



# Opbrengst, mineralenverlies en bodemvruchtbaarheid van een biologisch akkerbouwbedrijf in relatie tot bemestingsniveaus

Resultaten van het Ecologisch Proefbedrijf Dr H.J. Lovinkhoeve 1996 - 2002

J.J. Schröder, J.W. Steenhuizen, A.G. Jansen, B. Fraters & A. Siepel



Rapport 69





# Opbrengst, mineralenverlies en bodemvruchtbaarheid van een biologisch akkerbouwbedrijf in relatie tot bemestingsniveaus

Resultaten van het Ecologisch Proefbedrijf Dr H.J. Lovinkhoeve 1996 – 2002

J.J. Schröder, J.W. Steenhuizen, A.G. Jansen, B. Fraters & A. Siepel

© 2003 Wageningen, Plant Research International 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 Plant Research International B.V.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.

## **Plant Research International B.V.**

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen  
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
Tel. : 0317 - 47 70 00  
Fax : 0317 - 41 80 94  
E-mail : [post@plant.wag-ur.nl](mailto:post@plant.wag-ur.nl)  
Internet : <http://www.plant.wageningen-ur.nl>

# Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
Summary	3
Voorwoord	5
1. Inleiding	7
2. Materialen en methode	9
2.1 Locatie en grondsoort	9
2.2 Bouwplan en bemesting	9
2.3 Waarnemingen	11
2.3.1 Mineralenboekhouding	11
2.3.2 Bodemvruchtbaarheid	14
2.3.3 Drainwateranalyses	14
2.4 Weersgegevens	16
3. Resultaten	17
3.1 Gewasopbrengsten	17
3.1.1 Opbrengstniveaus	17
3.1.2 Reactie op mest	17
3.2 Gehalten	21
3.3 Mineralenbalansen	22
3.3.1 Stikstof	22
3.3.2 Fosfaat	23
3.3.3 Kalium	24
3.3.4 Dekkingspercentage	25
3.4 Minerale N na de oogst	26
3.5 Drainwateranalyses	27
3.5.1 Nitraat	27
3.5.2 Overige stoffen	35
3.6 Bodemvruchtbaarheid	37
4. Discussie	41
5. Literatuur	45
Bijlage I.	Organische bemesting (soort en dosis bij achtereenvolgende behandelingen) per perceel van het najaar van 1995 tot en met het voorjaar van 2002 (Lovinkhoeve) 2 pp.
Bijlage II.	Organische bemesting per perceel van het najaar van 1995 tot en met het voorjaar van 2002 (Lovinkhoeve) 2 pp.
Bijlage III.	Gerealiseerde opbrengsten (Lovinkhoeve) 2 pp.

Bijlage IV.	Gemeten N-gehalte (kg per ton product) in vergelijking met de verstekgehalten zoals aangegeven door Stouthart & Leferink (1992) (Lovinkhoeve)	2 pp.
Bijlage V.	Gemeten P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -gehalte (kg per ton product) in vergelijking met de verstekgehalten zoals aangegeven door Stouthart & Leferink (1992) (Lovinkhoeve)	2 pp.
Bijlage VI.	Gemeten K <sub>2</sub> O-gehalte (kg per ton product) in vergelijking met de verstekgehalten zoals aangegeven door Stouthart & Leferink (1992) (Lovinkhoeve)	2 pp.
Bijlage VII.	Stikstofaanvoer, -afvoer en –overschot (kg N per ha per jaar) in afhankelijkheid van bemestingsniveau (OM <sub>n</sub> ) en voor gehele bedrijfsoppervlakte (Lovinkhoeve 1995 - 2002)	4 pp.
Bijlage VIII.	Fosfaataanvoer, -afvoer en –overschot (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> per ha per jaar) in afhankelijkheid van bemestingsniveau (OM <sub>n</sub> ) en voor gehele bedrijfsoppervlakte (Lovinkhoeve 1995 - 2002)	4 pp.
Bijlage IX.	Kaliumaanvoer, -afvoer en –overschot (kg K <sub>2</sub> O per ha per jaar) in afhankelijkheid van bemestingsniveau (OM <sub>n</sub> ) en voor gehele bedrijfsoppervlakte (Lovinkhoeve 1995 - 2002)	4 pp.
Bijlage X.	Hoeveelheid minerale N (kg per ha) in relatie tot gewas, bemestingsniveau (OM1-OM3), laagdikte (30, 60, 90 cm) en tijdstip (voorjaar en najaar)	7 pp.
Bijlage XI.	Proefgegevens van snijmaïsproeven Lovinkhoeve 1999-2002	1 p.
Bijlage XII.	Resultaten van snijmaïsproeven Lovinkhoeve 1999-2002	2 pp.

## Samenvatting

Gedurende zeven jaar (1996-2002) is de aan- en afvoer van mineralen bijgehouden van een biologisch akkerbouwbedrijf op zware zavelgrond (Lovinkhoeve, Marknesse, Flevoland). Het bouwplan van dit bedrijf was zo ontworpen dat met een relatief geringe stikstofaanvoer in de vorm van dierlijke mest kon worden volstaan (aandeel van vlinderbloemige hoofdgewassen in bouwplan 29%) en tegenover de import van mineralen via mest een export via voer en strooisel stond (voedergewassenaandeel in bouwplan 43%). De aanwezige gewassen werden in beginsel jaarlijks bij drie niveaus van dierlijke mest geteeld, waarbij de aangebrachte niveaus niet van plek veranderden.

Naast opbrengstreducties tengevolge van ziekten en onkruid, beperkte ook de stikstofvoorziening de opbrengsten, ondanks het hoge aandeel vlinderbloemigen. Compensatie van dit relatieve stikstoftekort met extra dierlijke mest verhoogde het fosfaatbalansoverschot en verlaagde het kalibalanstekort, maar dwong het (biologische) mestleverende veehouderijbedrijf naar (meer) alternatieve mineralenbronnen uit te zien.

De mineralenbenutting nam toe naarmate de mestgift lager was. Dit was op zijn minst deels het gevolg van het feit dat zich na zeven jaar nog geen nieuw evenwicht in de bodem leek te hebben ingesteld. De tot 1995 in het gangbare verleden opgebouwde bodemvruchtbaarheid vertoonde namelijk ook bij het hoogste niveau van dierlijke mest (155 kg N, 67 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 189 kg K<sub>2</sub>O per ha per jaar) een dalende trend. Dit bevestigt dat duurzaamheidsvragen zich niet afdoende in zeven jaar laten beantwoorden.

Bij het bedrijfsgemiddelde bemestingsniveau (103 kg N, 48 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 123 kg K<sub>2</sub>O per ha per jaar) bedroeg het gemiddelde jaarlijkse overschot (excl. depositie, incl. geschatte N-binding, werkelijke afvoer in plaats van afvoer volgens MINAS-AT), 22 kg N, -5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en -58 kg K<sub>2</sub>O per ha. Een dergelijk overschot ging blijkens metingen van het RIVM (1997/98-2001/02) gepaard met drainwaterconcentraties van circa 30 mg nitraat, 0,7 mg DON en 0,09 mg ammonium per liter en een verwaarloosbare concentratie van fosfaat.





## Summary

Nutrient balances of an organic arable farm on loamy soil (Lovinkhoeve, Marknesse, Flevoland, The Netherlands) were set up, based on annual inputs and outputs from 1996 to 2002. The crop rotation of this stockless farm had been directed at a limited manure import from organic livestock farms. Moreover, manure imports were balanced by forage exports. The area fraction of leguminous crops (alfalfa-grass, mainly to be exported as forage) was 29%, the fraction of forage crops all together was 43%. Seven crops, including lifted and mown types, were annually grown in rotation at three different manure input levels on fixed positions.

Yields were not only reduced by diseases and weeds but also limited by available nitrogen (N), in spite of the N fixed by leguminous crops. Compensation of this relative N deficiency with additional manure imports increased the phosphate ( $P_2O_5$ ) surplus. Moreover, additional manure imports forced the manure exporting organic livestock farm(s) to recourse to (more) alternative nutrient sources.

Nutrient utilization was largest at the lowest manure input level. This resulted at least partly from the residual effect of inputs applied in the conventional past, as indicated by trends in soil fertility. Even at the highest manure input level (155 kg N, 67 kg  $P_2O_5$  and 189 kg  $K_2O$  per ha per year) initial soil fertility levels could not be maintained. This confirms once more that sustainability issues can not be addressed adequately in just seven years.

The intermediate manure input level (103 kg N, 48 kg  $P_2O_5$  and 123 kg  $K_2O$  per ha per year) was associated with an average annual surplus (excluding deposition, including N fixation) of 22 kg N, -5 kg  $P_2O_5$  and -58 kg  $K_2O$  per ha. Concomitant measurements of surface water quality by RIVM indicated that these surpluses resulted in concentrations in drainage water of approximately 30 mg nitrate, 0,7 mg DON and 0,09 mg ammonium per litre, and negligible concentrations of phosphate.



# Voorwoord

Mineralenboekhoudingen staan nog altijd sterk in de belangstelling: als leermiddel, als instrument ter beoordeling van het mineralenbeheer en als maat voor de milieudruk. Dit geldt in dezelfde mate voor gangbare als voor biologische bedrijven.

Vanaf de oprichting in de herfst van 1995 heeft het Ecologisch Proefbedrijf Dr H.J. Lovinkhoeve (Marknesse, Flevoland) een mineralenboekhouding bijgehouden. Deze mineralenboekhouding gaat verder dan het aangiftesysteem MINAS verlangt. Er vonden waarnemingen op gewasniveau plaats (inclusief schattingen van de hoeveelheid biologisch gebonden stikstof), wijzigingen van de bodemvruchtbaarheid werden gevolgd en de belasting van de omgeving werd in beeld gebracht. Dit alles gebeurde voor drie aanvoer-niveaus van mineralen. Voor zover de belasting van de omgeving betrekking had op stikstof- en fosfaatconcentraties in het drainwater, is gebruik gemaakt van cijfers van het RIVM.

Voor u ligt een verslag van zeven teeltseizoenen (1996-2002). Daarmee is de zevenjarige biologische rotatie die eind 1995 werd gestart, volledig doorlopen. Het jaar 2002 vormde tevens het einde van de bijna 50-jarige bestaansgeschiedenis van de Lovinkhoeve. Wageningen UR heeft namelijk besloten het bedrijf in de loop van 2003 af te stoten. Wij zijn de medewerkers van het proefbedrijf en diverse laboratoria in Haren, Wageningen en Bilthoven erkentelijk voor de nauwgezetheid en voortvarendheid waarmee ze de waarnemingen en analyses verricht hebben.

Het onderzoek is gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid in het kader van de DWK-programma's 265 (1995-1998) en 342 (1999-2002).

Jaap Schröder, Johan Steenhuizen, Gerda Jansen, Dico Fraters (RIVM) & Andries Siepel



# 1. Inleiding

Biologische teeltsystemen hebben het imago duurzaam te zijn. Tegelijkertijd ervaren betrokkenen de fijnregeling en handhaving van de bodemvruchtbaarheid als lastig. Dit heeft te maken met het feit dat overwegend organische meststoffen gebruikt worden. Het beheer van dit soort meststoffen vereist veel vakmanschap (Schröder & Van Leeuwen-Haagsma, 2002). Niet alle biologische bedrijven produceren dan ook emissie-arm. Als binnen milieunormen geproduceerd wordt, is dit overigens niet zonder meer een bewijs voor duurzaamheid. Er reesteren namelijk veel vragen over de effecten van de gevolgde bemestingsstrategieën op de langere termijn. Daarbij kan gedacht worden aan mineralenophoping tot een ongewenst hoog niveau maar ook aan een geleidelijke uitmijning van de bodem. Voor het verkrijgen van een correct beeld van de kansen en bedreigingen van biologische landbouw, zijn betrouwbare experimentele gegevens nodig, ontleend aan een locatie waar het beheer gericht is op het ensceneren van biologische productie-omstandigheden.

Vanuit de voornoemde optiek is het proefbedrijf Dr H.J. Lovinkhoeve in Marknesse (Flevoland) eind 1995 omgeschakeld van een geïntegreerd naar een biologisch akkerbouwbedrijf onder SKAL-certificering. De rotatie werd verruimd van een vierjarig naar een zevenjarig bouwplan. De zeven gewassen werden jaarlijks verbouwd bij drie niveaus van mineralenvoorziening. Het aanbrenge van deze niveaus had tot doel versneld inzicht te krijgen in de lange-termijn effecten van een krappe dan wel ruime bemesting op de opbrengst en kwaliteit van gewassen, op de bodemvruchtbaarheid en op de emissies. Voorts liet deze opzet toe om genotypen en teeltmaatregelen gericht op het onderdrukken van ziekten, plagen en onkruiden, voortdurend te toetsen in wisselwerking met het niveau van mineralenvoorziening. Hierover is elders uitgebreid gepubliceerd (De Vos & Heinen, 1999; Ehlert *et al.*, 2000; 2001; 2002; 2003; Van Delden, 2001; Mertens, 2002; Van der Weide *et al.*, 2002; De Melo, 2003). In het onderhavige rapport wordt wel ingegaan op deelonderzoek naar de effecten van mestplaatsing bij snijmaïs (paragraaf 3.1).

Voorafgaand aan de omschakeling werd een globale mineralenboekhouding begroot (Tabel 1). De stikstof (N)-, fosfaat ( $P_2O_3$ )- en kalium ( $K_2O$ )-overschotten volgens deze begroting bedroegen, respectievelijk, circa 80, 0 en 0 kg per ha per jaar. Jaarlijks werden de verschillende mineralenstromen op gewasniveau gekwantificeerd, geaggregeerd tot op bedrijfsniveau en vergeleken met de aanvankelijke begroting. Het onderhavige rapport doet hiervan verslag.

Tabel 1. *Begrote aanvoer, afvoer en overschot van N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O op de Lovinkhoeve (kg/ha/jaar) bij het matige aanvoerniveau (OM2).*

			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Aanvoer	Meststof	RDM*	54	22	68
		VDM	20	12	20
		GFT	16	7	11
	Fixatie	Luzerne	76	-	-
		Klaver	13	-	-
	Depositie		38	1	4
	Zaden		3	1	3
TOTAAL		220	43	106	
Afvoer	Producten		147	45	121
Overschot			73	-2	-15

\* RDM, VDM, GFT: *rundveedrijfmest, varkensdrijfmest, groente-,fruit- en tuinafvalcompost*

## 2. Materialen en methode

### 2.1 Locatie en grondsoort

De Lovinkhoeve (Marknesse, Noordoost Polder, Flevoland) bestaat uit twee kavels (S37 en S38) met een totale beteelbare oppervlakte van circa 31 ha. Tussen beide kavels ligt een betonpad van 3 meter breed. Beide kavels zijn gedraineerd. Het water uit de kavelsloten wordt door onderbemaling uitgeslagen op de Steenwijkertocht.

Het bedrijf is gelegen op kleigrond (zavelgrond). De bouwvoor (0-30 cm) bestaat uit zware zavel met ruim circa 35% afslibbare delen (kleiner dan 16  $\mu\text{m}$ ), 9%  $\text{CaCO}_3$ , 2,2% organische stof, een pH-KCl van 7,3, een Pw-getal van 37 en een K-HCl van 20 (bemonstering 19 oktober 1995). Direct onder de bouwvoor (30-60 cm) is de afslibbaarheid 32%, en bedragen het  $\text{CaCO}_3$  en organische stof gehalte, respectievelijk, 9% en 2,4% (De Vos, 1997).

### 2.2 Bouwplan en bemesting

Organische meststoffen bevatten in het algemeen relatief veel  $\text{P}_2\text{O}_5$  en  $\text{K}_2\text{O}$  ten opzichte van N. Bij bemesting op basis van de N-behoefte van gewassen zou het gebruik van alleen organische mest tot een geleidelijke, ongewenste verrijking met P en K kunnen leiden, terwijl bij bemesting op basis van de P- en K-behoefte ernstig N-gebrek zou ontstaan. Daarom werden vlinderbloemingen (2-jarig luzerne-gras mengsel en klaver na wintertarwe (1996-1998) en snijmaïs (1999-2002)) in de vruchtopvolging opgenomen opdat organische mest terughoudend kon worden gebruikt. De gewichtsverhouding van luzerne en (Engels raai)gras bij inzaai bedroeg 2 : 1. Het verschil in 1000-korrelgewicht in aanmerking genomen, komt dat neer op een (kiem)plant verhouding van eveneens circa 2 : 1. De N-bijdrage aan het bouwplan door de luzerne-gras werd vergroot door de najaarsgroei in het laatste productiejaar niet af te voeren maar in te ploegen. Wat betreft de overige gewassen is gekozen voor de teelt van veevoedergewassen (voergraan en maïs naast luzerne-gras) om de productie van dierlijke mest, zij het elders, mogelijk te maken.

Bij de selectie van meststoffen is niet zonder meer gekozen voor een organische mest die vanuit een plantenvoedingsoogpunt (op basis van bijvoorbeeld de NPK-verhouding of de nutriëntenbeschikbaarheid) het beste past. Bij de keuze is ook rekening gehouden met de beschikbaarheid van bepaalde soorten organische mest op langere termijn en maatschappelijke wensen rond het hergebruik van rest- en bijproducten uit andere sectoren. In dat kader werd naast stalmest, ook drijfmest en enige GFT-compost gebruikt.

Gekozen is voor een zevenjarige rotatie met afwisseling van maai- en rooivruchten, van één- en tweezaadlobbigen, en van gewassen met een hoge en met een lage mineralenbehoefte. Dit heeft geresulteerd in een zevenjarige rotatie: (eerstejaars) luzerne-gras, (tweedejaars) luzerne-gras, suikerbieten, wintertarwe of zomertarwe, aardappelen, wintertarwe of maïs, uien en/of peen en/of tulpen met/zonder nateelt van boerenkool (Tabel 2). Na zomertarwe (wintertarwe in 1996) werd gele mosterd als groenbemester verbouwd (niet in 2001), na wintertarwe en maïs witte klaver. Iedere fase van de zevenjarige rotatie was jaarlijks aanwezig op één van de zeven percelen (I t/m VII). Omdat de Lovinkhoeve vóór 1996 uit talrijke vruchtwisselingsproeven met in beginsel vierjarige rotaties bestond, had de herinrichting tot gevolg dat de zeven gewassen in het eerste jaar een combinatie van voorvruchten kenden.

Tabel 2. *Bouwplan van de Lovinkhoeve (1996-2002) per perceel vanaf de omschakeling in het najaar van 1995.*

Perceel	Seizoen							
	(1995)	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
I	(Boon, graan)	Luzerne-gras	Luzerne-gras	**Bieten	**Z. tarwe*	**Aardappel	**Maïs*	**Tulp/peen
II	(Graan, aardappel)	Bieten	**Z. tarwe*	Aardappel	**Maïs*	**Tulp/peen*	Luzerne-gras	Luzerne-gras
III	(Aardappel, maïs)	**W. tarwe*	Ui/tulp	Luzerne-gras	Luzerne-gras	**Bieten	**Z. tarwe*	**Aardappel
IV	(Graan, aardappel, biet)	**W. tarwe*	Aardappel	**W. tarwe*	**Tulp/peen*	Luzerne-gras	Luzerne-gras	**Bieten
V	(Graan, aardappel, biet)	**Ui/tulp	Luzerne-gras	Luzerne-gras	**Bieten	**Z. tarwe*	**Aardappel	**Maïs
VI	(Graan, aardappel, biet)	Luzerne-gras	**Bieten	**Z. tarwe*	**Aardappel	**Maïs*	**Tulp/peen	Luzerne-gras
VII	(Graan)	Aardappel	**W. tarwe*	Ui/tulp	Luzerne-gras	Luzerne-gras	**Bieten	**Z. tarwe

\* *aan de stoppels van deze gewassen is dierlijke mest toegediend*

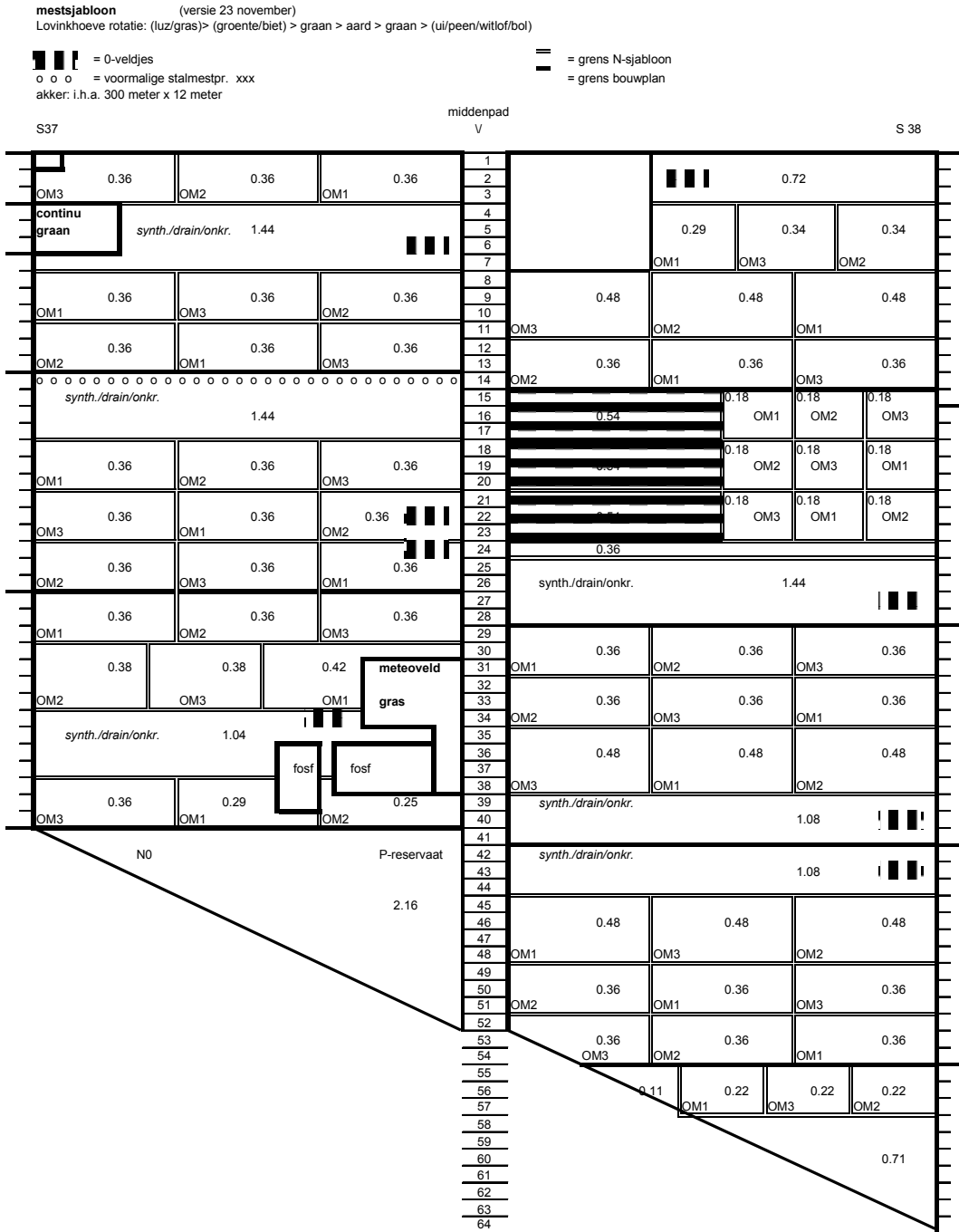
\*\* *aan deze gewassen is voor zaaien of tussen poten en opkomst dierlijke mest toegediend*

Elk gewas werd bij drie niveaus van bemesting verbouwd: krap (OM1), matig (OM2) en ruim (OM3). De niveaus verschilden per jaar en per gewas naar hoogte en naar aard van de bemesting (Bijlagen I en II) maar veranderden binnen een perceel niet van plaats. De drie niveaus lagen per gewas (perceel) in drievoud als Latijns Vierkant.

Niet op alle percelen is meteen vanaf het eerste groeiseizoen (1996) begonnen met de aanleg van deze bemestingsniveaus. Zo bleven percelen waar al in het najaar van 1995 op alle perceelsdelen een basisbemesting ter grootte van OM2 was gegeven, in 1996 onbemest. Vlinderbloemigen bleven in alle jaren onbemest.

In aanvulling op het patroon van de drie mineralenniveaus in drievoud, werd op ieder van de zeven percelen een brede strook opgenomen waar een gewas volgens de 'best denkbare ecologische teeltwijze' op wat grotere schaal verbouwd werd. In deze strook ('synthese strook') werd bestaande kennis gesynthetiseerd en werd het matige mineralenniveau (OM2) aangehouden. In alle zeven percelen is verder binnen één van de OM-blokken een plotje van ongeveer 180 m<sup>2</sup> jaarlijks onbemest gebleven (Fig. 1).





*Figuur 1.*

## 2.3 Waarnemingen

### 2.3.1 Mineralenboekhouding

Mineralenoverschotten kunnen op tal van manieren worden berekend. In dit rapport wordt het overschot om te beginnen gedefinieerd als het verschil tussen de gemeten NPK-aanvoer in de vorm van meststoffen, biologisch gebonden N, depositie, zaaizaad en pootgoed en de gemeten afvoer in de vorm van producten die het bedrijf verlaten. Dit betekent dat het gewicht van de aangevoerde meststoffen en het pootgoed en de afgevoerde producten bepaald werd en dat beide chemisch geanalyseerd werden.

De aanvoer met depositie en zaai­zaad werden geschat op basis van gegevens in Stouthart & Lef­erink (1992), met uitzondering van aardappel- en tulpenpootgoed waarven de werkelijk aanvoer werd bepaald.

Gewasresten waaronder bietenkoppen en -loof werden nooit afgevoerd, graanstro nu en dan. De NPK-afvoer met stro werd in dat geval ingeboekt als afvoer door de stro-opbrengst en de NPK-gehalten daarin te bepalen.

De binding van luchtstikstof door vlinderbloemigen werd geschat op basis van de verschilmethode. Daartoe zijn binnen de percelen met luzerne-gras (hoofdgewas) en klaver groenbemester (alleen in 1996) kleine veldjes met gras en, in luzerne-gras percelen, tevens pure luzerne aangelegd. De N-jaar-opbrengst van zowel het vlinderbloemige gewas (klaver, luzerne, luzerne-gras) als van het gras, alsmede de hoeveelheid minerale bodem N tot op 60 cm diepte werden bij aanvang van het seizoen en na iedere snede bepaald. Het verschil in N dynamiek tussen beide bodem-gewas combinaties fungeerde vervolgens als een maat voor de N die daadwerkelijk door biologische binding in het systeem kwam (Tabel 3). Het deel van de biologische N-binding dat in wortels en kronen van vlinderbloemigen wordt vastgelegd alsmede de biologisch gebonden N in het loof van de hergroei na de laatste snede in het tweede luzerne-gras productiejaar (of klaver groenbemester, want deze werd meestal niet bepaald bij inploegen), bleef op deze manier, ten onrechte, buiten de boeken.

Niet-vlinderbloemige groenbemers vormen geen aan- of afvoerpost van een mineralenbalans omdat het een interne stroom betreft. Om toch een beeld te krijgen van deze overdrachten tussen jaren, is in jaren waarin groeiomstandigheden als gevolg van zaaitijd­stip en weer gunstig genoeg waren om een opbrengstbepaling te rechtvaardigen (1999 en 2002), ook nagegaan hoe deze groenbemester op bemestingsniveaus reageerde.

Als boekjaar werd niet de periode 1 januari – 31 december gehanteerd maar de periode tussen de oogst in jaar n en de oogst in jaar n+1. Bemesting in de herfst van jaar n is immers niet gericht op de gewasgroei in jaar n maar op die in jaar n+1. Eén en ander betekent ook dat de N-binding door vlinderbloemige hoofdgewassen (luzerne-gras) in jaar n als aanvoer werd ingeboekt in jaar n, terwijl de N-binding door klaver groenbemers (alleen bepaald in 1996 en 1997) in jaar n als aanvoer werd ingeboekt in jaar n+1.

In aanvulling op de voornoemde definitie van het mineralenoverschot werd ook een boekhouding opgesteld waarin de depositie buiten de berekening blijft en waarin wordt uitgegaan van een forfaitaire N- en  $P_2O_5$ -afvoer van alle niet-ruwvoergewassen van, respectievelijk, 165 en 65 kg per ha per jaar voor niet-ruwvoer gewassen. Verder wordt in dat geval aangenomen dat luzerne 160 kg N per ha per jaar bindt (als aangenomen in MINAS AT).

Tabel 3. *Biologische N-binding door vlinderbloemigen (kg N per ha en kg N per ton geoogste drogestof bij klaver (1996 en 1997), een mengsel (66%-33%, als gebruikt in het zevenjarige bouwplan) van luzerne en gras en pure luzerne (100%-0%) geschat op basis van verschil in N-dynamiek van veldjes met en zonder vlinderbloemigen (Lovinkhoeve).*

Jaar	Perceel	Vlinderbloem	Niet-vlinderbloem	Biologische N-binding	
				(kg N per ha)	(kg N per kg ds)
1996	III	Rode klaver	Italiaans raaigras	-9	-
	VI	1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	105	21
	I	1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	86	18
	VI	1 <sup>e</sup> jaars Pure Luzerne	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	69	17
	I	1 <sup>e</sup> jaars Pure Luzerne	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	114	24
1997	VII	Witte klaver	Italiaans raaigras	12	10
	V	1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	131	15
	I	2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	2 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	379	29
	V	1 <sup>e</sup> jaars Pure Luzerne	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	88	13
	I	2 <sup>e</sup> jaars Pure Luzerne	2 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	392	32
1998	III	1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	89	36
	V	2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	2 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	422	26
	III	1 <sup>e</sup> jaars Pure Luzerne	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	139	36
	V	2 <sup>e</sup> jaars Pure Luzerne	2 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	227	22
1999	VII	1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	209	22
	III	2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	2 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	149	19
	VII	1 <sup>e</sup> jaars Pure Luzerne	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	304	28
	III	2 <sup>e</sup> jaars Pure Luzerne	2 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	294	29
2000	IV	1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	176	19
	VII	2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	2 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	225	16
	IV	1 <sup>e</sup> jaars Pure Luzerne	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	194	21
	VII	2 <sup>e</sup> jaars Pure Luzerne	2 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	217	16
2001	II	1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	122	19
	IV	2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	2 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	171	18
	II	1 <sup>e</sup> jaars Pure Luzerne	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	56	9
	IV	2 <sup>e</sup> jaars Pure Luzerne	2 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	179	18
2002	VI	1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	67	8
	II	2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	2 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	175	19
	VI	1 <sup>e</sup> jaars Pure Luzerne	1 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	138	16
	II	2 <sup>e</sup> jaars Pure Luzerne	2 <sup>e</sup> jaars Engels raaigras	149	19
Bedrijfs-gemiddelde 1996-2002		Luzerne-gras (66%-33%)	Engels raaigras	179	20
		Pure Luzerne (100%-0%)	Engels raaigras	183	21

### 2.3.2 Bodemvruchtbaarheid

Bij aanvang (voorjaar) en bij afloop (nazomer-herfst) van het groeiseizoen is jaarlijks per bemestingsniveau (voor zover aan de orde) en per gewas de hoeveelheid minerale bodem-N bepaald tot op een diepte van 90 cm. In het najaar van 1995, 1998 en 2002 is algemeen grondonderzoek uitgevoerd in alle percelen en bij alle OM-niveaus. In 1995, 1998 en 2002 vond dat plaats tot op diepten van, respectievelijk, 30, 30 en 90 cm.

Een globale organische stof balans is opgesteld op basis van Anonymus (1989). De uitkomst hiervan is vergeleken met de verandering van het organische stof gehalte van de bodem.

### 2.3.3 Drainwateranalyses

Met ingang van het uitspoelingsseizoen 1996-1997 heeft het RIVM de Lovinkhoeve opgenomen in het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) als één van de vertegenwoordigers van (biologische) akkerbouwbedrijven op kleigrond. Daartoe werd gedurende vijf opéénvolgende winters de N-belasting van het oppervlaktewater gevolgd via meting van de nitraatconcentratie ( $\text{NO}_3$ ) van het water dat vanuit de aanwezige drains in de sloten stroomt. Het RIVM heeft  $\text{NO}_3$ -gehalten per individuele drain bepaald. Omdat gewassoorten en bemestingsstrategieën kunnen worden gekoppeld aan individuele drains, bestond in beginsel de mogelijkheid om de RIVM-data aan bemestings- en gewasdata te koppelen en uitspraken te doen over de effecten van management op de N-belasting.

De zeven percelen ('gewassen') van de Lovinkhoeve zijn aan weerszijden van een centraal kavelpad gelegen: percelen I-III aan de westzijde (S37) en percelen IV-VII aan de oostzijde (S38). De aan het kavelpad gelegen zijde van elk perceel bedraagt ongeveer 156 meter, de lengte van elk perceel, haaks op het kavelpad, bedraagt 300 meter. De afwatering van de percelen vindt plaats via 300 meter lange drains die 12 meter uit elkaar liggen, haaks op het kavelpad. S37 heeft dientengevolge ongeveer 40 drains ( $3 \times 156 / 12$ ) en S38 ongeveer 50 drains ( $4 \times 156 / 12$ ). Drains zijn gelegen op een diepte van 85 cm in het midden van perceel en 115 cm bij de sloten waarin ze uitkomen. Eerst op een diepte van 120 cm en dieper, en dus onder het niveau van de drains, bevindt zich sterk weinig materiaal in de bodem.

Bij benadering mondt de helft van het water (d.w.z. verzameld over een lengte van 150 meter) van elke individuele drain uit in de sloot langs het kavelpad, de andere helft mondt uit in de sloten aan de achterzijde van de percelen. Alleen de afwatering naar de sloot langs het centrale kavelpad is bemonsterd. De 'andere helft' van het af te voeren water d.w.z. naar de sloten aan de buitenkant van het bedrijf, is niet bemonsterd omdat de drains hier onder slootwaterniveau afwateren.

Per perceel ('gewas') zijn jaarlijks steeds drie niveaus van bemesting aanwezig (OM1, OM2, OM3) in drie herhalingen, zoals eerder aangegeven in paragraaf 2.2. Deze drie niveaus zijn als een Latijns Vierkant binnen elk perceel ingeloot. Elk van de negen blokken van dit Latijns Vierkant heeft een lengte van 100 meter en een breedte van, in beginsel, 36 meter. Dat betekent dat per blok steeds vier drains overlans lopen: twee drains aan weerszijden van de grenzen met het buurblok en twee drains door het midden van een blok met een onderlinge afstand van steeds 12 meter. Eén en ander impliceert dat een drain nooit een uniek bemestingsniveau vertegenwoordigt. Het verzamelde water is steeds voor tweederde (100 meter) afkomstig van een bepaald bemestingsniveau en voor eenderde (50 meter) van een ander bemestingsniveau. Het water van drains op de grens van twee blokken is zelfs een combinatie van water afkomstig van drie bemestingsniveaus. Water van drains op de grens van twee gewassen (doorgaans perceelsgrenzen) is bovendien een combinatie van water afkomstig van meer dan één gewassoort (Fig. 1).

Naast het Latijns Vierkant van  $3 \times 100 = 300$  meter bij  $3 \times 36 = 108$  meter resteert per perceel de synthesestrook van 300 meter bij ongeveer  $156 - 108 = 48$  meter. Deze strook ontving steeds de voor

dat jaar en dat perceel gekozen bemesting op het niveau OM2. Alleen bij de synthesestrook is het water van de drains binnen de strook dus géén combinatie van meerdere bemestingsniveaus.

Uit het voorgaande volgt dat een zorgvuldige selectie gemaakt moest worden van de door RIVM onderzochte drains om relaties te kunnen leggen tussen management (gewaskeuze + bemestingsstrategie) en NO<sub>3</sub>-belasting. Voor andere stoffen dan NO<sub>3</sub> was het slechts mogelijk een relatie met de gewaskeuze te leggen omdat de chemische analyse plaatsvond in mengmonsters van drains die per perceel ('gewas') gegroepeerd waren. Op het niveau van percelen (gewassen) was ook een relatie te leggen tussen concentraties van de andere stoffen en de (gewogen) gemiddelde aan- en afvoer van mineralen, maar viel geen uitsplitsing te maken per bemestingsniveaus.

Tabel 4. Data waarop de drainwateranalyses van de Lovinkhoeve plaatsvonden.

Seizoen	1997-'98	1998-'99	1999-'00	2000-'01	2001-'02
Ronde 1		14-12-98	13-12-99	29-11-00	
Ronde 2	12-01-98	18-01-99		09-01-01	16-01-02
Ronde 3	21-01-98	23-02-99	30-02-00		21-02-02
Ronde 4	16-03-98	07-04-99	29-03-00	13-03-01	

Gedurende vijf achtereenvolgende winters zijn de circa 90 drains individueel bemonsterd. Tabel 4 geeft aan hoe vaak en wanneer dit gebeurde. Ten behoeve van het leggen van relaties tussen management en belasting werden de gemeten concentraties per winter en per drain gemiddeld. De uitslagen werden vervolgens gesorteerd per voorafgaande gewassoort ('voorvrucht') en gemiddeld. Voor wat betreft NO<sub>3</sub> werd vervolgens een selectie gemaakt van drains die hoogstens twee bemestingsniveaus vertegenwoordigden. Voor verdere analyses werden daarbij de volgende bemestingsniveaus onderscheiden:

1. tweederde ('100 meter') niveau OM1 en eenderde ('50 meter') niveau OM2 (te kwalificeren als 'OM 1.33'),
2. tweederde niveau OM1 en eenderde niveau OM3 ('OM 1.67'),
3. tweederde niveau OM2 en eenderde niveau OM1 ('OM 1.67'),
4. tweederde niveau OM2 en eenderde niveau OM2 ('OM 2' betrekking hebbend op wat hiervoor synthesestroken genoemd zijn),
5. tweederde niveau OM2 en eenderde niveau OM3 ('OM 2.33'),
6. tweederde niveau OM3 en eenderde niveau OM1 ('OM 2.33'), dan wel
7. tweederde niveau OM3 en eenderde OM2 ('OM 2.67').

Op deze manier werden gewogen gemiddelde bemestingsniveaus gedefinieerd (OM<sub>gg</sub>) die, met uitzondering van OM2, afweken van de werkelijk aangebrachte niveaus. Per definitie kwamen niet alle OM<sub>gg</sub>'s op alle percelen voor. Afwijkende maten van blokken gaven op enkele percelen nog een verdere beperking.

Op dit moment wordt elders in Nederland onderzoek uitgevoerd naar de bruikbaarheid van alternatieve indicatoren voor N-belasting. Eén van de kandidaat-indicatoren hiervoor is de hoeveelheid minerale bodem-N (N<sub>min</sub>) in het najaar. In een tweede analysestap zijn daarom de gemiddelde gemeten NO<sub>3</sub>-concentraties van het drainwater per winter, per voorvrucht en per OM<sub>gg</sub> gekoppeld aan de beschikbare hoeveelheid minerale bodem-N na de oogst van de voorvrucht. Deze beschikbare hoeveelheid is gedefinieerd als de som van de minerale bodem-N (N<sub>min</sub>, 0-90 cm) na de oogst van de voorvrucht en de eventueel tussen oogst en drainanalyses toegediende hoeveelheid ammoniakale N in de vorm van dierlijke mest (onder aftrek van 10% N-vervluchtigingsverliezen). De gegevens van de hoeveelheid

Nmin waren, met enkele uitzonderingen, jaarlijks per voorvrucht en per bemestingsniveaus beschikbaar, evenals gegevens over de eventuele mestgiften. Voor een correcte koppeling aan de drainwatermetingen zijn ook van deze gegevens gewogen gemiddelden berekend overeenkomstig de bemestingsniveau-combinaties die op de drain van toepassing waren.

De concentraties van de overige stoffen zijn bepaald in mengmonsters op het niveau van percelen ('gewassen'). Dit verslag beperkt zich tot NH<sub>4</sub>, DON, PO<sub>4</sub> en P-totaal. Voor de andere stoffen (Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Cl, Cr, Cu, DOC, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, SO<sub>4</sub>, Sr, Zn) wordt verwezen naar het RIVM (contact: B. Fraters).

## 2.4 Weersgegevens

Een karakteristiek van het weer geeft Tabel 5.

Tabel 5. *Neerslag (mm) en gemiddelde etmaaltemperatuur (°C) op de Lovinkboeve van 1 oktober 1995 tot 1 september 2002.*

	Jaar								N*
	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	
Neerslag									
1 januari – 31 maart	-	57	113	168	214	222	207	245	191
1 april – 30 juni	-	100	287	269	149	189	181	171	192
1 juli – 30 september	-	220	110	221	184	237	362	163	208
1 oktober – 31 december	71	239	171	415	239	282	225	-	230
Gemiddelde temperatuur									
1 januari – 31 maart	-	0,3	3,7	5,9	4,8	5,3	3,3	5,7	4,2
1 april – 30 juni	-	11,1	11,6	13,1	12,4	13,0	11,8	12,8	12,2
1 juli – 30 september	-	14,8	17,0	15,2	17,4	15,7	16,5	16,9	16,4
1 oktober – 31 december	5,5	5,4	6,4	5,4	7,0	7,6	8,0	-	6,4

\* N: *veeljarig gemiddelde*

## 3. Resultaten

### 3.1 Gewasopbrengsten

#### 3.1.1 Opbrengstniveaus

Een uitgebreid overzicht van de gewasopbrengsten wordt gegeven in Bijlage III. Tabel 6 vat de opbrengsten bij bemestingsniveau OM2 ('matig') samen. De gemiddeld jaaropbrengst van luzerne-gras bedroeg 9,4 ton drogestof per ha. De daarop volgende suikerbieten brachten gemiddeld 64,4 ton versgewicht op (range 49-88 ton per ha). De daarop volgende zomertarwe bracht gemiddeld 3,6 ton korrel ('84% ds') per ha op (range 3-4 ton per ha). De opbrengst van aardappelen varieerde van 13 tot 56 ton versgewicht (ongesorteerd) per ha met een gemiddeld van 26,9 ton per ha. Aardappelen werden in de eerste drie jaren gevolgd door wintertarwe, in de laatste vier jaren door snijmaïs. Wintertarwe bracht gemiddeld 4,6 ton korrel ('84% ds') per ha op. In jaren dat zowel winter- als zomertarwe geteeld werd (1997 en 1998) bedroeg de korrelopbrengst van wintertarwe 4,0 en die van zomertarwe 3,9 ton per ha. Snijmaïs bracht gemiddeld 13,7 ton drogestof per ha op (range 12-16 ton per ha). In het jaar tussen de teelt van snijmaïs en de herinzaai van het luzerne-gras mengsel werden diverse gewassen geteeld, met wisselend succes. Vanwege veronkruiding werd afgezien van de oogst van waspeen in 4 van de 6 jaren en de oogst van uien in 2 van de 5 jaren. Tulpen, daarentegen, werden in alle jaren geoogst. De gemiddelde opbrengst bedroeg 14,1 ton versgewicht per ha (range 2-20 ton per ha).

Met uitzondering van luzerne-gras werden alle gewassen bij drie niveaus van bemesting verbouwd. Luzerne-gras erfde vanzelfsprekend wel de bemestingsniveaus van voorvruchten. De opbrengst werd binnen luzerne-gras percelen echter niet per bemestingsniveau apart bepaald. Van de gewassen suikerbieten, zomertarwe, aardappelen, wintertarwe en snijmaïs zijn voldoende proefjaren beschikbaar om na te gaan de gewassen reageren op bemesting.

Tabel 6. Gemiddelde opbrengst van gewassen op de Lovinkhoeve (periode 1996-2002).

Gewas	Aantal oogstjaren	Dimensie	Opbrengst
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	7	Ton ds/ha,	7,1
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	6	Ton ds/ha	11,6
Suikerbieten	7	Ton vers/ha	64,4
Zomertarwe	6	Ton vers ('84%') /ha	3,6
Aardappelen	7	Ton vers/ha	26,9
Wintertarwe	3	Ton vers ('84%') /ha	4,6
Snijmaïs	4	Ton ds/ha	13,7
Uien	3 van 5	Ton vers/ha	34
Peen	2 van 6	Ton droog/ha	9,1
Tulpen	7	Ton vers/ha	14,1

#### 3.1.2 Reactie op mest

##### Suikerbieten

Een verruiming van de mestgift van circa 40 (OM1) naar circa 100 (OM2) kg N-totaal per ha (voorjaars-toediening in aanvulling op ingeplogde luzerne-gras stoppel), verhoogde de opbrengst gemiddeld over

de jaren met circa 4,5 ton bieten per ha. Een verdere verruiming met circa 60 kg N per ha (OM3) leverde circa 1,4 ton bieten per ha op (Fig. 2).

### Zomertarwe

Een verruiming van de mestgift van 0 (OM1) naar circa 55 (OM2) kg N-totaal per ha (voorjaarstoediening), verhoogde de opbrengst gemiddeld over de jaren met circa 0,3 ton korrel per ha. Een verdere verruiming met nog eens 55 kg N per ha (OM3) leverde circa 0,4 ton extra korrel per ha op (Fig. 3).

### Aardappelen

Een verruiming van de mestgift van circa 110 (OM1) naar circa 275 (OM2) kg N-totaal per ha (voornamelijk herfsttoediening), verhoogde de opbrengst gemiddeld over de jaren met circa 2,8 ton knol per ha. Een verdere verruiming met 195 kg N per ha (OM3) leverde circa 1,4 ton extra knol per ha op (Fig. 4).

### Wintertarwe

Een verruiming van de mestgift van gemiddeld 15 (OM1) naar gemiddeld circa 95 (OM2) kg N-totaal per ha (voorjaarstoediening), verhoogde de opbrengst gemiddeld over de jaren met circa 0,4 ton korrel per ha. Een verdere verruiming met nog eens 80 kg N per ha (OM3) gaf in twee van de drie beproefde jaren een lagere opbrengst (Fig. 5).

### Snijmaïs

Een verruiming van de mestgift van 0 (OM1) naar circa 60 (OM2) kg N-totaal per ha (voorjaarstoediening), verhoogde de opbrengst gemiddeld over de jaren met circa 3,1 ton drogestof per ha. Een verdere verruiming met nog eens 55 kg N per ha (OM3) leverde circa 1,7 ton extra drogestof per ha op (Fig. 6). Jaarlijks werd in het snijmaïspereel een proef aangelegd waarin werd nagegaan of de mineralenvoorziening en opbrengst van snijmaïs baat hebben bij inzaai nabij de sleuf waarin mest geïnjecteerd was. Daartoe werd maïs op 10-15 dan wel op 37,5 cm afstand van de sleuf gezaaid. Bijlagen X-XII beschrijven de proefopzet en resultaten in detail. Alleen bij de hoogste mestgift (OM3) profiteerde de opbrengst in alle jaren (niet significant,  $P < 0,05$ ) van zaai nabij de mestsleuf (Fig. 7).

Tabel 7. Reactie van opbrengst en samenstelling van gele mosterd (inzaai op 2 september 1999 en 5 september 2002) op bemestingsniveaus (minerale bodem-N achtergelaten door zomertarwe en organische mest toegediend op 1 september 1999 en 4 september 2002).

Jaar	OM-niveau	Opbrengst		Samenstelling	
		Kg DS per ha	Kg N per ha	g N per 100 g DS	C / N
1999	1	790 a	23 a	3,0 a	15
	2	1490 b	51 b	3,4 a	13
	3	1970 b	88 c	4,5 b	10
	LSD ( $P < 0,05$ )	505	12	0,5	
2002	1	1190 a	42 a	3,4 a	13
	2	1600 a	64 a	4,0 ab	11
	3	1490 a	72 a	4,8 b	10
	LSD ( $P < 0,05$ )	1325	69	1,2	



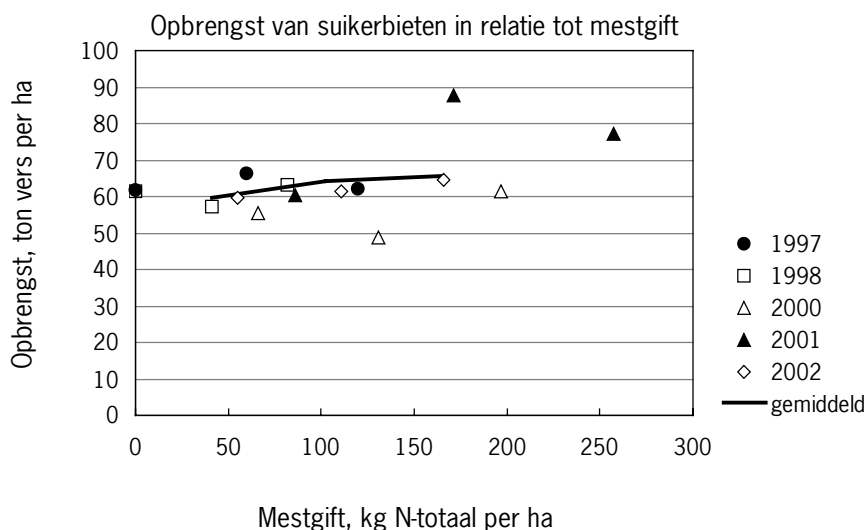
## Groenbemesters

Met name in 1999 reageerde gele mosterd sterk op het bemestingniveau (dat wil zeggen het gecombineerde effect van verschillen in residuaire minerale bodem-N achtergelaten door zomertarwe en verschillen in organische bemesting op de stoppel van zomertarwe). Naarmate de bemesting krappere was, daalde de opbrengst en het N-gehalte en daarmee het C-N quotiënt van het in te ploegen materiaal (Tabel 7).

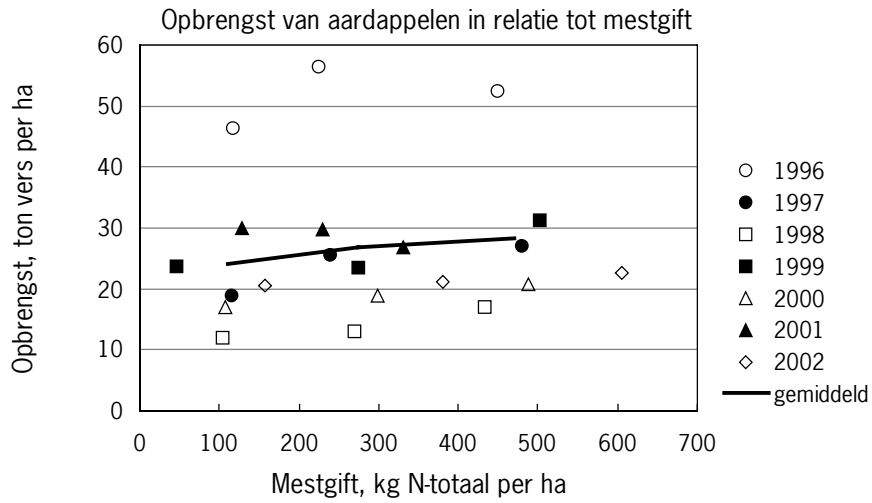
Tabel 8. Rendement van mest in € per kg N en € per m<sup>3</sup> (uitgaande van 6 kg N per ton mest) bij diverse gewassen (Lovinkhoeve, 1996-2002).

Gewas	Productprijs (€/kg)	Mestgift (kg N/ha)			Rendement			
		OM1	OM2	OM3	€/kg N		€/m <sup>3</sup>	
					OM1- OM2	OM2- OM3	OM1- OM2	OM2- OM3
Suikerbieten	0,055	41	103	164	3,96	1,25	23,75	7,51
Zomertarwe	0,273	0	56	113	1,46	1,91	8,77	11,48
Aardappelen	0,214	111	274	470	3,67	1,53	22,02	9,16
Wintertarwe	0,205	14	93	173	1,04	-0,51	6,24	-3,07
Snijmaïs	0,091	0	58	115	4,86	2,71	29,15	16,27

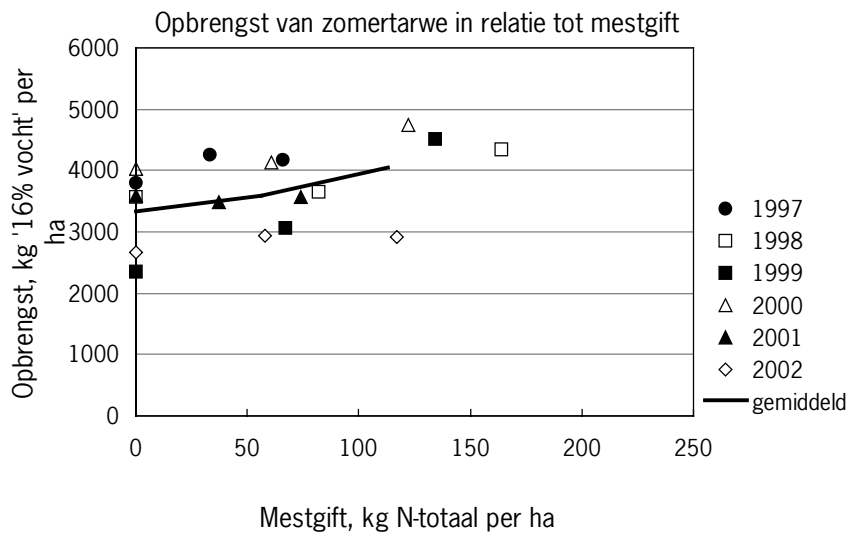
Uit de gegevens valt niet onmiddellijk af te leiden in welke mate de (binnen N- en P-overschot doelstellingen, zie ook paragraaf 1) toelaatbare totale hoeveelheid mest op bedrijfsniveau, ook in de optimale hoeveelheden op de juiste (financieel meest responsieve) gewassen en tijdstippen is ingezet. Een eerste berekeningsbasis daarvoor geeft Tabel 8.



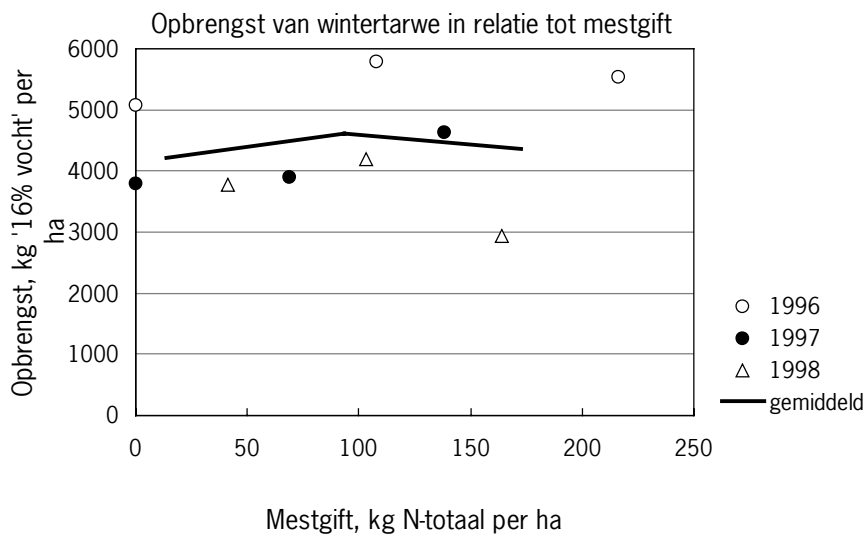
Figuur 2.



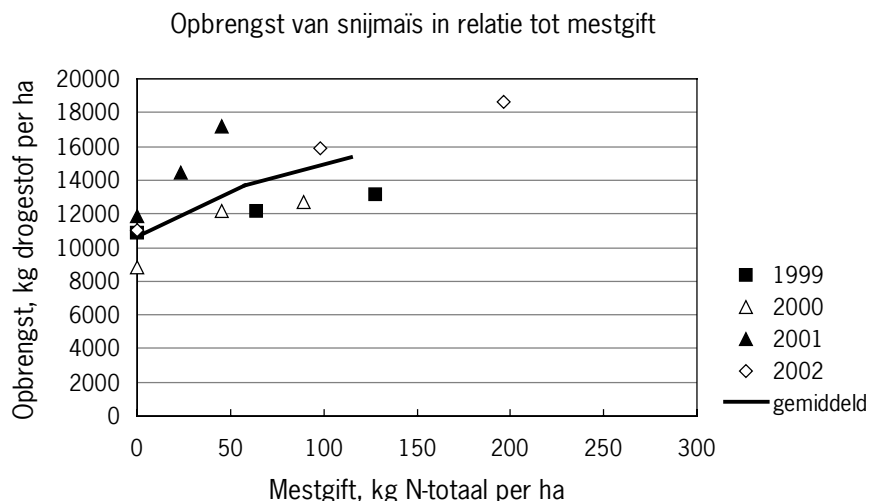
Figuur 3.



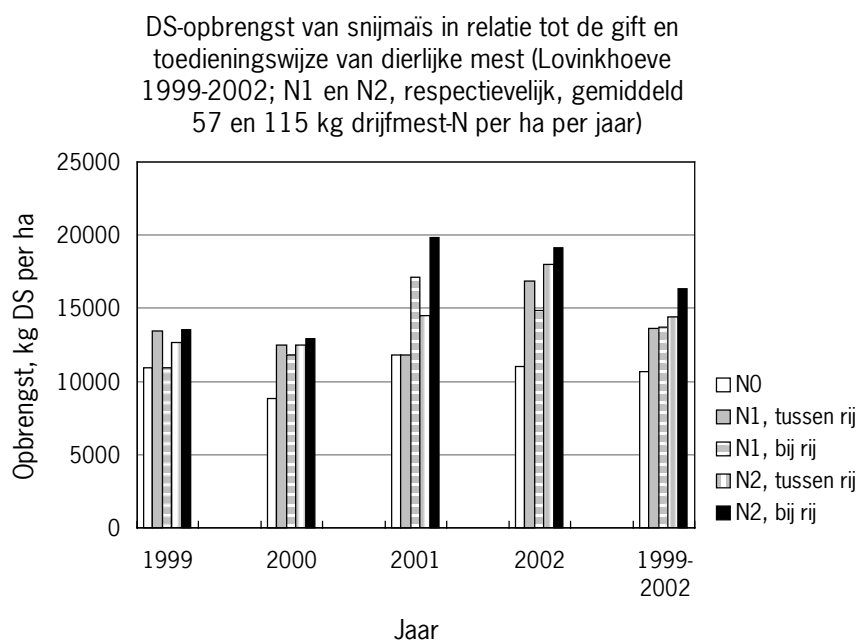
Figuur 4.



Figuur 5.



Figuur 6.



Figuur 7.

### 3.2 Gehalten

Een uitgebreid overzicht van de N-, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- en K<sub>2</sub>O gehalten in de afgevoerde producten geven de Bijlagen IV-VI. De gemeten N-gehalten op de Lovinkhoeve lagen gemiddeld 20% lager dan de verstekwaarden gegeven in Stouthart & Leferink (1992) met als uitersten snijmaïs (-44%) en zomertarwe (+6%). (Tabel 9). Fosfaatgehalten in met name aardappelen en suikerbieten waren lager dan Stouthart & Leferink (1992) aangeven, in eerste jaars luzerne-gras lagen ze echter hoger. Gemiddeld op bedrijfsniveau kwamen de fosfaatgehalten min of meer overeen met de standaard. Dit gold ook voor de kaliumgehalten met opnieuw snijmaïs (-17%) en eerste jaars luzerne-gras (+33%) als uitschieters. De aangetroffen N / P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> verhouding in de producten is bij alle gewassen krappert (gemiddeld -18%) dan op basis van Stouthart & Leferink (1992) berekend kan worden. Dit is een indicatie voor een relatief N-gebrek.

Tabel 9. *Relatieve verandering (%) van N-, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- en K<sub>2</sub>O-gehalten en N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> verbinding in gewassen als bepaald op de Lovinkhoeve, ten opzichte van standaards als gegeven door Stoutbart & Leferink (1992).*

Gewas	Element			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Snijmaïs	-44	-6	-17	-40
Aardappelen	-35	-17	5	-19
Suikerbieten	-24	-22	7	-4
Peen	-23	7	-4	-28
2 <sup>e</sup> j luz gras	-22	0	1	-15
Wtarwe	-17	-11	8	-6
Uien	-17	0	-4	-18
1 <sup>e</sup> j luz gras	-6	31	33	-28
Zomertarwe	6	8	18	-2
Gemiddeld	-20	-1	5	-18

### 3.3 Mineralenbalansen

Bijlagen VII-IX geven voor N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O per jaar de mineralenbalans. De gemiddelde uitkomst (1996-2002) wordt gegeven in Tabel 10, 11 en 12 voor de respectievelijke elementen. Hierbij is ook de gemiddelde balans van onbemeste plotjes opgenomen.

#### 3.3.1 Stikstof

Het complete jaarlijkse N-overschot is ongeveer 100 kg N per ha groter dan het MINAS overschot ('MINAS AT'). De belangrijkste oorzaak hiervan is het niet-inboeken van N-depositie (38 kg N per ha) en de sterke overschatting van de N-afvoer door niet-ruwvoergewassen. De gerealiseerde combinatie van opbrengsten en gehalten leidden tot een afvoer van circa 65 kg N per ha bij niet-ruwvoergewassen, veel lager dan verstekafvoer van 165 kg N per ha. De gemeten N-binding van bedrijfsgemiddeld circa 50 kg N per ha komt op het eerste gezicht goed overeen met de volgens MINAS-AT forfaitaire bedrijfsgemiddelde binding van 46 (160 kg N x 29% luzerne). Hierbij zij opgemerkt dat uit de metingen op de Lovinkhoeve gebleken is dat de N binding van pure luzerne per ha slechts 4 kg N per ha vlinderbloemige (dat wil zeggen 1 kg N per ha bedrijfsoppervlakte) hoger geweest zou zijn als pure luzerne in plaats van het luzerne gras-mengsel geteeld was (Tabel 3). Overigens is in paragraaf 2.3.1 aangegeven dat de N-binding hoe dan ook systematisch wordt onderschat.

Aanpassing van MINAS met, vooral, de werkelijke afvoer ('MINAS 'ECHT') zou het MINAS overschot met 60-70 kg N per ha doen stijgen.

De benutting (N-afvoer/N-aanvoer, N-overschot per eenheid N-afvoer) bleek negatief gerelateerd aan het inputniveau. Het verlies (N-overschot) nam daarmee meer dan evenredig toe naarmate ruimer bemest was (Tabel 10).

Tabel 10. Stikstofaanvoer, -afvoer en -overschot (kg N per ha per jaar) in afhankelijkheid van bemestingsniveau (OM<sub>n</sub>) en voor gehele bedrijfsoppervlakte (Lovinkhoeve, gemiddeld over jaren 1995-1996 tot en met 2001-2002).

		Niveau				Bedrijf
		OM0	OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	0	36	93	155	103
	Depositie	38	38	38	38	38
	Zaad/pootgoed	4	3	3	3	3
	Biologische fixatie	48	48	48	48	52
	TOTAAL	90	125	181	243	196
Afvoer	Alle gewassen	112	113	121	125	125
	w.v. ruwvoer	81	75	78	80	84
	w.v. niet-ruwvoer	31	38	43	46	41
	per ha ruwvoer	220	219	227	230	233
	per ha niet-ruwvoer	49	59	66	71	65
Overschot	Compleet	-22	13	60	118	71
	MINAS 'ECHT'	-60	-25	22	80	33
	MINAS AT	-97	-96	-43	17	-36
Afvoer/aanvoer		1,24	0,91	0,67	0,52	0,64
Overschot/ afvoer		-0,20	0,12	0,52	0,96	0,59

MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer, werkelijke N-binding

MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 165 kg N/ha, N-binding 160 kg N/ha vlinderbloemige

### 3.3.2 Fosfaat

Het complete jaarlijkse P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-overschot is 20-25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha groter dan het MINAS overschot ('MINAS AT'). De belangrijkste oorzaak hiervan is de sterke overschatting van de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-afvoer door niet-ruwvoergewassen. De gerealiseerde opbrengsten leiden tot een afvoer van circa 35 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha bij niet-ruwvoergewassen, veel lager dan de verstekafvoer van 65 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha.

De benutting (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-afvoer/ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-aanvoer, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-overschot per eenheid P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-afvoer) bleek negatief gerelateerd aan het inputniveau. Het verlies (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-overschot) nam daarmee meer dan evenredig toe naarmate ruimer bemest was. Bij bemesting op niveau OM2 of lager was zelfs sprake van een negatieve fosfaatbalans (Tabel 11).

Tabel 11. Fosfaataanvoer, -afvoer en -overschot (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha per jaar) in afhankelijkheid van bemestingsniveau (OM<sub>n</sub>) en voor gehele bedrijfsoppervlakte (Lovinkhoeve, gemiddeld over jaren 1995-1996 tot en met 2001-2002).

		Niveau				Bedrijf
		OM0	OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	0	17	40	67	48
	Depositie	1	1	1	1	1
	Zaad/pootgoed	2	0	0	0	1
	TOTAAL	3	18	42	68	50
Afvoer	Alle gewassen	40	42	46	47	47
	w.v. ruwvoer	22	23	24	23	25
	w.v. niet-ruwvoer	18	19	22	23	22
	per ha ruwvoer	60	66	67	66	68
	per ha niet-ruwvoer	28	29	35	37	35
Overschot	Compleet	-37	-24	-4	21	3
	MINAS 'ECHT'	-38	-25	-5	20	2
	MINAS AT	-61	-48	-24	2	-17
Afvoer/aanvoer		13,33	2,88	1,16	0,72	1,06
Overschot/ afvoer		-0,93	-0,57	-0,08	0,47	0,08

MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer

MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 65 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

### 3.3.3 Kalium

Kalium is geen onderdeel van MINAS en er bestaan daarom geen verstekwaarden voor aan- en afvoerposten. De opgestelde balansen geven aan dat de jaarlijkse K<sub>2</sub>O-afvoer in niet-ruwvoergewassen circa 100 kg K<sub>2</sub>O per ha bedroeg. Met name met luzerne-gras wordt jaarlijks meer dan 300 kg K<sub>2</sub>O per ha afgevoerd. Dat betekende dat pas bij het hoogste bemestingsniveau (OM3) sprake was van een positieve kaliumbalans (Tabel 12).

Tabel 12. Kaliumaanvoer, -afvoer en -overschot (kg K<sub>2</sub>O per ha per jaar) in afhankelijkheid van bemestingsniveau (OM<sub>n</sub>) en voor gehele bedrijfsoppervlakte (Lovinkhoeve, gemiddeld over jaren 1995-1996 tot en met 2001-2002).

		Niveau				Bedrijf
		OM0	OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	0	40	112	189	123
	Depositie	4	4	4	4	4
	Zaad/pootgoed	3	2	2	2	3
	TOTAAL	7	46	118	195	130
Afvoer	Alle gewassen	154	162	176	178	178
	w.v. ruwvoer	111	105	110	113	118
	w.v. niet-ruwvoer	43	58	65	65	60
	per ha ruwvoer	299	307	321	326	326
	per ha niet-ruwvoer	69	92	104	104	96
Overschot	Compleet	-147	-117	-58	17	-48
Afvoer/aanvoer		22,00	4,17	1,52	0,93	1,43
Overschot/ afvoer		-0,95	-0,71	-0,29	0,17	-0,25

### 3.3.4 Dekkingspercentage

Het bouwplan van de Lovinkhoeve bestond voor circa 43% uit voedergewassen (luzerne-gras, snijmaïs, en (arbitrair) de helft van het areaal wintertarwe in 1996-1998). Om na te gaan of de afvoer van mineralen met deze gewassen vanuit de akkerbouw naar de veehouderij min of meer in evenwicht was met de aanvoer van mineralen in mest vanuit de veehouderij naar de akkerbouw, zijn dekkingspercentages berekend (Tabel 13).

Voor stikstof was de dekking bij OM2 ongeveer 1. Bij OM1 werd bijna 3 keer meer N afgevoerd dan aangevoerd, bij OM3 1,75 keer meer aangevoerd dan afgevoerd (dekking  $0,58 = 1/1,75$ ). Een waarde 1 duidt overigens niet op 'duurzaamheid'. Omdat N niet voor de volle honderd procent benut kan worden en een deel van de mest-N bovendien in niet-voer-N wordt omgezet is meer N-aanvoer nodig dan die door alleen mest.

Voor fosfaat was de dekking gemiddeld 0,70 bij OM2. Dat betekende dat er 1,4 keer meer fosfaat werd aangevoerd in de vorm van mest ( $1/0,70$ ) dan er in de vorm van voedergewassen werd afgevoerd. Bij OM3 werd zelfs 2,4 keer meer aangevoerd dan afgevoerd ( $1/0,41$ ). Bij OM1 overtrof de afvoer de aanvoer met een factor 1,9.

Voor kalium was de dekking bij OM2 ongeveer 1. Bij OM1 werd 3,5 keer meer kalium afgevoerd dan aangevoerd, bij OM3 werd 1,5 keer meer kalium aangevoerd dan afgevoerd (dekking  $0,65 = 1/1,5$ ). Overigens kunnen de dekkingspercentages van met elkaar samenwerkende akkerbouwers en veehouders niet beide rond 1 liggen: onvermijdelijke verliezen (waaronder gasvormige N) en afvoeren naar de samenleving (niet-voedergewassen door akkerbouwer, melk en vlees door veehouder) behoeven immers compensatie met aanvullende inputs (toegelaten mineralen, gangbare mesten en voeders, biologisch gebonden N, ongecontamineerde retourstromen vanuit de samenleving) om duurzaam te zijn. Naarmate het dekkingspercentage van de akkerbouwer (voederafvoer/mestaanvoer) groter is, is zijn behoefte aan aanvullende inputs groter en zal het dekkingspercentage van de partner-veehouder (voederaanvoer/mestafvoer) groter zijn en diens behoefte aan aanvullende inputs kleiner.

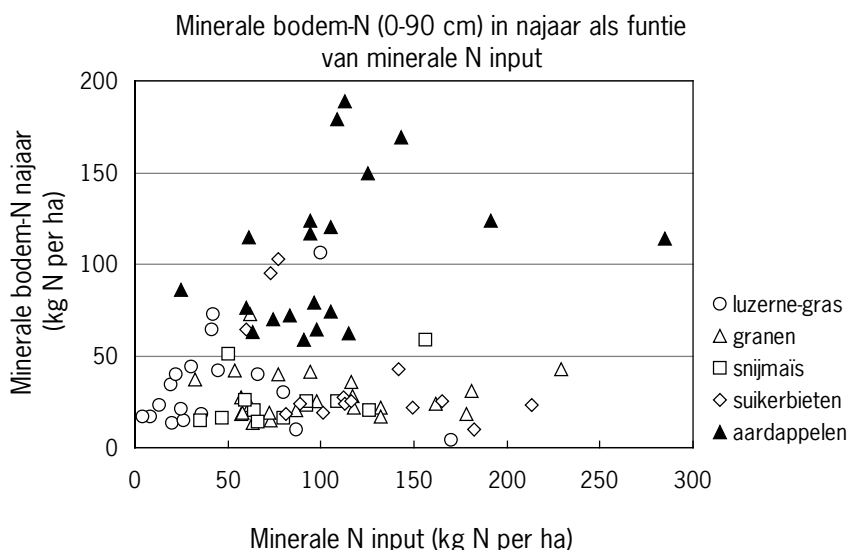
Tabel 13. *Dekkingspercentage van mineralenaanvoer via mest met mineralenafvoer via voedergewassen (luzerne-gras, snijmaïs en/of de belft van de wintertarwe in 1996-1998) bij een voedergewassenaandeel in bouwplan van 43% en een vlinderbloemigenaandeel van 29% (Lovinkhoeve).*

Element	Jaar	Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Stikstof	1995-1996	0,78	0,53	0,37	0,35
	1996-1997	2,70	1,10	0,60	1,37
	1997-1998	2,27	0,80	0,55	1,37
	1998-1999	5,75	1,01	0,57	0,91
	1999-2000	4,06	1,36	0,79	1,05
	2000-2001	2,02	0,90	0,61	0,71
	2001-2002	2,51	0,93	0,57	0,89
	<i>Gemiddeld</i>	<i>2,87</i>	<i>0,95</i>	<i>0,58</i>	<i>0,95</i>
Fosfaat	1995-1996	0,50	0,35	0,25	0,24
	1996-1997	1,60	0,69	0,37	0,84
	1997-1998	2,04	0,63	0,35	1,02
	1998-1999	3,43	0,95	0,55	0,77
	1999-2000	2,42	1,00	0,58	0,59
	2000-2001	1,60	0,56	0,38	0,43
	2001-2002	1,77	0,68	0,42	0,63
	<i>Gemiddeld</i>	<i>1,91</i>	<i>0,70</i>	<i>0,41</i>	<i>0,65</i>
Kalium	1995-1996	0,92	0,61	0,43	0,40
	1996-1997	3,74	1,34	0,71	1,76
	1997-1998	2,75	0,75	0,51	1,25
	1998-1999	6,97	0,95	0,53	0,88
	1999-2000	4,64	1,42	0,80	1,06
	2000-2001	2,32	1,15	0,80	0,91
	2001-2002	3,17	1,27	0,81	1,22
	<i>Gemiddeld</i>	<i>3,50</i>	<i>1,07</i>	<i>0,65</i>	<i>1,07</i>

### 3.4 Minerale N na de oogst

Bijlage IX-X geven een uitgebreid overzicht van de hoeveelheid minerale bodem-N die tussen nazomer en herfst na de oogst van gewassen werd aangetroffen. Na luzerne-gras, zomer- en wintertarwe, snijmaïs en suikerbieten bleef ongeacht de input van minerale N (= som van minerale bodem-N in voorjaar (0-90 cm laag), 90% van de ammoniakale mest-N voor zover gegeven na monstername N<sub>min</sub> voorjaar) met een enkele uitzondering, ongeveer 10-50 kg N per ha in de bodem (0-90 cm) achter. Aardappelen, daarentegen, lieten tussen 50 en 200 kg N per ha achter en wel meer naarmate de bemesting ruimer was geweest (Fig. 8).





Figuur 8.

## 3.5 Drainwateranalyses

### 3.5.1 Nitraat

#### De Lovinkhoeve ten opzichte van andere bedrijven

De  $\text{NO}_3$ -concentraties van het drainwater van de Lovinkhoeve waren in alle jaren aanmerkelijk lager dan de mediaan van de bedrijfsgemiddelde waarde voor de door het RIVM onderzochte akkerbouwbedrijven op kleigrond. Voor de meeste jaren gold dat meer dan 75% van de andere bedrijven een gemiddelde nitraatconcentratie had die hoger was dan die van de Lovinkhoeve (Tabel 14). Hierbij valt op dat de gevonden jaarlijkse schommelingen van de  $\text{NO}_3$ -concentratie de landelijke schommeling vrijwel exact volgden. Hierbij speelt het weer een rol.

#### Schone en vuile gewassen

Tussen de zeven percelen van de Lovinkhoeve bestonden aanzienlijke verschillen in  $\text{NO}_3$ -concentratie van het drainwater gemiddeld over de vijf seizoenen. Het staat niet vast of dit alleen het gevolg is van intrinsieke bodemeigenschappen of van het management. De gewassen en bemestingen die in de vijf onderzochte jaren passeerden waren namelijk niet op alle percelen gelijk (daarvoor zou de gehele rotatie van zeven jaar doorlopen moeten zijn; Tabel 15). Bovendien was ook de bemesting van een bepaald gewas niet op alle percelen in alle jaren exact gelijk. Vermeldenswaardig is verder dat in het drainwater van perceel IV in de winterhalfjaren volgend op de seizoenen 1998, 1999 en 2000 (met, respectievelijk, wintertarwe, ui en tulp, eerste jaars luzerne-gras) verhoogde stofconcentraties zijn aangetroffen. Dit viel samen met het langdurig opslaan van een partij geitenmest op de kopakker ter hoogte van akker 9 (Fig. 1) vanaf de herfst van 1998. Deze afwijkingen hebben de gemiddelde concentraties in het drainwater na de teelt van de genoemde gewassen verhoogd.

Dat management mede verklarend was voor de gevonden  $\text{NO}_3$ -concentratie bleek uit een sortering van de analyses per gewas (Tabel 16). De  $\text{NO}_3$ -concentratie nam toe in de volgorde eerstejaars luzerne-gras < tweedejaars luzerne-gras < wintertarwe of maïs < zomertarwe < bieten < uien en/of tulpen (met/zonder nateelt van boerenkool) en/of peen < aardappelen. De gemiddelde  $\text{NO}_3$ -concentraties als berekend in de voorlaatste kolom van Tabel 16 verschilden enigszins van een berekening die gemaakt

kon worden op basis van alle drains per gewas. De oorzaak hiervan is gelegen in het feit dat eerstgenoemde berekening alleen gemaakt is op basis van drains die niet meer dan twee bemestingsniveaus vertegenwoordigden (zie paragraaf 2.3.3).

Tabel 14. *Bedrijfsgemiddelde NO<sub>3</sub>-concentratie (mg/l) van het drainwater op de Lovinkhoeve ten opzichte van de landelijke mediaan en de 25% 'schoonste' bedrijven (LMM akkerbouw op kleigrond).*

Seizoen	1997-'98	1998-'99	1999-'00	2000-'01	2001-'02	Gemiddeld
Lovinkhoeve	48	21	38	21	14	28
LMM, 25% percentiel	68	26	34	40	23	38
LMM, mediaan	91	35	60	45	32	53

Tabel 15. *NO<sub>3</sub>-concentraties van het drainwater per perceel (gemiddelde 1997-'98 tot en met 2001-'02) van de Lovinkhoeve in relatie tot de voorvruchten (aan de stoppels van de met \* gemerkte voorvruchten is tussen bun oogst en drainwateranalyse dierlijke mest op drie niveaus toegediend).*

Perceel	Seizoen					NO <sub>3</sub> (mg/l)
	1997	1998	1999	2000	2001	
I	Luzerne	Bieten	Z. tarwe*	Aardappel	Maïs*	22
II	Z. tarwe*	Aardappel	Maïs*	Tulp/peen*	Luzerne	22
III	Ui/tulp	Luzerne	Luzerne	Bieten	Z. tarwe*	33
IV	Aardappel	W. tarwe*	Tulp/peen*	Luzerne	Luzerne	44
V	Luzerne	Luzerne	Bieten	Z. tarwe*	Aardappel	23
VI	Bieten	Z. tarwe*	Aardappel	Maïs*	Tulp/peen	30
VII	W. tarwe*	Ui/tulp	Luzerne	Luzerne	Bieten	25

Tabel 16. *NO<sub>3</sub>-concentratie (mg/l) per seizoen en per gewas en gemiddeld over de jaren.*

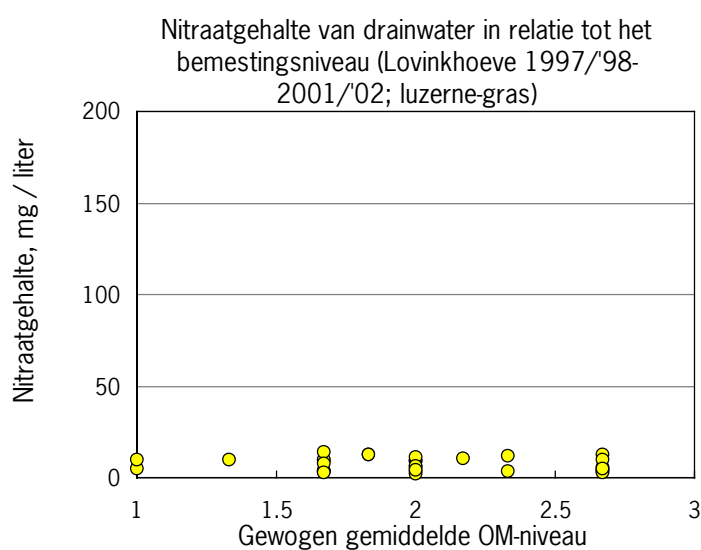
Gewas	Seizoen					Gemiddeld	
	1997-'98	1998-'99	1999-'00	2000-'01	2001-'02	Selectie van drains	Alle drains
Eerstejaars luzerne-gras	6	8	3	5	3	5	2
Tweedejaars luzerne-gras	10	6	12	4	9	8	6
Wintertarwe, maïs	40	36	9	5	7	19	16
Zomertarwe	44	21	38	12	24	28	26
Bieten	31	6	78	32	25	34	35
Tulp (+boerenkool), uien, peen	89	59	59	22	15	49	51
Aardappelen	124	33	82	57	29	65	63
Gemiddeld	49	24	40	19	16	30	28

### Effect van het bemestingsniveau

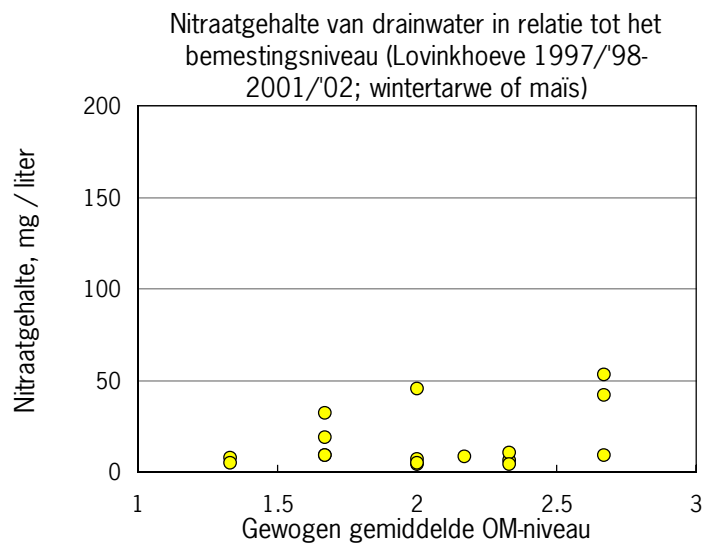
De gevonden  $\text{NO}_3$ -concentraties van het drainwater bleken binnen gewassen zelden in verband te brengen met het gehanteerde bemestingsniveau. Dat dit onder en na het ploegen van luzerne-gras niet het geval was viel toe te schrijven aan het feit dat binnen dit gewas geen bemestingstrappen werden aangelegd. Verschillen binnen dit gewas zouden dan ook het resultaat geweest moeten zijn van een door de vóór-voorvrucht(en) meegegeven erfenis. Zelfs als van een dergelijke erfenis sprake was, zouden verschillen in N-belasting niet te verwachten zijn omdat een gesloten zode van een combinatie van een niet- en een wel-vlinderbloemig gewas (gras, respectievelijk, luzerne), een wisselend N-aanbod binnen grenzen goed kan opnemen. De gevonden concentraties waren dan ook laag en vertoonden inderdaad geen relatie met het bemestingsniveau (Fig. 9;  $r^2=0,01$  en F-waarde 0,5). Dat ook na het ploegen van luzerne-gras in de vroege winter (november-januari) nauwelijks verhoogde  $\text{NO}_3$ -concentraties werden aangetroffen, duidt er op dat de N-mineralisatie van wortels en stoppels van luzerne-gras kennelijk niet onmiddellijk aanving.

Na wintertarwe of maïs werd ook geen duidelijke relatie gevonden tussen het bemestingsniveau en de  $\text{NO}_3$ -concentratie van het drainwater (Fig. 10;  $r^2=0,12$  en F-waarde 2,0), maar na zomertarwe was dat wel het geval (Fig. 11;  $r^2=0,46$  en F-waarde 13,7). Dit laatste was niet het gevolg van het feit dat zomertarwe zelf meer of minder Nmin achterliet in functie van het bemestingsniveau (paragraaf 3.4), als wel van het feit dat al in de herfst, op de stoppel, bemestingsniveaus ten behoeve van het volggewas aardappelen werden aangebracht.

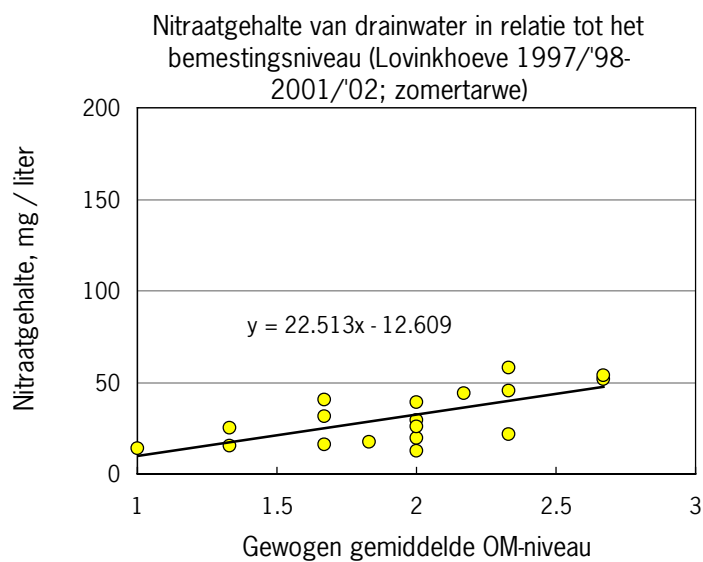
Na aardappelen had het bemestingsniveau geen duidelijke invloed op de  $\text{NO}_3$ -concentratie van het drainwater (Fig. 12;  $r^2=0,05$  en F-waarde 0,7), na bieten evenmin (Fig. 13;  $r^2=0,03$  en F-waarde 0,5). Kennelijk waren de bemestingsniveaus van dien aard dat een eventueel te hoog N-aanbod goed opgenomen was in gewasresten en de re-mineralisatie van N vanuit deze resten (achtergelaten blad) nog niet geleid had tot verschillen in N-belasting ten tijde van het moment van bemonstering. Uitzonderlijk hoog, echter, was de  $\text{NO}_3$ -concentratie na de teelt van bieten op perceel V in 1999. Van dat perceel zijn geen drains met een verschillend bemestingsniveau beschikbaar zodat niet kon worden nagegaan in hoeverre de uitspoeling ook in dat jaar gerelateerd was aan het bemestingsniveau. Na de teelt van tulpen, uien of peen kon geen enkel verband worden gevonden tussen het bemestingsniveau en de  $\text{NO}_3$ -concentratie van drainwater (Fig. 14;  $r^2=0,00$  en F-waarde 0,0).



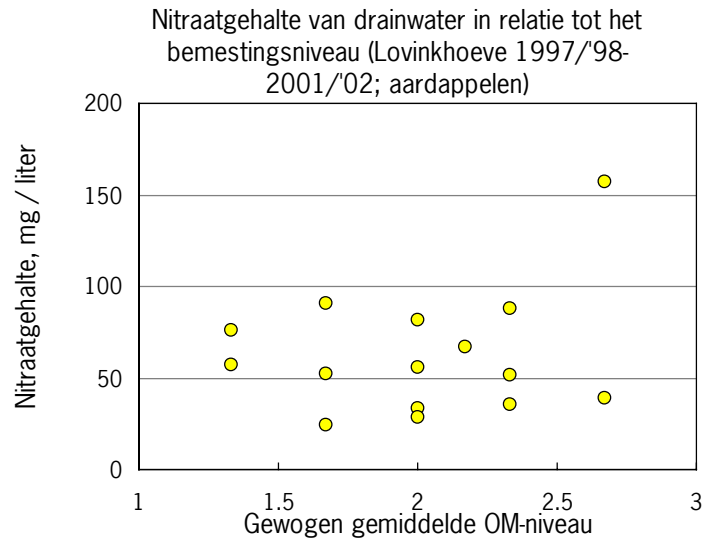
Figuur 9.



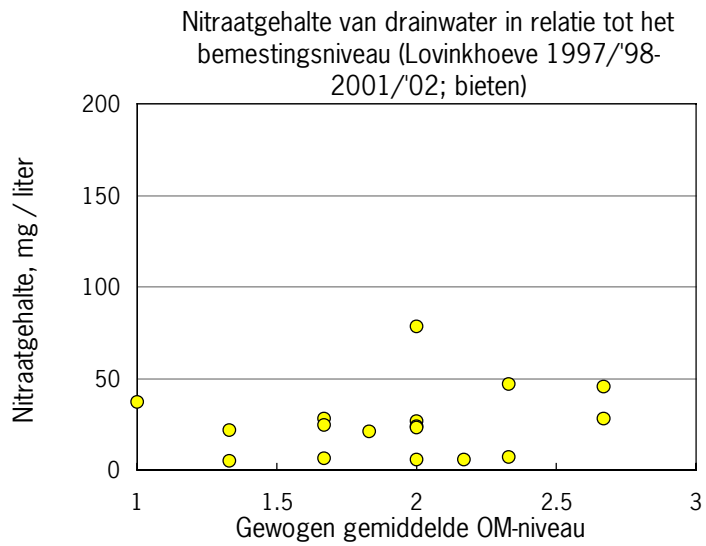
Figuur 10.



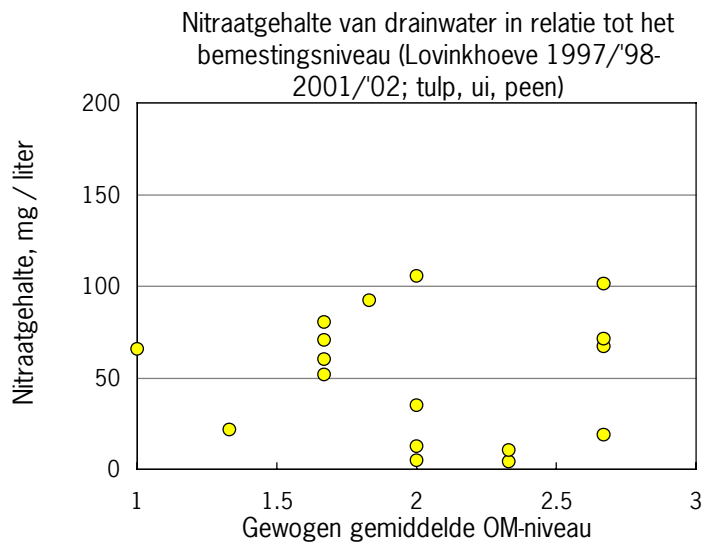
Figuur 11.



*Figuur 12.*



*Figuur 13.*



*Figuur 14.*

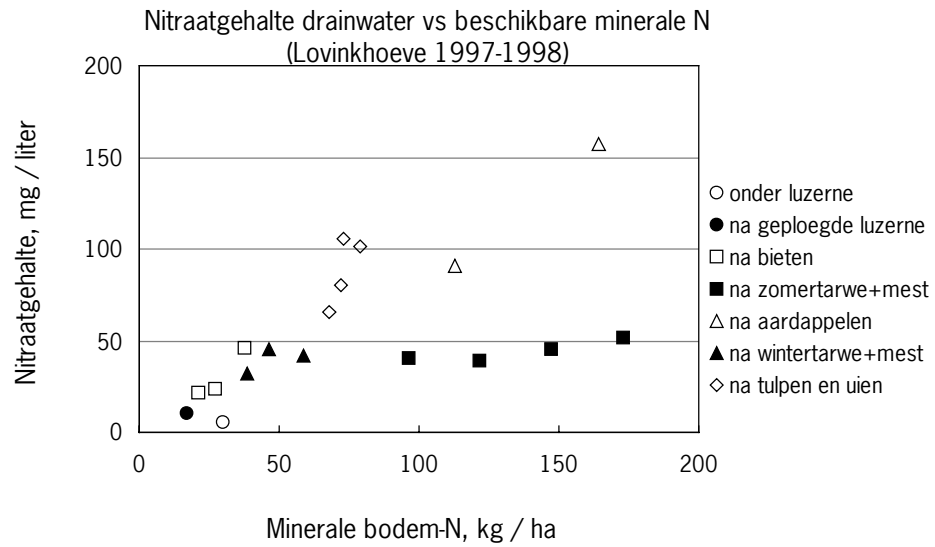
### Minerale bodem-N na de oogst als maat voor N-uitspoeling

In het seizoen 1997-1998 bestond er een redelijk verband tussen de beschikbare minerale bodem-N in het najaar van 1997 en de gemiddelde NO<sub>3</sub>-concentratie van het drainwater in de daarop volgende (na)winter en (vroeg) voorjaar. In Fig. 15 is de gewasspecifieke N-belasting bovendien opnieuw te herkennen. Ammoniakale N in mest toegevend aan zomertarwe, bleek ondanks de correctie voor enige N-vervluchtiging, minder tot uiting te komen in stijging van de NO<sub>3</sub>-concentratie van drainwater dan een vergelijkbare hoeveelheid minerale bodem-N die door voorvruchten zelf was achtergelaten.

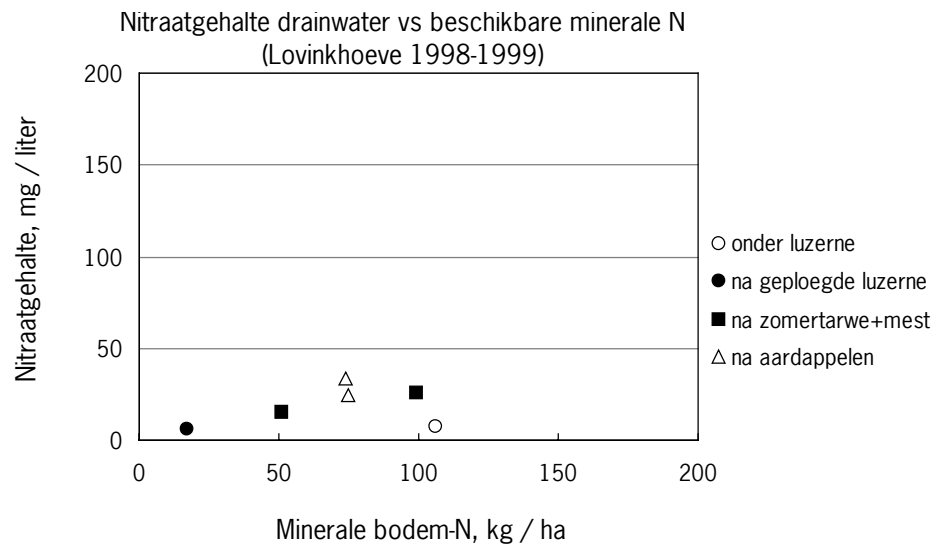
In het seizoen 1998-1999 waren maar weinig N<sub>min</sub> data beschikbaar maar een zekere relatie met de NO<sub>3</sub>-concentraties van het drainwater leek opnieuw aanwezig (Fig. 16). Het beeld van het eerste seizoen herhaalde zich in 1999-2000 (Fig. 17). De uitbijter vormde opnieuw de bemeste zomertarwestoppels die minder N-belasting gaven dan de beschikbare minerale bodem-N (inclusief een deel van de ammoniakale N in mest) had doen vermoeden. De N-belasting van bieten echter viel juist hoger uit dan verwacht werd op basis van de beschikbare minerale bodem-N. Op de mogelijke oorzaak hiervan werd eerder ingegaan. In het seizoen 2000-2001 bestond er geen duidelijke relatie tussen de hoeveelheid beschikbare minerale N in de herfst van 2000 en de NO<sub>3</sub>-concentraties van drainwater in het daarop volgende voorjaar (Fig. 18). In het seizoen 2001-2002 bestond opnieuw wel een verband tussen beide waarbij zij opgemerkt dat dit verband geheel teweeg werd gebracht door de bijdrage van de bemeste zomertarwestoppels (Fig. 19).

De voorgaande Figs. 15-19 zijn bijeengebracht in Fig. 20. Uit de figuur blijkt dat de waargenomen gemiddelde NO<sub>3</sub>-concentraties van het drainwater slecht correleerden met de waargenomen hoeveelheden beschikbare minerale N in de voorgaande herfst, al was dat binnen jaren vaak wel het geval.

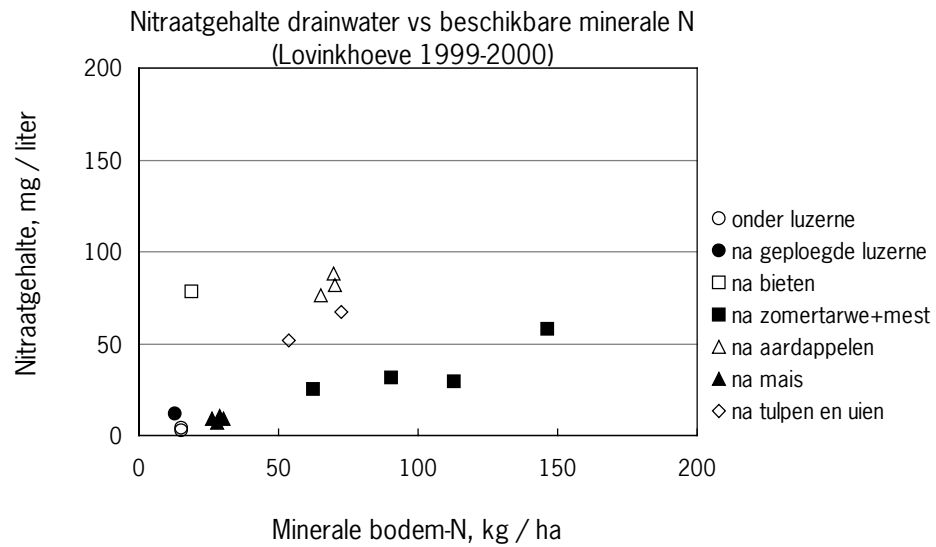
Per gewas en perceel zijn ook N-overschotten berekend (zie paragraaf 3.3). Het betreft hier zogenaamde volledige overschotten inclusief depositie en biologische N-binding onder verrekening van de werkelijke N-afvoer. Overschotten hebben betrekking op de periode tussen de herfst in jaar x-1 (waarin de aanvoer van meststoffen ten behoeve van gewassen aardappelen, tulpen, uien begint) en de herfst in jaar x (waarin de oogst van gewassen plaatsvindt of eindigt). Deze overschotten zijn in verband gebracht met de NO<sub>3</sub>-concentraties van het drainwater volgend op het teeltseizoen van jaar x en wel tot in vroege voorjaar van jaar x+1. Hoewel een deel van de meststoffen bij aardappelen, tulpen en uien dus meer dan twaalf maanden eerder is toegevend dan de drainwateranalyses plaatsvonden, zijn redelijke verbanden gevonden tussen N-overschotten en NO<sub>3</sub>-concentraties van het drainwater (Fig. 21). Tussen jaren bestonden hierbij grote verschillen. Gemiddeld over de jaren bestond een rechtlijnig verband (NO<sub>3</sub>-concentratie (mg/l) = 0.20 x N-overschot (kg/ha) + 17,8; ; r<sup>2</sup>=0,96 en F-waarde 123) tussen het gemiddelde N-overschot van een gewas en de NO<sub>3</sub>-concentratie die met de teelt van dat gewas gemiddeld verbonden was.



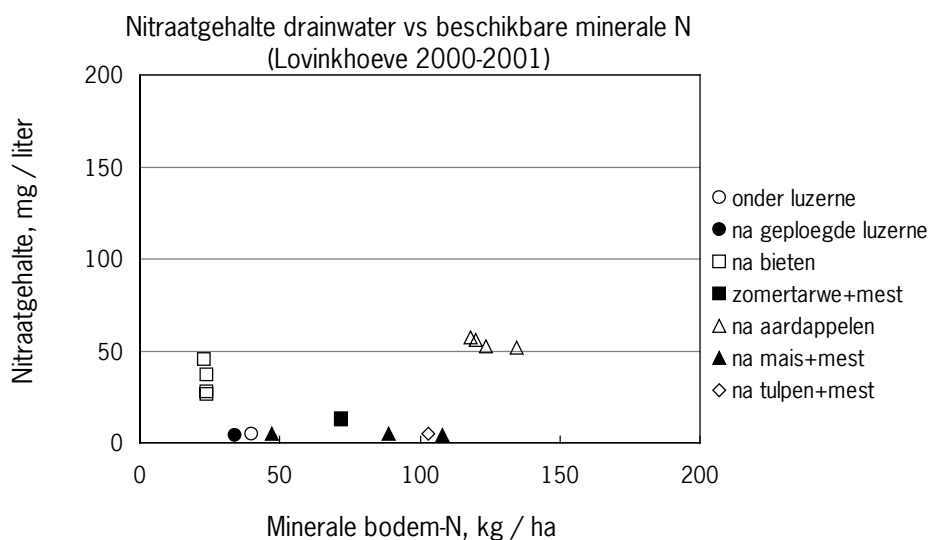
Figuur 15.



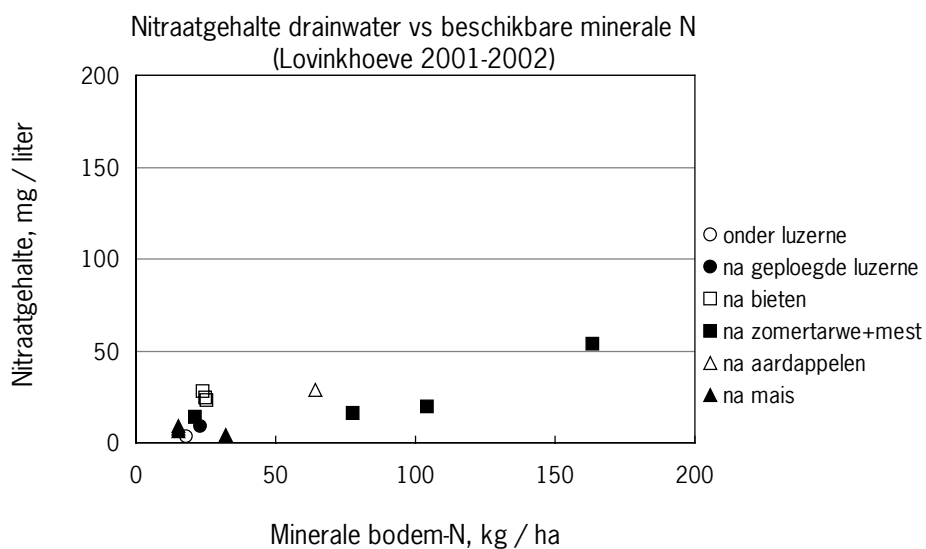
Figuur 16.



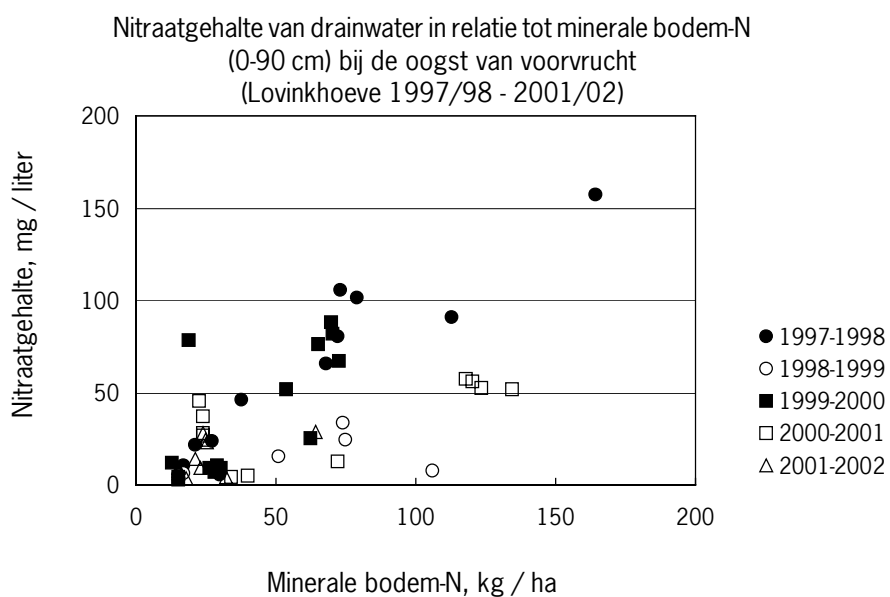
Figuur 17.



Figuur 18.

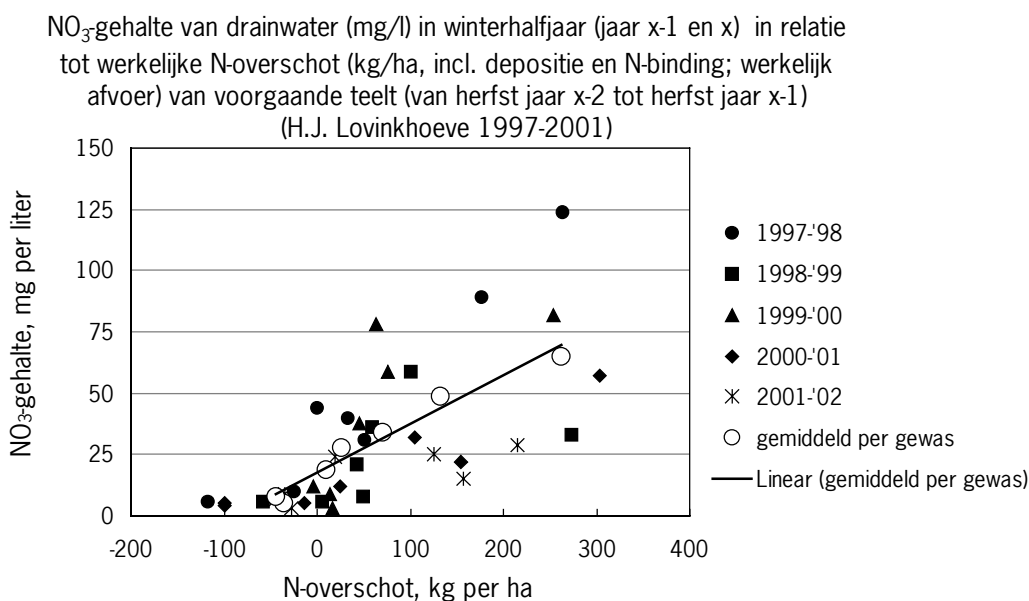


Figuur 19.



Figuur 20.





Figuur 21.

### 3.5.2 Overige stoffen

Ten opzichte van de NO<sub>3</sub>-concentraties (Tabel 16) waren de gemeten NH<sub>4</sub>-N-concentraties laag (Tabel 17). Vaak lagen de metingen beneden de detectiegrens (0,014 mg per liter). Een uitschieter vormde de meting die volgde op het seizoen 1998 toen geitenmest langdurig op de kopakker bewaard werd. Dit heeft met name de concentraties na teelt van het gewas wintertarwe alsmede het gemiddelde van wintertarwe over de jaren heen sterk beïnvloed. Eenzelfde verschijnsel deed zich voor met betrekking tot de DON-concentratie (Tabel 18). De relatieve bijdrage van N in de vorm van NH<sub>4</sub>-N en DON als functie van het gewasgemiddelde N-overschot, was klein ten opzichte van de bijdrage van NO<sub>3</sub>-N (Fig. 22).

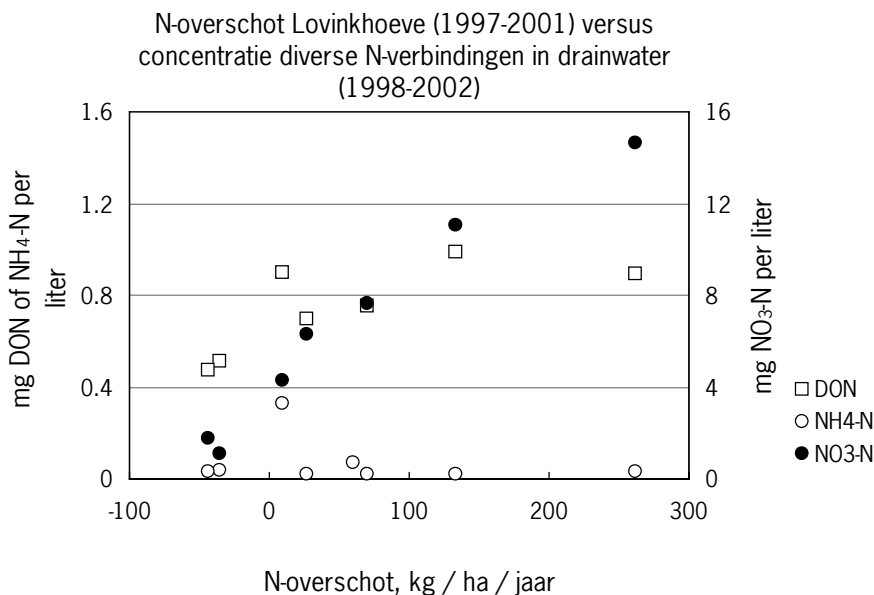
Tabel 17. NH<sub>4</sub>-N concentratie (mg N / l) per seizoen en per gewas en gemiddeld over de jaren.

Gewas	Seizoen					Gemiddeld
	1997-'98	1998-'99	1999-'00	2000-'01	2001-'02	Alle drains
Eerstejaars luzerne-gras	0,019*	0,021	0,014*	0,126	0,028	0,042*
Tweedejaars luzerne-gras	0,019	0,026	0,014	0,037	0,077	0,035
Wintertarwe, maïs	0,019	1,509	0,023*	0,056	0,035	0,328*
Zomertarwe	0,023*	0,018	0,033*	0,028	0,014*	0,023*
Bieten	0,019	0,035	0,014*	0,026*	0,021	0,023*
Tulp (+boerenkool), uien, peen	0,023*	0,014*	0,051	0,033	0,035	0,021*
Aardappelen	0,023	0,028	0,014	0,028*	0,014	0,031*
Gemiddeld	0,021*	0,236*	0,023*	0,048*	0,032*	0,072*

Met \* gemerkte cijfers zijn mede gebaseerd op metingen die zich beneden de detectiegrens bevinden

Tabel 18. DON-concentratie (mg N / l) per seizoen en per gewas en gemiddeld over de jaren (DON = Kjeldahl-N minus NH<sub>4</sub>-N).

Gewas	Seizoen				Gemiddeld	
	1997-'98	1998-'99	1999-'00	2000-'01	2001-'02	Alle drains
Eerstejaars luzerne-gras	0,631	0,369	0,876	0,524	0,182	0,516
Tweedejaars luzerne-gras	0,631	0,464	0,406	0,333	0,553	0,477
Wintertarwe, maïs	1,051	2,311	0,447	0,314	0,385	0,902
Zomertarwe	0,957	0,722	1,137	0,482	0,196	0,699
Bieten	0,961	0,495	1,246	0,464	0,609	0,755
Tulp (+boerenkool), uien, peen	1,287	1,106	1,119	0,437	0,525	0,989
Aardappelen	1,747	0,782	1,526	0,342	0,546	0,895
Gemiddeld	1,038	0,893	0,965	0,414	0,428	0,748



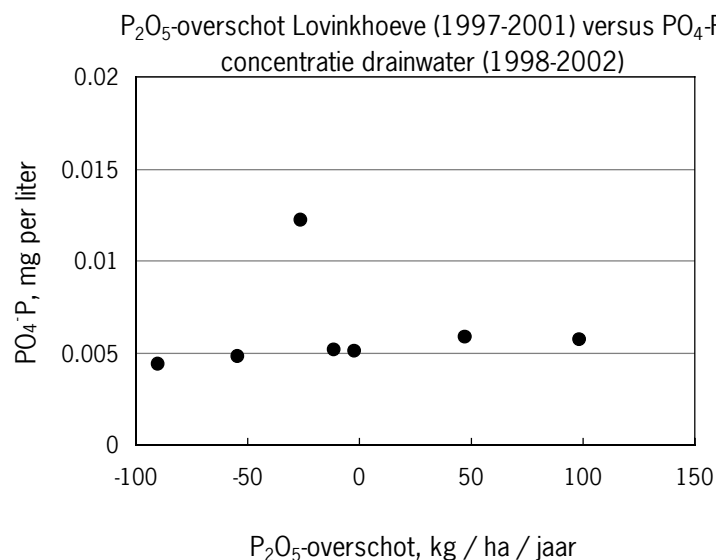
Figuur 22.

De P-belasting vanuit de drains was over het algemeen laag. Organisch P kon in geen van de jaren worden aangetoond met uitzondering van drains onder het eerdergenoemde perceel IV. In de drie achtereenvolgende seizoenen werd daar gemiddeld 0,15, 0,13 en 0,07 mg organisch P per liter gevonden. Ortho-P (PO<sub>4</sub>-P) bevond zich vaak onder de detectiegrens (0,0039 mg per liter). De gemiddelde concentratie bedroeg (minder) dan 0,006 mg P per liter (Tabel 21). Het P-overschot (per gewas gemiddeld) oefende nauwelijks invloed uit op de gewasgemiddelde P-concentratie van het drainwater (Fig. 23). De uitbijter in deze relatie vormde wintertarwe, godeldeels tengevolge van het afwijkende gedrag van perceel IV volgend op het seizoen 1998.

Tabel 19.  $PO_4$ -P concentratie (mg P / l) per seizoen en per gewas en gemiddeld over de jaren.

Gewas	Seizoen				Gemiddeld	
	1997-'98	1998-'99	1999-'00	2000-'01	2001-'02	Alle drains
Eerstejaars luzerne-gras	0,0042*	0,0046*	0,0049*	0,0055*	0,0046	0,0048*
Tweedejaars luzerne-gras	0,0039*	0,0042*	0,0042*	0,0039*	0,0055*	0,0044*
Wintertarwe, maïs	0,0042*	0,0333	0,0114	0,0049*	0,0072	0,0122*
Zomertarwe	0,0039*	0,0052*	0,0062	0,0052*	0,0052*	0,0052*
Bieten	0,0059*	0,0049*	0,0059	0,0042*	0,0046*	0,0051*
Tulp (+boerenkool), uien, peen	0,0039*	0,0039*	0,0101	0,0062*	0,0046	0,0059*
Aardappelen	0,0042*	0,0072*	0,0059	0,0065*	0,0055	0,0057*
Gemiddeld	0,0043*	0,0091*	0,0069*	0,0052*	0,0053*	0,0062*

Met \* gemerkte cijfers zijn mede gebaseerd op metingen die zich beneden de detectiegrens bevinden



Figuur 23.

### 3.6 Bodemvruchtbaarheid

De fosfaattoestand (Pw) van de bouwvoor (0-30 cm) van de Lovinkhoeve is na de omschakeling gedaald van circa 37 ('ruim voldoende') naar 28 ('voldoende'). Aan het einde van de proefperiode (2002) bleek deze achteruitgang niet duidelijk groter bij OM1 dan bij OM3 (Tabel 20). In de laag 30-60 cm onstonden wel significante verschillen in Pw tussen OM1 en OM3 (Tabel 21) die zich overigens niet voortzetten in de laag 60-90 cm (Tabel 22).

Het kaligehalte van de bouwvoor daalde eveneens met enkele punten en wel sterker bij krappere bemesting. Deze daling was in alle onderzochte lagen significant groter bij OM1 dan bij OM3.

Het organische stofgehalte van de bouwvoor bleek na zeven jaar bijna te zijn verdubbeld van circa 2% naar circa 4% (Tabel 20). In de laag 30-60 cm daaronder was de stijging iets geringer (Tabel 21). De stijging was bij zowel de laag 0-30 als de laag 30-60 cm groter (niet significant) bij OM3 dan bij OM1.

Organische stofgehalten kunnen via (organische stof afhankelijke) volumegewichten worden omgezet naar organische stof voorraden per ha. Op die manier werd berekend dat de organische stofvoorraad van de bovenste 60 cm (waarvan gehalte-gegevens beschikbaar waren bij zowel de start als aan het einde van de proefperiode) bij OM1, OM2 en OM3 zou zijn toegenomen met, respectievelijk, gemiddeld 12500, 13500 en 14000 kg organische stof per ha per jaar gedurende de zeven jaren na de omschakeling. Dergelijke veranderingen zijn niet te verklaren uit de jaarlijkse bijdrage van effectieve organische stof door gewasresten en organische mesten. Die lieten zich namelijk becijferen op circa 1280 kg effectieve organische stof per ha per jaar in de vorm van gewasresten (inclusief groenbemesters, ongeacht het bemestingsniveau) en circa 310, 620 en 1020 kg effectieve organische stof per ha per jaar uit mest bij, respectievelijk, OM1, OM2 en OM3 (Tabel 23).

Het N-totaal en P-totaal gehalte van de bodem werden in 1995 bij aanvang niet gemeten. In 1998 was dit wel het geval. Tussen 1998 en 2002 vertoonden deze een dalende trend. De metingen aan het eind van 2002 kunnen wel gebruikt worden voor een schatting van de N-en P-voorraad en de eventuele verschillen die tussen OM1, OM2 en OM3 zijn ontstaan. Daaruit blijkt dat in de laag 0-90 cm bij OM2 en OM3 in zeven jaren, respectievelijk, 358 en 549 kg N per ha meer is vastgelegd dan bij OM1. Ten opzichte van OM1 vond bij OM2 en OM3 in zeven jaren een vastlegging plaats van, respectievelijk, 32 en 185 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha (Tabel 23).

Tabel 20. Bodemvruchtbaarheidsontwikkeling (laag 0-30 cm) van de Lovinkhoeve in afhankelijkheid van bemestingsregiem.

Grootheid	Eenheid	Datum	Bemestingsniveau			
			OM0	OM1	OM2	OM3
Pw	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / l	okt 1995	37	37	37	37
		dec 1998	27 a*	28 a	29 ab	31 b
		nov 2002	16 a	26 b	28 b	28 b
Ntot	g N / kg	okt 1995	-	-	-	-
		dec 1998	1,17 a	1,18 a	1,20 ab	1,24 b
		nov 2002	1,10 a	1,05 ab	1,10 ab	1,13 b
Org stof	g / 100 g	okt 1995	2,2	2,2	2,2	2,2
		dec 1998	-	-	-	-
		nov 2002	3,8 a	3,8 a	3,9 a	4,0 a
Ptot	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / 100 g	okt 1995	-	-	-	-
		dec 1998	171 a	175 a	178 ab	181 b
		nov 2002	68 a	72 ab	71 ab	75 b
K-HCl	mg K <sub>2</sub> O / 100 g	okt 1995	20	20	20	20
		dec 1998	18 a	18 a	19 ab	21 b
		nov 2002	15 a	15 a	16 a	18 b

\* verschillende letters binnen een regel duiden op significante (P<0,05) verschillen

Tabel 21. Bodemvruchtbaarheidsontwikkeling (laag 30-60 cm) van de Lovinkhoeve in afhankelijkheid van bemestingsregiem.

Grootheid	Eenheid	Datum	Bemestingsniveau*			
			OM0	OM1	OM2	OM3
Pw	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / l	dec 1998				
		nov 2002	4 a	9 b	10 b	15 c
Ntot	g N / kg	dec 1998				
		nov 2002	0,73 a	0,77 ab	0,84 bc	0,82 c
Org stof	g / 100 g	okt 1995**	2,4	2,4	2,4	2,4
		dec 1998	-	-	-	-
		nov 2002	3,0 a	3,1 a	3,2 a	3,2 a
Ptot	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / 100 g	dec 1998				
		nov 2002	49 a	52 b	54 b	53 b
K-HCl	mg K <sub>2</sub> O / 100 g	dec 1998				
		nov 2002	9 a	9 a	10 ab	11 b

\* verschillende letters binnen een regel duiden op significante ( $P < 0,05$ ) verschillen

\*\* ontleend aan De Vos (1997)

Tabel 22. Bodemvruchtbaarheidsontwikkeling (laag 60-90 cm) van de Lovinkhoeve in afhankelijkheid van bemestingsregiem.

Grootheid	Eenheid	Datum	Bemestingsniveau*			
			OM0	OM1	OM2	OM3
Pw	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / l	dec 1998				
		nov 2002	3 a	7 b	9 b	8 b
Ntot	g N / kg	dec 1998				
		nov 2002	0,75 a	0,80 a	0,77 a	0,81 a
Org stof	g / 100 g	dec 1998	-	-	-	-
		nov 2002	3,3 a	3,3 a	3,2 a	3,2 a
Ptot	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / 100 g	dec 1998				
		nov 2002	49 a	50 ab	50 ab	51 b
K-HCl	mg K <sub>2</sub> O / 100 g	dec 1998				
		nov 2002	8 a	8 a	8 a	9 b

\* verschillende letters binnen een regel duiden op significante ( $P < 0,05$ ) verschillen

Tabel 23. *Berekende (Anonymus, 1989) bijdragen aan effectieve organische stof door gewasresten inclusief groenbemesters en organische mest, de berekende verandering van de organische stof voorraad (o.b.v. gemeten gehalten en geschatte volumegewichten), en de berekende omvang van de totaal-N en de totaal-P bodemvoorraad (o.b.v. gemeten gehalten en geschatte volumegewichten) van de Lovinkhoeve (1996-2002).*

Grootheid	Laag	Bemestingsniveau		
		OM1	OM2	OM3
Kg effectieve o.s./ha.jaar, uit gewasresten	n.v.t.	1279	1279	1279
Kg effectieve o.s./ha.jaar, uit organische mest	n.v.t.	306	616	1016
Totaal kg effectieve o.s. /ha.jaar	n.v.t.	1585	1895	2295
Berekende toename o.s. voorraad 0-60 cm op basis van bodemanalyses, kg/ha.jaar		12463	13503	14004
Kg totaal-N/ha (eind 2002)	0-30 cm	4328	4518	4624
	30-60 cm	3252	3536	3451
	60-90 cm	3355	3241	3409
	0-90 cm	10936	11294	11485
Kg totaal-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha (eind 2002)	0-30 cm	2968	2916	3069
	30-60 cm	2196	2273	2231
	60-90 cm	2097	2105	2147
	0-90 cm	7261	7293	7446

## 4. Discussie

Zoals aangegeven in de inleiding blijkt de bemesting op biologische bedrijven een lastige puzzel. Anders dan bij bemesting op basis van kunstmest zijn N, P en K veelal aan elkaar gekoppeld en wordt al gauw te veel van het één of te weinig van het ander gegeven. De aanvankelijke begroting van aan- en afvoer (Tabel 1) bleek, gemiddeld over de 7 proefjaren, bij het intermediaire bemestingsniveau (OM2) desondanks redelijk goed gerealiseerd. De afvoer van met name N was iets lager dan begroot, die van K<sub>2</sub>O aanmerkelijk hoger dan begroot. De N-binding werd te hoog begroot omdat ten onrechte werd verondersteld dat vrijwel alle door vlinderbloemigen opgenomen N van atmosferische fixatie afkomstig zou zijn. Door het gecombineerde effect van een te hoog ingeschatte N-afvoer en een te hoog ingeschatte N-aanvoer, kwam het uiteindelijke N-overschot toch redelijk in de buurt kwam van de begroting (Tabel 24). Opgemerkt moet worden dat de werkelijk gerealiseerde biologische N-binding vermoedelijk groter was dan de door ons geschatte gerealiseerde N-binding. Het in MINAS-AT gehanteerde forfait van 160 kg N binding per ha luzerne per jaar lijkt daarmee een te lage schatting (zie paragraaf 2.3.1 en 3.3.1).

Tabel 24. Begrote en gerealiseerde mineralenbalans Lovinkhoeve 1996-2002 (bemestingsniveau OM2).

		N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
		Begroting	Realisatie	Begroting	Realisatie	Begroting	Realisatie
Aanvoer	Mest	90	93	41	40	99	112
	'Klaver'	89	48	-	-	-	-
	Zaden	3	(3)	1	(1)	3	(3)
	Depositie	38	(38)	1	(1)	4	(4)
	TOTAAL	220	182	43	42	106	118
Afvoer		147	121	45	46	121	176
Overschot		73	60	-2	-4	-15	-58

De meeste gewassen reageerden positief op organische mest in het bedrijfsgemiddelde traject van 0 tot 155 kg N per ha per jaar en 0 tot 67 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha per jaar. Dit leek met name een gevolg van een betere N-voorziening. De N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> verhouding in oogstproducten was namelijk lager dan gebruikelijk. Berry *et al.* (2002) achten dit gebruikelijk in de biologische landbouw. Ondanks deze positieve respons werden N en P in het algemeen beter benut naarmate minder gegeven werd. De overschotten per eenheid oppervlakte en per eenheid product namen dan ook meer dan evenredig toe met de gift (Tabel 10 en 11). Daarbij zij opgemerkt dat het lagere (berekende) verlies bij lage mestgiften voor een deel vertekenend is omdat opbrengsten en daarmee de afvoer kan profiteren van nawerking van in het verleden opgebouwde bodemvruchtbaarheid (dat wil zeggen van voor 1996), terwijl de (boekhoudkundige) aanvoer instantaan daalt met de mestgift. Bodemanalyses suggereerden dat een nieuw evenwicht tussen aanvoer en afvoer zich nog niet had insteld: Pw, P-totaal, K-HCl en N-totaal vertoonden een dalende trend, zelfs bij bemestingsniveau OM3.

Wat betreft fosfaat trad bij een mestgift van 40-45 kg PO<sub>5</sub> per ha per jaar (iets meer dan OM2) geen overschot op. Als zodanig viel een dergelijk bemestingsniveau op langere termijn als milieukundig veilig aan te merken. Voor een evenwichtige kaliumbalans, echter, had 170 kg K<sub>2</sub>O per ha per jaar bemest moeten worden (iets minder dan OM3). Om die reden hadden, achteraf geredeneerd, toegelaten enkelvoudige kalimestoffen of organische mesten met een ruimere K<sub>2</sub>O/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> verhouding gebruikt

moeten worden. Wat betreft N was het moeilijk om aan te geven welk bemestingsniveau als milieukundig veilig was aan te merken; om een streefwaarde van 50 mg nitraat per liter niet te overschrijden had circa 200 kg N per ha in de vorm van dierlijke mest gegeven mogen worden (meer nog dan OM3), maar een dergelijke gift was veel te hoog geweest om aan de streefwaarde voor stagnant eutrofiëring-gevoelig oppervlaktewater (2,2 mg N-totaal per liter) te kunnen voldoen. Overigens bracht organische bemesting op een niveau van OM2 (met daarin circa 95 kg N, 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 110 kg K<sub>2</sub>O per ha per jaar) met zich mee dat vanuit de veehouderij meer N en P naar de Lovinkhoeve geleverd werden in de vorm van mest dan de Lovinkhoeve terugleverde in de vorm van voer en strooisel. Bij OM3 gold dit nog sterker en dan ook voor K<sub>2</sub>O. Dat impliceert dat de veehouderij in dat geval naar alternatieve N-, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- en eventueel K<sub>2</sub>O-bronnen (klaver, meststoffen, voeders, strooisel) zou moeten omzien om duurzaam te blijven. De constatering dat opbrengsten van de Lovinkhoeve meer of minder N-gelimitteerd waren geeft in elk geval aan dat de benutting van inputs alle aandacht behoeft. De gemiddeld gerealiseerde N-benutting bedroeg 91%, 67% en 52% voor, respectievelijk, de bemestingsniveaus OM1, OM2 en OM3 (Tabel 10). Daarbij moet worden aangetekend dat dergelijke berekeningen een vertekend beeld geven zolang bodemvoorraden niet gestabiliseerd zijn. Daarop werd eerder in deze discussie ingegaan. Mede daarom is het niet gemakkelijk om aan te geven in hoeverre de N-benutting nog verder kan worden verbeterd teneinde de aanvoer van mineralen te kunnen beperken: een groot deel van de mest werd reeds in het voorjaar in plaats van in de herfst toegediend, de N-vastlegging in en N-overdracht door groenbemesters bleek in de praktijk aan grenzen gebonden en mestplaatsing nabij de gewasrijen had geen significant positief effect.

Berekening van mineralenoverschotten volgens de MINAS-AT systematiek leverde een sterke onderschatting van het overschot op: het werkelijke overschot lag 60-70 kg N en 20-30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha per jaar hoger. Belangrijkste oorzaak hiervan is gelegen in de te hoge forfaitaire afvoer van niet-ruwvoedergewassen.

Zelfs een correct berekend mineralenoverschot geeft geen compleet beeld van de omvang van de verliezen naar de omgeving. De verliezen kunnen namelijk kleiner worden door een al dan niet tijdelijke vastlegging in de bodemvoorraad of groter worden door bijdragen vanuit een mineraliserende bodemvoorraad. Overigens bleek uit het onderzoek op de Lovinkhoeve hoe lastig het is betrouwbare schattingen te doen over de omvang van alleen al organische stof voorraden (zie paragraaf 3.6). Een mineralenoverschot geeft als zodanig evenmin een beeld van de aard van de verliezen. Wel kunnen een aantal vastleggings- en verliestermen worden geschat, deels op basis van metingen die ook op de Lovinkhoeve zelf hebben plaatsgevonden. Dit is gebeurd in Tabel 25. Daarbij hopen metings- en schattingsfouten op in de restterm die niet expliciet gemeten of geschat is. Voor N is dit de som van denitrificatie en uitmijning van de bodemvoorraad. Voor P is dit alleen de uitmijning. De restterm bedroeg gemiddeld -4, -18 en 1 kg N per ha per jaar en -24, -9 en -5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha per jaar bij, respectievelijk, OM1, OM2 en OM3. Dit betekent dat er maar weinig N-overschot 'resterde' voor denitrificatie tenzij er uitmijning van de bodemvoorraad heeft plaatsgevonden, afvoerposten zijn overschat of aanvoerposten zijn onderschat. Voor dat laatste bestonden goede aanwijzingen omdat een deel van de biologische N-binding buiten de boeken is gebleven (zie paragraaf 2.3.1). Tussen het berekende P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> overschot en de gevonden P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ophoping in de bodem bestond een redelijk goede overeenstemming.



Tabel 25. Globale toewijzing van het mineralenoverschot (kg N per ha per jaar) van de Lovinkhoeve (1996-2002) aan diverse verliestermen.

Element	N			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
	OM1	OM2	OM3	OM1	OM2	OM3
Overschot <sup>1</sup>	13	60	118	-24	-4	21
NH <sub>3</sub> -verlies <sup>2</sup>	2	5	8	-	-	-
Uitspoeling <sup>3</sup>	15	22	31	0	0	0
Ophoping in bodemvoorraad a.g.v. mestgebruik <sup>4</sup>	(0)	51	78	(0)	5	26
Denitrificatie+uitmijning+'fouten'	-4	-18	1	-24	-9	-5

1 Tabel 10 (N) en 11 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

2 5% van N in organische mest

3 Voor N zie Fig. 21 bij een verondersteld neerslagoverschot van 300 mm en een 10% toeslag voor NH<sub>4</sub>-N uitspoeling en DON-uitspoeling; voor P zie Tabel 19

4 Tabel 23

Meting van de NO<sub>3</sub>-concentratie van drains op twee tot vier tijdstippen gedurende slechts een beperkt deel van het jaar heeft per definitie een snap-shot karakter omdat piekbelastingen op die wijze gemist of juist overbelicht kunnen worden. Continue metingen gecombineerd met metingen van het waterdebiet kunnen de meest betrouwbare vaststelling van de uitspoelingsterm naar het slootwater doen (De Vos, 1997). Dat neemt niet weg dat een beperkt aantal concentratiemetingen een redelijk beeld kunnen geven van de rangorde van bedrijfstypen als beoogd door het LMM. Eerder RIVM-onderzoek geeft aan dat beperkte middelen beter kunnen worden ingezet voor het meten van veel drains op een beperkt aantal tijdstippen dan voor het meten van een beperkt aantal drains op veel tijdstippen. De ruimtelijke variabiliteit is namelijk groot ten opzichte van de temporele variabiliteit (B. Fraters, ongepubliceerd).

Het snap-shot karakter van de metingen is mogelijk mede oorzaak van de grote verschillen die gevonden werden in de relatie tussen de beschikbare hoeveelheid minerale N in de herfst en de NO<sub>3</sub>-concentratie van drainwater. Het optreden van deze verschillen diskwalificeert het gebruik van N<sub>min</sub> (herfst) als indicator voor de N-belasting dan ook niet. Dat neemt niet weg dat N<sub>min</sub> zelf ook een snap-shot karakter heeft. Dit kan het gebruik van N<sub>min</sub> als indicator bemoeilijken. Het was in elk geval bemoedigend dat de grootte-orde van veranderingen van de NO<sub>3</sub>-concentratie van drainwater verklaard kon worden vanuit de veranderingen van de beschikbare hoeveelheid minerale N in de voorgaande herfst. Bij een verondersteld neerslagoverschot van 300 mm per jaar zou additionele (volledige) uitspoeling van 1 kg N leiden tot een toename van de NO<sub>3</sub>-concentratie met ongeveer 1,5 mg per liter. Uit Fig. 21 blijkt dat deze theoretisch maximale respons inderdaad niet overschreden werd.

Binnen jaren bestonden ook grote verschillen in de relatie tussen N-overschotten en NO<sub>3</sub>-concentraties van het drainwater. Opnieuw moet worden opgemerkt dat dit niet perse het gevolg behoef te zijn van de temporele variabiliteit van concentraties in het drainwater. Immers, de berekende N-overschotten hadden betrekking op (boekhoudkundige) periodes die sterk vooruitliepen op het moment van drainbemonstering. In een aantal gevallen zal een deel van het overschot zelfs al in de voorgaande winter verloren zijn gegaan. Desondanks bleek er gemiddeld over jaren een sterk verband te bestaan tussen het N-overschot van een bepaalde gewassoort en de ermee verbonden N-concentratie van het drainwater (Fig. 22).

De gemeten NO<sub>3</sub>-concentraties van het drainwater van Ecologisch Proefbedrijf Lovinkhoeve staken gunstig af bij waarden die het RIVM elders op vergelijkbare bedrijven gemeten heeft. Gemiddeld over

vijf seizoenen bedroeg de  $\text{NO}_3$ -concentratie circa 30 mg per liter, overeenkomend met circa 7 mg  $\text{NO}_3\text{-N}$  per liter. DON-concentraties lagen een factor 10 lager,  $\text{NH}_4\text{-N}$ -concentraties een factor 100 lager. Hoewel de sloten van de Lovinkhoeve niet aangemerkt kunnen worden als stagnant eutrofiëring-gevoelig oppervlaktewater, zij opgemerkt dat de zomer-streefwaarde voor dergelijke wateren (2.2 mg N-totaal per liter) ook op de Lovinkhoeve met een factor 3-4 overschreden werd. Of streefwaarden uiteindelijk in de eutrofiëring-gevoelige oppervlaktewateren overschreden worden, hangt af van de van diverse processen in sloten en boezems die de N-concentratie kunnen doen vergroten (bijdrage kwel, bijdrage andere bedrijven) en verkleinen (denitrificatie, verdunning met water afkomstig van weinig belastend landgebruik). P-concentraties in het drainwater lagen met waarden van circa 0,006 mg per liter een factor 10 lager dan de VR-waarde (0,05) en een factor 30 lager dan de MTR-waarde (0,15).

De resultaten suggereerden dat de N-belasting van het oppervlaktewater mede bepaald werd door de gewaskeuze en het bemestingsniveau. Het onderzoek bevestigde dat hakvruchten als relatief belastend waren aan te merken, terwijl jaarrond-gesloten gewassen als luzerne-gras een relatief lage belasting gaven. In die zin was de gemiddeld gerealiseerde concentratie van circa 7 mg N per liter dan ook niet als een uiterst haalbaar emissieniveau aan te merken. Door een aangepaste gewaskeuze en verlaagde bemestingsniveaus zijn verdere verlagingen van de N-belasting mogelijk. Wel zijn in dat geval ook verdergaande concessies nodig in termen van opbrengst, de mate waarin een bedrijf zich kan toelagen op gewassen waarnaar de markt op dit moment met name vraagt (d.w.z. niet-voedergewassen), en het ruimtebeslag bij de gegeven huidige regionale vraag. Wat betreft het laatste kan worden opgemerkt dat niet vaststaat of de realisatie van (regionale) oppervlaktewaterdoelstellingen meer gebaat is bij een relatief intensieve en belastende landbouw op een beperkt areaal dan bij een relatief extensieve en 'schone' landbouw op een groot areaal. In het laatste geval resteert immers minder areaal voor niet-landbouwkundig grondgebruik waarvan de N-belasting zeer laag kan zijn.

In de biologische landbouw bestaan geen heldere voorschriften ten aanzien van de gewaskeuze. Ten aanzien van de toegelaten hoeveelheid meststoffen bestaan voorschriften slechts tot op zekere hoogte. Het aandeel belastende gewassen is op de meeste biologische bedrijven hoger dan op de Lovinkhoeve. Ook het bemestingsniveau is op de meeste biologische bedrijven veel hoger dan op de Lovinkhoeve (Wijnands *et al.*, 2002). Vanuit die gezichtspunten is biologische landbouw dan ook eerder aan te merken als een waarschijnlijkheid voor een lage N-belasting dan als een garantie daarvoor: niet de productiewijze als zodanig (biologisch, geïntegreerd, gangbaar) maar de gewaskeuze en de bemestingsstrategie bepalen de N-belasting.

## 5. Literatuur

- Anonymus, 1989.  
Handboek voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond 1989. PAGV, Lelystad, 251 pp.
- Beijer, L. & H. Westhoek, 1996.  
Meststoffen voor de rundveehouderij. Publicatie 17, Informatie- en Kennis Centrum Landbouw, Ede, 109 pp.
- Berry, P.M., R. Sylvester-Bradley, L. Philipps, D.J. Hatch, S.P. Cuttle, F.W. Rayns & P. Gosling, 2002.  
Is the productivity of organic farms restricted by the supply of available nitrogen? *Soil Use and Management* 18, 248-255.
- De Melo, P.E., 2003.  
The rootsystems of onion and *A. fistulosum* in the context of organic farming: a breeding approach. PhD thesis Wageningen University, Wageningen, 100 pp.
- De Vos, J.A., 1997.  
Water flow and nutrient transport in a layered silt loam soil PhD Thesis Wageningen University, Wageningen, 287 pp.
- Ehlert, P.A.I. & A.E. Johnston, 2001.  
Chapter 4. Fate of phosphorus in soil. In: The effect of phosphate fertilizer management strategies on soil phosphorus status and crop yields in some european countries. A.E. Johnston, P.A.I. Ehlert, M. Kuecke, B. Amar, K.W. Jaggard & C. Morel (Eds). Actes Editions, 2001. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, Maroc. ISBN: 9981-801-49-6. pp. 59-100.
- Ehlert, P.A.I., C. Morel, M. Fotyma & J.P. Destain, 2003.  
Potential role of buffering capacity of soils in fertiliser management strategies fitted to environmental goals. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 166: 409-415.
- Ehlert, P.A.I., C.A.Ph. Wijk, & W. van de Berg, 2002.  
Fosfaatbehoefte van vollegrondsgroentegewassen, 2. Plaatsing in gewasgroepen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Lelystad, PPO-projectrapportnr. 1125232.
- Ehlert, P.A.I., P. de Willigen, G. Brouwer, O. Oenema & H.P. Pasterkamp, 2000.  
Fosforbehoefte van bloembollen. Meststoffen 2000.
- Mertens, S.K., 2002.  
On weed competition and population dynamics. PhD Thesis Wageningen University, Wageningen, 136 pp.
- Schröder, J.J. & W. Van Leeuwen-Haagsma, 2002.  
Mineralenstromen binnen en tussen biologische bedrijven. In: Wijnands, F.G., Schröder, J.J., Sukkel, W. & Booij, R., (eds). *Biologisch bedrijf onder de loep: biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in perspectief*. Themaboek 303, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad, 141-153.
- Stouthart, F. & J. Leferink, 1992.  
Mineralenboekhouding. IKC-DLV-CLM rapport. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht, 109 pp.
- Van Delden, A., 2001.  
Yielding ability and weed suppression of potato and wheat under organic nitrogen management. PhD Thesis Wageningen University, Wageningen, 197 pp.
- Van der Weide, R.Y., L.A.P. Lotz, P.O. Bleeker & R.M.W. Groeneveld, 2002.  
Het spanningsveld tussen beheren en beheersen van onkruid op biologische bedrijven. In: Wijnands, F.G., Schröder, J.J., Sukkel, W. & Booij, R., (eds). *Biologisch bedrijf onder de loep: biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in perspectief*. Themaboek 303, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad, 129-138.
- Wijnands, F.G., W.K. van Leeuwen-Haagsma & F. van Koesveld, 2002.  
Op weg naar een Goede Biologische Praktijk. In: Wijnands, F.G., Schröder, J.J., Sukkel, W. and Booij, R. (eds). *Biologisch bedrijf onder de loep: biologische akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt in perspectief*. Themaboek 303, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad, 17-41.



## Bijlage I.

### Organische bemesting (soort en dosis bij achtereenvolgende behandelingen) per perceel van het najaar van 1995 tot en met het voorjaar van 2002 (Lovinkhoeve)

Perceel	Datum	Bemesting Behandelingen *	Soort	Dosis (t/ha)
I	07-May-98	OM1 OM2 OM3	RDM	0 10 20
	28-Apr-99	OM1 OM2 OM3	RDM	0 15 30
	01-Sep-99	OM1 OM2 OM3	RDM	0 40 80
	18-May-00	OM1 OM2 OM3	RDM	20 20 20
	08-May-01	OM1 OM2 OM3	VDM	0 15 30
	16-Oct-01	Synth	VVM	30
	15-May-02	OM1 OM2 OM3	RDM	0 10 20
II	25-Aug-95	S37 A14-15, A21-23 ('OM2')	RDM	40
	07-Nov-95	S37 A16-20, A24-26 ('OM2')	RDM	40
	10-Apr-97	OM1 OM2 OM3	RDM	0 15 30
	02-Sep-97	OM1 OM2 OM3	GFT	5 5 5
	02-Sep-97	OM1 OM2 OM3	RDM	10 45 80
	22-May-99	OM1 OM2 OM3	RDM	0 15 30
	04-Nov-99	Synth (bollen)	VVM	30
	09-May-00	OM1 OM2 OM3 (peen)	RDM	0 10 20
14-Jul-00	Synth (-b'kool)	RDM	40	
III	19-Apr-96	OM1 OM2 OM3	RDM	0 15 30
	10-Sep-96	OM1 OM2 OM3	GFT	10 10 10
	30-Sep-96	OM1 OM2 OM3	VDM	0 10 20
	12-Apr-00	OM1 OM2 OM3	VDM	10 20 30
	13-Apr-01	OM1 OM2 OM3	RDM	0 15 30
	31-Aug-01	OM1 OM2 OM3	VDM	0 35 70
	10-Dec-01	OM1 OM2 OM3	VVM	10 20 30
	15-May-02	OM1 OM2 OM3	RDM	20 20 20
IV	19-Apr-96	OM1 OM2 OM3	RDM	0 15 30
	10-Sep-96	OM1 OM2 OM3	GFT	10 0 0
	30-Sep-96	OM1 OM2 OM3	RDM	0 40 80
	07-May-98	OM1 OM2 OM3	RDM	10 25 40
	02-Oct-98	Synth	Geit	10
	28-Apr-99	OM1 OM2 OM3	RDM	0 10 20
	13-Aug-99	OM1 OM2 OM3 Synth	RDM	20 40 60 60
	03-Apr-02	OM1 OM2 OM3	VDM	10 20 30

*Vervolg Tabel.*

Perceel	Datum	Bemesting Behandelingen *	Soort	Dosis (t/ha)
V	25-Aug-95	S38 A21-23 ('OM2')	VDM	25
	25-Aug-95	S38 A21-23 ('OM2')	RDM	40
	28-Nov-95	S38 A15-20 ('OM2')	VDM	25
	28-Nov-95	S38 A15-20 ('OM2')	RDM	40
	12-Apr-96	S38 A15-16N, 18-19N, 21-22N	RDM	16
	12-Apr-96	S38 A16Z-17, 19Z-20, 22Z-23	RVM	20
	28-Apr-99	OM1 OM2 OM3	RDM	20 20 20
	12-Apr-00	OM1 OM2 OM3 Gangb Minim Eco	VDM	0 15 30 15 15 15
	15-Sep-00	OM1 OM2 OM3	VDM	10 20 30
	18-Feb-01	OM1 OM2 OM3 Gangb Minim Eco	VVM	0 10 20 10 10 10
	26-May-01	OM1 OM2 OM3 Gangb Minim Eco	RDM	20 20 20 20 20 20
	14-May-02	OM1 OM2 OM3	VDM	0 15 30
VI	10-Apr-97	OM1 OM2 OM3	VDM	0 10 20
	07-May-98	OM1 OM2 OM3	RDM	0 20 40
	02-Oct-98	OM1 OM2 OM3	Geit	0 37.5 75
	22-May-99	OM1 OM2 OM3	RDM	10 10 10
	08-May-00	OM1 OM2 OM3	VDM	0 15 30
	20-Dec-00	OM1 OM2 OM3 Synth (tulp)	VVM	0 0 0 40
	13-Apr-01	OM1 OM2 OM3 (ui)	RDM	10 25 40
	24-Apr-01	OM1 OM2 OM3 (peen)	RDM	0 10 20
VII	18-Nov-95	OM1 OM2 OM3	GFT	13 0 0
	12-Apr-96	OM1 OM2 OM3	RDM	0 30 60
	30-May-97	OM1 OM2 OM3	RDM	0 15 30
	02-Sep-97	OM1 OM2 OM3	VDM	10 25 40
	24-Apr-01	OM1 OM2 OM3	VDM	20 40 60
	29-Mar-02	OM1 OM2 OM3	RDM	0 15 30

\* OM1-3: bemestingsniveaus, S37-38: west- en oostkavel; A: akkernummers;  
N/Z: noordelijke/ zuidelijke helft van akker

**Bijlage II.**

## Organische bemesting per perceel van het najaar van 1995 tot en met het voorjaar van 2002 (Lovinkhoeve)

Perceel	Datum	Soort	kg per 100 kg vers materiaal					
			Droge stof	Org. stof	N tot.	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
I	07-May-98	RDM	8,0	5,8	0,41	0,21	0,16	0,64
	28-Apr-99	RDM	7,5	5,2	0,45	0,26	0,19	0,62
	01-Sep-99	RDM	9,5	6,4	0,48	0,25	0,19	0,71
	18-May-00	RDM	9,1	6,5	0,54	0,23	0,24	0,70
	08-May-01	VDM	1,1	0,7	0,15	0,09	0,02	0,20
	16-Oct-01	VVM			0,56		0,36	0,71
	15-May-02	RDM			0,50		0,24	0,70
II	25-Aug-95	RDM*	(9,0)	(6,6)	(0,49)	(0,26)	(0,18)	(0,68)
	07-Nov-95	RDM	12,1	8,9	0,82	0,42	0,45	0,77
	10-Apr-97	RDM	4,8	2,6	0,22	0,11	0,11	0,43
	02-Sep-97	GFT	77,4	21,4	1,14	0,11	0,53	1,01
	02-Sep-97	RDM	7,4	5,7	0,47	0,24	0,15	0,74
	22-May-99	RDM	9,9	7,3	0,43	0,20	0,20	0,64
	04-Nov-99	VVM	37,5	22,1	0,88	0,03	1,20	1,28
	09-May-00	RDM	9,2	7,3	0,50	0,20	0,18	0,58
	14-Jul-00	RDM	11,0	7,9	0,56	0,22	0,24	0,79
III	19-Apr-96	RDM	11,1	8,3	0,70	0,33	0,31	0,66
	10-Sep-96	GFT	97,0	27,7	1,16	0,00	0,59	1,16
	30-Sep-96	VDM	12,1	8,9	0,82	0,47	0,48	0,72
	12-Apr-00	VDM	8,5	6,1	0,66	0,31	0,34	0,63
	13-Apr-01	RDM	4,1	2,9	0,25	0,14	0,11	0,28
	31-Aug-01	VDM			0,48		0,17	0,35
	10-Dec-01	VVM			0,56		0,36	0,71
	15-May-02	RDM			0,50		0,21	0,59
IV	19-Apr-96	RDM	11,8	8,9	0,74	0,36	0,30	0,72
	10-Sep-96	GFT	97,0	27,7	1,16	0,00	0,59	1,16
	30-Sep-96	RDM	9,7	7,3	0,60	0,28	0,25	0,64
	07-May-98	RDM	8,0	5,8	0,41	0,21	0,16	0,64
	02-Oct-98	Geit	27,6		0,61	0,06	0,16	1,00
	28-Apr-99	RDM	6,9	4,9	0,43	0,26	0,15	0,62
	13-Aug-99	RDM	8,7	6,8	0,38	0,20	0,19	0,51
	03-Apr-02	VDM			0,55		0,23	0,53

Perceel	Datum	Soort	kg per 100 kg vers materiaal					
			Droge stof	Org. stof	N tot.	NH <sub>4</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
V	25-Aug-95	VDM*	(9,0)	(6,0)	(0,72)	(0,42)	(0,42)	(0,72)
	25-Aug-95	RDM*	(9,0)	(6,6)	(0,49)	(0,26)	(0,18)	(0,68)
	28-Nov-95	VDM	4,6	3,2	0,62	0,37	0,32	0,49
	28-Nov-95	RDM	11,8	8,8	0,78	0,43	0,29	0,68
	12-Apr-96	RDM	13,3	9,8	0,76	0,39	0,32	0,75
	12-Apr-96	RVM	89,9	51,9	1,98	0,10	0,85	2,55
	28-Apr-99	RDM	8,2	5,8	0,45	0,26	0,28	0,58
	12-Apr-00	VDM	7,5	5,4	0,41	0,15	0,15	0,61
	15-Sep-00	VDM	5,2	3,7	0,38	0,15	0,29	0,27
	18-Feb-01	VVM	31,2	18,1	0,63	0,04	0,89	0,86
	26-May-01	RDM	7,8	5,5	0,46	0,27	0,19	0,67
	14-May-02	VDM			0,65		0,36	0,60
VI	10-Apr-97	VDM	6,5	4,5	0,60	0,34	0,34	0,58
	07-May-98	RDM	8,0	5,8	0,41	0,21	0,16	0,64
	02-Oct-98	Geit	27,6		0,61	0,06	0,16	1,00
	22-May-99	RDM	10,1	7,6	0,46	0,25	0,18	0,47
	08-May-00	VDM	2,5	1,5	0,30	0,18	0,07	0,37
	20-Dec-00	VVM	26,2	18,9	0,87	0,16	(2,38)*	0,82
	13-Apr-01	RDM	4,4	3,1	0,25	0,14	0,12	0,28
	24-Apr-01	RDM	10,9	8,2	0,53	0,26	0,22	0,57
VII	18-Nov-95	GFT	65,0	16,2	0,91	0,08	0,43	0,73
	12-Apr-96	RDM	12,4	9,3	0,75	0,35	0,30	0,71
	30-May-97	RDM	7,5	5,4	0,46	0,25	0,20	0,69
	02-Sep-97	VDM	1,3	0,7	0,20	0,13	0,02	0,32
	24-Apr-01	VDM	8,2	5,5	0,43	0,22	0,14	0,61
	29-Mar-02	RDM			0,39		0,14	0,62

\* niet bepaald; geschat op basis van Bijer & Westboek (1996)



## Bijlage III.

### Gerealiseerde opbrengsten (Lovinkhoeve)

Gewas	Dimensie	Perceel	Jaar	Strook					
				Bemestingsniveaus in 3 Synthese herhalingen					
				Nul	OM1	OM2	OM3	OM2	LSD**
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	kg ds/ha	I	1996	-	-	4773	-	-	-
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras		VI	1996	-	-	4905	-	-	-
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras		V	1997	-	-	8792	-	-	-
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras		III	1998	-	-	2445	-	-	-
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras		VII	1999	-	-	9626	-	-	-
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras		IV	2000	-	-	9388	-	-	-
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras		II	2001	-	-	6553	-	-	-
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras		VI	2002	-	-	7998	-	-	-
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	kg ds/ha	I	1997	-	-	13238	-	-	-
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras		V	1998	-	-	16217	-	-	-
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras		III	1999	-	-	7976	-	-	-
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras		VII	2000	-	-	13945	-	-	-
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras		IV	2001	-	-	9369	-	-	-
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras		II	2002	-	-	9058	-	-	-
Suikerbieten	kg vers/ha	II	1996	55119	63910	65722	64990	51120	n.s.
Suikerbieten		VI	1997	60500	61700	66300	62150	53100	n.s.
Suikerbieten		I	1998	52908	61400	57300	63269	59591	n.s.
Suikerbieten		V	1999	67450	-	-	-	63558	n.s.
Suikerbieten		III	2000	53531	55623	48915	61494	59150	n.s.
Suikerbieten		VII	2001	54275	60517	87728	77097	78064	n.s.
Suikerbieten		IV	2002	63814	59674	61521	64849	67657	n.s.
Peen	kg ds/ha	VI	1997	-	8348	8508	9390	8508	-
Peen		I	1998	mislukt	mislukt	mislukt	mislukt	mislukt	-
Peen		IV	1999	-	9450	9672	10258	-	-
Peen		II	2000	mislukt	mislukt	mislukt	mislukt	mislukt	-
Peen		VI	2001	mislukt	mislukt	mislukt	mislukt	mislukt	-
Peen		I	2002	mislukt	mislukt	mislukt	mislukt	mislukt	-
Zomertarwe	kg '84% ds' /ha	II	1997	3431	3800	4251	4169	3766	n.s.
Zomertarwe		VI	1998	-	3573	3644	4345	-	n.s.
Zomertarwe		I	1999	2140	2342	3063	4508	2837	1187
Zomertarwe		V	2000	3959	4022	4136	4743	4390	563
Zomertarwe		III	2001	3522	3581	3486	3558	3552	n.s.
Zomertarwe		VII	2002	2023	2664	2934	2920	2251	545

## Vervolg Tabel.

Gewas	Dimensie	Perceel	Jaar	Strook					
				Bemestingsniveaus in 3			Synthese		
				herhalingen					
				Nul	OM1	OM2	OM3	OM2	LSD**
Aardappelen	kg vers/ha	VII	1996	-	46267	56367	52433	-	8308
Aardappelen		IV	1997	-	18892	25482	26956	25482	n.s.
Aardappelen		II	1998	15552	11954	12972	16881	-	n.s.
Aardappelen		VI	1999	15179	23847	23590	31283	21128	n.s.
Aardappelen		I	2000	10733	17000	18756	20756	17044	6134
Aardappelen		V	2001	28000	30133	29778	26822	31956	n.s.
Aardappelen		III	2002	19533	20489	21156	22600	21267	n.s.
Wintertarwe	Kg '84% ds' /ha	III	1996	5588	4319	5315	5065	5859	n.s.
Wintertarwe		IV	1996	7086	5829	6247	6000	6398	n.s.
Wintertarwe		VII	1997	3361	3804	3898	4645	3969	n.s.
Wintertarwe		IV	1998	3795	3770	4197	2935	3651	n.s.
Uien	t vers/ha	V	1996	-	-	57 (30)*	-	-	n.s.
Uien		III	1997	-	29	27	34	-	n.s.
Uien		VII	1998	mislukt	mislukt	mislukt	mislukt	mislukt	-
Uien		VI	2001	mislukt	mislukt	mislukt	mislukt	mislukt	-
Uien		I	2002	-	13	19	25	-	-
Tulp	kg vers/ha	V	1996	-	-	-	-	18085	-
Tulp		III	1997	-	-	-	-	2350	-
Tulp		VII	1998	-	-	-	-	14099	-
Tulp		IV	1999	16633	-	-	-	19757	-
Tulp		II	2000	-	-	-	-	15207	-
Tulp		VI	2001	-	-	-	-	15506	-
Tulp		I	2002	-	-	-	-	13761	-
Boerenkool	kg droog/ha	IV	2000	-	-	-	-	3160	-
Boerenkool		II	2001	-	-	-	-	2346	-
Maïs	kg ds /ha	II	1999	7272	10907	12190	13118	10341	n.s
Maïs		VI	2000	7820	8815	12144	12722	10729	2994
Maïs		I	2001	9059	11843	14462	17154	15380	n.s
Maïs		V	2002	9367	11024	15870	18595	18595	5193

\* tussen haken de opbrengst indien mede betrokken op het niet-geogste deel van het perceel

\*\* LSD ( $P < 0,05$ ) heeft alleen betrekking op contrast OM1, OM2, OM3 omdat OM0 doorgaans niet in herhalingen was aangelegd en OM2synthese wel in herhalingen maar niet geward was aangelegd

**Bijlage IV.**

**Gemeten N-gehalte (kg per ton product) in  
vergelijking met de verstekgehalten zoals  
aangegeven door Stouthart & Leferink  
(1992) (Lovinkhoeve)**

Gewas	Perceel	Jaar	Gemeten gehalten					Verstek- gehalte
			Nul	Strook: Bemestingsniveaus in 3 herhalingen			Synthese	
			Nul	OM1	OM2	OM3	OM2	
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	I	1996	-	-	33,7	-	-	33,0 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	VI	1996	-	-	35,7	-	-	33,0 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	V	1997	-	-	32,9	-	-	33,0 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	III	1998	-	-	32,0	-	-	33,0 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	VII	1999	-	-	24,0	-	-	33,0 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	IV	2000	-	-	33,5	-	-	33,0 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	II	2001	-	-	28,8	-	-	33,0 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	VI	2002	-	-	27,4	-	-	33,0 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	I	1997	-	-	22,1	-	-	33,0 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	V	1998	-	-	31,4	-	-	33,0 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	III	1999	-	-	24,0	-	-	33,0 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	VII	2000	-	-	26,1	-	-	33,0 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	IV	2001	-	-	26,1	-	-	33,0 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	II	2002	-	-	24,6	-	-	33,0 (in ds)
Suikerbieten (excl. kop, loof)	II	1996	0,8	1,4	1,4	1,5	1,2	1,5
Suikerbieten (excl. kop, loof)	VI	1997	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	1,5
Suikerbieten (excl. kop, loof)	I	1998	1,1	1,2	1,2	1,3	1,1	1,5
Suikerbieten (excl. kop, loof)	V	1999	1,0	-	-	-	1,1	1,5
Suikerbieten (excl. kop, loof)	III	2000	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,5
Suikerbieten (excl. kop, loof)	VII	2001	0,9	1,0	1,2	1,2	1,1	1,5
Suikerbieten (excl. kop, loof)	IV	2002	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,5

## IV - 2

Gewas	Perceel	Jaar	Gemeten gehalten				Verstek- gehalte	
			Nul	Strook: Bemestingsniveaus in 3 herhalingen			Synthese	
				OM1	OM2	OM3		
Peen	VI	1997	-	1,1	1,1	1,4	1,1	1,5 (in ds)
Peen	I	1998	mislukt	mislukt	Mislukt	mislukt	mislukt	1,5 (in ds)
Peen	IV	1999	-	1,2	1,4	1,3	-	1,5 (in ds)
Peen	II	2000	mislukt	mislukt	Mislukt	mislukt	mislukt	1,5 (in ds)
Peen	VI	2001	mislukt	mislukt	Mislukt	mislukt	mislukt	1,5 (in ds)
Zomertarwe	II	1997	15,4	15,5	15,6	16,2	16,0	17 (84% ds)
Zomertarwe	VI	1998	-	19,1	18,1	18,6	-	17 (84% ds)
Zomertarwe	I	1999	19,5	19,0	18,0	18,0	17,5	17 (84% ds)
Zomertarwe	V	2000	16,5	16,9	17,5	17,6	18,2	17 (84% ds)
Zomertarwe	III	2001	17,5	17,2	18,0	16,6	16,5	17 (84% ds)
Zomertarwe	VII	2002	20,3	19,9	20,6	20,9	20,8	18 (84% ds)
Aardappelen	VII	1996	-	2,8	2,9	3,1	-	3,3
Aardappelen	IV	1997	-	2,0	2,1	2,8	2,1	3,3
Aardappelen	II	1998	1,6	1,4	1,6	1,9	-	3,3
Aardappelen	VI	1999	2,8	2,6	2,7	2,7	2,7	3,3
Aardappelen	I	2000	2,1	2,0	2,0	2,1	2,0	3,3
Aardappelen	V	2001	2,0	2,0	2,0	1,9	2,0	3,3
Aardappelen	III	2002	1,9	1,8	2,0	2,0	1,8	3,3
Wintertarwe	III	1996	13,9	12,9	13,4	14,3	13,9	20 (84% ds)
Wintertarwe	IV	1996	15,3	13,7	16,4	15,7	16,5	20 (84% ds)
Wintertarwe	VII	1997	15,6	14,1	16,2	17,4	14,3	20 (84% ds)
Wintertarwe	IV	1998	17,7	19,3	20,6	21,2	21,2	20 (84% ds)
Uien	V	1996	-	-	1,9	-	-	2,0
Uien	III	1997	-	1,9	2,0	2,1	-	2,0
Uien	VII	1998	mislukt	mislukt	Mislukt	mislukt	mislukt	2,0
Uien	VI	2001	mislukt	mislukt	Mislukt	mislukt	mislukt	2,0
Uien	I	2002	-	1,1	1,1	1,3	-	2,0
Tulp	V	1996	-	-	-	-	17,6	-
Tulp	III	1997	-	-	-	-	8,3	-
Tulp	VII	1998	-	-	-	-	8,3	-
Tulp	IV	1999	10,4	-	-	-	11,6	-
Tulp	II	2000	-	-	-	-	7,4	-
Tulp	VI	2001	-	-	-	-	5,8	-
Tulp	I	2002	-	-	-	-	4,8	-
Boerenkool	IV	2000	-	-	-	-	42,3	-
Boerenkool	II	2001	-	-	-	-	34,3	-
Maïs	II	1999	8,5	7,3	8,1	7,8	7,7	14,0 (in ds)
Maïs	VI	2000	9,3	7,7	8,6	9,7	8,4	14,0 (in ds)
Maïs	I	2001	6,2	6,6	6,3	7,5	7,6	14,0 (in ds)
Maïs	V	2002	6,8	7,4	8,5	10,1	9,2	14,0 (in ds)

**Bijlage V.**

**Gemeten P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gehalte (kg per ton product)  
in vergelijking met de verstekgehalten  
zoals aangegeven door Stouthart &  
Leferink (1992) (Lovinkhoeve)**

Gewas	Perceel	Jaar	Gemeten gehalten					Verstek- gehalte
			Strook Bemestingsniveaus in 3 herhalingen			Synthese		
			Nul	OM1	OM2	OM3	OM2	
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	I	1996	-	-	7,8	-	-	6,0 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	VI	1996	-	-	9,2	-	-	6,0 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	V	1997	-	-	9,2	-	-	6,0 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	III	1998	-	-	7,5	-	-	6,0 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	VII	1999	-	-	6,0	-	-	6,0 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	IV	2000	-	-	7,7	-	-	6,0 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	II	2001	-	-	7,6	-	-	6,0 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	VI	2002	-	-	8,0	-	-	6,0 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	I	1997	-	-	5,6	-	-	6,0 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	V	1998	-	-	3,4	-	-	6,0 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	III	1999	-	-	6,7	-	-	6,0 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	VII	2000	-	-	6,9	-	-	6,0 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	IV	2001	-	-	6,8	-	-	6,0 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	II	2002	-	-	6,5	-	-	6,0 (in ds)
Suikerbieten (excl. kop, loof)	II	1996	0,8	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0
Suikerbieten (excl. kop, loof)	VI	1997	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0
Suikerbieten (excl. kop, loof)	I	1998	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	1,0
Suikerbieten (excl. kop, loof)	V	1999	0,9	-	-	-	0,8	1,0
Suikerbieten (excl. kop, loof)	III	2000	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0
Suikerbieten (excl. kop, loof)	VII	2001	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0
Suikerbieten (excl. kop, loof)	IV	2002	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0

Gewas	Perceel	Jaar	Gemeten gehalten					Verstek- gehalte
			Strook					
			Bemestingsniveaus in 3 herhalingen					
Nul	OM1	OM2	OM3	OM2	Synthese			
Peen	VI	1997	-	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7 (in ds)
Peen	I	1998	mislukt	mislukt	Mislukt	mislukt	mislukt	0,7 (in ds)
Peen	IV	1999	-	0,71	0,72	0,71	-	0,7 (in ds)
Peen	II	2000	mislukt	mislukt	Mislukt	Mislukt	mislukt	0,7 (in ds)
Peen	VI	2001	mislukt	mislukt	Mislukt	Mislukt	mislukt	0,7 (in ds)
Zomertarwe	II	1997	8,5	8,6	9,0	8,7	8,8	8,5 (84% ds)
Zomertarwe	VI	1998	-	8,1	8,8	8,7	-	8,5 (84% ds)
Zomertarwe	I	1999	9,6	10,2	9,8	9,5	9,8	8,5 (84% ds)
Zomertarwe	V	2000	8,7	8,5	8,3	8,6	8,6	8,5 (84% ds)
Zomertarwe	III	2001	8,0	7,8	8,7	8,7	8,6	8,5 (84% ds)
Zomertarwe	VII	2002	10,6	10,7	10,4	10,4	10,8	8,5 (84% ds)
Aardappelen	VII	1996	-	0,9	0,9	0,9	-	1,2
Aardappelen	IV	1997	-	1,1	1,0	1,0	1,0	1,2
Aardappelen	II	1998	1,1	1,1	1,1	0,9	-	1,2
Aardappelen	VI	1999	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	1,2
Aardappelen	I	2000	1,0	0,8	0,7	0,8	1,0	1,2
Aardappelen	V	2001	1,0	1,0	1,1	1,0	0,9	1,2
Aardappelen	III	2002	1,0	0,9	1,1	1,1	1,0	1,2
Wintertarwe	III	1996	7,2	7,4	7,3	7,4	7,6	8,5 (84% ds)
Wintertarwe	IV	1996	6,8	6,8	6,9	6,5	6,9	8,5 (84% ds)
Wintertarwe	VII	1997	8,3	7,6	8,0	8,1	7,8	8,5 (84% ds)
Wintertarwe	IV	1998	7,9	7,8	8,0	7,8	7,8	8,5 (84% ds)
Uien	V	1996	-	-	0,9	-	-	0,9
Uien	III	1997	-	1,0	1,0	1,2	-	0,9
Uien	VII	1998	mislukt	mislukt	Mislukt	mislukt	mislukt	0,9
Uien	VI	2001	mislukt	mislukt	Mislukt	mislukt	mislukt	0,9
Uien	VI	2002	-	0,8	0,8	0,7	-	0,9
Tulp	V	1996	-	-	-	-	7,0	-
Tulp	III	1997	-	-	-	-	4,4	-
Tulp	VII	1998	-	-	-	-	4,4	-
Tulp	IV	1999	3,2	-	-	-	3,0	-
Tulp	II	2000	-	-	-	-	4,2	-
Tulp	VI	2001	-	-	-	-	4,4	-
Tulp	I	2002	-	-	-	-	4,5	-
Boerenkool	IV	2000	-	-	-	-	10,9	-
Boerenkool	II	2001	-	-	-	-	10,2	-
Maïs	II	1999	5,1	4,2	4,9	4,6	5,2	5,0 (in ds)
Maïs	VI	2000	5,4	5,1	5,4	5,0	5,2	5,0 (in ds)
Maïs	I	2001	4,3	4,2	3,9	4,4	4,7	5,0 (in ds)
Maïs	V	2002	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	5,0 (in ds)

**Bijlage VI.**

**Gemeten K<sub>2</sub>O-gehalte (kg per ton product)  
in vergelijking met de verstekgehalten  
zoals aangegeven door Stouthart &  
Leferink (1992) (Lovinkhoeve)**

Gewas	Perceel	Jaar	Gemeten gehalten					Verstek- gehalte
			Nul	Strook Bemestingsniveaus in 3 herhalingen			Synthese	
				OM1	OM2	OM3		
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	I	1996	-	-	39,1	-	-	31,7 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	VI	1996	-	-	44,1	-	-	31,7 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	V	1997	-	-	55,3	-	-	31,7 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	III	1998	-	-	46,4	-	-	31,7 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	VII	1999	-	-	33,8	-	-	31,7 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	IV	2000	-	-	46,0	-	-	31,7 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	II	2001	-	-	32,5	-	-	31,7 (in ds)
1 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	VI	2002	-	-	41,3	-	-	31,7 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	I	1997	-	-	32,0	-	-	31,7 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	V	1998	-	-	32,2	-	-	31,7 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	III	1999	-	-	33,3	-	-	31,7 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	VII	2000	-	-	33,1	-	-	31,7 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	IV	2001	-	-	34,6	-	-	31,7 (in ds)
2 <sup>e</sup> jaars Luzerne-gras	II	2002	-	-	27,6	-	-	31,7 (in ds)
Suikerbieten (excl. kop, loof)	II	1996	2,4	3,1	3,2	3,0	3,4	2,3
Suikerbieten (excl. kop, loof)	VI	1997	2,4	2,3	2,5	2,3	3,0	2,3
Suikerbieten (excl. kop, loof)	I	1998	2,2	2,1	2,0	2,2	1,9	2,3
Suikerbieten (excl. kop, loof)	V	1999	1,9	-	-	-	2,0	2,3
Suikerbieten (excl. kop, loof)	III	2000	2,3	2,3	2,2	2,3	2,2	2,3
Suikerbieten (excl. kop, loof)	VII	2001	2,0	2,0	2,3	2,4	2,1	2,3
Suikerbieten (excl. kop, loof)	IV	2002	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,3

Gewas	Perceel	Jaar	Gemeten gehalten					Synthese	Verstek- gehalte
			Strook Bemestingsniveaus in 3 herhalingen						
			Nul	OM1	OM2	OM3	OM2		
Peen	VI	1997	-	3,2	4,3	4,3	4,3	4,5 (in ds)	
Peen	I	1998	mislukt	mislukt	Mislukt	mislukt	mislukt	4,5 (in ds)	
Peen	IV	1999	-	3,7	4,3	4,1	-	4,5 (in ds)	
Peen	II	2000	mislukt	mislukt	Mislukt	mislukt	mislukt	4,5 (in ds)	
Peen	VI	2001	mislukt	mislukt	Mislukt	mislukt	mislukt	4,5 (in ds)	
Zomertarwe	II	1997	6,1	6,2	6,1	6,0	5,9	5,0 (84% ds)	
Zomertarwe	VI	1998	-	4,4	4,4	4,5	-	5,0 (84% ds)	
Zomertarwe	I	1999	5,6	5,7	5,7	5,5	5,6	5,0 (84% ds)	
Zomertarwe	V	2000	6,1	6,3	6,2	6,3	6,2	5,0 (84% ds)	
Zomertarwe	III	2001	5,4	6,2	6,4	6,2	6,1	5,0 (84% ds)	
Zomertarwe	VII	2002	6,8	6,8	6,6	6,4	6,7	5,0 (84% ds)	
Aardappelen	VII	1996	-	4,7	4,7	5,0	-	5,0	
Aardappelen	IV	1997	-	4,7	4,0	4,1	4,0	5,0	
Aardappelen	II	1998	3,6	3,5	3,9	3,7	-	5,0	
Aardappelen	VI	1999	5,5	5,9	5,9	5,8	6,0	5,0	
Aardappelen	I	2000	3,9	4,0	4,2	4,6	4,8	5,0	
Aardappelen	V	2001	7,6	9,2	9,4	8,2	8,2	5,0	
Aardappelen	III	2002	4,4	4,3	4,7	4,8	4,6	5,0	
Wintertarwe	III	1996	6,1	6,0	5,6	5,6	5,9	5,0 (84% ds)	
Wintertarwe	IV	1996	5,3	5,8	5,8	5,9	5,5	5,0 (84% ds)	
Wintertarwe	VII	1997	6,7	5,8	5,6	5,5	7,7	5,0 (84% ds)	
Wintertarwe	IV	1998	4,9	4,3	4,5	4,3	4,1	5,0 (84% ds)	
Uien	V	1996	-	-	2,4	-	-	2,4	
Uien	III	1997	-	2,6	2,6	2,8	-	2,4	
Uien	VII	1998	mislukt	mislukt	Mislukt	mislukt	mislukt	2,4	
Uien	VI	2001	mislukt	mislukt	Mislukt	mislukt	mislukt	2,4	
Uien	VI	2002	-	2,2	1,9	1,7	-	2,4	
Tulp	V	1996	-	-	-	-	17,5	-	
Tulp	III	1997	-	-	-	-	9,4	-	
Tulp	VII	1998	-	-	-	-	9,4	-	
Tulp	IV	1999	9,0	-	-	-	10,9	-	
Tulp	II	2000	-	-	-	-	9,8	-	
Tulp	VI	2001	-	-	-	-	11,1	-	
Tulp	I	2002	-	-	-	-	15,1	-	
Boerenkool	IV	2000	-	-	-	-	34,8	-	
Boerenkool	II	2001	-	-	-	-	34,4	-	
Mais	II	1999	9,6	11,9	11,3	11,5	12,4	18,0 (in ds)	
Mais	VI	2000	8,8	13,1	14,0	13,3	11,5	18,0 (in ds)	
Mais	I	2001	12,1	15,2	18,3	18,2	14,8	18,0 (in ds)	
Mais	V	2002	18,5	14,9	15,9	18,4	16,4	18,0 (in ds)	



## Bijlage VII.

### Stikstofaanvoer, -afvoer en –overschot (kg N per ha per jaar) in afhankelijkheid van bemestingsniveau (OM<sub>n</sub>) en voor gehele bedrijfsoppervlakte

*Lovinkhoeve, jaar 1995-1996*

		Niveau			
		OM1	OM2	OM3	Bedrijf
Aanvoer	Meststof	90	140	199	180
	Depositie	38	38	38	38
	Zaad/pootgoed	3	3	3	3
	Biologische fixatie	32	32	32	28
	TOTAAL	163	213	272	249
Afvoer	Alle gewassen	119	130	129	115
	w.v. ruwvoer	57	58	57	50
	w.v. niet-ruwvoer	62	72	72	65
	Per ha ruwvoer	173	173	173	173
	Per ha niet-ruwvoer	93	108	107	91
Overschot	Compleet	44	83	142	133
	MINAS 'ECHT'	6	45	105	96
	MINAS AT	-22	29	87	62
Afvoer/aanvoer		0,73	0,61	0,48	0,46
Overschot/ afvoer		0,37	0,64	1,10	1,16

*MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer, werkelijke N-binding*

*MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 165 kg N/ha, N-binding 160 kg N/ha vlinderbloemige*

*Lovinkhoeve, jaar 1996-1997*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	36	91	170	86
	Depositie	38	38	38	38
	Zaad/pootgoed	3	3	3	3
	Biologische fixatie	68	65	65	74
	TOTAAL	145	197	276	201
Afvoer	Alle gewassen	132	138	147	153
	w.v. ruwvoer	87	88	86	107
	w.v. niet-ruwvoer	45	50	61	46
	Per ha ruwvoer	391	390	390	360
	Per ha niet-ruwvoer	58	65	78	65
Overschot	Compleet	13	59	129	48
	MINAS 'ECHT'	-25	21	91	10
	MINAS AT	-141	-86	-6	-86
Afvoer/aanvoer		0,91	0,70	0,53	0,76
Overschot/ afvoer		0,10	0,43	0,87	0,32

*MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer, werkelijke N-binding*

*MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 165 kg N/ha, N-binding 160 kg N/ha vlinderbloemige*

*Lovinkhoeve, jaar 1997-1998*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	26	86	145	79
	Depositie	38	38	38	38
	Zaad/pootgoed	3	3	3	3
	Biologische fixatie	49	48	49	82
	TOTAAL	116	175	235	202
Afvoer	Alle gewassen	93	96	98	135
	w.v. ruwvoer	52	52	52	94
	w.v. niet-ruwvoer	41	44	45	40
	Per ha ruwvoer	221	236	223	317
	Per ha niet-ruwvoer	54	56	59	57
Overschot	Compleet	22	79	137	67
	MINAS 'ECHT'	-16	41	99	29
	MINAS AT	-112	-56	7	-81
Afvoer/aanvoer		0,81	0,55	0,42	0,67
Overschot/ afvoer		0,24	0,83	1,40	0,50

*MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer, werkelijke N-binding*

*MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 165 kg N/ha, N-binding 160 kg N/ha vlinderbloemige*

*Lovinkhoeve, jaar 1998-1999*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	14	78	139	78
	Depositie	38	38	38	38
	Zaad/pootgoed	3	3	3	3
	Biologische fixatie	56	55	55	50
	TOTAAL	110	174	235	169
Afvoer	Alle gewassen	112	117	126	110
	w.v. ruwvoer	78	79	80	71
	w.v. niet-ruwvoer	34	38	47	38
	Per ha ruwvoer	171	176	176	170
	Per ha niet-ruwvoer	63	70	85	66
Overschot	Compleet	-2	57	108	59
	MINAS 'ECHT'	-40	19	70	21
	MINAS AT	-101	-41	21	-42
Afvoer/aanvoer		1,02	0,67	0,54	0,65
Overschot/ afvoer		-0,02	0,48	0,86	0,54

*MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer, werkelijke N-binding*

*MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 165 kg N/ha, N-binding 160 kg N/ha vlinderbloemige*

*Lovinkhoeve, jaar 1999-2000*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	27	86	148	102
	Depositie	38	38	38	38
	Zaad/pootgoed	2	2	2	4
	Biologische fixatie	59	60	58	55
	TOTAAL	126	186	246	199
Afvoer	Alle gewassen	138	150	151	148
	w.v. ruwvoer	110	117	117	107
	w.v. niet-ruwvoer	29	33	34	40
	Per ha ruwvoer	246	259	265	255
	Per ha niet-ruwvoer	52	60	61	70
Overschot	Compleet	-12	36	95	51
	MINAS 'ECHT'	-50	-2	57	13
	MINAS AT	-125	-72	-13	-53
Afvoer/aanvoer		1,09	0,80	0,61	0,74
Overschot/ afvoer		-0,09	0,24	0,63	0,35

*MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer, werkelijke N-binding*

*MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 165 kg N/ha, N-binding 160 kg N/ha vlinderbloemige*

*(Lovinkboeve, jaar 2000-2001)*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	32	77	119	96
	Depositie	38	38	38	38
	Zaad/pootgoed	2	2	2	3
	Biologische fixatie	41	41	41	40
	TOTAAL	114	159	200	177
Afvoer	Alle gewassen	98	107	107	106
	w.v. ruwvoer	66	69	72	68
	w.v. niet-ruwvoer	32	38	35	38
	Per ha ruwvoer	159	166	174	161
	Per ha niet-ruwvoer	55	64	59	65
Overschot	Compleet	16	52	93	72
	MINAS 'ECHT'	-22	14	55	34
	MINAS AT	-83	-41	-3	-20
Afvoer/aanvoer		0,86	0,67	0,53	0,60
Overschot/ afvoer		0,16	0,48	0,87	0,68

*MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer, werkelijke N-binding**MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 165 kg N/ha, N-binding 160 kg N/ha vlinderbloemige**(Lovinkboeve, jaar 2001-2002)*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	30	91	163	99
	Depositie	38	38	38	38
	Zaad/pootgoed	2	2	2	3
	Biologische fixatie	33	34	34	35
	TOTAAL	103	165	237	175
Afvoer	Alle gewassen	96	108	118	109
	w.v. ruwvoer	75	85	92	89
	w.v. niet-ruwvoer	22	24	26	21
	Per ha ruwvoer	173	191	211	194
	Per ha niet-ruwvoer	38	42	46	38
Overschot	Compleet	7	57	119	66
	MINAS 'ECHT'	-31	19	81	28
	MINAS AT	-91	-37	26	-29
Afvoer/aanvoer		0,94	0,65	0,50	0,62
Overschot/ afvoer		0,07	0,53	1,01	0,60

*MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer, werkelijke N-binding**MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 165 kg N/ha, N-binding 160 kg N/ha vlinderbloemige*

**Bijlage VIII.**

**Fosfaataanvoer, -afvoer en –overschot  
(kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha per jaar) in afhankelijkheid  
van bemestingsniveau (OM<sub>n</sub>) en voor gehele  
bedrijfsoppervlakte**

*Lovinkhoeve, jaar 1995-1996*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	43	63	87	79
	Depositie	1	1	1	1
	Zaad/pootgoed	0	0	0	0
	TOTAAL	44	64	88	80
Afvoer	Alle gewassen	45	47	45	44
	w.v. ruwvoer	15	15	15	13
	w.v. niet-ruwvoer	30	32	30	31
	Per ha ruwvoer	45	45	45	45
	Per ha niet-ruwvoer	45	48	45	44
Overschot	Compleet	-1	17	43	36
	MINAS 'ECHT'	-2	16	42	35
	MINAS AT	-15	5	29	20
Afvoer/aanvoer		1,02	0,73	0,51	0,55
Overschot/ afvoer		-0,02	0,36	0,96	0,82

*MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer*

*MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 65 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha,*

*Lovinkhoeve, jaar 1996-1997*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	18	43	81	41
	Depositie	1	1	1	1
	Zaad/pootgoed	0	0	0	1
	TOTAAL	19	44	82	43
Afvoer	Alle gewassen	50	54	55	55
	w.v. ruwvoer	23	23	23	29
	w.v. niet-ruwvoer	27	31	32	26
	Per ha ruwvoer	104	104	104	97
	Per ha niet-ruwvoer	35	40	41	37
Overschot	Compleet	-31	-10	27	-12
	MINAS 'ECHT'	-32	-11	26	-13
	MINAS AT	-56	-31	7	-32
Afvoer/aanvoer		2,63	1,23	0,67	1,28
Overschot/ afvoer		-0,62	-0,19	0,49	-0,22

*MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer*

*MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 65 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha*

*Lovinkhoeve, jaar 1997-1998*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	9	30	49	27
	Depositie	1	1	1	1
	Zaad/pootgoed	0	0	0	1
	TOTAAL	10	31	50	29
Afvoer	Alle gewassen	34	35	35	44
	w.v. ruwvoer	13	13	13	23
	w.v. niet-ruwvoer	221	23	22	21
	Per ha ruwvoer	54	58	54	78
	Per ha niet-ruwvoer	28	29	29	30
Overschot	Compleet	-23	-4	15	-16
	MINAS 'ECHT'	-24	-5	14	-17
	MINAS AT	-53	-33	-13	-41
Afvoer/aanvoer		3,28	1,13	0,69	1,54
Overschot/ afvoer		-0,70	-0,11	0,44	-0,35

*MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer*

*MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 65 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha,*

*Lovinkhoeve, jaar 1998-1999*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	7	27	47	30
	Depositie	1	1	1	1
	Zaad/pootgoed	1	1	1	1
	TOTAAL	9	29	49	32
Afvoer	Alle gewassen	46	49	53	49
	w.v. ruwvoer	25	25	25	23
	w.v. niet-ruwvoer	21	24	27	26
	Per ha ruwvoer	56	57	56	56
	Per ha niet-ruwvoer	38	44	50	44
Overschot	Compleet	-37	-20	-4	-17
	MINAS 'ECHT'	-38	-21	-5	-18
	MINAS AT	-53	-33	-13	-30
Afvoer/aanvoer		5,14	1,70	1,07	1,54
Overschot/ afvoer		-0,81	-0,41	-0,07	-0,35

*MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer*

*MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 65 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha,*

*Lovinkhoeve, jaar 1999-2000*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	13	35	60	54
	Depositie	1	1	1	1
	Zaad/pootgoed	0	0	0	1
	TOTAAL	14	36	61	56
Afvoer	Alle gewassen	45	49	50	49
	w.v. ruwvoer	38	38	37	36
	w.v. niet-ruwvoer	8	11	13	13
	Per ha ruwvoer	85	85	84	85
	Per ha niet-ruwvoer	14	19	23	23
Overschot	Compleet	-31	-13	11	7
	MINAS 'ECHT'	-32	-14	10	6
	MINAS AT	-60	-38	-13	-18
Afvoer/aanvoer		3,14	1,34	0,82	0,88
Overschot/ afvoer		-0,68	-0,26	0,22	0,14

*MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer*

*MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 65 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha,*

## VIII - 4

*Lovinkboeve, jaar 2000-2001*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	14	43	69	58
	Depositie	1	1	1	1
	Zaad/pootgoed	1	1	1	1
	TOTAAL	16	45	71	60
Afvoer	Alle gewassen	37	42	43	43
	w.v. ruwvoer	24	24	24	24
	w.v. niet-ruwvoer	13	18	19	19
	Per ha ruwvoer	57	57	57	57
	Per ha niet-ruwvoer	23	31	33	32
Overschot	Compleet	-21	3	27	18
	MINAS 'ECHT'	-22	2	26	17
	MINAS AT	-47	-18	8	-2
Afvoer/aanvoer		2,33	0,94	0,61	0,71
Overschot/ afvoer		-0,57	0,06	0,63	0,41

*MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer*

*MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 65 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha,*

*Lovinkboeve, jaar 2001-2002*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	14	42	74	47
	Depositie	1	1	1	1
	Zaad/pootgoed	0	0	0	1
	TOTAAL	15	43	75	49
Afvoer	Alle gewassen	39	44	47	45
	w.v. ruwvoer	27	27	27	28
	w.v. niet-ruwvoer	13	17	20	17
	Per ha ruwvoer	62	62	62	62
	Per ha niet-ruwvoer	22	31	36	31
Overschot	Compleet	-24	-1	28	4
	MINAS 'ECHT'	-25	-2	27	3
	MINAS AT	-49	-22	10	-15
Afvoer/aanvoer		2,59	1,03	0,63	0,91
Overschot/ afvoer		-0,61	-0,03	0,59	0,10

*MINAS 'ECHT': werkelijke afvoer*

*MINAS AT: niet-ruwvoer afvoer = 65 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha,*



**Bijlage IX.**

**Kaliumaanvoer, -afvoer en –overschot  
(kg K<sub>2</sub>O per ha per jaar) in afhankelijkheid  
van bemestingsniveau (OM<sub>n</sub>) en voor gehele  
bedrijfsoppervlakte**

*Lovinkhoeve, jaar 1995-1996*

		Niveau			
		OM1	OM2	OM3	Bedrijf
Aanvoer	Meststof	88	137	193	177
	Depositie	4	4	4	4
	Zaad/pootgoed	1	1	1	2
	TOTAAL	93	142	198	183
Afvoer	Alle gewassen	155	168	160	144
	w.v. ruwvoer	70	72	71	62
	w.v. niet-ruwvoer	85	96	89	82
	Per ha ruwvoer	214	214	214	214
	Per ha niet-ruwvoer	126	145	133	116
Overschot	Compleet	-62	-26	38	39
Afvoer/aanvoer		1,67	1,18	0,81	0,79
Overschot/ afvoer		-0,40	-0,15	0,24	0,27

*Lovinkhoeve, jaar 1996-1997*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	36	102	191	96
	Depositie	4	4	4	4
	Zaad/pootgoed	2	2	2	2
	TOTAAL	42	108	197	102
Afvoer	Alle gewassen	195	206	206	225
	w.v. ruwvoer	130	132	130	165
	w.v. niet-ruwvoer	65	74	76	60
	Per ha ruwvoer	589	588	588	554
	Per ha niet-ruwvoer	83	95	98	86
Overschot	Compleet	-153	-98	-9	-123
Afvoer/aanvoer		4,64	1,91	1,05	2,21
Overschot/ afvoer		-0,78	-0,48	-0,04	-0,55

*Lovinkhoeve, jaar 1997-1998*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	28	123	214	111
	Depositie	4	4	4	4
	Zaad/pootgoed	2	2	2	2
	TOTAAL	34	129	220	117
Afvoer	Alle gewassen	100	103	104	154
	w.v. ruwvoer	66	66	67	118
	w.v. niet-ruwvoer	34	38	38	37
	Per ha ruwvoer	282	299	284	395
	Per ha niet-ruwvoer	44	48	49	52
Overschot	Compleet	-66	26	116	-37
Afvoer/aanvoer		2,95	0,80	0,47	1,32
Overschot/ afvoer		-0,66	0,25	1,11	-0,24

*Lovinkhoeve, jaar 1998-1999*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	16	116	212	115
	Depositie	4	4	4	4
	Zaad/pootgoed	3	3	3	3
	TOTAAL	23	123	219	122
Afvoer	Alle gewassen	184	191	203	176
	w.v. ruwvoer	111	110	113	101
	w.v. niet-ruwvoer	72	81	90	75
	Per ha ruwvoer	244	246	249	242
	Per ha niet-ruwvoer	133	146	165	129
Overschot	Compleet	-161	-68	16	-54
Afvoer/aanvoer		7,98	1,55	0,93	1,45
Overschot/ afvoer		-0,87	-0,36	0,08	-0,31

*Lovinkhoeve, jaar 1999-2000*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	32	112	194	135
	Depositie	4	4	4	4
	Zaad/pootgoed	2	2	2	4
	TOTAAL	38	118	200	143
Afvoer	Alle gewassen	188	200	201	193
	w.v. ruwvoer	148	159	155	144
	w.v. niet-ruwvoer	39	41	46	50
	Per ha ruwvoer	334	351	350	341
	Per ha niet-ruwvoer	70	74	82	86
Overschot	Compleet	-149	-81	-1	-50
Afvoer/aanvoer		4,89	1,69	1,00	1,35
Overschot/ afvoer		-0,80	-0,41	0,00	-0,26

*Lovinkhoeve, jaar 2000-2001*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	43	97	148	120
	Depositie	4	4	4	4
	Zaad/pootgoed	3	3	3	4
	TOTAAL	50	104	155	128
Afvoer	Alle gewassen	166	194	185	183
	w.v. ruwvoer	99	112	118	109
	w.v. niet-ruwvoer	67	82	67	75
	Per ha ruwvoer	241	268	284	258
	Per ha niet-ruwvoer	113	141	115	129
Overschot	Compleet	-116	-90	-30	-55
Afvoer/aanvoer		3,34	1,86	1,19	1,43
Overschot/ afvoer		-0,70	-0,46	-0,16	-0,30

*Lovinkhoeve, jaar 2001-2002*

		Niveau			Bedrijf
		OM1	OM2	OM3	
Aanvoer	Meststof	34	96	168	105
	Depositie	4	4	4	4
	Zaad/pootgoed	2	2	2	4
	TOTAAL	40	102	175	113
Afvoer	Alle gewassen	148	167	183	170
	w.v. ruwvoer	107	123	136	128
	w.v. niet-ruwvoer	41	45	48	41
	Per ha ruwvoer	248	277	310	282
	Per ha niet-ruwvoer	73	80	85	76
Overschot	Compleet	-108	-65	-8,8	-57
Afvoer/aanvoer		3,70	1,63	1,05	1,50
Overschot/ afvoer		-0,73	-0,39	-0,05	-0,33

**Bijlage X.****Hoeveelheid minerale N (kg per ha) in relatie tot gewas, bemestingsniveau (OM1-OM3), laagdikte (30, 60, 90 cm) en tijdstip (voorjaar en najaar)**

1996

Jaar	Perceel	Gewas	Laag (cm)	Tijdstip							
				Voorjaar			Najaar				
				Datum	OM1	OM2	OM3	Datum	OM1	OM2	OM3
1996	I	1 <sup>e</sup> j Luzernegras	30	27-Mar-96	-	55	-	14-Nov-96	-	4	-
			60		-	127	-		-	4	-
			90		-	170	-		-	4	-
	II	Suikerbieten	30	27-Mar-96	-	88	-	24-Oct-96	-	3	-
			60		-	154	-		-	7	-
			90		-	182	-		-	10	-
	III	Wintertarwe	30	27-Mar-96	-	24	-	18-Sep-96	8	13	14
			60		-	50	-		12	18	19
			90		-	73	-		15	22	24
	IV	Wintertarwe	30	27-Mar-96	-	47	-	18-Sep-96	12	19	29
			60		-	94	-		18	25	38
			90		-	132	-		22	31	43
	V	Uien	30	27-Mar-96	-	99	-	01-Aug-96	-	121	-
			60		-	163	-		-	207	-
			90		-	193	-		-	-	-
	VI	1 <sup>e</sup> j Luzerne-gras	30	27-Mar-96	-	38	-	14-Nov-96	-	8	-
			60		-	69	-		-	9	-
			90		-	87	-		-	10	-
	VII	Aardappelen	30	27-Mar-96	-	31	-	03-Oct-96	37	70	66
			60		-	61	-		72	97	91
			90		-	96	-		79	124	114

1997

Jaar	Perceel	Gewas	Laag (cm)	Tijdstip							
				Voorjaar				Najaar			
				Datum	OM1	OM2	OM3	Datum	OM1	OM2	OM3
1997	I	2e j Luzernegras	30	26-Mar-97	-	5	-	16-Sep-97	-	7	-
			60		-	6	-		-	10	-
			90		-	8	-		-	17	-
	II	Zomertarwe	30	26-Mar-97	-	26	-	27-Aug-97	14	15	16
			60		-	44	-		16	17	18
			90		-	57	-		18	19	20
	III	Uien	30	11-Mar-97	25	51	57	15-Sep-97	25	32	32
			60		35	62	72		52	60	63
			90		40	68	81		68	73	82
	IV	Aardappelen	30	18-Feb-97	12	21	23	27-Aug-97	56	67	102
			60		20	44	74		77	96	152
			90		25	61	113		86	115	189
	V	1 <sup>e</sup> j Luzernegras	30	26-Mar-97	-	23	-	15-Sep-97	-	13	-
			60		-	52	-		-	16	-
			90		-	80	-		-	30	-
	VI	Suikerbieten	30	26-Mar-97	-	48	-	24-Nov-97	8	8	16
			60		-	70	-		13	17	33
			90		-	81	-		18	27	43
	VII	Wintertarwe	30	26-Mar-97	14	22	21	27-Aug-97	10	13	12
			60		39	58	55		12	15	15
			90		63	98	110		13	17	18

1998

Jaar	Perceel	Gewas	Laag (cm)	Tijdstip							
				Voorjaar			Najaar				
				Datum	OM1	OM2	OM3	Datum	OM1	OM2	OM3
1998	I	Suikerbieten	30	30-Mar-98	19	19	22	-	-	-	-
			60		58	50	58		-	-	-
			90		77	70	79		-	-	-
	II	Aardappelen	30	30-Mar-98	17	20	18	19-Sep-98	17	17	-
			60		43	64	62		39	46	-
			90		60	105	105		76	74	-
	III	1 <sup>e</sup> j Luzernegras	30	30-Mar-98	13	15	19	03-Aug-98	-	7	-
			60		43	49	59		-	54	-
			90		85	100	102		-	106	-
	IV	Wintertarwe	30	30-Mar-98	19	17	16	-	-	-	-
			60		60	61	56		-	-	-
			90		110	126	135		-	-	-
	V	2 <sup>e</sup> j Luzernegras	30	30-Mar-98	-	3	-	18-Aug-98	-	5	-
			60		-	4	-		-	11	-
			90		-	4	-		-	17	-
	VI	Zomertarwe	30	30-Mar-98	17	23	30	19-Sep-98	13	11	-
			60		38	50	58		22	20	-
			90		57	79	83		27	28	-
	VII	Uien	30	22-Apr-98	32	53	56	-	-	-	-
			60		73	109	113		-	-	-
			90		97	139	148		-	-	-

1999

Jaar	Perceel	Gewas	Laag (cm)	Tijdstip							
				Voorjaar				Najaar			
				Datum	OM1	OM2	OM3	Datum	OM1	OM2	OM3
1999	I	Zomertarwe	30	29-Mar-99	16	12	12	26-Aug-99	15	10	11
			60		25	21	21		25	17	18
			90		32	27	28		37	23	25
	II	Snijmaïs	30	29-Mar-99	14	15	12	27-Oct-99	7	10	11
			60		25	26	25		11	15	17
			90		35	37	38		15	20	23
	III	2e j Luzerne-gras	30	29-Mar-99	-	9	-	14-Sep-99	-	5	-
			60		-	14	-		-	9	-
			90		-	20	-		-	13	-
	IV	Tulp/peen/kool	30	29-Mar-99	24	24	29	27-Oct-99	17	17	27
			60		51	51	61		31	37	59
			90		77	72	84		45	53	82
	V	Suikerbieten	30	29-Mar-99	-	25	-	14-Sep-99	-	8	-
			60		-	45	-		-	13	-
			90		-	54	-		-	19	-
	VI	Aardappelen	30	29-Mar-99	14	16	23	14-Sep-99	26	28	30
			60		28	36	46		45	50	52
			90		40	51	60		63	70	72
	VII	1e j Luzerne-gras	30	29-Mar-99	6	9	6	14-Sep-99	-	6	-
			60		11	16	11		-	11	-
			90		23	26	21		-	15	-



2000

Jaar	Perceel	Gewas	Laag (cm)	Tijdstip							
				Voorjaar			Najaar				
				Datum	OM1	OM2	OM3	Datum	OM1	OM2	OM3
2000	I	Aardappelen	30	10-Apr-00	23	21	24	14-Sep-00	54	55	62
			60		41	43	51		77	97	112
			90		53	64	84		117	120	150
	II	Tulp/peen/kool	30	10-Apr-00	11	13	16	12-Jul-00	-	11	-
			60		21	26	29		-	17	-
			90		30	34	38		-	24	-
	III	Suikerbieten	30	10-Apr-00	23	19	22	14-Sep-00	11	11	9
			60		47	40	47		17	17	16
			90		61	57	65		24	24	22
	IV	1 <sup>e</sup> j Luzerne-gras	30	10-Apr-00	20	28	25	19-Oct-00	-	17	-
			60		33	48	47		-	28	-
			90		46	66	71		-	40	-
	V	Zomertarwe	30	10-Apr-00	25	23	26	05-Sep-00	17	18	16
			60		52	48	51		30	31	27
			90		77	74	75		40	41	36
	VI	Snijmaïs	30	10-Apr-00	19	23	23	30-Nov-00	14	11	9
			60		38	44	46		18	19	14
			90		59	68	77		26	25	20
	VII	2 <sup>e</sup> j Luzerne-gras	30	10-Apr-00	8	7	8	19-Oct-00	-	15	-
			60		14	13	15		-	24	-
			90		20	19	20		-	34	-

2001

Jaar	Perceel	Gewas	Laag (cm)	Tijdstip							
				Voorjaar				Najaar			
				Datum	OM1	OM2	OM3	Datum	OM1	OM2	OM3
2001	I	Snijmaïs	30	24-Apr-01	15	20	18	12-Oct-01	6	6	7
			60		34	36	38		11	9	11
			90		47	54	56		16	14	16
	II	1 <sup>e</sup> j Luzernegras	30	24-Apr-01	-	19	-	16-Oct-01	-	7	-
			60		-	30	-		-	12	-
			90		-	36	-		-	18	-
	III	Zomertarwe	30	13-Apr-01	30	37	30	06-Sep-01	11	11	14
			60		56	67	57		16	15	19
			90		77	88	79		21	20	25
	IV	2 <sup>e</sup> j Luzerne-gras	30	24-Apr-01	-	6	-	16-Oct-01	-	8	-
			60		-	9	-		-	18	-
			90		-	13	-		-	23	-
	V	Aardappelen	30	24-Apr-01	20	20	31	6-Sep-01	29	32	33
			60		33	38	55		48	52	50
			90		42	49	66		59	64	62
	VI	Tulp/peen	30	13-Apr-01	15	15	16	-	-	-	-
			60		28	28	30		-	-	-
			90		40	39	41		-	-	-
	VII	Suikerbieten	30	13-Apr-01	27	29	30	11-Oct-01	13	12	12
			60		54	55	57		20	19	17
			90		69	71	73		25	25	23

2002

Jaar	Perceel	Gewas	Laag (cm)	Tijdstip							
				Voorjaar			Najaar				
				Datum	OM1	OM2	OM3	Datum	OM1	OM2	OM3
2002	I	Tulp/uien/peen	30	14-Apr-02	18	23	18	12-Nov-02	29	22	44
			60		29	36	30		73	50	103
			90		41	47	42		92	69	132
	II	2e j Luzerne-gras	30	14-Apr-02	9	11	8	12-Nov-02	12	17	17
			60		17	20	14		17	31	29
			90		25	30	22		21	44	40
	III	Aardappelen	30	14-Apr-02	16	20	24	12-Nov-02	38	47	43
			60		33	41	59		88	129	112
			90		49	64	98		124	179	169
	IV	Suikerbieten	30	14-Apr-02	22	29	28	12-Nov-02	23	43	34
			60		43	58	54		51	90	70
			90		60	77	73		64	103	95
	V	Snijmaïs	30	14-Apr-02	18	18	17	12-Nov-02	20	12	23
			60		35	36	34		34	20	44
			90		50	56	51		51	25	59
	VI	1 <sup>e</sup> j Luzerne-gras	30	14-Apr-02	14	16	15	12-Nov-02	17	16	24
			60		27	30	29		41	30	50
			90		41	45	42		64	42	73
	VII	Zomertarwe	30	14-Apr-02	16	18	19	12-Nov-02	12	14	29
			60		36	35	39		16	24	58
			90		58	54	62		19	42	73



**Bijlage XI.****Proefgegevens van snijmaïsproeven  
Lovinkhoeve 1999-2002**

		Jaar			
		1999	2000	2001	2002
Perceel		II	VI	I	V
Voorvrucht	Jaar n-1	Zomertarwe	Zomertarwe	Zomertarwe	Zomertarwe
	Jaar n-2	Aardappelen	Aardappelen	Aardappelen	Aardappelen
Mest	Soort	RDM	VDM	VDM	VDM
	Datum	22 mei	8 mei	8 mei	14 mei
	Gift, t/ha	0, 15, 30	0, 15, 30	0, 15, 30	0, 15, 30
	Behandelingen	Mesttoediening	Tussen en naast rij	Tussen en naast rij	Tussen en naast rij
Mest- samenstelling, %	Ntot	0,43	0,30	0,15	0,65
	NH <sub>4</sub> -N	0,20	0,18	0,09	-
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,20	0,07	0,20	0,60
	K <sub>2</sub> O	0,64	0,37	0,20	0,60
	Ds	9,9	2,5	1,1	-
	Os	7,3	1,5	0,7	-
Ras		Novette	Novette	Agadir	Symphony
Zaaidatum		22 mei	8 mei	8 mei	15 mei
Planten/m <sup>2</sup>		10	10	10	10
Oogst	Datum	15 oktober	19 oktober	6 oktober	25 sept
	Netto oppervl, m <sup>2</sup>	12	12	12	12
	Monster, pl	20	20	20	20



**Bijlage XII.****Resultaten van snijmaïsproeven Lovinkhoeve  
1999-2002**

Kenmerk	Mestgift (ton/ha)	Behandeling	Jaar*				Gem.	
			1999	2000	2001	2002		
Ton DS/ha	0	-	10,91 a	8,82 a	11,84 a	11,02 a	10,65 a	
	15	Tussen	13,45 a	12,48 b	11,76 a	16,85 b	13,63 b	
	15	Naast	10,93 a	11,81 b	17,16 ab	14,89 ab	13,70 b	
	30	Tussen	12,68 a	12,54 b	14,48 ab	18,03 b	14,43 bc	
	30	Naast	13,56 a	12,90 b	19,83 b	19,17 b	16,36 c	
		LSD (P<0,05)		3,25	2,99	5,79	5,19	2,26
		LSD (P<0,10)						1,88
Kg N/ha	0	-	129 a	68 a	79 a	81 a	90 a	
	15	Tussen	157 a	109 b	65 a	152 bc	121 b	
	15	Naast	118 a	102 ab	126 ab	121 ab	117 b	
	30	Tussen	144 a	126 b	98 a	184 bc	138 bc	
	30	Naast	158 a	123 b	169 b	195 c	161 c	
		LSD (P<0,05)		42	37	69	67	27
		LSD (P<0,10)						23
Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	0	-	46 a	44 a	50 a	50 a	48 a	
	15	Tussen	64 a	66 b	43 a	82 bc	64 b	
	15	Naast	56 a	63 b	76 ab	65 ab	65 bc	
	30	Tussen	58 a	67 b	64 ab	79 abc	67 bc	
	30	Naast	64 a	62 ab	88 b	95 c	77 c	
		LSD (P<0,05)		20	19	34	30	13
		LSD (P<0,10)						11

\* *ongelijke letters duiden op significante verschillen (P<0,05)*

*Vervolg Tabel.*

Kenmerk	Mestgift (ton/ha)	Behandeling	Jaar*				Gem.
			1999	2000	2001	2002	
ANR, %	15	Tussen	43	91	-61	72	54
	15	Naast	-17	76	204	41	47
	30	Tussen	12	64	42	53	42
	30	Naast	22	61	200	58	62
N% in DS	0	-	0,73	0,77	0,66	0,74	0,73
	15	Tussen	0,81	0,87	0,55	0,88	0,78
	15	Naast	0,80	0,86	0,70	0,81	0,79
	30	Tussen	0,78	1,00	0,66	1,02	0,87
	30	Naast	0,77	0,94	0,84	1,01	0,89
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> % in DS	0	-	0,42	0,51	0,42	0,45	0,45
	15	Tussen	0,48	0,54	0,36	0,48	0,47
	15	Naast	0,51	0,53	0,43	0,43	0,47
	30	Tussen	0,46	0,53	0,44	0,44	0,47
	30	Naast	0,47	0,47	0,44	0,49	0,47
N/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	-	1,75	1,51	1,57	1,62	1,61
	15	Tussen	1,70	1,59	1,52	1,84	1,66
	15	Naast	1,57	1,63	1,65	1,87	1,68
	30	Tussen	1,70	1,88	1,51	2,33	1,86
	30	Naast	1,64	1,99	1,90	2,05	1,90