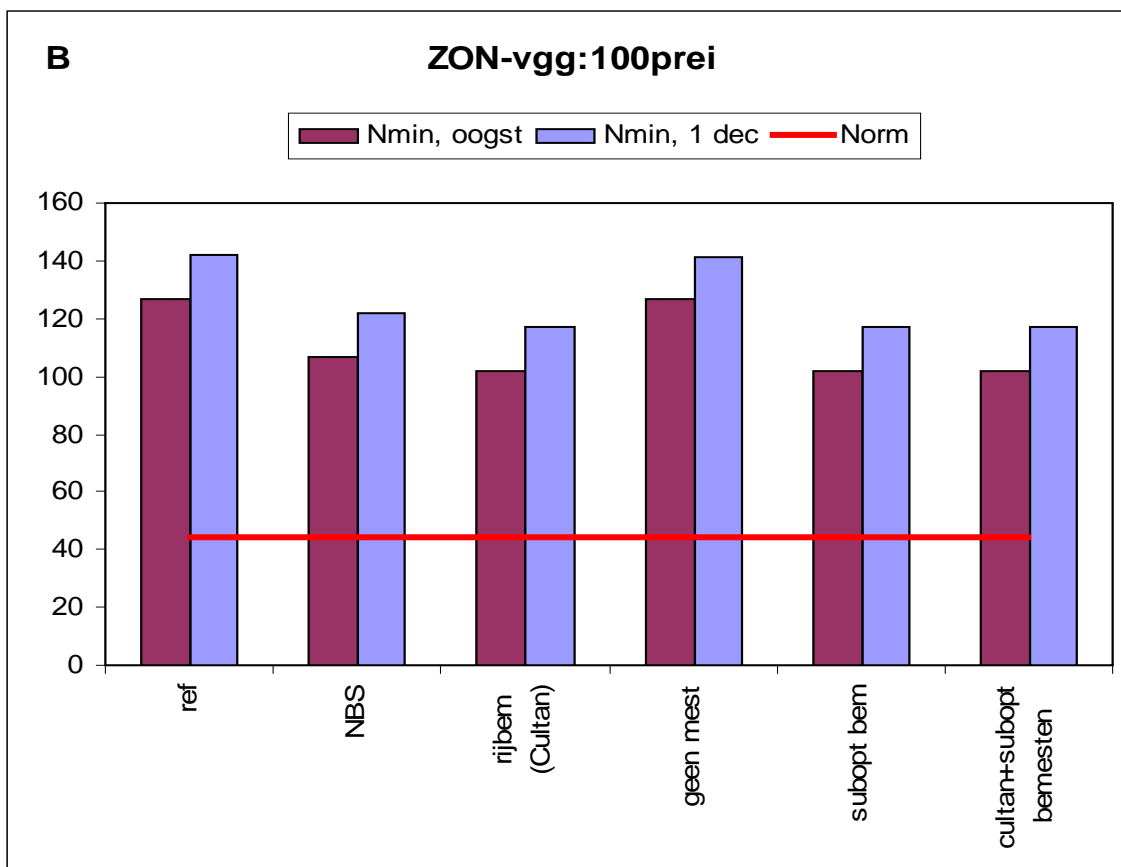
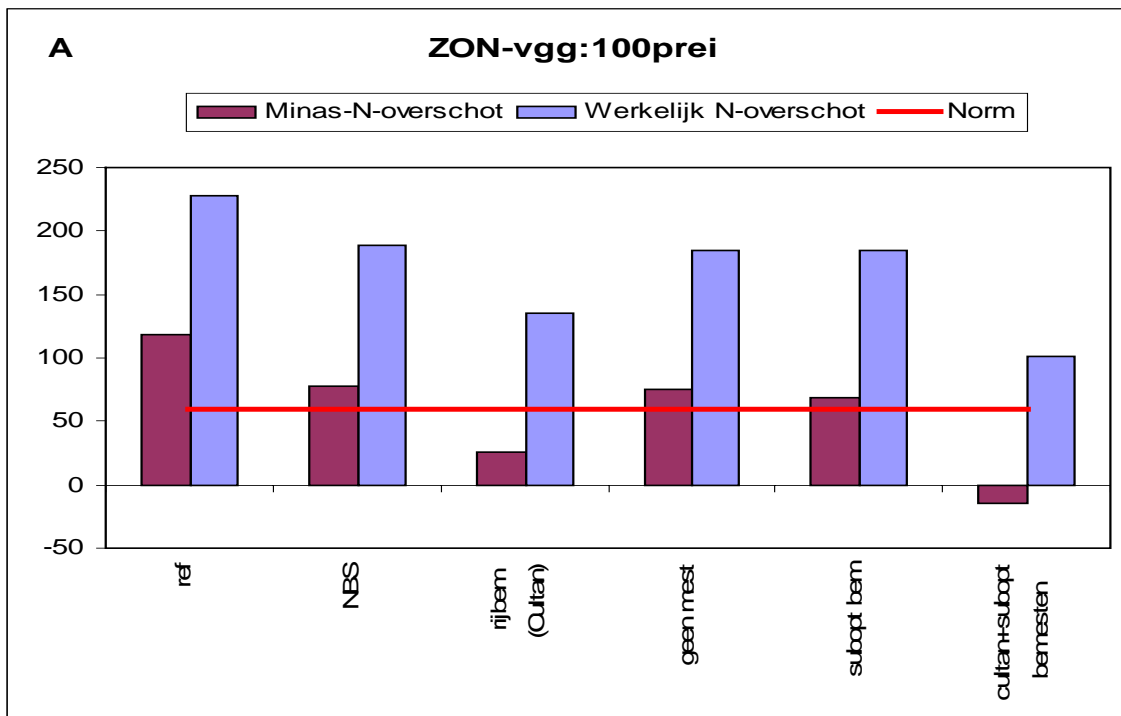
Figuur 13. Invloed van diverse bemestings- en teeltmaatregelen op het Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van een zetmeelaardappelbedrijf met 33% aardappel, 25% suikerbiet, 33% graan en 8% waspeen (ref=referentie, vg=inzaai vanggewas na graan, NBS=toepassing NBS bij aardappel, stro=inwerken graanstro na graan).



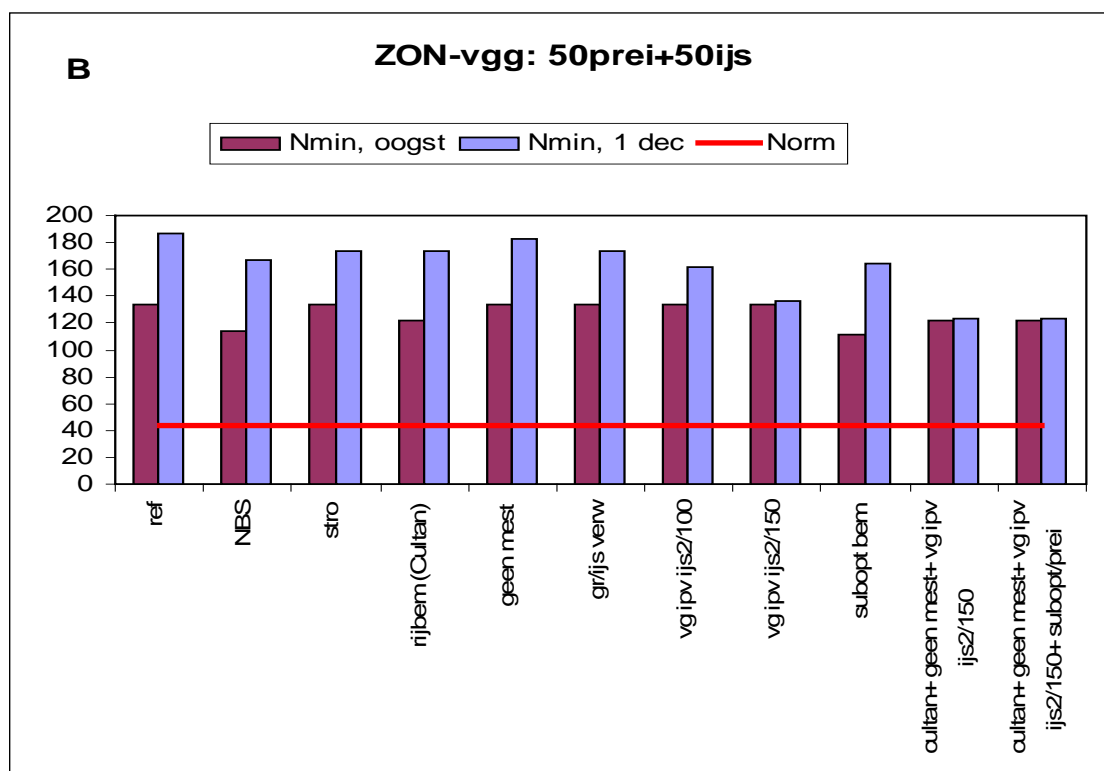
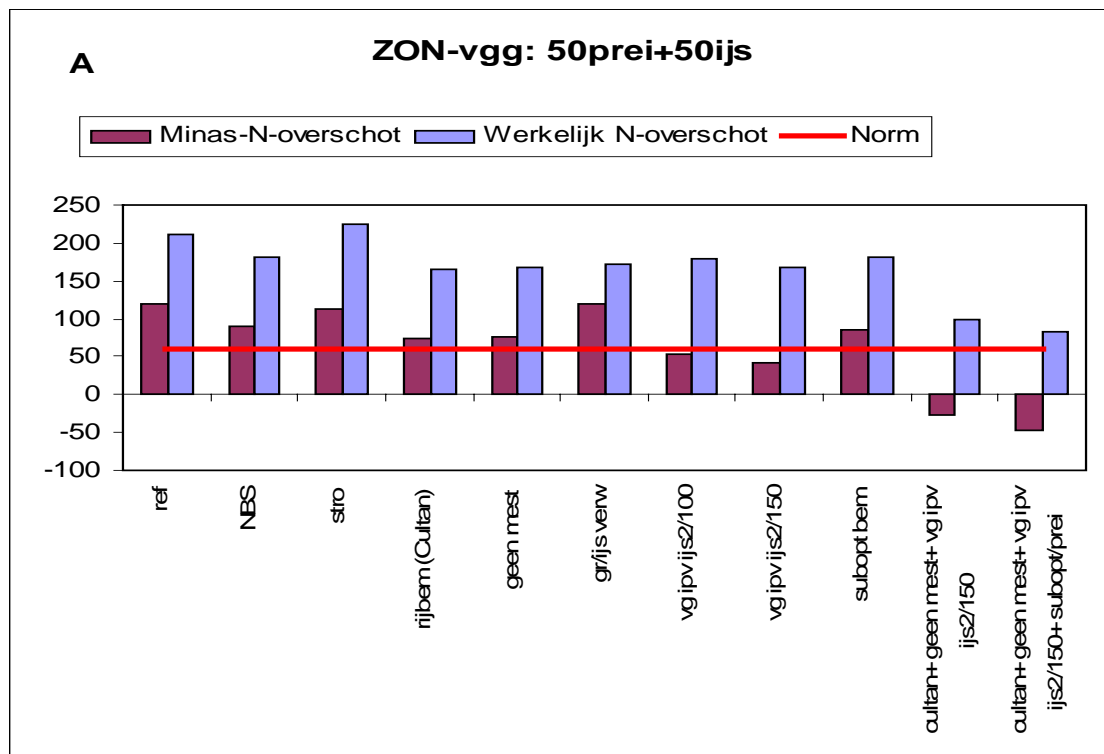
Figuur 14. Invloed van diverse bemestings- en teeltmaatregelen op het Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van een consumptieaardappelbedrijf met 25% aardappel, 25% suikerbiet, 25% graan, 12,5% waspeen en 12,5% doperwt+stamslaboon (ref=referentie, vg=inzaai vanggewas na graan, NBS=toepassing NBS bij aardappel, stro=inwerken graanstro na graan, Nw-gr/ce=inrekenen N-nawerking gewasrest conservenerwt van 50 kg/ha, rijbem-km/om=rijenbemesting met kunstmest/organische mest, gr/ssb verw=gewasrest stamslaboon verwijderen, vg ipv sbb=stamslaboon vervangen door vanggewas).



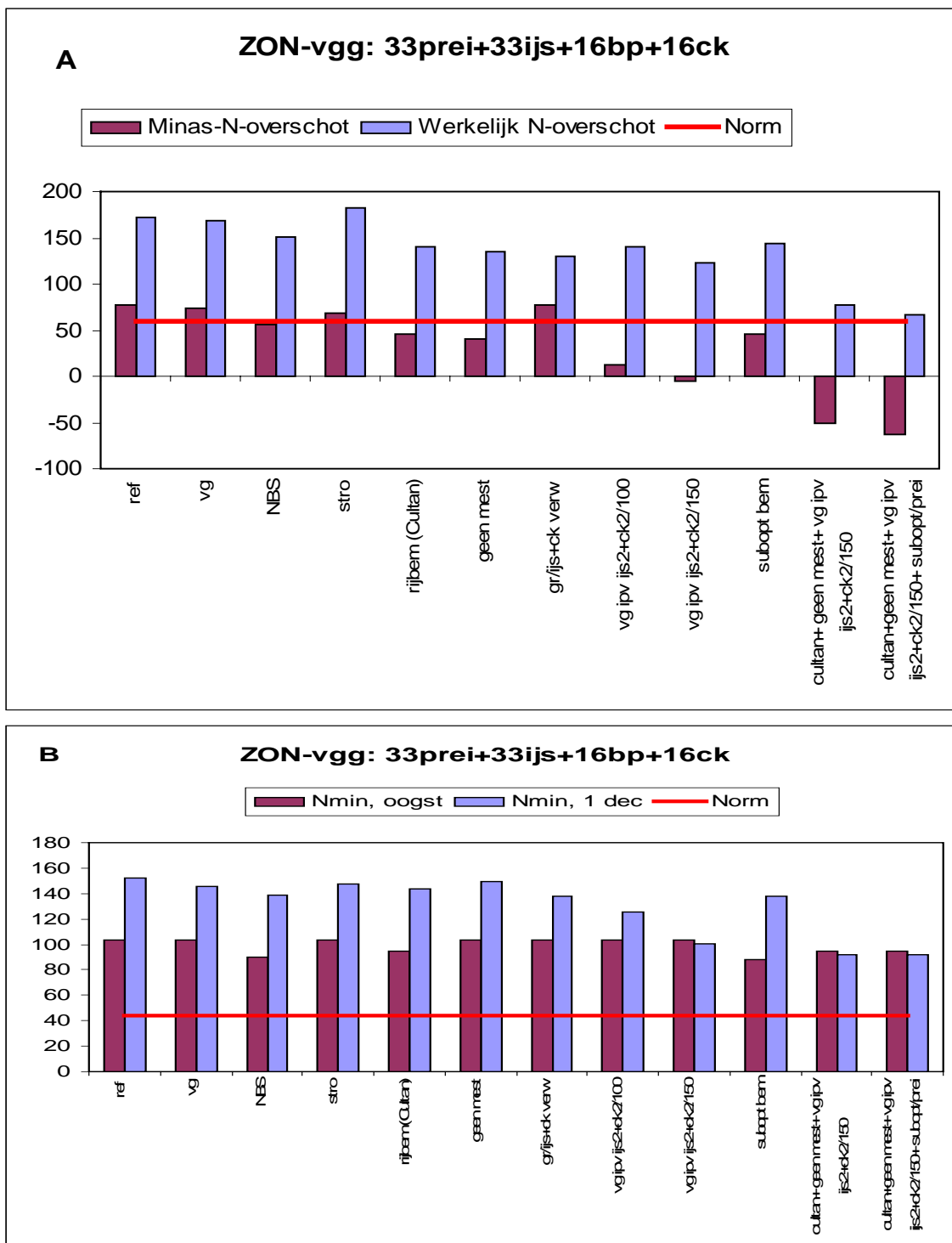
Figuur 15. Invloed van diverse bemestings- en teeltmaatregelen op het Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van een consumptieaardappelbedrijf met 25% aardappel, 25% suikerbiet, 25% snijmais, 12,5% waspeen en 12,5% doperwt+stamslaboon (ref=referentie, vg=inzaai vanggewas na graan, NBS=toepassing NBS bij aardappel, stro=inwerken graanstro na graan, Nw-gr/ce=inrekenen N-nawerking gewasrest conservenerwt van 50 kg/ha, rijbem-km/om=rijenbemesting met kunstmest/organische mest, gr/ssb verw=gewasrest stamslaboon verwijderen, vg ipv sbb=stamslaboon vervangen door vanggewas).



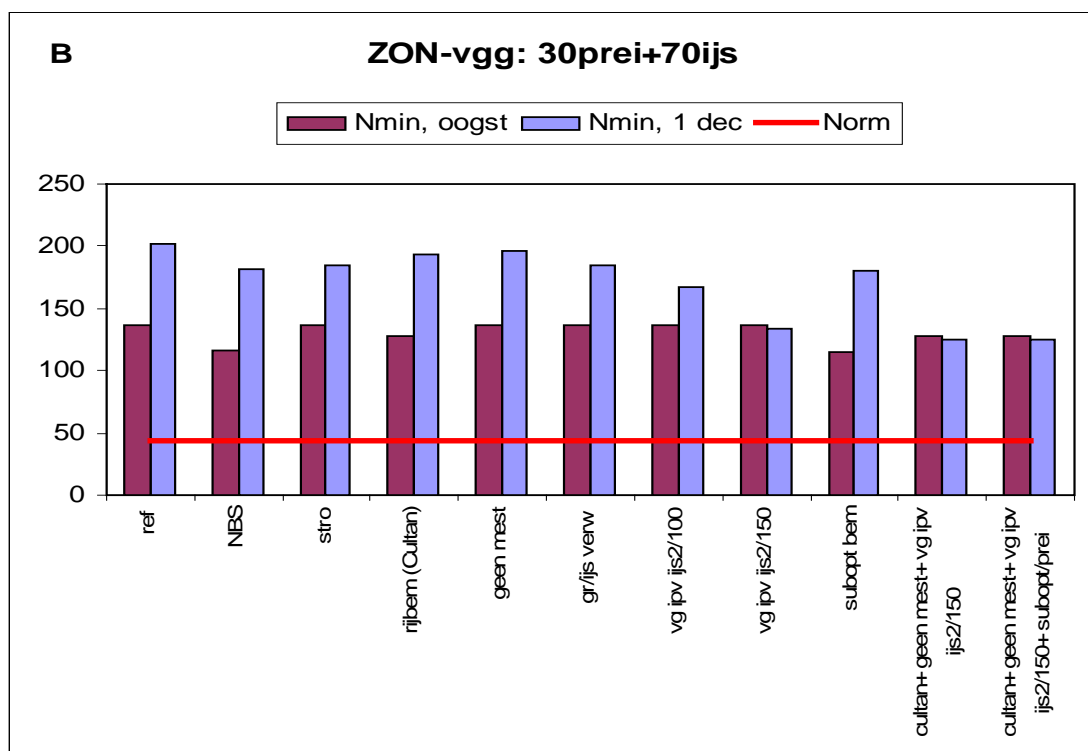
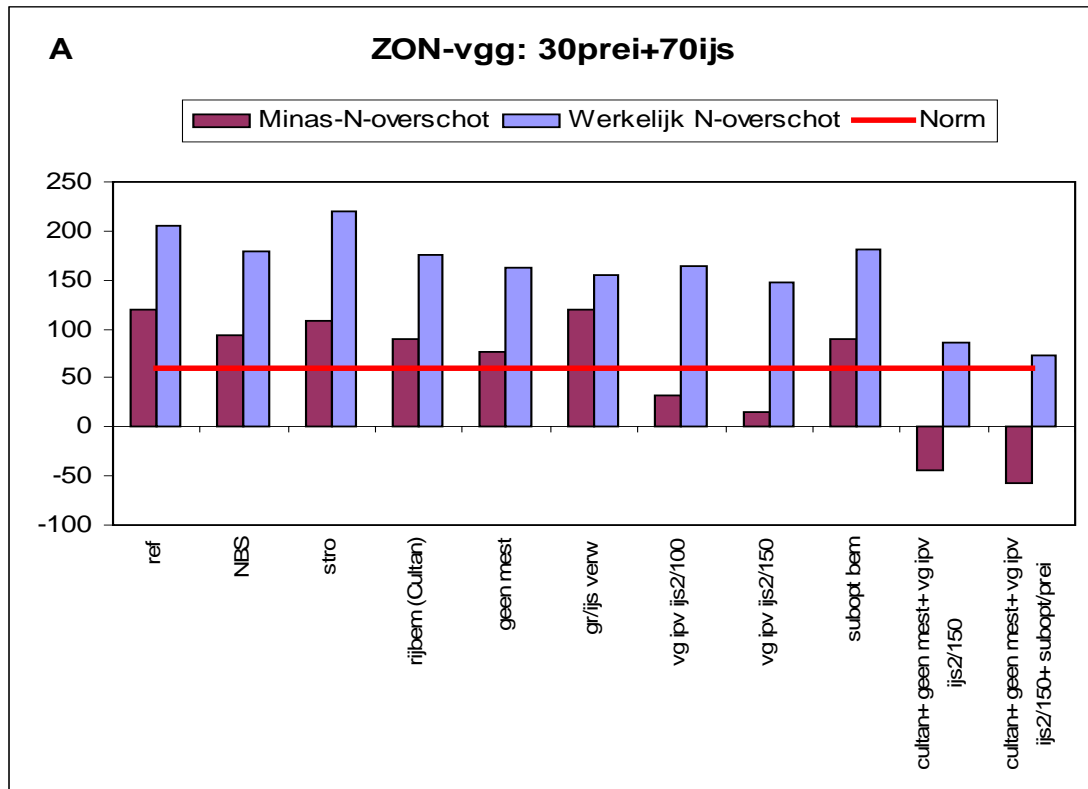
Figuur 16. Invloed van diverse bemestings- en teeltmaatregelen op het Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van een bedrijf met 100% prei (ref=referentie, NBS=toepassing NBS bij prei, rijbem (Cultan)=rijenbemesting met Cultan, subopt bem=suboptimale N-bemesting bij prei).



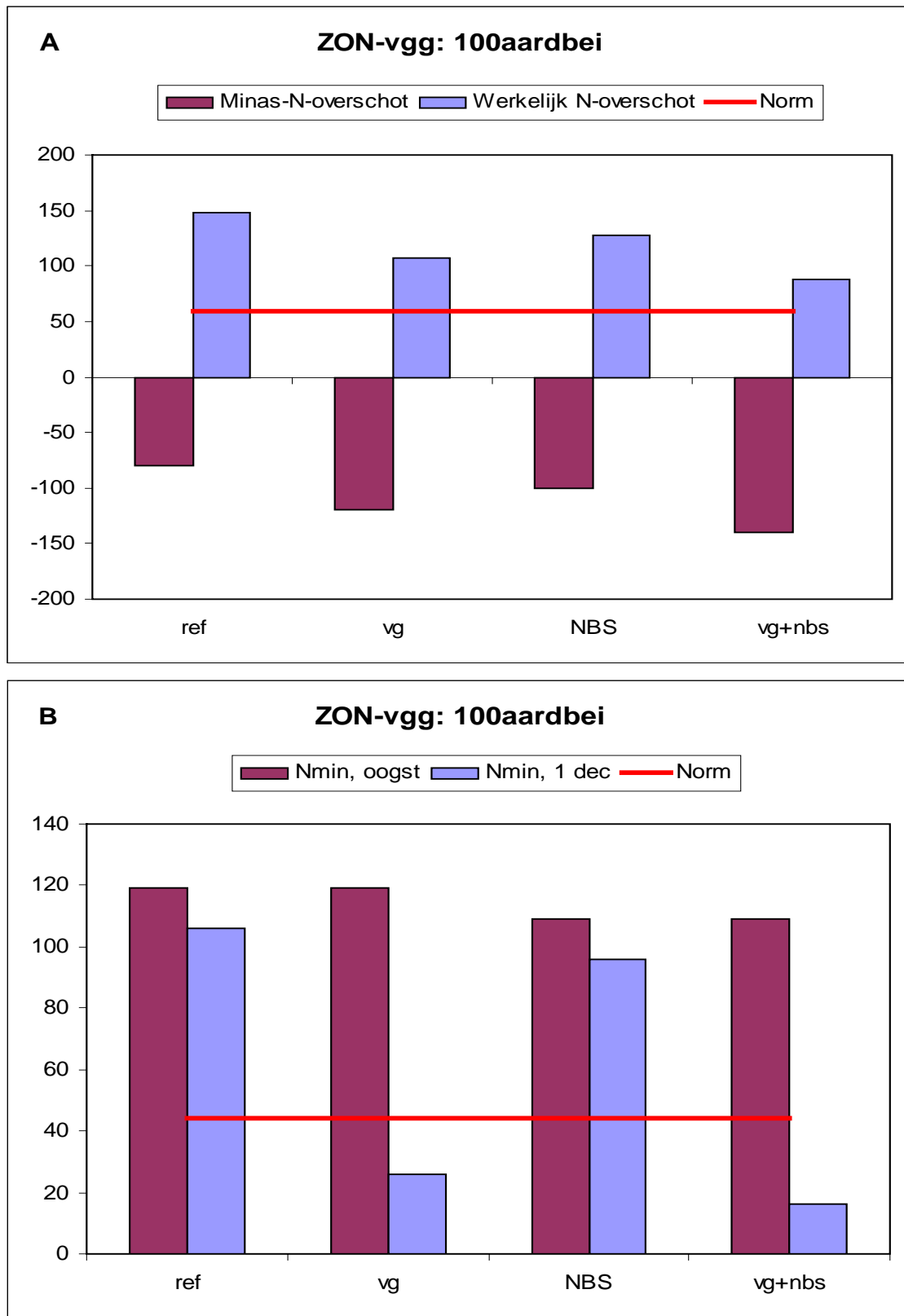
Figuur 17. Invloed van diverse bemestings- en teeltmaatregelen op het Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van een bedrijf met 50% prei en 50% ijssla (ref=referentie, NBS=toepassing NBS bij prei en ijssla, stro=inwerken graanstro na 2^e teelt ijssla, rijbem (Cultan)=rijenbemesting met Cultan bij prei, gr/ijs verw=gewasrest ijssla verwijderen, vg ipv ijs2=2^e teelt ijssla vervangen door vanggewas, subopt bem=suboptimale N-bemesting bij prei en 2^e teelt ijssla).



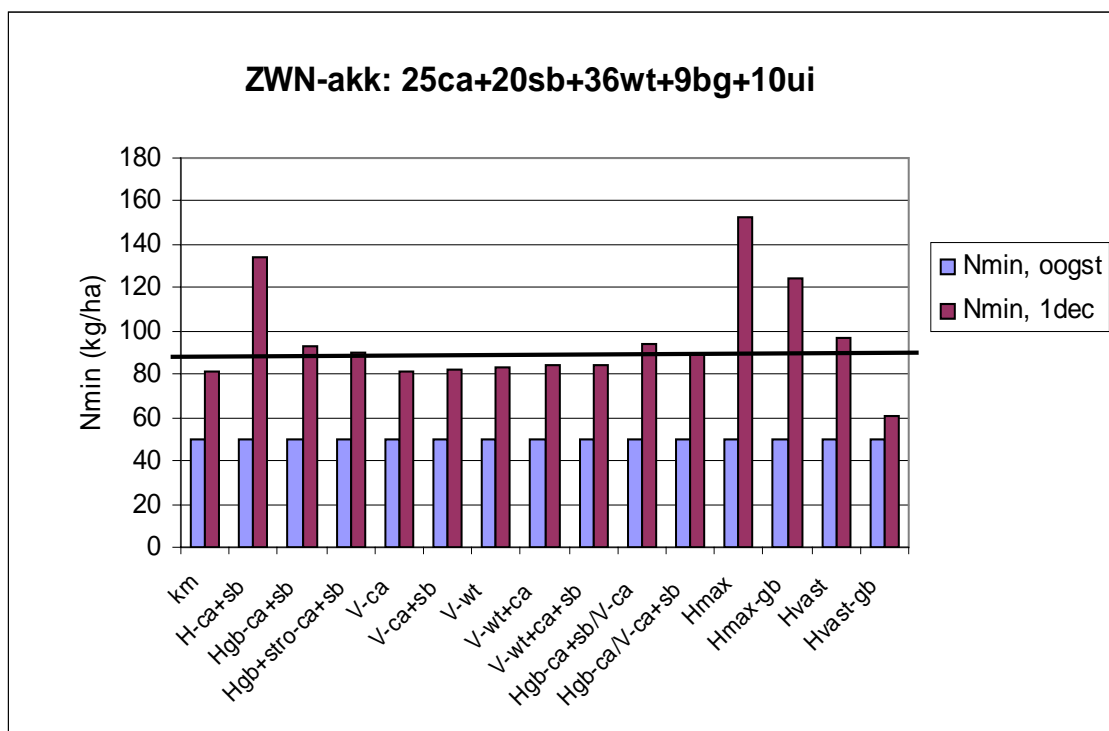
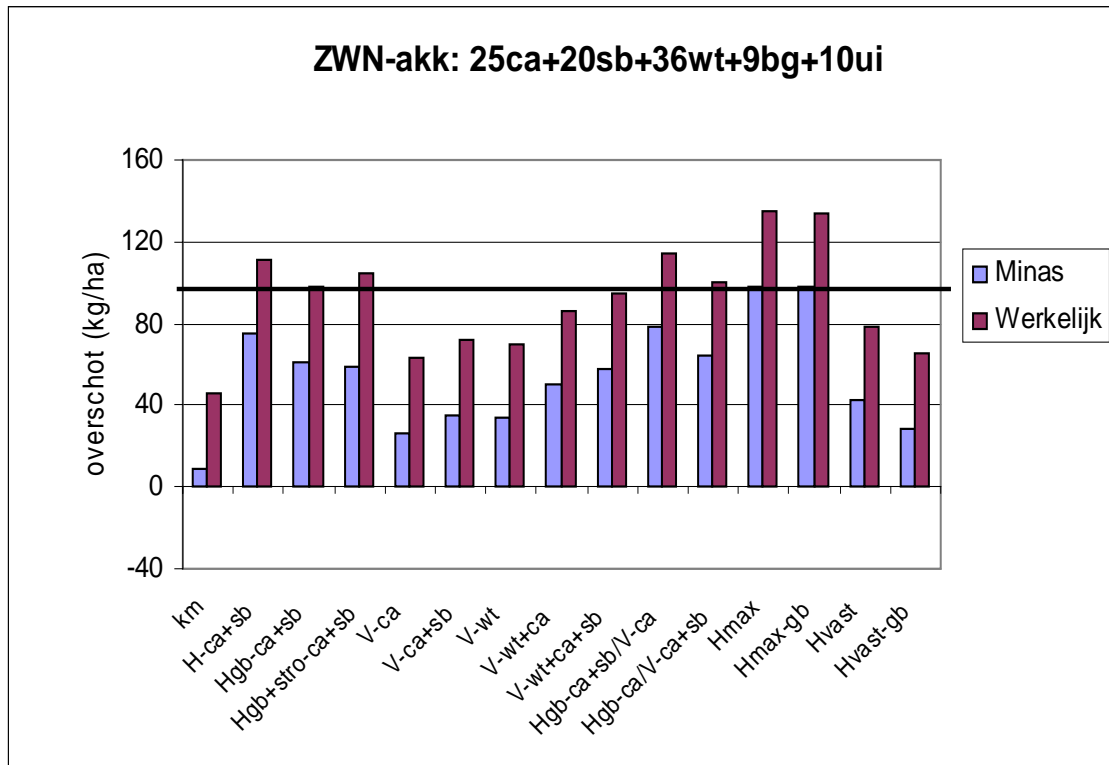
Figuur 18. Invloed van diverse bemestings- en teeltmaatregelen op het Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van een bedrijf met 33% prei, 33% ijssla, 16% bospeen en 16% Chinese kool (ref=referentie, vg=inzaai vanggewas na Chinese kool, NBS=toepassing NBS bij prei en ijssla, stro=inwerken graanstro na 2^e teelt ijssla en Chinese kool, rijbem (Cultan)=rijenbemesting met Cultan bij prei, gr/ijs+ck verw=gewasrest ijssla en Chinese kool verwijdereren, vg ipv ijs2+ck2=2^e teelt ijssla en Chinese kool vervangen door vanggewas, subopt bem=suboptimale N-bemesting bij prei en 2^e teelt ijssla).



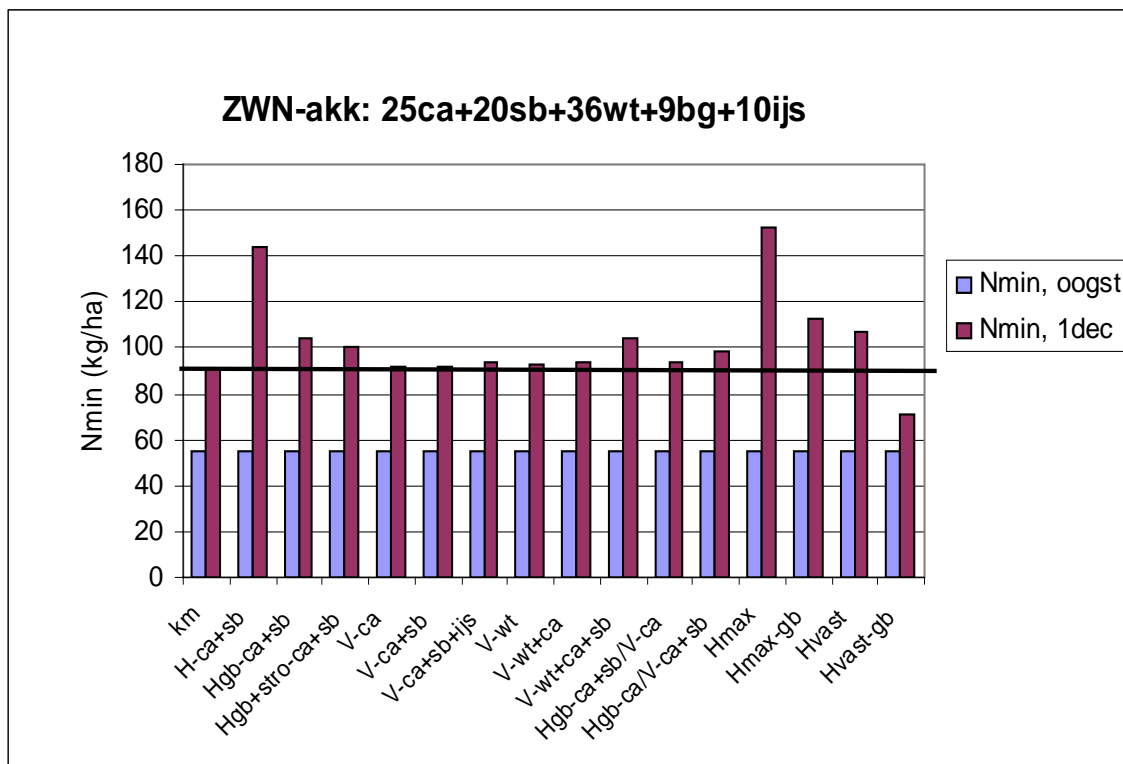
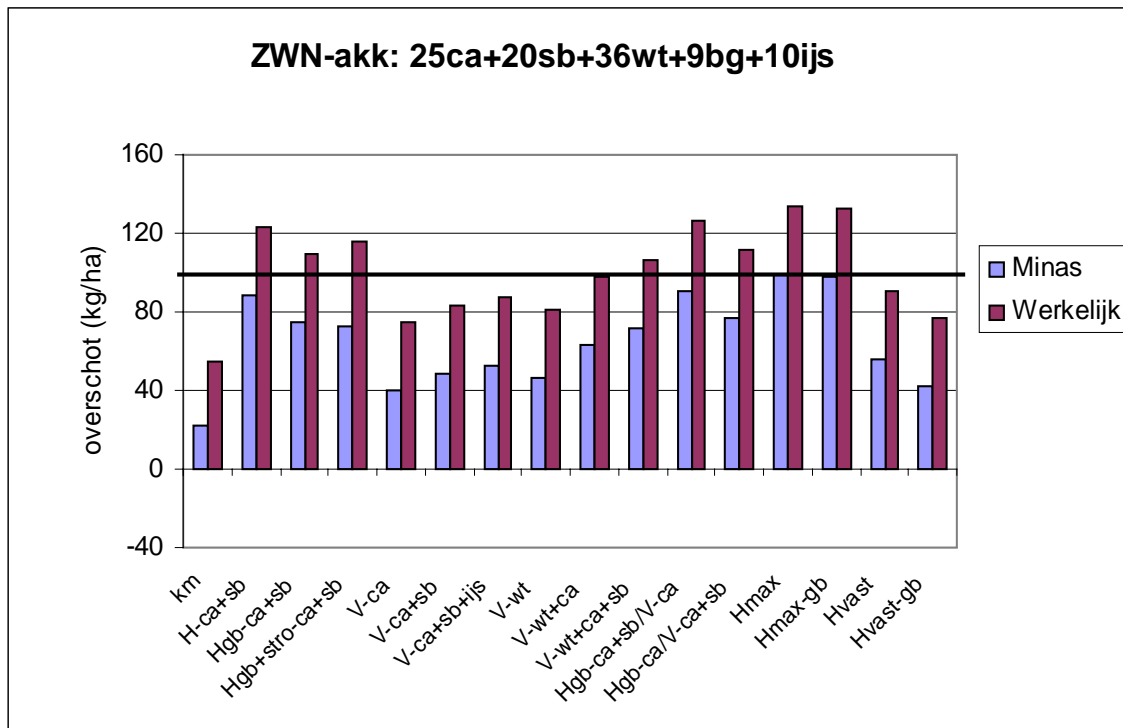
Figuur 19. Invloed van diverse bemestings- en teeltmaatregelen op het Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van een bedrijf met 30% prei en 70% ijssla (ref=referentie, NBS=toepassing NBS bij prei en ijssla, stro=inwerken graanstro na 2^e teelt ijssla, rijbem (Cultan)=rijenbemesting met Cultan bij prei, gr/ijs verw=gewasrest ijssla verwijdereren, vg ipv ijs2=2^e teelt ijssla vervangen door vanggewas, subopt bem=suboptimale N-bemesting bij prei en 2^e teelt ijssla).



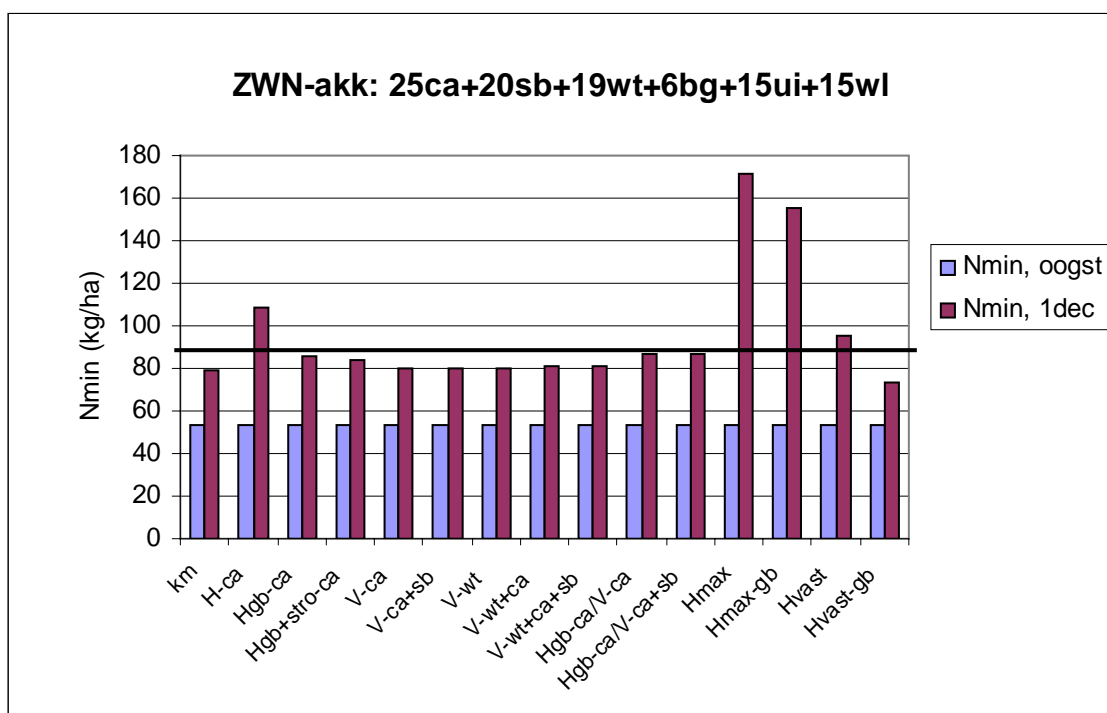
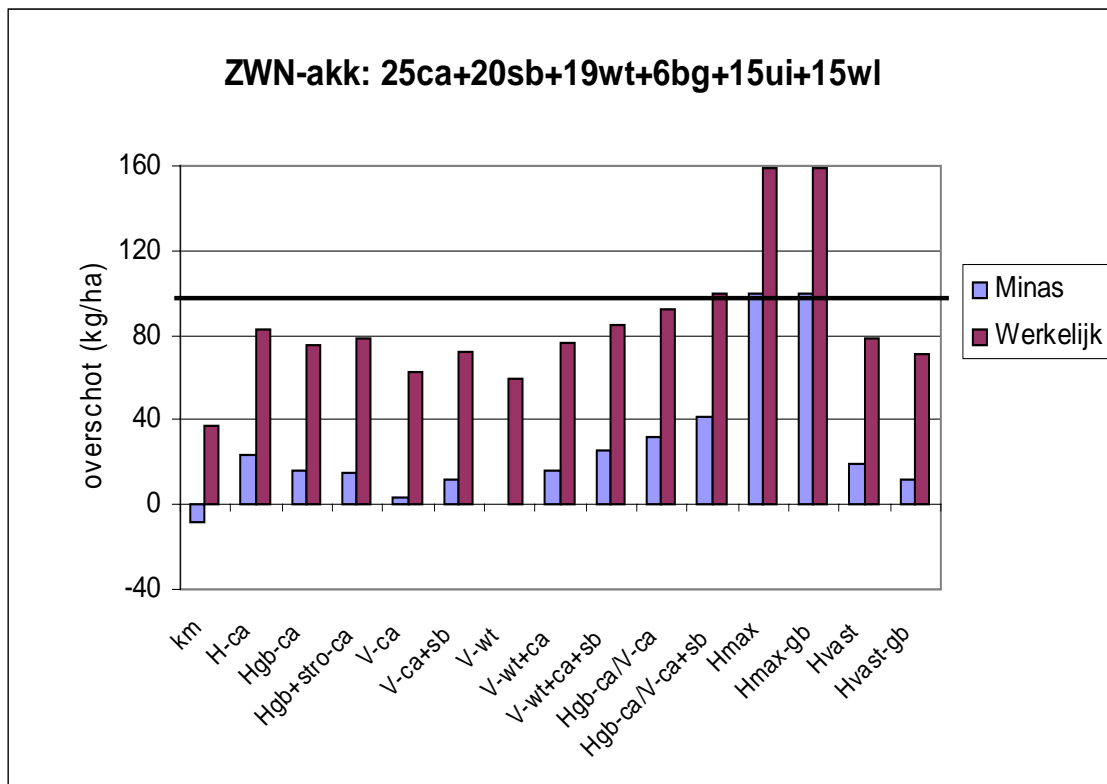
Figuur 20. Invloed van diverse bemestings- en teeltmaatregelen op het Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van een aardbeienbedrijf (ref=referentie, vg=inzaai vanggewas, NBS=toepassing NBS).



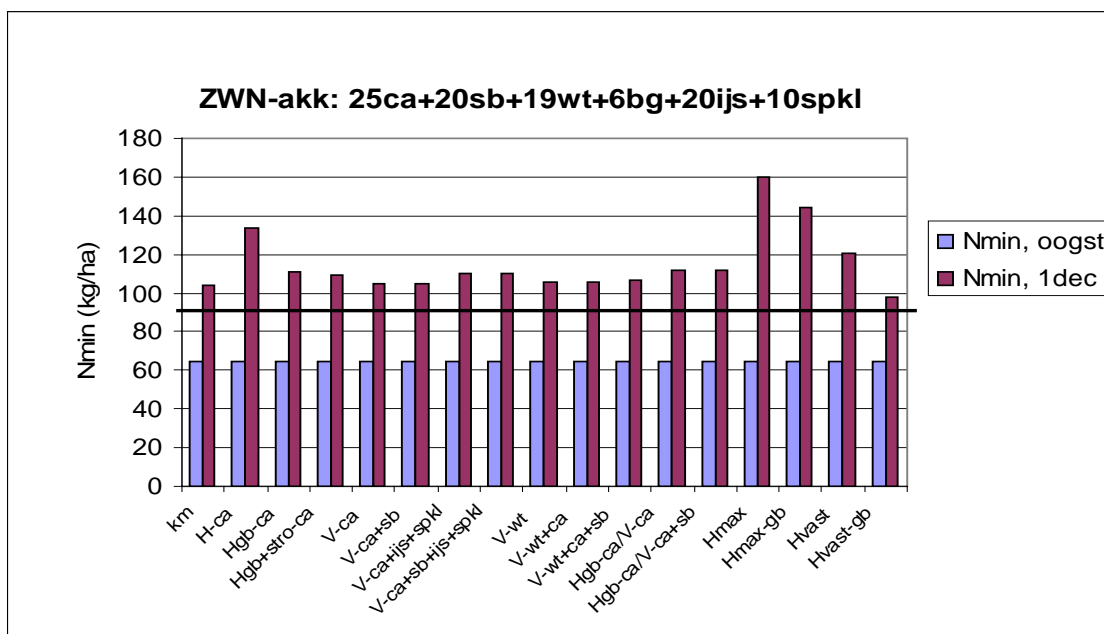
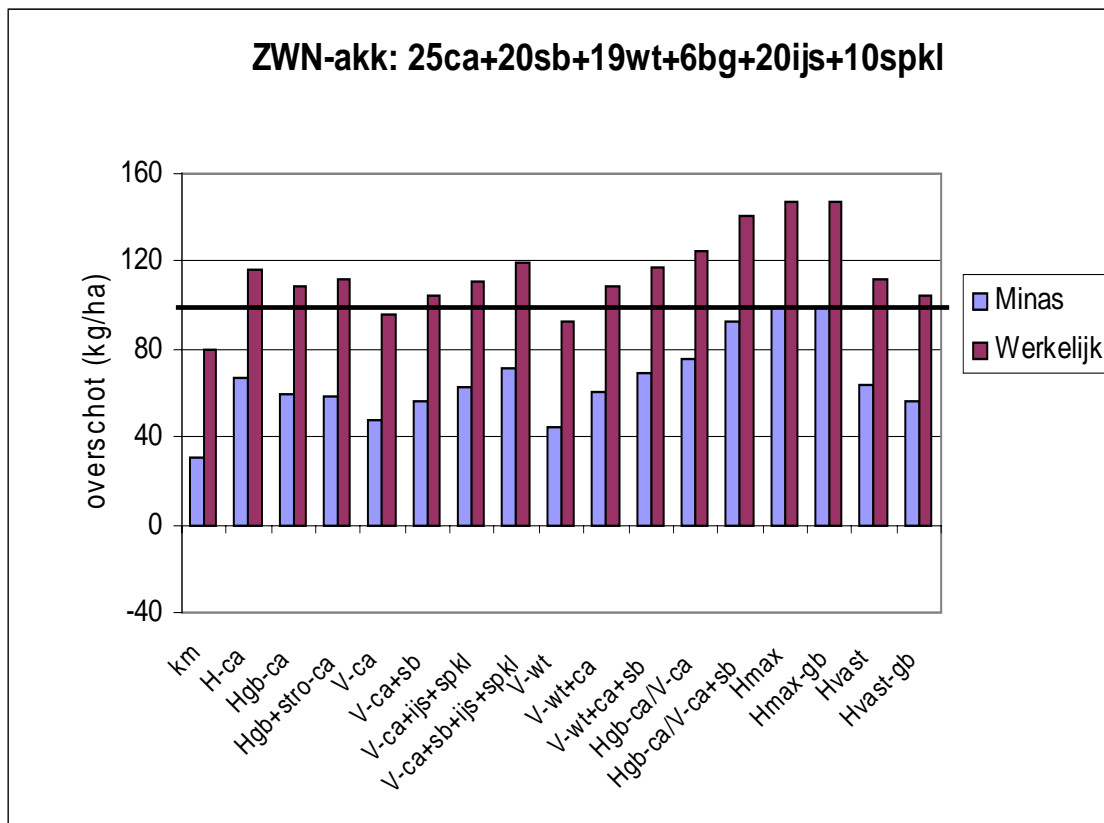
Figuur 21. Invloed van diverse bemestings- en teeltmaatregelen op het Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van een bedrijf met 25% consumptieaardappel, 25% suikerbiet, 45% graan en 10% ui (km=alleen kunstmest, H=herfsttoediening volgens GLP, V=voorjaarstoediening; Hmax=herfsttoediening met maximale benutting van de Minas N-ruimte, Hvast= herfsttoediening vaste fractie bij maximale benutting Minas P-ruimte, gb=inzet groenbemesters, stro=onderwerken van stro). De doorgetrokken lijnen geven de normen weer voor het N-overschot en Nmin, respectievelijk 100 en 88 kg N/ha.



Figuur 22. Invloed van diverse bemestings- en teeltmaatregelen op het Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van een bedrijf met 25% consumptieaardappel, 25% suikerbiet, 45% graan en 10% ijsla (km=alleen kunstmest, H=herfsttoediening volgens GLP, V=voorjaarstoediening; Hmax=herfsttoediening met maximale benutting van de Minas N-ruimte, Hvast= herfsttoediening vaste fractie bij maximale benutting Minas P-ruimte, gb=inzet groenbemesters, stro=onderwerken van stro). De doorgetrokken lijnen geven de normen weer voor het N-overschot en Nmin, respectievelijk 100 en 88 kg N/ha.



Figuur 23. Invloed van diverse bemestings- en teeltmaatregelen op het Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van een bedrijf met 25% consumptieaardappel, 25% suikerbiet, 25% graan, 15% ui en 15% winterpeen (km=alleen kunstmest, H=herfsttoediening volgens GLP, V=voorjaarstoediening; Hmax=herfsttoediening met maximale benutting van de Minas N-ruimte, Hvast= herfsttoediening vaste fractie bij maximale benutting Minas P-ruimte, gb=inzet groenbemesters, stro=onderwerken van stro). De doorgetrokken lijnen geven de normen weer voor het N-overschot en Nmin, respectievelijk 100 en 88 kg N/ha.



Figuur 24. Invloed van diverse bemestings- en teeltmaatregelen op het Minas-N- en werkelijk N-overschot (A) en hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst en op 1 december (B) van een bedrijf met 25% consumptieaardappel, 25% suikerbiet, 25% graan, 10% spruitkool en 20% ijsla (km=alleen kunstmest, H=herfsttoediening volgens GLP, V=voorjaarstoediening;, Hmax=herfsttoediening met maximale benutting van de Minas N-ruimte, Hvast= herfsttoediening vaste fractie bij maximale benutting Minas P-ruimte, gb=inzet groenbemesters, stro=onderwerken van stro). De doorgetrokken lijnen geven de normen weer voor het N-overschot en Nmin, respectievelijk 100 en 88 kg N/ha.

6 Aanbevelingen

Deze studie heeft de knelpunten in kaart gebracht op akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven wanneer verschillende maatstaven voor N-verliezen worden gehanteerd. Daarnaast is zichtbaar gemaakt hoe door aanpassingen van de bemestingsstrategie verliezen kunnen worden verminderd. De resultaten kunnen worden gebruikt als ondersteuning voor het opstellen van bemestingsplannen voor praktijkbedrijven zoals plaatsvindt in projecten als Telen met Toekomst en Praktijkcijfers II. Ook biedt deze studie een goede basis voor bedrijfsmatige studies die in het kader van het LNV-programma Mest en Mineralen 2002-2005 zijn gepland.

De studie was zeker niet compleet en moet worden gezien als een eerste verkenning. Een aantal aspecten zijn door de beperkte tijd niet aan de orde geweest. Deze paragraaf omvat een inventarisatie van onderwerpen die in toekomstige studies de aandacht behoeven.

Economie

Deze studie ging alleen in op de technische effecten van maatregelen om N-verliezen te beperken. Voor een juiste evaluatie is het echter ook van belang dat kostenveranderingen in kaart worden gebracht.

Optimalisatie

De bedrijfsberekeningen beperkten zich tot simulaties. De effecten van van tevoren ingestelde maatregelenpakketten zijn zichtbaar gemaakt. Dit levert weliswaar waardevolle informatie, voor een teler is vooral de vraag belangrijk met welk pakket aan maatregelen hij of zij met zo laag mogelijke kosten kan voldoen aan gestelde mileunormen. Daarvoor is een optimalisatieslag nodig die met de voor dit project gebruikte software niet mogelijk was.

Uitspoeling

Het voldoen aan grondwaterkwaliteitsnormen is in dit project indirect benaderd door een norm af te leiden voor de maximale hoeveelheid N_{min} die in de herfst in de bodem achterblijft. Dergelijke berekeningen winnen aan kracht wanneer ook een inschatting kan worden gemaakt van de daadwerkelijke uitspoeling, hoewel ook uitspoelingsberekeningen aan allerlei onzekerheden onderhevig zijn.

Fosfaat, kali en organische stof

Deze studie richtte zich enkel op stikstof. Voor een volledig beeld moeten echter ook de gevolgen voor de fosfaat/kali-voorziening en –overschotten en de organische stofvoorziening in kaart worden gebracht, te meer omdat maatregelen om N-verliezen te beperken (o.a. verminderde inzet van organische mest) ook gevolgen hebben voor deze parameters.

Vollegrondsgroentebedrijven op kleigrond

Het in kaart brengen van effecten van een aangepaste bemestingsstrategie was nu vooral gericht op akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven op zandgrond omdat daar de problemen het grootst zijn. Dat rechtvaardigt echter niet om kleibedrijven buiten beeld te laten. Met name bij vollegrondsgroentebedrijven op kleigrond kunnen ook gemakkelijk problemen ontstaan wanneer verdergaande normen dan Minas worden gehanteerd.

Variatie in de praktijk

De resultaten van de berekeningen zijn gebaseerd op een gemiddelde situatie. Door jaarsinvloeden (variatie in neerslag en temperatuur) en verschillen in mineralisatie van de bodem zullen onder praktijkomstandigheden de uitkomsten aanzienlijk kunnen variëren. Door het uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse kan dit in kaart worden gebracht.

7 Literatuur

Anonymus, 1996. Kiezen uit Gehalten 3. Forfaitaire gehalten voor de Mineralenboekhouding. Publicatie IKC-Landbouw.

Anonymus, 1998. Adviesbasis bemesting grasland en voedergrassen. Themaboek november 1998, PR, Lelystad, 53 pp.

Anonymus, 1999. Adviesbasis Bemesting Akkerbouw en Vollegrondsgroentegewassen. Publicatie nr. 95, PAV, Lelystad, p. 20-22.

Anonymus, 2001. Kwantitatieve Informatie 2000/2001. PAV-publicatie nr. 102, december 2000.

Janssen, B.H. 1984. A simple method for calculating decomposition and accumulation of 'young' soil organic matter. *Plant and soil* 76, 297-304.

Lammers, H.W., 1984. Een berekende stikstofwerkingscoëfficiënt voor diverse dierlijke organische mestsoorten. *De Buffer* 30, 169-197.

Postma, R. & P.J. van Erp, 1998. Nutrientenmanagement op praktijkpercelen in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. *Meststoffen 1997/1998*, 13-19.

Van Enkevort, P.L.A., J.R. van der Schoot & W. van den Berg, 2002. Estimation of residual mineral soil nitrogen in arable crops and field vegetables at standard recommended rates. In: Ten Berge (ed), A review of potential indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands. Reeks Sturen op Nitraat 2, Plant Research International report nr 31, p. 77-90.

Van Enkevort, P.L.A., J.R. van der Schoot, W. van Dijk, W.A. Dekkers, J. Smid & F.G. Wijnands, 2001. Technische en economische consequenties van de Minas-regelgeving voor de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. PPO-projectrapport.

Van Enkevort, P.L.A., J.R. van der Schoot & W. van den Berg, 2002. Relatie tussen N-overschot en N-uitspoeling op gewasniveau voor de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. PPO-projectrapport 1125234.

Wadman, W.P. J.J. Neeteson, G. Wijnen, 1989. Effect of slurry with and without the nitrification inhibitor dicyandiamide on soil mineral nitrogen response of potatoes. In: J.A. Hansen & K. Henrikson (Eds.) Nitrogen in organic wastes applied to soils. p 304-314. Academic Press, London.

Bijlage IA. Overzicht resultaten van de berekeningen akkerbouwbedrijven in het Noordelijk zeelegebied.

regio	bemesting	nr	Bouwplansamenstelling (%) ¹										N-overschot (kg/ha)		Nmin (kg/ha)		e.o.s.-toevoer (kg/ha)	Dierlijke mest (ton/ha)	
			gr	sb	pa	ca	wp	ui	spkl	ijssla	grasz	gb	Minas	werkelijk N	oogst	1dec			
NZK	KM	1	100											25	34	30	70	1620	0,0
NZK	KM	2	80	20										11	36	29	64	1551	0,0
NZK	KM	3	55	20	25									-15	33	40	79	1343	0,0
NZK	KM	4	45	20	25		10							-28	23	40	76	1249	0,0
NZK	KM	5	45	20	25				10					-17	39	38	77	1379	0,0
NZK	VDM	6	80	20										40	64	29	88	1641	5,0
NZK	VDM	7	55	20	25									50	98	40	103	1545	11,3
NZK	VDM	8	45	20	25		10							37	88	40	130	1451	11,3
NZK	VDM	9	45	20	25				10					48	103	38	131	1581	11,3
NZK	VDM+GB	10	80	20								20		34	58	29	68	1857	5,0
NZK	VDM+GB	11	55	20	25							45		37	84	40	89	2031	11,3
NZK	VDM+GB	12	45	20	25		10					45		24	75	40	84	1937	11,3
NZK	VDM+GB	13	45	20	25				10			45		35	90	38	85	2067	11,3

1. Gr=graan, sb=suikerbiet, pa=pootaardappel, ca=consumptieaardappel, wp=winterpeen, spkl=spruitkool, grasz=graszaad, gb=groenbemester

Bijlage IB. Overzicht resultaten van de berekeningen akkerbouwbedrijven in het Centraal zeeleigebied.

regio	bemesting	nr	Bouwplansamenstelling (%) ¹										N-overschot (kg/ha)		Nmin (kg/ha)		e.o.s.-toevoer (kg/ha)	Dierlijke mest (ton/ha)		
			gr	sb	pa	ca	wi	ui	spkl	ijssla	tulp	gb	Minas	werkelijk N	oogst	1dec				
CZK	KM	1	55	20	25										-15	28	40	80	1343	0,0
CZK	KM	2	45	20	25			10							-24	26	45	85	1209	0,0
CZK	KM	3	45	20	25					10					-10	40	51	95	1336	0,0
CZK	KM	4	25	20	25		15	15							-45	24	48	83	1002	0,0
CZK	KM	5	25	20	25				10	20					-1	61	60	108	1381	0,0
CZK	KM	6	35	20	25			10			10				-24	31	51	94	1095	0,0
CZK	KM	7	35	20	25					10	10				-11	45	56	104	1222	0,0
CZK	KM	8	55	20		25									18	43	44	76	1343	0,0
CZK	KM	9	45	20		25		10							9	40	50	81	1209	0,0
CZK	KM	10	45	20		25				10					22	55	55	91	1336	0,0
CZK	KM	11	25	20		25	15	15							-13	39	53	79	1002	0,0
CZK	KM	12	25	20		25			10	20					31	75	65	105	1381	0,0
CZK	KM	13	35	20		25		10			10				9	46	55	90	1095	0,0
CZK	KM	14	35	20		25				10	10				22	60	61	101	1222	0,0
CZK	VDM	15	55	20	25										50	93	40	133	1545	11,3
CZK	VDM	16	45	20	25			10							41	91	45	138	1411	11,3
CZK	VDM	17	45	20	25					10					54	105	51	148	1538	11,3
CZK	VDM	18	25	20	25		15	15							-5	64	48	112	1115	6,3
CZK	VDM	19	25	20	25				10	20					35	97	60	138	1494	6,3
CZK	VDM	20	35	20	25			10			10				26	82	51	123	1252	8,8
CZK	VDM	21	35	20	25					10	10				40	96	56	134	1379	8,8
CZK	VDM	22	55	20		25									83	108	44	130	1545	11,3
CZK	VDM	23	45	20		25		10							74	105	50	135	1411	11,3
CZK	VDM	24	45	20		25				10					87	119	55	145	1538	11,3
CZK	VDM	25	25	20		25	15	15							28	79	53	109	1115	6,3
CZK	VDM	26	25	20		25			10	20					67	111	65	134	1494	6,3
CZK	VDM	27	35	20		25		10			10				59	96	55	120	1252	8,8
CZK	VDM	28	35	20		25				10	10				72	110	61	130	1379	8,8

Bijlage IB. Overzicht resultaten van de berekeningen akkerbouwbedrijven in het Centraal zeeleigebied (vervolg).

regio	bemesting	nr	Bouwplansamenstelling (%) ¹										N-overschot (kg/ha)		Nmin (kg/ha)		e.o.s.-toevoer (kg/ha)	Dierlijke mest (ton/ha)
			gr	sb	pa	ca	wi	ui	spkl	ijssla	tulp	gb	Minas	werkelijk N	oogst	1dec		
CZK	VDM+GB	29	55	20	25							45	37	79	40	88	2031	11,3
CZK	VDM+GB	30	45	20	25			10				45	28	77	45	92	1897	11,3
CZK	VDM+GB	31	45	20	25					10		45	41	91	51	102	2024	11,3
CZK	VDM+GB	32	25	20	25		15	15				25	-12	57	48	87	1385	6,3
CZK	VDM+GB	33	25	20	25				10	20		25	27	89	60	112	1764	6,3
CZK	VDM+GB	34	35	20	25			10			10	35	16	71	51	98	1630	8,8
CZK	VDM+GB	35	35	20	25					10	10	35	29	85	56	109	1757	8,8
CZK	VDM+GB	36	55	20		25						45	69	94	44	85	2031	11,3
CZK	VDM+GB	37	45	20		25		10				45	60	92	50	88	1897	11,3
CZK	VDM+GB	38	45	20		25				10		45	73	106	55	99	2024	11,3
CZK	VDM+GB	39	25	20		25	15	15				25	20	72	53	83	1385	6,3
CZK	VDM+GB	40	25	20		25			10	20		25	60	104	65	109	1764	6,3
CZK	VDM+GB	41	35	20		25		10			10	35	48	86	55	95	1630	8,8
CZK	VDM+GB	42	35	20		25				10	10	35	62	100	61	105	1757	8,8

1. Gr=graan, sb=suikerbiet, pa=pootaardappel, ca=consumptieaardappel, wi=witlofwortel, spkl=spruitkool, gb=groenbemester

Bijlage IC. Overzicht resultaten van de berekeningen akkerbouwbedrijven in het Zuidwestelijk zeekleigebied.

regio	bemesting	nr	Bouwplansamenstelling (%) ¹										N-overschot (kg/ha)		Nmin (kg/ha)		e.o.s.-toevoer (kg/ha)	Dierlijke mest (ton/ha)
			gr	sb	pa	ca	wp	ui	spkl	ijssla	grasz	gb	Minas	werkelijk N	oogst	1dec		
ZWK	KM	1	55	20		25							18	45	44	76	1343	0,0
ZWK	KM	2	45	20		25		10					9	46	50	81	1209	0,0
ZWK	KM	3	45	20		25			10				16	52	42	74	1379	0,0
ZWK	KM	4	45	20		25					10		12	56	44	76	1294	0,0
ZWK	KM	5	25	20		25	15	15					-8	37	53	79	1017	0,0
ZWK	KM	6	25	20		25			10	20			31	80	65	104	1381	0,0
ZWK	KM	7	25	20		25		15			15		2	66	52	84	1086	0,0
ZWK	VDM	8	55	20		25							83	110	44	129	1545	11,3
ZWK	VDM	9	45	20		25		10					74	111	50	134	1411	11,3
ZWK	VDM	10	45	20		25			10				81	117	42	128	1581	11,3
ZWK	VDM	11	45	20		25					10		77	121	44	130	1497	11,3
ZWK	VDM	12	25	20		25	15	15					28	73	53	109	1130	6,3
ZWK	VDM	13	25	20		25			10	20			67	116	65	134	1494	6,3
ZWK	VDM	14	25	20		25		15			15		38	102	52	114	1198	6,3
ZWK	VDM+GB	15	55	20		25					45		69	96	44	83	2031	11,3
ZWK	VDM+GB	16	45	20		25		10			45		60	97	50	87	1897	11,3
ZWK	VDM+GB	17	45	20		25			10		45		67	103	42	81	2067	11,3
ZWK	VDM+GB	18	45	20		25					10	45	63	108	44	83	1983	11,3
ZWK	VDM+GB	19	25	20		25	15	15				25	20	65	53	83	1400	6,3
ZWK	VDM+GB	20	25	20		25			10	20		25	60	108	65	108	1764	6,3
ZWK	VDM+GB	21	25	20		25		15			15	25	31	94	52	88	1468	6,3

1. Gr=graan, sb=suikerbiet, pa=pootaardappel, ca=consumptieaardappel, wi=witlofwortel, spkl=spruitkool, gb=groenbemester

Bijlage ID. Overzicht resultaten van de berekeningen akkerbouwbedrijven in Noordoostelijk zand- en dalgebied, Zuidoostelijk zandgebied en het lössgebied.

Regio	bemesting	nr	Bouwplansamenstelling (%) ¹											N-overschot (kg/ha)		Nmin (kg/ha)		e.o.s.-toevoer (kg/ha)	Dierlijke mest (ton/ha)		
			gr	sm	sb	ca	za	wp	wi	se	ce+ssb	prei	broc	blkl	Minas	werkelijk N	oogst			1dec	
NON	KM	1	30		20		50								8	73	47	74	1125	0,0	
NON	KM	2	50		20		30								-21	51	43	74	1238	0,0	
NON	KM	3	40		20		30	10							-26	48	40	70	1164	0,0	
NON	KM	4	40		20		30						10		-7	72	45	84	1169	0,0	
NON	VDM	5	30		20		50								49	114	47	75	1467	19,0	
NON	VDM	6	50		20		30								8	79	43	75	1472	13,0	
NON	VDM	7	40		20		30	10							3	76	40	71	1398	13,0	
NON	VDM	8	40		20		30						10		27	106	45	86	1448	15,5	
ZON	KM	1	25		20	25				15	15				-3	94	52	93	1197	0,0	
ZON	KM	2	25		20	25				15		15			-3	89	62	98	1017	0,0	
ZON	KM	3		25	20	25				15	15				8	96	69	106	991	0,0	
ZON	KM	4		25	20	25				15		15			8	91	79	110	811	0,0	
ZON	VDM	5	25		20	25				15	15				30	127	52	95	1471	15,3	
ZON	VDM	6	25		20	25				15		15			28	120	62	99	1278	14,5	
ZON	VDM	7		25	20	25				15	15				49	137	69	109	1333	19,0	
ZON	VDM	8		25	20	25				15		15			49	132	79	113	1153	19,0	
loss	KM	1	70		30										-9	37	31	65	1484	0,0	
loss	KM	2	55		20	25									18	61	47	79	1343	0,0	
loss	KM	3	45		20	25				10					2	58	47	76	1239	0,0	
loss	KM	4	40		20	25								10	14	70	52	89	1294	0,0	
loss	VDM	5	70		30										4	50	31	65	1592	6,0	
loss	VDM	6	55		20	25									43	86	47	81	1550	11,5	
loss	VDM	7	45		20	25				10					27	83	47	77	1446	11,5	
loss	VDM	8	40		20	25								10	45	100	52	91	1546	14,0	

1. Gr=graan, sm=snijmaïs, sb=suikerbiet, ca=consumptieaardappel, za=zetmeelaardappel, wp=waspeen, wi=witlofwortel, se=schorseneer, ce+ssb=conservenerwt+stamslaboon, broc=broccoli, blkl=bloemkool

Bijlage IE. Overzicht resultaten van de berekeningen vollegrondsgroentebedrijven in het Zuidoostelijk zandgebied.

regio	bemesting	nr	Bouwplansamenstelling (%)					N-overschot (kg/ha)		Nmin (kg/ha)		e.o.s.-toevoer (kg/ha)	Dierlijke mest (ton/ha)
			prei	ijssla	Aardbei	Bospeen	Chinese kool	Minas	werkelijk N	oogst	1dec		
ZON	KM	1	100					75	185	127	141	450	0,0
ZON	KM	2	70	30				76	175	132	166	786	0,0
ZON	KM	3	70		30			33	178	125	131	405	0,0
ZON	KM	4	70			15	15	44	150	102	124	561	0,0
ZON	KM	5	70				30	62	160	111	143	748	0,0
ZON	KM	6	50	50				77	169	134	183	1010	0,0
ZON	KM	7	50		50			5	174	123	124	375	0,0
ZON	KM	8	50			15	35	35	133	91	125	760	0,0
ZON	KM	9	33	33		16	16	40	135	103	149	946	0,0
ZON	KM	10	33	33			33	61	146	113	170	1157	0,0
ZON	KM	11	33		33	16	16	-7	138	96	110	527	0,0
ZON	KM	12	33		33		33	14	149	106	131	738	0,0
ZON	KM	13		100				78	152	141	224	1570	0,0
ZON	KM	14	30	70				77	162	137	199	1234	0,0
ZON	KM	15		70		15	15	46	127	109	182	1345	0,0
ZON	KM	16		50		15	35	36	117	98	166	1320	0,0
ZON	KM	17			100			-65	163	119	106	300	0,0
ZON	KM	18				100		-90	37	14	20	200	0,0
ZON	VDM	19	100					118	228	127	143	810	20,0
ZON	VDM	20	70	30				119	218	132	169	1146	20,0
ZON	VDM	21	70		30			63	209	125	132	657	14,0
ZON	VDM	22	70			15	15	80	187	102	125	867	17,0
ZON	VDM	23	70				30	105	203	111	145	1108	20,0
ZON	VDM	24	50	50				120	212	134	187	1370	20,0
ZON	VDM	25	50		50			27	195	123	125	555	10,0
ZON	VDM	26	50			15	35	71	170	91	127	1066	17,0
ZON	VDM	27	33	33		16	16	76	170	103	152	1245	16,6
ZON	VDM	28	33	33			33	104	189	113	174	1517	20,0
ZON	VDM	29	33		33	16	16	15	160	96	111	707	10,0
ZON	VDM	30	33		33		33	42	178	106	133	979	13,4
ZON	VDM	31		100				121	195	141	231	1930	20,0
ZON	VDM	32	30	70				120	205	137	205	1594	20,0
ZON	VDM	33		70		15	15	82	164	109	187	1651	17,0
ZON	VDM	34		50		15	35	73	154	98	171	1626	17,0

Bijlage IF. Overzicht resultaten van de berekeningen vollegrondsgroentebedrijven op klei in het Zuidwesten en Noord-Holland.

regio	bemesting	nr	Bouwplansamenstelling (%) ¹									N-overschot (kg/ha)		Nmin (kg/ha)		e.o.s.-toevoer (kg/ha)	Dierlijke mest (ton/ha)
			spkl	slkl	blkl	ca	va	bo	gr	kns	gb	Minas	werkelijk N	oogst	1dec		
ZWN	KM	1	100									15	94	10	51	2000	0,0
ZWN	KM	2	75			25						33	100	31	68	1719	0,0
ZWN	KM	3	75						25			13	74	15	56	1894	0,0
ZWN	KM	4	75							25		18	100	21	53	1750	0,0
ZWN	KM	5	50			25			25			31	80	36	73	1612	0,0
ZWN	KM	6	50			25				25		36	105	42	71	1469	0,0
ZWN	KM	7	50						25	25		16	80	26	58	1644	0,0
ZWN	KM	8	25			25			25	25		34	85	47	75	1362	0,0
NH	KM	9		100								84	142	38	52	1150	0,0
NH	KM	10		75				25				52	123	48	78	1081	0,0
NH	KM	11		75					25			54	121	52	77	950	0,0
NH	KM	12		75						25		65	111	36	56	1256	0,0
NH	KM	13		50				25	25			22	102	62	104	881	0,0
NH	KM	14		50				25		25		33	92	46	83	1187	0,0
NH	KM	15		50					25	25		35	90	50	82	1056	0,0
NH	KM	16		25				25	25	25		3	71	60	108	987	0,0
NH	KM	17			100							0	126	81	167	1150	0,0
NH	KM	18			75			25				-11	111	80	164	1081	0,0
NH	KM	19			75				25			-9	110	85	164	950	0,0
NH	KM	20			75					25		2	99	68	142	1256	0,0
NH	KM	21			50			25	25			-20	95	83	161	881	0,0
NH	KM	22			50			25		25		-10	84	67	140	1187	0,0
NH	KM	23			50				25	25		-7	82	72	139	1056	0,0
NH	KM	24			25			25	25	25		-18	67	71	137	987	0,0

1. Gr=graan, va=pootaardappel, ca=consumptieaardappel, spkl=spruitkool, kns=knolselderij, blkl=bloemkool, slkl=sluitkool, gb=groenbemester

Bijlage IF. Overzicht resultaten van de berekeningen vollegrondsgroentebedrijven op klei in het Zuidwesten en Noord-Holland (vervolg).

regio	bemesting	nr	Bouwplansamenstelling (%) ¹									N-overschot (kg/ha)		Nmin (kg/ha)		e.o.s.-toevoer (kg/ha)	Dierlijke mest (ton/ha)
			spkl	slkl	blkl	ca	va	bo	gr	kns	gb	Minas	werkelijk N	oogst	1dec		
ZWN	VDM	25	75						25			49	110	15	86	2006	6,3
ZWN	VDM	26	50				25		25			67	116	36	103	1725	6,3
ZWN	VDM	27	50						25	25		52	116	26	88	1756	6,3
ZWN	VDM	28	25				25		25	25		70	121	47	105	1475	6,3
NH	VDM	29		75					25			100	147	36	86	1369	6,3
NH	VDM	30		50				25	25			68	128	46	112	1300	6,3
NH	VDM	31		50					25	25		70	126	50	112	1169	6,3
NH	VDM	32		25				25	25	25		38	107	60	138	1100	6,3
NH	VDM	33			75				25			38	135	68	172	1369	6,3
NH	VDM	34			50			25	25			27	120	67	170	1300	6,3
NH	VDM	35			50				25	25		29	118	72	169	1169	6,3
NH	VDM	36			25			25	25	25		18	103	71	167	1100	6,3
ZWN	VDM+GB	37	75						25		25	42	103	15	60	2276	6,3
ZWN	VDM+GB	38	50				25		25		25	60	108	36	77	1995	6,3
ZWN	VDM+GB	39	50						25	25	25	44	108	26	62	2026	6,3
ZWN	VDM+GB	40	25				25		25	25	25	62	114	47	79	1745	6,3
NH	VDM+GB	41		75					25		25	92	140	36	60	1639	6,3
NH	VDM+GB	42		50				25	25		25	60	121	46	87	1570	6,3
NH	VDM+GB	43		50					25	25	25	63	119	50	86	1439	6,3
NH	VDM+GB	44		25				25	25	25	25	31	100	60	112	1370	6,3
NH	VDM+GB	45			75				25		25	30	128	68	146	1639	6,3
NH	VDM+GB	46			50			25	25		25	19	113	67	144	1570	6,3
NH	VDM+GB	47			50				25	25	25	22	111	72	143	1439	6,3
NH	VDM+GB	48			25			25	25	25	25	10	96	71	141	1370	6,3

1. Gr=graan, va=pootaardappel, ca=consumptieaardappel, spkl=spruitkool, kns=knolselderij, blkl=bloemkool, slkl=sluitkool, gb=groenbemester

Bijlage IIA. Resultaten berekeningen alternatieve scenario's akkerbouwbedrijven Noord-Oost-Nederland.

Bouwplan ¹	scenario	nr	N-overschot (kg/ha)		Nmin		os-toevoer (kg eos/ha)	Dierlijke mest (ton/ha)
			Minas	Werkelijk	oogst	1 dec		
50za+25sb+25gr	Referentie/vroeg ras	1.1.1	52	119	47	74	1476	20,0
50za+25sb+25gr	Referentie/laat ras	1.1.2	22	90	47	74	1476	20,0
50za+25sb+25gr	Vanggewassen na graan	1.2	47	114	47	64	1611	20,0
50za+25sb+25gr	NBS	1.3	37	104	47	74	1476	20,0
50za+25sb+25gr	Inwerken graanstro	1.4	51	122	47	72	1681	20,0
50za+25sb+25gr	Geen organische mest	1.7	9	76	47	72	1116	0,0
50za+25sb+25gr	NBS+geen mest+vanggewas na graan	1.11	-11	56	47	62	1116	0,0
33za+25sb+33gr+8wp	Referentie/vroeg ras	2.1.1	13	88	43	71	1419	15,0
33za+25sb+33gr+8wp	Referentie/laat ras	2.1.2	-6	68	43	71	1419	15,0
33za+25sb+33gr+8wp	Vanggewassen na graan	2.2	7	81	43	57	1597	15,0
33za+25sb+33gr+8wp	NBS	2.3	3	78	43	71	1419	15,0
33za+25sb+33gr+8wp	Inwerken graanstro	2.4	12	91	43	68	1749	15,0
33za+25sb+33gr+8wp	Geen organische mest	2.7	-19	55	43	70	1149	0,0
33za+25sb+33gr+8wp	NBS+geen mest+vanggewas na graan	2.11	-36	38	43	56	1149	0,0

1. Za=zetmeelaardappelen, sb=suikerbieten, gr=graan, wp=waspeen

Bijlage IIB. Resultaten berekeningen alternatieve scenario's akkerbouwbedrijven Zuid-Oost-Nederland.

Bouwplan ¹	scenario	nr	N-overschot (kg/ha)		Nmin		os-toevoer (kg eos/ha)	Dierlijke mest (ton/ha)
			Minas	Werkelijk	oogst	1 dec		
25ca+25sb+25gr+12,5wp+12,5ce+ssb	Referentie	1.1	19	115	55	93	1.483	15,6
25ca+25sb+25gr+12,5wp+12,5ce+ssb	Vanggewas na graan (vg)	1.2	13	109	55	83	1.607	15,0
25ca+25sb+25gr+12,5wp+12,5ce+ssb	NBS aardappel	1.3	12	108	52	91	1.483	15,6
25ca+25sb+25gr+12,5wp+12,5ce+ssb	Inwerken graanstro	1.4	18	118	55	91	1.784	15,6
25ca+25sb+25gr+12,5wp+12,5ce+ssb	N-nawerking gewasrest erwit	1.5	10	106	55	93	1.460	14,4
25ca+25sb+25gr+12,5wp+12,5ce+ssb	Geen organische mest	1.7	-5	92	55	91	1.202	0,0
25ca+25sb+25gr+12,5wp+12,5ce+ssb	Verwijderen gewasrest stamslaboon	1.8	19	105	55	91	1.367	15,6
25ca+25sb+25gr+12,5wp+12,5ce+ssb	Vervanging stamslaboon door vanggewas/100	1.9.1	-10	89	51	89	1.480	12,5
25ca+25sb+25gr+12,5wp+12,5ce+ssb	Vervanging stamslaboon door vanggewas/150	1.9.2	-13	86	51	83	1.480	12,5
25ca+25sb+25gr+12,5wp+12,5ce+ssb	vg+nbs+geen mest+vg ipv ssb/150	1.11	-50	49	49	69	1.390	0,0
25ca+25sb+25sm+12,5wp+12,5ce+ssb	Referentie	2.1	43	130	71	107	1.379	21,3
25ca+25sb+25sm+12,5wp+12,5ce+ssb	Vanggewas na snijmaïs (vg)	2.2	38	125	71	96	1.514	21,3
25ca+25sb+25sm+12,5wp+12,5ce+ssb	NBS aardappel	2.3	35	122	69	104	1.379	21,3
25ca+25sb+25sm+12,5wp+12,5ce+ssb	N-nawerking gewasrest erwit	2.5	37	123	71	107	1.379	21,3
25ca+25sb+25sm+12,5wp+12,5ce+ssb	Rijenbemesting mais, kunstmest	2.6.1	23	110	67	102	1.266	15,0
25ca+25sb+25sm+12,5wp+12,5ce+ssb	Rijenbemesting mais, mest	2.6.2	33	120	71	102	1.356	20,0
25ca+25sb+25sm+12,5wp+12,5ce+ssb	Geen organische mest	2.7	3	90	71	104	996	0,0
25ca+25sb+25sm+12,5wp+12,5ce+ssb	Verwijderen gewasrest sboon	2.8	43	119	71	105	1.319	21,3
25ca+25sb+25sm+12,5wp+12,5ce+ssb	Vervanging sboon door vanggewas/100	2.9.1	20	110	68	103	1.438	21,3
25ca+25sb+25sm+12,5wp+12,5ce+ssb	Vervanging sboon door vanggewas/150	2.9.2	17	107	68	97	1.438	21,3
25ca+25sb+25sm+12,5wp+12,5ce+ssb	vg+nbs+maisrij/km+geen mest+vg ipv ssb/150	2.11	-45	45	61	78	1.185	0,0

1. ca=consumptieaardappelen, sb=suikerbieten, gr=graan, sm=snijmaïs, wp=waspeen, ce=conservenerwt, ssb=stamslaboon

Bijlage IIC. Resultaten berekeningen alternatieve scenarios vollegrondsgroentebedrijven Zuid-Oost-Nederland.

Bouwplan ¹	scenario	nr	N-overschot (kg/ha)		Nmin		os-toevoer (kg eos/ha)	Dierlijke mest (ton/ha)
			Minas	Werkelijk	Oogst	1 dec		
100prei	Referentie	1.1	118	228	127	142	810	20,0
100prei	NBS	1.3	78	188	107	122	810	20,0
100prei	Rijenbemesting, Cultan	1.6	25	135	102	117	450	0,0
100prei	Geen organische mest	1.7	75	185	127	141	450	0,0
100prei	Suboptimaal bemesten	1.10	68	184	102	117	810	20,0
100prei	cultan+subopt	1.11	-15	101	82	97	450	0,0
50prei+50ijs	Referentie	2.1	120	212	134	187	1370	20,0
50prei+50ijs	NBS prei en ijssla	2.3	90	182	114	167	1370	20,0
50prei+50ijs	Inwerken graanstro na 2 ^e teelt ijssla	2.4	112	224	134	174	1370	20,0
50prei+50ijs	Rijenbemesting, Cultan	2.6	73	165	122	174	1190	0,0
50prei+50ijs	Geen organische mest	2.7	77	169	134	183	1010	0,0
50prei+50ijs	Verwijderen gewasresten 2 ^e teelt ijssla	2.8	120	173	134	174	1370	20,0
50prei+50ijs	Vervanging 2e teelt ijssla door vanggewas/100	2.9.1	54	180	134	161	1370	20,0
50prei+50ijs	Vervanging 2e teelt ijssla door vanggewas/150	2.9.2	42	167	134	136	1370	20,0
50prei+50ijs	Suboptimaal bemesten prei en 2 ^e teelt ijssla	2.10	85	182	112	164	1370	20,0
50prei+50ijs	cultan+geen mest+vg ipv ijs2/150	2.11.1	-27	99	122	116	1010	0,0
50prei+50ijs	cultan+geen mest+vg ipv ijs2/150+subopt/prei	2.11.2	-47	82	112	106	1010	0,0
33prei+33ijs+16bp+16ck	Referentie	3.1	77	171	103	152	1247	16,7
33prei+33ijs+16bp+16ck	Vanggewas na Chinese kool	3.2	74	168	103	146	1247	16,7
33prei+33ijs+16bp+16ck	NBS prei en ijsla	3.3	57	151	90	139	1247	16,7
33prei+33ijs+16bp+16ck	Inwerken graanstro na 2 ^e teelt ijs en ck	3.4	68	182	103	147	1247	16,7
33prei+33ijs+16bp+16ck	Rijenbemesting, Cultan prei	3.6	46	140	95	144	1127	10,0
33prei+33ijs+16bp+16ck	Geen organische mest	3.7	41	135	103	149	947	0,0
33prei+33ijs+16bp+16ck	Verwijderen gewasresten 2 ^e teelt ijs en ck	3.8	77	130	103	138	1247	16,7
33prei+33ijs+16bp+16ck	Vervanging 2e teelt ijs en ck door vanggewas/100	3.9.1	12	141	103	126	1232	15,8
33prei+33ijs+16bp+16ck	Vervanging 2e teelt ijs en ck door vanggewas/150	3.9.2	-6	123	103	100	1187	13,3
33prei+33ijs+16bp+16ck	Suboptimaal bemesten prei en 2 ^e teelt ijssla	3.10	46	144	88	137	1187	13,3
33prei+33ijs+16bp+16ck	cultan+geen mest+vg ipv ijs2+ck2/150	3.11.1	-51	77	95	86	947	0,0
33prei+33ijs+16bp+16ck	cultan+geen mest+vg ipv ijs2+ck2/150+subopt/prei	3.11.2	-64	66	88	80	947	0,0

Bijlage IID. Resultaten berekeningen alternatieve scenarios vollegrondsgroentebedrijven Zuid-Oost-Nederland (vervolg).

Bouwplan ¹	Scenario	nr	N-overschot (kg/ha)		Nmin		os-toevoer (kg eos/ha)	Dierlijke mest (ton/ha)
			Minas	Werkelijk	Oogst	1 dec		
70ijs+30prei	Referentie	4.1	120	206	136	201	1557	20,0
70ijs+30prei	NBS prei en ijssla	4.3	94	180	116	181	1557	20,0
70ijs+30prei	Inwerken graanstro na 2 ^e teelt ijssla	4.4	108	220	136	185	1557	20,0
70ijs+30prei	Rijenbemesting, Cultan prei	4.6	89	175	128	193	1437	13,3
70ijs+30prei	Geen organische mest	4.7	77	163	136	197	1197	0,0
70ijs+30prei	Verwijderen gewasresten 2 ^e teelt ijssla	4.8	120	154	136	185	1557	20,0
70ijs+30prei	Vervanging 2e teelt ijssla door vanggewas/100	4.9.1	33	164	136	167	1557	20,0
70ijs+30prei	Vervanging 2e teelt ijssla door vanggewas/150	4.9.2	16	147	136	134	1557	20,0
70ijs+30prei	Suboptimaal bemesten 2 ^e teelt ijssla en prei	4.10	90	181	115	180	1557	20,0
70ijs+30prei	cultan+geen mest+/vg ipv ijs2/150	4.11.1	-44	87	128	115	1197	0,0
70ijs+30prei	cultan+geen mest+/vg ipv ijs2/150+subopt/prei	4.11.2	-57	74	121	109	1197	0,0
100aardbei	Referentie	5.1	-80	148	119	106	300	0,0
100aardbei	Vanggewas na aardbei	5.2	-120	108	119	26	300	0,0
100aardbei	NBS	5.3	-100	128	109	96	300	0,0

1. Ijs=ijssla, bp=bospeen, ck=Chinese kool

Bijlage IIE. Resultaten berekeningen alternatieve scenario's akkerbouwbedrijven Zuid-West-Nederland.

Bouwplan ¹	scenario	nr	N-overschot (kg/ha)		Nmin		os-toevoer (kg eos/ha)	Dierlijke mest (ton/ha)
			Minas	Werkelijk	Oogst	1 dec		
25ca+20sb+45gr+10ui	Herfst, maximaal, zonder gb	1.1.1	98	135	50	153	1.487	15,3
25ca+20sb+45gr+10ui	Herfst, maximaal, met gb	1.1.2	98	134	50	124	2.014	17,6
25ca+20sb+45gr+10ui	Herfst, beperkt, zonder gb	1.1.3	75	111	50	134	1.415	11,3
25ca+20sb+45gr+10ui	Herfst, beperkt, met gb	1.1.4	62	98	50	93	1.901	11,3
25ca+20sb+45gr+10ui	Herfst, beperkt, met gb en stro	1.1.5	59	105	50	90	2.314	11,3
25ca+20sb+45gr+10ui	Voorjaar, ca	1.2.1	26	63	50	81	1.347	7,5
25ca+20sb+45gr+10ui	Voorjaar, ca + sb	1.2.2	35	71	50	82	1.419	11,5
25ca+20sb+45gr+10ui	Herfst, beperkt+gb ca, voorjaar, ca + sb	1.2.3	64	100	50	89	1.802	17,8
25ca+20sb+45gr+10ui	Herfst, beperkt+gb ca + sb, voorjaar ca	1.2.4	78	114	50	94	2.036	18,8
25ca+20sb+45gr+10ui	Voorjaar, wt	1.3.1	34	70	50	83	1.342	7,2
25ca+20sb+45gr+10ui	Voorjaar, wt + ca	1.3.2	50	86	50	84	1.477	14,7
25ca+20sb+45gr+10ui	Voorjaar, wt + ca +sb	1.3.3	58	95	50	84	1.549	18,7
25ca+20sb+45gr+10ui	Herfst, vaste fractie, zonder gb	1.4.1	42	79	50	97	1.550	4,5
25ca+20sb+45gr+10ui	Herfst, vaste fractie, met gb	1.4.2	29	65	50	61	2.036	4,5
25ca+20sb+45gr+10ijs	Herfst, maximaal, zonder gb	2.1.1	99	133	55	153	1.574	13,1
25ca+20sb+45gr+10ijs	Herfst, maximaal, met gb	2.1.2	98	133	55	113	2.100	15,3
25ca+20sb+45gr+10ijs	Herfst, beperkt, zonder gb	2.1.3	88	123	55	144	1.542	11,3
25ca+20sb+45gr+10ijs	Herfst, beperkt, met gb	2.1.4	75	109	55	104	2.028	11,3
25ca+20sb+45gr+10ijs	Herfst, beperkt, met gb en stro	2.1.5	73	116	55	100	2.441	11,3
25ca+20sb+45gr+10ijs	Voorjaar, ca	2.2.1	40	74	55	92	1.474	7,5
25ca+20sb+45gr+10ijs	Voorjaar, ca + sb	2.2.2	48	83	55	92	1.546	11,5
25ca+20sb+45gr+10ijs	Herfst, beperkt+gb ca, voorjaar, ca + sb	2.2.3	77	112	55	99	1.929	17,8
25ca+20sb+45gr+10ijs	Herfst, beperkt+gb ca + sb, voorjaar ca	2.2.4	91	126	55	104	2.163	18,8
25ca+20sb+45gr+10ijs	Voorjaar, ca +sb + ijs	2.2.5	53	87	56	94	1.582	13,5
25ca+20sb+45gr+10ijs	Voorjaar, wt	2.3.1	47	81	55	93	1.469	7,2
25ca+20sb+45gr+10ijs	Voorjaar, wt + ca	2.3.2	63	98	55	94	1.604	14,7
25ca+20sb+45gr+10ijs	Voorjaar, wt + ca +sb	2.3.3	72	106	55	94	1.676	18,7
25ca+20sb+45gr+10ijs	Herfst, vaste fractie, zonder gb	2.4.1	56	90	55	107	1.677	4,5
25ca+20sb+45gr+10ijs	Herfst, vaste fractie, met gb	2.4.2	42	77	55	71	2.163	4,5

Bijlage IIF. Resultaten berekeningen alternatieve scenario's akkerbouwbedrijven Zuid-West-Nederland (vervolg).

Bouwplan ¹	scenario	Nr	N-overschot (kg/ha)		Nmin		os-toevoer (kg eos/ha)	Dierlijke mest (ton/ha)
			Minas	Werkelijk	Oogst	1 dec		
25ca+20sb+25gr+15ui+15wi	Herfst, maximaal, zonder gb	3.1.1	100	159	53	171	1.353	19,5
25ca+20sb+25gr+15ui+15wi	Herfst, maximaal, met gb	3.1.2	99	159	53	155	1.646	20,8
25ca+20sb+25gr+15ui+15wi	Herfst, beperkt, zonder gb	3.1.3	23	83	53	109	1.115	6,3
25ca+20sb+25gr+15ui+15wi	Herfst, beperkt, met gb	3.1.4	16	75	53	86	1.385	6,3
25ca+20sb+25gr+15ui+15wi	Herfst, beperkt, met gb en stro	3.1.5	15	79	53	84	1.614	6,3
25ca+20sb+25gr+15ui+15wi	Voorjaar, ca	3.2.1	4	63	53	80	1.137	7,5
25ca+20sb+25gr+15ui+15wi	Voorjaar, ca + sb	3.2.2	12	72	53	80	1.209	11,5
25ca+20sb+25gr+15ui+15wi	Herfst, beperkt+gb ca, voorjaar, ca + sb	3.2.3	41	100	53	87	1.592	17,8
25ca+20sb+25gr+15ui+15wi	Herfst, beperkt+gb ca, voorjaar ca	3.2.4	32	92	53	87	1.520	13,8
25ca+20sb+25gr+15ui+15wi	Voorjaar, wt	3.3.1	0	60	53	80	1.074	4,0
25ca+20sb+25gr+15ui+15wi	Voorjaar, wt + ca	3.3.2	16	76	53	81	1.209	11,5
25ca+20sb+25gr+15ui+15wi	Voorjaar, wt + ca +sb	3.3.3	25	85	53	81	1.281	15,5
25ca+20sb+25gr+15ui+15wi	Herfst, vaste fractie, zonder gb	3.4.1	19	79	53	95	1.340	4,5
25ca+20sb+25gr+15ui+15wi	Herfst, vaste fractie, met gb	3.4.2	12	71	53	73	1.610	4,5
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Herfst, maximaal, zonder gb	4.1.1	99	147	65	160	1.593	11,8
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Herfst, maximaal, met gb	4.1.2	99	147	65	144	1.885	13,0
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Herfst, beperkt, zonder gb	4.1.3	67	116	65	134	1.494	6,3
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Herfst, beperkt, met gb	4.1.4	60	108	65	111	1.764	6,3
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Herfst, beperkt, met gb en stro	4.1.5	59	112	65	109	1.993	6,3
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Voorjaar, ca	4.2.1	48	96	65	105	1.516	7,5
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Voorjaar, ca + sb	4.2.2	56	104	65	105	1.588	11,5
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Herfst, beperkt+gb ca, voorjaar, ca + sb	4.2.3	85	133	65	112	1.971	17,8
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Herfst, beperkt+gb ca, voorjaar ca	4.2.4	76	125	65	112	1.899	13,8
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Voorjaar, ca +sb + ijs + spkl	4.2.5	71	120	65	110	1.714	18,5
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Voorjaar, ca + ijs + spkl	4.2.6	63	111	65	110	1.642	14,5
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Voorjaar, wt	4.3.1	44	93	65	106	1.453	4,0
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Voorjaar, wt + ca	4.3.2	61	109	65	106	1.588	11,5
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Voorjaar, wt + ca +sb	4.3.3	69	117	65	107	1.660	15,5
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Herfst, vaste fractie, zonder gb	4.4.1	63	112	65	121	1.719	4,5
25ca+20sb+25gr+20ijs+10spkl	Herfst, vaste fractie, met gb	4.4.2	56	104	65	98	1.989	4,5

1. ca=consumptie aardappelen, sb=suikerbieten, gr=graan, wi=winterpeen, ijs=ijsla, spkl=spruitkool