Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond

BEA, LP-model en Orspel

een beschrijving en vergelijking van hulpmiddelen in het bedrijfseconomisch onderzoek

a description and comparison of tools in farm economic research

Ir. J. Smid
Drs. A.T. Krikke
Ir. H.B. Schoorlemmer

verslag nr. 213
maart 1996

PROEFSTATION
LELYSTAD

Edelhertweg 1, postbus 430, 8200 AK Lelystad,
tel. 0320-291111, fax 0320-230479

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0968 6201

INHOUD

SAMENVATTING 5

SUMMARY 8

1. INLEIDING 11
1.1 Bedrijfsontwikkelingsonderzoek en economische evaluaties 11
1.2 Gebruik van rekenmodellen 12
1.3 Doel en opbouw verslag 14

2. BEDRIJFSECONOMISCH ADVIES 16
2.1 Inleiding 16
2.2 Methodiek 16
2.3 Toepassingsgebied 19

3. OPTIMALISATIEMODEL VOOR DE AKKERBOUW 22
3.1 Inleiding 22
3.2 Methodiek 22
3.3 Toepassingsgebied 25

4. ORSPEL 30
4.1 Inleiding 30
4.2 Methodiek 30
4.3 Toepassingsgebied 37

5. BEOORDELING VAN DE MODELLEN 39
5.1 Inleiding 39
5.2 Vergelijking van de modellen 40
5.2.1 Berekening rendabiliteit en financiële continuïteit 40
5.2.2 Bepalen bedrijfsgrootte en vaststellen teeltplan 41

5.2.3 Vaststellen arbeidsbehoefte en arbeidsorganisatie 42
5.2.4 Bepalen benodigde mechanisatie 43
5.2.5 Gebruik van de modellen 44
5.3 Conclusies 45

6. LITERATUURLIJST 49

Bijlage 1. Restricties in het LP-model 52

SAMENVATTING

Het bedrijfseconomisch onderzoek op het PAGV is erop gericht om met behulp van rekenmodellen de consequenties te bepalen van wijzigingen in beleid, markt of bedrijfsorganisatie. Ook vinden economische evaluaties plaats van de resultaten van technisch onderzoek en nieuwe technische ontwikkelingen en worden de perspectieven hiervan bepaald door gegevens van proefveldschaal te vertalen naar praktijkniveau van de Nederlandse akkerbouwer en vollegrondsgroenteteler.
De doelstelling van dit verslag is om drie beschikbare hulpmiddelen, het BEA-spreadsheet, het LP-model voor de akkerbouw en het simulatiemodel Orspel, voor het bedrijfseconomisch onderzoek op het PAGV te beschrijven en te vergelijken. Op het PAGV wordt het BEA-spreadsheet veel gebruikt voor het opstellen van bedrijfsbegrotingen, waarbij de gevolgen van aanpassingen in de bedrijfsvoering kunnen worden doorgerekend voor rendabiliteit, arbeid en financiering. Dit spreadsheetmodel is ontwikkeld op het PAGV.
Het LP-model voor de akkerbouw is een optimalisatiemodel voor de bedrijfsopzet waarmee een simultane optimalisatie van het produktieplan, grond, arbeid, mechanisatie en overige bedrijfsuitrusting kan worden uitgevoerd. Dit model is ontwikkeld door het PAGV en het Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO).
Orspel is een simulatiemodel voor de machinekeuze op akkerbouw- en loonwerkbedrijven. Orspel simuleert de machinekeuze in het totale bedrijfsverband waarbij rekening wordt gehouden met het gehele complex van werktuigen, personen, landbouwkundige volgtijdigheid en werkbaarheid. Dit simulatiemodel is ontwikkeld door het Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG-DLO).

De vergelijking van de modellen is gedaan aan de hand van zes functies die relevant zijn voor het bedrijfseconomisch onderzoek. Deze functies zijn:
- berekening van de rendabiliteit;
- berekening van de financiële continuïteit;
- bepaling van de bedrijfsgrootte;
- vaststelling van het teeltplan;
- vaststelling van de arbeidsbehoefte en de arbeidsorganisatie;

- bepaling van de benodigde mechanisatie.

BEA richt zich met name op de eerste twee functies, de rendabiliteit of winstgevendheid en de financiële continuïteit. Hierbij zijn de overige functies een vast gegeven, maar worden wel meegenomen in de berekeningen.
Het LP-model maximaliseert de rendabiliteit door optimale inzet van produktiemiddelen als grond, arbeid, gebouwen, mechanisatie en overige bedrijfsuitrusting. Het LP-model omvat alle functies, met uitzondering van de financiële continuïteit.
Orspel richt zich op een 'fine-tuning' van de werkorganisatie, waarbij de bedrijfsgrootte en het teeltplan een vast gegeven zijn. De rendabiliteit en financiële continuïteit worden niet berekend.

Het bedrijfseconomisch onderzoek op het PAGV richt zich op het bedrijfsontwikkelingsonderzoek en economische evaluaties. BEA, het LP-model en Orspel kunnen op basis van deze tweedeling als volgt worden gebruikt:
- bij bedrijfseconomische evaluaties is BEA geschikt, aangezien hier optimalisatie en simulatie van de werkuitvoering niet noodzakelijk zijn;
- bij perspectievenstudies is het LP-model gewenst aangezien hier sprake is van een groot aantal fundamentele keuzen en de gehele bedrijfsopzet ter discussie staat;
- bij het gebruik van het LP-model is controle van de praktische uitvoerbaarheid van de werkzaamheden en eventuele 'fine-tuning' met Orspel nodig. BEA kan zelfstandig gebruikt worden, de gebruiker houdt zelf rekening met werkbaarheid, landbouwkundige volgtijdigheid en afstemming van arbeid en machines door de saldo- en arbeidsbegroting met gezond boerenverstand in te vullen. In het LP-model is dit niet meer mogelijk aangezien het model te complex is;
- het huidige Orspel zal in bestaande en geplande projecten in het bedrijfsontwikkelingsonderzoek niet als zelfstandig model gebruikt worden maar heeft juist een meerwaarde in combinatie met het LP-model.

De hoeveelheid in te voeren gegevens verschilt duidelijk per model. BEA en het LP-model hebben gegevens van de gehele bedrijfsopzet nodig, waarbij in het LP-model

gegevens over vruchtwisseling, bemesting, etc. verder gekwantificeerd moeten worden. Orspel daarentegen heeft alleen gegevens nodig met betrekking tot arbeid en mechanisatie, maar wel zeer gedetailleerd. Daarnaast moeten in Orspel veel gegevens dubbel ingevoerd worden.

Aanbevolen wordt de methode van machinekostenberekening uit Orspel over te nemen in BEA en het LP-model. Hiernaast lijkt het zinvol van de optimale LP-uitkomst de werkuitvoering te simuleren om zo de eventuele overschatting van de praktische uitvoerbaarheid van de werkzaamheden te corrigeren. In principe zou Orspel hiervoor gebruikt kunnen worden. De praktische bruikbaarheid hierbij zal vergroot worden als de gegevensinvoer eenvoudiger en gebruiksvriendelijker plaatsvindt zodat de uitkomsten van het LP-model als invoer voor de simulatie gebruikt kunnen worden.

SUMMARY

Farm economic research at PAGV is focused on determining the consequences of changes in policy, the market or farm organization with the aid of calculation models. Economic evaluations of the results of technical research and new technical developments take place and the perspectives of these is determined by translating data from a field trial level to the practical level of the Dutch arable farmer and open field vegetable grower.

The purpose of this report is to describe and compare three available tools, the BEA spreadsheet, the LP model for arable farming and the simulation model Orspel for farm economic research at PAGV. At PAGV, the BEA spreadsheet is widely used to draw up farm budgets, allowing the consequences of changes in operations to be calculated in respect of profitability, labour and financing. This spreadsheet model was developed at PAGV.

The LP model for arable farming is an optimization model for the farm organization with which simultaneous optimization of the production plan, land, labour, mechanization and other equipment can be implemented. This model was developed by PAGV and the Agricultural Economics Research Institute (LEI-DLO).

Orspel is a simulation model for the machinery selection on arable farms and contract work companies. Orspel simulates the machinery selection in the total farm context, whereby account is taken of the entire complex of machines and equipment, labour force, agricultural sequence of field operations and workability. This simulation model was developed by the Institute for Agricultural Engineering (IMAG-DLO).

The models were compared on the basis of six functions which are of relevance to farm economic research. These functions are:

- calculation of cost-effectiveness;
- calculation of financial continuity;
- determination of the size of the farm;
- detemination of the cropping plan;
- determination of labour needs and the labour organization;
- determination of the necessary mechanization.

BEA is principally concerned with the first two functions, the cost-effectiveness or profitability and financial continuity. The other functions are fixed information but are included in the calculations.
The LP model maximizes profitability by the optimum use of productive capacity such as land, labour, buildings, machinery and other equipment. The LP model incorporates all functions, with the exception of financial continuity.
Orspel focuses on the fine tuning of the work organization, whereby the sizes of the farm and the cropping plan are fixed information. Profitability and financial continuity are not calculated.

Farm economic research at PAGV concentrates on farm development research and economic evaluations of new developments in production systems. On the basis of this division into two categories, BEA, the LP model and Orspel can be used as follows:

- BEA is appropriate for farm economic evaluations, since optimization and simulation of field operations are not necessary here;
- the LP model is advised for farm development studies since these studies deal with a large number of alternative strategies and the entire farm structure must be taken into account;
- when using the LP model, control on practical feasibility of the field operations and possibly fine-tuning with Orspel is necessary. BEA can be used independently. The user himself takes account of workability, sequence of field operations and coordination of labour and machinery by using his common sense to fill in the gross margin and labour planning. This is not possible in the LP model because it is too complex;
- the present version of the Orspel model will not be used in existing and planned projects in farm development research as an independent model; its special value lies in combination with the LP model.

The amount of data to be entered clearly differs per model. BEA and the LP model need data from the entire farm organization, and in the LP model information concerning crop rotation, fertilization etc. needs to be further quantified. Orspel on the other

hand only needs information concerning labour and mechanization, but nevertheless in considerable detail. In Orspel, moreover, a great deal of data has to be entered double.

It is recommended to transfer the method of machinery cost calculation from Orspel to BEA and the LP model. It also seems to be a good idea to simulate the field operations of the optimum LP result so as to correct any over-estimation of the practical feasibility of the field operations. In principle Orspel could have been used for this. The practicability of this will be increased if the data input is easier and more user-friendly so that the results of the LP model can be used as input for the simulation.

1. INLEIDING

1.1 Bedrijfsontwikkelingsonderzoek en economische evaluaties

Ondernemingen in de akkerbouw- en vollegrondsgroentesector worden in toenemende mate geconfronteerd met structurele veranderingen. Ontwikkelingen in de markt, het landbouwbeleid van de Europese Unie en het natuur- en milieubeleid van nationale en lokale overheden grijpen nadrukkelijk in op de perspectieven van de bedrijfsvoering op de huidige landbouwbedrijven. Het bedrijfsontwikkelingsonderzoek op het PAGV is erop gericht om de consequenties van dergelijke ontwikkelingen op bedrijfsniveau te bepalen.
Een ander deel van het bedrijfseconomisch onderzoek bestaat uit economische evaluaties van technisch onderzoek en nieuwe technische ontwikkelingen. De perspectieven hiervan worden bepaald door gegevens van proefveldschaal te vertalen naar het praktijkniveau van de Nederlandse akkerbouwer en vollegrondsgroenteteler.
Zo zijn er de afgelopen jaren onder andere evaluatie- en perspectievenstudies uitgevoerd van geïntegreerde bedrijfssystemen (Bos, Janssens en Krikke, 1992 en Hofmeester e.a. 1995), onkruidbestrijdingsstrategieën (Krikke en Bos, 1993) en zijn perspectieven onderzocht van akkerbouwbedrijven in het Noordelijk kleigebied (Krikke en Bos, 1994) en bouwvoorverlichting (Netjes en Bos, 1996). Ook in de toekomst zullen dergelijke studies een belangrijk onderdeel vormen van het onderzoek op het PAGV (Huiskamp, 1995).

Voor het uitvoeren van bovengenoemde studies wordt gebruik gemaakt van rekenmodellen. De huidige beschikbare rekenmodellen op het PAGV zijn de BEA-spreadsheet, het LP-model Akkerbouw en Orspel. In dit verslag worden deze modellen kort beschreven en vergeleken aan de hand van de volgende zes functies die relevant zijn voor het bedrijfseconomisch onderzoek. Deze functies zijn:
- berekening van de rendabiliteit;
- berekening van de financiële continuïteit;

- bepaling van de bedrijfsgrootte;
- vaststelling van het teeltplan;
- vaststelling van de arbeidsbehoefte en de arbeidsorganisatie;
- bepaling van de benodigde mechanisatie.

De rendabiliteit oftewel de winstgevendheid van een bedrijfsopzet kan bepaald worden door berekening van het netto-bedrijfsresultaat. Dit is het verschil tussen alle bedrijfseconomische kosten en opbrengsten van het agrarisch bedrijf. Inzicht in de financiële continuïteit valt te bepalen aan de hand van het niveau van de besparingen, oftewel de toename van het eigen vermogen en de ontwikkeling van de liquiditeit. Hieruit wordt duidelijk in hoeverre het bedrijf de mogelijkheid heeft zowel op korte als langere termijn aan betalingsverplichtingen te voldoen en in hoeverre er ruimte is voor het doen van nieuwe investeringen.
De bepaling van de bedrijfsgrootte is van belang bij de opschaling van technische proefveldgegevens naar praktijkniveau en bij de bepaling van de toekomstige optimale bedrijfsomvang. Van belang is te weten tot welk niveau er op bedrijfsniveau nog schaalvoordelen te behalen zijn.
De samenstelling van het teeltplan wordt naast de rendabiliteit van de betrokken gewassen beïnvloed door onder andere arbeidsorganisatie, vruchtwisselingseisen, beperkingen door wetgeving en quoteringsregelingen.
Op basis van het samengestelde teeltplan kan tenslotte de behoefte aan arbeid en de benodigde mechanisatie worden vastgesteld en de werkorganisatie worden bepaald.

1.2 Gebruik van rekenmodellen

Bij de uitvoering van bedrijfseconomische evaluaties en perspectievenstudies wordt gebruik gemaakt van rekenmodellen. Hierin worden opbrengsten berekend voor de activiteiten op het bedrijf en de kosten van de daarmee samenhangende inzet van produktiemiddelen en arbeid. De genoemde componenten van het bedrijf dienen zo goed mogelijk op elkaar te worden afgestemd. Daartoe dient de totale bedrijfsopzet

in de beschouwing te worden betrokken op tactisch/strategisch niveau. Vooral in complexe bedrijfsituaties en/of bedrijfsopzetten waarbij zich grote veranderingen voordoen, is het gebruik van krachtige rekenprogramma's noodzakelijk.
Op het PAGV zijn momenteel drie rekenmodellen beschikbaar. Dit zijn de spreadsheet voor het Bedrijfseconomisch Advies (BEA), het Lineair Programmeringsmodel voor de akkerbouw (LP-model) en het simulatiemodel Orspel. BEA is ontwikkeld op het PAGV en later uitgebouwd door de DLV (Dienst Landbouw Voorlichting). Het LP-model is gebouwd in een gezamenlijk project van PAGV en LEI-DLO. Orspel is ontwikkeld door IMAG-DLO.
In BEA worden de consequenties nagegaan van een ingrijpende wijziging van de bedrijfsopzet op de inkomensvorming en de bedrijfscontinuïteit. Er vindt een simulatie plaats van de bedrijfsbegroting na wijziging van de bedrijfsopzet. Voorbeelden van dergelijke wijzigingen zijn een bouwplanwijziging met bijbehorende investeringen in mechanisatie of grondaankoop. Vervolgens vindt een vergelijking plaats met de bedrijfsbegroting van de huidige situatie, waarna de geplande wijziging uitgebalanceerd kan worden, door het doorrekenen van aanpassingen in de geplande bedrijfsopzet.
Het LP-model stelt een zodanig bouwplan en bedrijfsuitrusting samen waarbij het netto-bedrijfsresultaat wordt gemaximaliseerd en waarbij gelijktijdig wordt voldaan aan alle gestelde beperkingen in de zin van beschikbare arbeid, capaciteit van machines en gebouwen, vruchtwisseling, bemesting, organische-stofbalans e.d.

Met name voor grotere en intensievere bedrijven hebben BEA en het LP-model een aantal beperkingen in die zin dat de praktische mogelijkheden in bedrijfsverband soms worden overschat ten gevolge van een hoger aggregatieniveau (tactisch/-strategisch planningsniveau). Zo wordt er in beperkte mate rekening gehouden met de werkbaarheid, de opvolging van bewerkingen en de afstemming van de capaciteit van de individuele machine en arbeidskracht op de behoefte. In technische zin kan hieraan tegemoet worden gekomen; de modellen worden dan echter dermate complex, dat de rekentijd van de computer en de doorzichtigheid van het model niet meer acceptabel zijn.
Het simulatieprogramma Orspel komt aan deze beperkingen tegemoet. Met Orspel

kan echter geen bedrijfsbegroting worden opgesteld maar het simuleert de werkuitvoering waarbij wordt gekeken naar het totale bedrijfsverband en rekening wordt gehouden met het gehele complex van werktuigen, personen, volgtijdigheid en werkbaarheid. Orspel ondersteunt de machinekeuze op een akkerbouwbedrijf en kan inzicht verschaffen in de overschattingen van de werkuitvoering door BEA en het LP-model.

1.3 Doel en opbouw verslag

De doelstelling van dit verslag is om de drie beschikbare hulpmiddelen voor het bedrijfseconomisch onderzoek BEA, het LP-model en Orspel, kort te beschrijven en te vergelijken.
Bij de vergelijking moet worden bedacht dat naast een belangrijke overlap van het werkgebied, de doelstelling en methodiek van de betreffende modellen duidelijk verschillend zijn; de uiteindelijke gebruiksmogelijkheden dus ook.
Voor deze vergelijking is in tabel 1 het domein weergegeven van de drie modellen waaruit de relatie blijkt met de in paragraaf 1.1 weergegeven functies van het bedrijfseconomisch onderzoek.

Tabel 1. Mogelijkheden voor ondersteuning van het bedrijfseconomisch onderzoek op het PAGV met de beschikbare hulpmiddelen.

hulpmiddel / functies	BEA	LP-model	Orspel
berekening rendabiliteit	+	+	-
berekening financiële continuïteit	+	-	-
bepaling bedrijfsgrootte	vast	+	vast
vaststelling teeltplan	vast	+	vast
vaststelling arbeidsbehoefte en organisatie	vast	+	+
bepaling benodigde mechanisatie	vast	+	+

In tabel 1 wordt een + gegeven indien een functie wordt ondersteund door het desbetreffende model. Indien dit niet het geval is wordt een - gegeven. De derde mogelijkheid is dat de functie wel wordt ondersteund maar dat het als een vaststaand uitgangspunt geldt dat door de gebruiker moet worden opgegeven.
Met BEA kunnen de rendabiliteit en de financiële continuïteit worden berekend van een gespecificeerde bedrijfssituatie. Alle aspecten als teeltplan, mechanisatie en arbeid gelden hier als vast uitgangspunt. Het LP-model berekent de rendabiliteit simultaan met het vaststellen van de optimale bedrijfsgrootte en teeltplan. Ook de hierbij behorende arbeidsbehoefte, -organisatie en mechanisatie worden bepaald. Orspel simuleert de werkuitvoering en bepaalt de benodigde mechanisatie en stelt de arbeidsbehoefte en arbeidsorganisatie vast. Bedrijfsgrootte en teeltplan zijn hierbij uitgangspunten.

Tabel 1 zal in dit verslag als leidraad gebruikt worden bij de vergelijking van BEA, Orspel en het LP-model waardoor inzicht verkregen kan worden wanneer toepassing van welk model het meest zinvol lijkt.

De hoofdstukken 2, 3 en 4 beschrijven achtereenvolgens de BEA-spreadsheet, het LP-model en Orspel. Inzicht wordt verschaft in de methodiek en in het toepassingsgebied van de drie modellen. In hoofdstuk 5 vindt een beoordeling plaats aan de hand van tabel 1 en worden conclusies getrokken over het specifieke toepassingsgebied van de modellen in het bedrijfseconomisch onderzoek.
In de bijlage zijn de formules en restricties van het LP-model opgenomen aangezien in tegenstelling tot BEA en Orspel, dit model nog niet formeel in een publikatie is beschreven.

2. BEDRIJFSECONOMISCH ADVIES

2.1 Inleiding

Met BEA wordt vanuit bedrijfseconomisch oogpunt nagegaan of de inkomensvorming voor de ondernemer(s) en de continuïteit van het bedrijf na een ingrijpende wijziging al of niet gehandhaafd blijft of verbeterd kan worden. Dit gebeurt aan de hand van een berekening van de bedrijfsbegroting vóór en na de wijziging.
Voor het maken van bedrijfseconomische adviezen is in de zestiger en zeventiger jaren veel gebruik gemaakt van voorbedrukte formulieren. Deze formulieren of afgeleiden van de oorspronkelijke formulieren worden ook nu soms nog gebruikt binnen onderwijs en voorlichting. De meeste organisaties die gebruik maken van het bedrijfseconomisch advies hebben de formulieren in de tachtiger jaren vervangen door computerprogramma's die het rekenwerk verzorgen (Zijlstra, 1993).
Op het PAGV is in 1988 een geautomatiseerd bedrijfseconomisch advies ontwikkeld voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond. Voor een uitgebreide beschrijving hiervan wordt verwezen naar Janssens en Krikke (1989). In de loop der jaren is deze versie uitgebouwd door de Dienst Landbouw Voorlichting.
In het bedrijfsontwikkelingsonderzoek op het PAGV wordt BEA niet voor individuele bedrijfsadvisering gebruikt maar worden berekeningen gemaakt aan de hand van een voor een regio en/of een bepaalde problematiek herkenbare bedrijfsopzetten.

2.2 Methodiek

Afhankelijk van de vraagstelling wordt met BEA een bedrijfsbegroting opgesteld vóór en na de wijziging van de bedrijfsopzet om inzicht te kunnen krijgen in één of enkele van de volgende vragen:
- welke gevolgen hebben de plannen voor de winstgevendheid van de bedrijfsopzet?;
- wat zijn de gevolgen van de plannen voor de arbeidsorganisatie?;

- zijn er voldoende financiële middelen te krijgen voor de financiering van de plannen?;
- komen er bij uitvoering van de plannen voldoende financiële middelen beschikbaar om aan de betalingsverplichting te voldoen (besparingen en liquiditeit)?;
- in hoeverre zijn berekende uitkomsten gevoelig voor wisselende markt- en bedrijfsomstandigheden?

Bij het opstellen van een bedrijfsbegroting worden eerst de gegevens van de huidige bedrijfsopzet geïnventariseerd. Daarbij dient zoveel mogelijk te worden uitgegaan van gegevens die representatief zijn voor de te berekenen bedrijfsopzet. Er worden gegevens vastgelegd over:

- arbeid en aantal ondernemers;
- duurzame produktiemiddelen;
- vermogenssamenstelling;
- bouwplan, saldi en arbeidsoverzichten van de activiteiten (gewassen).

Vervolgens worden de uitgangspunten voor de alternatieve plannen opgesteld en worden de daarbij benodigde investeringen opgegeven. De begroting van de huidige situatie dient als referentie voor de vergelijking met de begrotingen die voor de alternatieve plannen worden opgesteld.

Een bedrijfsbegroting is opgebouwd uit een aantal deelbegrotingen, te weten: de activiteitenbegroting, de saldobegroting, de arbeidsbegroting, de rendabiliteitsbegroting en de financieringsbegroting.

De activiteitenbegroting vormt het startpunt bij het opstellen van een bedrijfsbegroting. Hierin worden de produktie-activiteiten (gewassen) weergegeven en de eenheden (hectares). Bij het opstellen van de activiteitenbegroting zal rekening gehouden moeten worden met de technische beperkingen, zoals bijvoorbeeld bedrijfsoppervlakte, produktiequota en vruchtwisselingseisen.

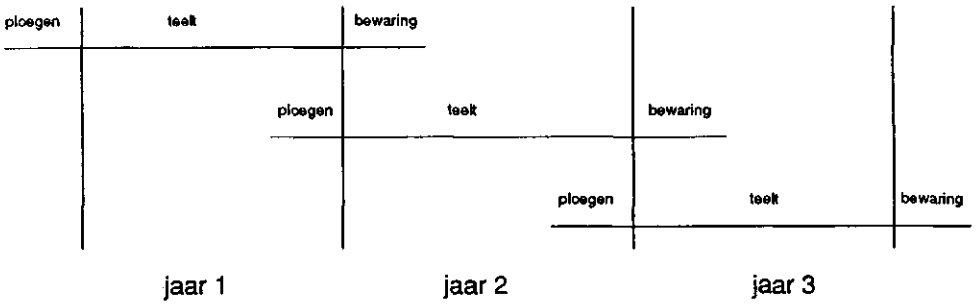
Voor ieder gewas of activiteit van de bedrijfsopzet kan nu een saldo worden begroot. In de saldoberekening wordt de bruto-geldopbrengst (fysieke opbrengst x afzetprijs) berekend. Deze wordt verminderd met de kosten die rechtstreeks samenhangen en variëren met de omvang van de teelt en bewaring van het gewas (toegerekende

kosten), zoals de kosten voor zaaizaad, gewasbescherming en bemesting.
In de arbeidsbegroting wordt de arbeidsbehoefte geconfronteerd met het arbeidsaanbod. De arbeidsbehoefte wordt per gewas begroot op grond van de benodigde bewerkingen, de periode van het jaar, de benodigde tijd en het aantal personen voor de uitvoering ervan. De gebruiker moet hierbij rekening houden met de capaciteit van de beschikbare machines en kan aangeven welke bewerkingen door de loonwerker worden uitgevoerd. Hiernaast is arbeid nodig voor algemene werkzaamheden welke niet specifiek aan een bepaald gewas zijn toe te rekenen. Voor de inschatting van de benodigde algemene arbeid zijn normen beschikbaar welke gerelateerd zijn aan de bedrijfsomvang. De combinatie van arbeidsbehoefte van de gewassen of activiteiten en de benodigde arbeid voor algemene werkzaamheden levert de totale arbeidsbehoefte voor de bedrijfsopzet. In het aanbod kan onderscheid gemaakt worden tussen losse en vaste arbeid. De vaste arbeid zal in het algemeen door de ondernemer en eventuele bedrijfsopvolger worden geleverd. Het verschil tussen aanbod en vraag kan een tekort opleveren. Bij een analyse met BEA wordt als uitgangspunt gesteld dat dit tekort aangevuld wordt met losse arbeid.
Het netto-bedrijfsresultaat in de rendabiliteitsbegroting wordt berekend uit het verschil tussen het bouwplansaldo en de niet-toegerekende kosten en geeft inzicht in de winstgevendheid van de bedrijfsopzet als alle arbeid, produktiemiddelen en vastgelegde vermogen volledig worden beloond. Wordt bij de laatste het berekend loon voor de ondernemer(s) opgeteld dan resulteert de arbeidsopbrengst van de ondernemer. Bijtelling van het verschil tussen de betaalde en de berekende rente levert het ondernemersinkomen op. Dit inkomen is beschikbaar voor privé-uitgaven, investeringen, aflossingen en besparingen.
De financieringsbegroting is een maatstaf voor de beoordeling van een plan waarbij onder andere wordt nagegaan of de financiële middelen van de onderneming toereikend zijn voor de uitvoering van het plan. De financieringsbegroting geeft per plan een beeld van de omvang en samenstelling van bezittingen, schulden en eigen vermogen van de onderneming. Hiernaast geeft de financieringsbegroting inzicht in het liquiditeitsverloop, de vermogensbehoefte en de vermogensontwikkeling.

2.3 Toepassingsgebied

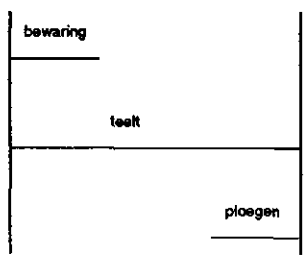
BEA bevat een set rekenregels waarmee de begroting gesimuleerd wordt op basis van de opgegeven uitgangspunten. Hierdoor wordt inzicht gegeven in de rendabiliteit van een plan en wordt de financiële continuïteit van het bedrijf berekend. Het model bevat geen oplossingsalgorithme waarmee afwegingen gemaakt kunnen worden, zoals de keuze tussen het uitvoeren van bewerkingen met eigen mechanisatie of in loonwerk. Alle afwegingen worden door de gebruiker gemaakt. De verschillende plannen worden doorgerekend en eventueel door de gebruiker handmatig uitgebalanceerd. Dit houdt het gevaar in dat de gebruiker bij het opstellen van de plannen perspectiefvolle mogelijkheden of realistische kostenbesparingen voor de bedrijfsopzet over het hoofd ziet of mogelijkheden overschat. Ook zijn de mogelijkheden van BEA beperkt voor het doen van strategische verkenningen waarbij de hele bedrijfsopzet fundamenteel ter discussie staat, vanwege het ontbreken van een oplossingsalgorithme.

Het begrotingsmodel in BEA is een statisch éénjarig model. Dit betekent dat de parameters, de modelopzet en de uitkomst niet veranderen onder invloed van de tijd (niet dynamisch). De berekende bedrijfsopzet zal, als deze eenmaal bereikt is, stabiel zijn en in principe gedurende vele jaren kunnen worden gehandhaafd. Dit is analoog aan de wijze waarop momenteel in de praktijk nog veel bedrijfseconomische begrotingen worden opgezet. De uiteindelijke situatie is min of meer tijdloos en de overgang van de huidige en de gewenste situatie wordt niet gedetailleerd beschreven en begroot.
Alle activiteiten en beperkingen moeten binnen de grenzen van een jaar vallen. In figuur 1 is dit toegelicht. Als voorbeeld is pootaardappelen gebruikt, waarbij de bewerkingen ruwweg in drie groepen verdeeld zijn, te weten het ploegen, de teelt en de bewaring van pootaardappelen. Al deze bewerkingen zijn weergegeven voor een periode van drie jaar.



Figuur 1. Uitvoering van bewerkingen voor een gewas over de jaren heen.

Het ploegen vindt reeds in het jaar voorafgaand aan de oogst plaats, de teelthandelingen van pootaardappelen in het jaar van de oogst en de bewaring in het jaar na de oogst. BEA is een statisch model zodat de dwarsdoorsnede uit figuur 1 een reële weergave is van de uit te voeren bewerkingen. Op deze manier vindt de bewaring van pootaardappelen in het vroege voorjaar plaats en het ploegen in het najaar. Dit is in figuur 2 weergegeven.



Figuur 2. Een dwarsdoorsnede (jaar) van de uit te voeren bewerkingen voor een gewas in een stabiele situatie.

Bij de liquiditeitsbegroting van BEA is een meer dynamische aanpak gekozen. Via de constructie van een overgangsjaar sluit de huidige bedrijfsopzet aan op de liquiditeitsontwikkeling van het plan. Dit onderdeel is met name bij individuele bedrijfsadvi-

sering van belang.

Voor vele onderlinge dwarsverbanden en relaties in de bedrijfsopzet bestaan in BEA geen expliciete rekenregels. Dit houdt in dat bij het opstellen van een bedrijfsbegroting in BEA de nodige landbouwkundige kennis vereist is. Zo houdt BEA geen rekening met aspecten als weersgevoeligheid van bewerkingen, opvolging van bewerkingen etc. Daarom is er een kans op overschatting van de praktische mogelijkheden van de opgegeven arbeids- en machinecapaciteit. Dit geldt met name voor grotere of intensievere bedrijven met meerdere arbeidskrachten.

De mogelijkheden van BEA liggen hierdoor met name in een bedrijfseconomische evaluatie van de bestaande bedrijfssituatie of de beoordeling van een alternatief plan waarbij de werkorganisatie slechts beperkt verandert of overzichtelijk is zoals bij een eenmansbedrijf. In deze gevallen is de werkorganisatie realistisch in te schatten en eventueel toetsbaar aan de praktijk.
Hiernaast is BEA als een van de weinige modellen uitermate geschikt voor het opstellen van financieringsbegrotingen.
Een voordeel van BEA is dat het makkelijk uitbreidbaar en aanpasbaar is voor specifieke vraagstellingen. Er kunnen snel 'what-if-situaties' worden doorgerekend. De gevoeligheid van de bedrijfsopzet voor een eenvoudige verandering kan vlot worden berekend door een extra simulatierun.

3. OPTIMALISATIEMODEL VOOR DE AKKERBOUW

3.1 Inleiding

Lineaire programmeringsmodellen kunnen een waardevolle bijdrage leveren aan het analyseren en het verkennen van oplossingsrichtingen voor allerlei bedrijfseconomische vraagstukken. Vooral bij complexe bedrijfsituaties waarin zich grote veranderingen voordoen op tactisch/strategische niveau, is het nauwelijks mogelijk om zonder krachtige rekenprogramma's simultaan met aspecten als grond, arbeid, mechanisatie en overige bedrijfsuitrusting rekening te houden. Als bijvoorbeeld de teelt van bloembollen wordt opgenomen in de bedrijfsopzet moet onder meer rekening worden gehouden met het beslag op arbeid en machines in bepaalde periodes, inpassing in de vruchtwisseling, het organische-stofniveau van de bodem en de financiële ruimte om de benodigde investeringen te doen.
Het PAGV en LEI-DLO hebben de afgelopen jaren gewerkt aan de ontwikkeling van een algemeen optimalisatiemodel voor akkerbouwbedrijven. Daarbij is deels voortgebouwd op modellen die sinds de zeventiger jaren zijn ontwikkeld[1]. De ontwikkeling van dit model was noodzakelijk omdat de voorgaande modellen waren verouderd qua programmeertaal en/of omdat die modellen tezeer (andere) specifieke doelen dienden om bruikbaar te zijn als algemeen hulpmiddel voor het uitvoeren van diverse soorten bedrijfseconomische studies en verkenningen.

3.2 Methodiek

Een lineair programmeringsmodel (LP-model) is een rekenmodel waarmee die combinatie van activiteiten kan worden bepaald die een optimale waarde oplevert van de doelstelling binnen de gestelde randvoorwaarden. Een lineair programme-

---

[1] Zie literatuur: Cevaal & Oving, 1978; Cevaal, 1980; Van Ast en Lalkens, 1978; Meijer en van Ast, 1982; Meijer, 1982; Cuperus, 1989; Groenwold, 1990.

ringsmodel is opgebouwd uit een aantal lineaire vergelijkingen. De modelvergelijkingen voor de randvoorwaarden en beperkingen bepalen de waarde van de activiteiten, bij de maximale waarde van de lineaire doelstellingsfunctie.
De wiskundige formulering voor een algemeen lineair programmeringsprobleem ziet er als volgt uit (Hendriks en van Beek, 1991):

$$MAX \sum_{j=1}^{n} c_j \times x_j$$

Waarvoor geldt:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} \times x_j \leq 0 \qquad (i = 1,....,m)$$

$$x_j \geq 0 \qquad (j = 1,....,n)$$

De coëfficiënt c_j geeft de waarde weer die een eenheid x_j oplevert/kost in de te maximaliseren doelstellingsfunctie. De coëfficiënt a_{ij} kwantificeert het beslag van activiteit x_j die binnen beperking i beschikbaar is.
Ter illustratie: in het akkerbouwmodel is de teelt van wintertarwe een voorbeeld van een variabele of activiteit x_j. Door het positieve saldo (c_j) kan de teelt bijdragen aan het bereiken van een maximaal te behalen netto-bedrijfsresultaat. Voor opname in het optimale plan van het model moeten bijvoorbeeld de benodigde bewerkingen per periode van het jaar kunnen worden uitgevoerd. Het beslag op de beperkte capaciteit van arbeid en machines wordt gespecificeerd met de coëfficiënt a_{ij}. Dit zijn bijvoorbeeld de taaktijden en de saldoposten.

Het ontwikkelde LP-model voor de akkerbouw maximaliseert het netto-bedrijfsresultaat, de financiële opbrengsten minus alle toegerekende en niet-toegerekende kosten van het bedrijf. Daartoe wordt een optimale combinatie gekozen van arealen gewassen, met de daarbij benodigde arbeid en een bedrijfsuitrusting (grond, gebouwen en machines).

Bij die combinatie moet zijn voldaan aan een aantal (soorten) randvoorwaarden[2]:

1. teelt- en vervolgactiviteiten;
2. beschikbare grond en bewaring van produkten;
3. de omvang van gewassen/activiteiten;
4. bemesting;
5. bewerkingen en arbeid.

Ad 1. Teelt- en vervolgactiviteiten

Alle produkten die via vervolgactiviteiten als bewaring en verdere bewerking een bestemming vinden, moeten op het bedrijf zijn voortgebracht in teeltactiviteiten. Andersom geldt ook dat alle produkten uit de teeltactiviteiten een eindbestemming (afzet) moeten vinden via vervolgactiviteiten.

Ad 2. Beschikbare grond en bewaring voor produkten

Iedere teelt- of vervolgactiviteit heeft een 'produktieruimte' nodig in de vorm van grond of een gebouw (bewaring). De activiteiten kunnen de capaciteit van die 'produktieruimte' niet te boven gaan.

Ad 3. De omvang van gewassen/activiteiten

De oppervlakte van een gewas moet binnen bepaalde absolute minimum- en maximumgrenzen blijven. Ook mag het aandeel in het bouwplan een bepaald percentage niet overschrijden, onder andere uit oogpunt van de maximale teeltfrequentie en vruchtwisseling voor een teelt of een groep van teelten, zoals voor aardappelen en rooivruchten. Het areaal aardappelen kan uit een zeker aandeel AM-resistente rassen bestaan, bijvoorbeeld uit oogpunt van bodemgezondheid of marktoverwegingen.

Verder wordt rekening gehouden met braakleggingsverplichtingen en de bijbehorende toeslagen voor gewassen die vallen onder de marktordening van de EU (snijmaïs, granen, eiwithoudende gewassen en oliehoudende gewassen).

Tenslotte zijn de inzaaimogelijkheden van gewassen als volggewas binnen het jaar,

---

[2] Zie bijlage 1 voor een nader uitgewerkt overzicht van de relaties en beperkingen in het ontwikkelde optimalisatiemodel voor de akkerbouw

zoals koolzaad, karwij, graszaad en groenbemesters afhankelijk van de voorvruchten die geteeld worden.

Ad 4. Bemesting
De gewassen moeten worden voorzien van de noodzakelijke nutriënten door een keuze uit de beschikbare meststoffen. De hoeveelheid fosfaat en stikstof uit organische mest is daarbij beperkt. Ook moet voldoende organische stof aan de bodem worden toegediend om de jaarlijkse afbraak te compenseren.

Ad 5. Bewerkingen en arbeid
Alle gewasgebonden en algemene werkzaamheden moeten volledig worden uitgevoerd. Daarbij kan worden gekozen uit verschillende combinaties van mensen en machines, rekening houdend met het aanwezige aantal ervan en de beperkte capaciteit per periode van het jaar. Mensen en werktuigen worden altijd 'geheeltallig' ingezet. Er kan eventueel gebruik worden gemaakt van een beperkte hoeveelheid losse arbeid en van loonwerk.

Uit bovenstaande opsomming blijkt dat het LP-model complexer is en een grotere hoeveelheid gegevens vraagt dan bijvoorbeeld BEA. Naast informatie over bedrijfsoppervlakte, saldoberekeningen en arbeidsbehoefte per gewas, moeten expliciet gegevens worden gekwantificeerd over onder andere inzaaimogelijkheden, vruchtwisseling, vruchtwisselingseffecten, werkmethoden en bijbehorende machines, beschikbare capaciteit van machines en levering van organische-stof door de gewassen.

3.3 Toepassingsgebied

Het ontwikkelde optimalisatiemodel voor de akkerbouw is een goed hulpmiddel bij de uitvoering van studies op bedrijfsniveau waarbij de bedrijfsvoering op een strategisch/tactisch niveau ter discussie staat. Bij ingrijpende veranderingen in de bedrijfsopzet is het steeds mogelijk met alle randvoorwaarden en onderlinge relaties gelijktij-

dig rekening te houden. Het model is daardoor bij uitstek geschikt voor het uitvoeren van 'perspectievenstudies', studies waarbij de ontwikkelingsmogelijkheden van representatieve bedrijfstypen of bedrijfssystemen worden onderzocht en beoordeeld bij verschillende scenario's.
Nieuwe activiteiten en beperkingen kunnen gemakkelijk in het bestaande basismodel worden opgenomen. Ook kunnen relatief eenvoudig andersoortige restricties aan het basismodel worden toegevoegd. Zo kan voor bepaalde studies rekening worden gehouden met milieutechnische aspecten van een bedrijfsopzet, zoals emissie (in brede zin) en totale hoeveelheid actieve stof in gewasbeschermingsmiddelen. Volstaan kan worden met het invoeren van één of enkele extra restricties waarin wordt bewaakt dat een minimum- of maximumwaarde van de betreffende nieuwe parameter op bedrijfsniveau altijd groter of kleiner is dan de som van de bijdragen van iedere teelt- of vervolgactiviteit. Het model wordt daarmee geschikt voor het doorrekenen en vergelijken van diverse teelt- en bedrijfsstrategieën onder verschillende milieutechnische randvoorwaarden.

In het model zijn de rekenregels en onderlinge verbanden expliciet gemaakt. Dit maakt het mogelijk om gevoeligheidsanalyses uit te voeren. Uit de uitkomsten van een optimale bedrijfsopzet kan worden afgeleid welke factoren het belangrijkste zijn. Door op deze factoren een gevoeligheidsanalyse uit te voeren, kan de invloed van wijzigingen in deze factoren nagegaan worden. Via de zogenaamde schaduwprijzen wordt zichtbaar wat een extra eenheid van een activiteit zou kunnen opleveren voor de doelstellingsfunctie. Ook wordt zichtbaar waar nog capaciteit onbenut is gebleven (slack). Dit kan sturend werken naar het zoeken van een beter resultaat voor de doelstellingsfunctie.
Een nadeel van de complexiteit en de expliciete regels is dat de benodigde hoeveelheid gegevens vrij omvangrijk is. De analyse van de uitkomsten kan worden bemoeilijkt door de complexiteit van het model; de omvang van een activiteit in de eindoplossing van het model wordt door vele, onderling samenhangende restricties bepaald.

Produkten en produktiemiddelen zijn niet in alle gevallen volkomen deelbaar, bijvoor-

beeld machines en arbeidskrachten. In het ontwikkelde LP-model is hiermee rekening gehouden door in die gevallen geheeltallige lineaire programmering toe te passen.

Produktieprocessen als de teelt van gewassen leggen niet gedurende eenzelfde tijdsduur beslag op grond en andere produktiemiddelen. Sommige duren langer dan een jaar, de meeste korter. Een tweejarige activiteit kan in het statisch, eenjarige model worden opgenomen door elk jaar van het betreffende gewas steeds in een combinatie met het andere te laten opnemen.
Bij een teeltduur korter dan een jaar is het mogelijk om meerdere teelten of plantingen achter elkaar te laten plaatsvinden (vollegrondsgroentegewassen). Een afbeelding in het model door vaste teeltcombinaties kan onvoldoende flexibiliteit bieden bij het uitvoeren van studies op strategisch/tactisch niveau. Dit probleem kan worden opgelost, doch het model wordt dan nogal complex. De teeltopvolging wordt in dat geval geregeld uit oogpunt van beslag op grond door interne leveringen van grond: voorvruchten leveren, elk vanaf een bepaalde periode van het jaar teeltmogelijkheden aan bepaalde andere gewassen (Van Niejenhuis en Renkema, 1989, pag. 56 e.v.). In het huidige LP-model voor de akkerbouw is het niet mogelijk om de opvolging van (kortlopende) teelten op laatstgenoemde wijze op te nemen, maar dit probleem kan opgelost worden.

Het ontwikkelde optimalisatiemodel voor de akkerbouw is een statisch éénjarig model. In zo'n model veranderen de uitkomsten en parameters niet onder invloed van de factor tijd, voorzover de tijdhorizon groter is dan een jaar; meerjarige dynamische aspecten vallen dus buiten de scope van het model (zie ook paragraaf 2.3). Het probleem van de statische verhoudingen kan worden omzeild met behulp van 'recursieve programmering'. Hierbij worden meerdere perioden onderscheiden. De resultaten uit de ene planning (jaar) zijn input voor de volgende periode (met eventueel aangepaste externe parameters per periode). Iedere periode wordt afzonderlijk geoptimaliseerd. Een andere methode is 'dynamische lineaire programmering' waarbij de meerperiodenplanning over alle perioden (jaren) heen, in onderlinge samenhang wordt uitgevoerd (Meijer, 1992). Keerzijde van deze methodieken is de

enorme uitbreiding van het model.
Het statische, eenjarige karakter van het model betekent dat alle beperkingen binnen de grenzen van een jaar moeten vallen. Meerjarige beperkingen moeten dus enigszins geweld worden aangedaan om ze in zo'n model te kunnen verwerken.
Een eerste voorbeeld is de vruchtwisseling. Op een perceel mogen bijvoorbeeld maximaal eens in de vier jaar aardappelen worden geteeld. Bij de modellering in een LP-model wordt dit veelal vertaald naar een maximum aandeel (%) dat een gewas in het bouwplan mag voorkomen, in dit geval 25%. Op zich geeft dit een correcte oplossing, maar er is hierbij geen garantie dat het bepaalde bouwplan haalbaar is qua vruchtopvolging (volgorde van de gewassen).
Eenzelfde probleem doet zich voor bij de mineralenbalans, zoals die in het huidige model is uitgewerkt. Hierbij wordt de behoefte aan mineralen geaggregeerd over het gehele bedrijf en geconfronteerd met verschillende meststoffen. De mineralenbalans kan niet worden opgesteld per perceel-gewassen combinatie, zodat rekening kan worden gehouden met een meerjarige planning op een perceel, zoals bij bouwplanbemesting. Er kan alleen rekening worden gehouden met een sluitende mineralenbalans per gewas of met een balans over alle gewassen heen. Bij de eerste oplossing kan geen bemesting worden toegepast die voor een deel ten goede komt aan het volgende gewas (bijvoorbeeld overdosering K_2O en P_2O_5 aan aardappelen bij bouwplanbemesting). Bij de laatste kan de totale meststoffencombinatie niet worden verdeeld over de individuele gewassen.
Tenslotte moeten bewerkingen die buiten de jaargrenzen vallen bij dit LP-model worden terugvertaald. In paragraaf 2.3 is hierop al uitgebreid ingegaan.

Door de gekozen opzet van het model en het planningsniveau (aggregatieniveau) is het inzicht in de uitvoering van bewerkingen beperkt. In het ontwikkelde model wordt in het algemeen alleen rekening gehouden met de afstemming van het totale aanbod en de totale behoefte per tweewekelijkse periode voor het uitvoeren van de bewerkingen; er wordt geen rekening gehouden met de afstemming per individuele arbeidskracht of machine. Daarnaast wordt voorbij gegaan aan de noodzakelijke landbouwkundige volgtijdigheid van bewerkingen binnen een periode van twee weken. Vooral bij complexe bewerkingen kan dit leiden tot een overschatting van de

mogelijkheden. Wel wordt rekening gehouden met de ondeelbaarheid van machines en arbeidskrachten (geheeltallige lineaire programmering). Tenslotte wordt geen rekening gehouden met de mate van werkbaarheid per bewerking en periode zoals dat feitelijk zou moeten. Wel kan indirect via een geringere capaciteit per werktuig rekening worden gehouden met de capaciteitsreductie die optreedt ten gevolge van onwerkbaar weer.

4. ORSPEL

4.1 Inleiding

Uitgaande van een bepaalde bedrijfsopzet met een bepaalde omvang wordt de uitvoering van veldwerkzaamheden beperkt of beïnvloed door de volgende punten:
1. afstemming van de beperkte capaciteit van arbeid en machines;
2. landbouwkundige volgtijdigheid;
3. werkbaarheid;
4. verschillen in kosten en noodzaak van de veldwerkzaamheden (Oving, 1989).

Dit heeft tot gevolg dat de samenstelling van een bedrijfseconomisch optimaal machinepark een complex onderdeel is in de bedrijfsorganisatie.
Orspel staat voor ORganisatieSPEL en is een beslissingsondersteunend systeem voor machinekeuze op akkerbouw- en loonwerkbedrijven. Het programma Orspel is ontwikkeld en geschreven in de jaren zeventig en tachtig door het Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG-DLO) te Wageningen.
Orspel ondersteunt de machinekeuze op een akkerbouwbedrijf door de werkuitvoering op tactisch/operationeel niveau te simuleren. Hierbij wordt gekeken naar het totale bedrijfsverband waarbij rekening gehouden wordt met het gehele complex van werktuigen, personen, opeenvolging van bewerkingen en werkbaarheid. Orspel kan voor die problemen worden gebruikt waarbij een afstemming moet worden gezocht tussen de capaciteit van een bedrijfsuitrusting en de omvang van diverse periodegebonden werkzaamheden.

4.2 Methodiek

Voor de simulatie worden eerst de gegevens van de huidige bedrijfsopzet geïnventariseerd. Deze gegevens omvatten de volgende punten:
- het werkaanbod (hectares, uren, stuks, enz.) en de periode waarin de bewerkin-

gen moeten worden uitgevoerd;
- machines en personeel;
- samenstelling van werkploegen. Een werkploeg is een combinatie van mensen en machines waarmee een bewerking wordt uitgevoerd (Bastiaanse en Oving, 1989);
- samenstelling werkmethoden door een koppeling van het werkaanbod met het machinepark. Per werkmethode wordt vermeld:
  * de uit te voeren bewerking;
  * de werkploeg met bijbehorende capaciteit en de werkbare uren in de periode van uitvoering;
  * overige benodigde materialen (kunstmest, gewasbeschermingsmiddelen, etc.) waarvan de kosten zijn toe te rekenen aan de werkmethode.

Door de werkuitvoering te simuleren houdt Orspel rekening met de in paragraaf 4.1 opgesomde aspecten:

Ad 1. Een individuele afstemming van arbeid en machines
Een bedrijfsuitrusting bestaat uit een aantal elementen. Dit zijn trekkers, werktuigen en arbeidskrachten. Bij het uitvoeren van bewerkingen wordt een aantal uitrustingselementen gegroepeerd tot een werkploeg. De samenstelling van een werkploeg wordt omschreven in een werkmethode. In een werkploeg moet elk uitrustingselement beschikbaar zijn, wil de bewerking uitgevoerd kunnen worden. Deze eis moet ervoor zorgen dat dezelfde perso(o)n(en) of hetzelfde werktuig niet tegelijkertijd op twee plaatsen wordt ingezet (Bastiaanse en Oving, 1989).
Voor bijvoorbeeld wintervoorploegen kunnen verschillende werkploegen samengesteld worden. Zo kan het ploegen plaatsvinden met een drie-schaar wentelploeg of met een vier-schaar wentelploeg. Ook kunnen hierbij verschillende trekkers gebruikt worden.
Voorzover de bedrijfsuitrusting het toelaat kunnen werkploegen gelijktijdig opereren. Ook kunnen soms twee of meer identieke werkploegen worden samengesteld. Hoe kleiner de bedrijfsuitrusting, hoe minder mogelijkheden om werkploegen te combineren (Oving, 1982). Dit betekent dat steeds een deel van de bedrijfsuitrusting inactief is, dus leegloop vertoont. Dit houdt in dat werkploegen elkaar kunnen uitsluiten. Op

een tweemansbedrijf sluiten alle werkploegen met twee arbeidskrachten elkaar uit. Maar ook alle combinaties van werkploegen met twee arbeidskrachten en die met *één arbeidskracht sluiten elkaar uit.*

Ad 2. Landbouwkundige volgtijdigheid

Onder landbouwkundige volgtijdigheid van bewerkingen wordt verstaan dat bewerkingen in een bepaalde landbouwkundige volgorde moeten worden uitgevoerd. Zo kan het zaaien van wintertarwe pas na het ploegen worden uitgevoerd.

Deze bewerkingen kunnen zo'n tijdsduur beslaan dat de uitvoering beperkt wordt door de beschikbare werkbare tijd. In dit geval spreekt men van een kritische keten. Capaciteitsvergroting bij een bewerking in een kritische keten geeft ook een uitbreiding aan de uitvoeringsmogelijkheden van de overige bewerkingen in die keten.

Ad 3. Werkbaarheid

De factor werkbaarheid wordt gekoppeld aan de toestand van grond, weer en gewas. De toestand van grond en gewas is voor een vrij groot deel afhankelijk van het weer, zeker als het gaat om het uitvoeren van bewerkingen in een gewas. Niet alleen het weer op het moment van uitvoering is van belang, maar ook het weer hieraan voorafgaand. Elke bewerking, in principe elke werkmethode, stelt in feite zijn eigen specifieke eisen, maar terwille van de overzichtelijkheid zijn de bewerkingen naar 'weersgevoeligheid' ingedeeld in vijf weersgevoeligheidsklassen (Kroeze en Oving, 1978). De bewerking maaidorsen is bijzonder weersgevoelig, de bewerking sorteren van aardappelen daarentegen nauwelijks of niet. Des te hoger de weersgevoeligheid, des te meer is een bewerking afhankelijk van de weersomstandigheden. Deze weersgevoeligheidsklassen komen overeen met de gebruikte werkbaarheidsklassen in Orspel.

De werkbaarheidsklassen worden cumulatief opgegeven. Dit houdt in dat klasse 2 klasse 1 omvat, klasse 3 ook klasse 2 (en dus klasse 1) enzovoort. Als voorbeeld zijn in figuur 3 de totale beschikbare uren (80 uur) als volgt verdeeld over de vijf werkbaarheidsklassen:

werkbaarheidsklasse:	kl.1	kl.2	kl.3	kl.4	kl.5
bewerking	maaidorsen	spuiten	cultivateren	ploegen	sorteren
werkbare uren:	25	38	52	68	80

Figuur 3. Cumulatieve verdeling van de beschikbare uren over de werkbaarheidsklassen.

In Orspel worden deze werkbaarheidsklassen gemanipuleerd tot 'gescheiden' klassen. In figuur 4 is hiervan een uitwerking te zien aan de hand van de cumulatieve verdeling van de beschikbare uren in figuur 3.

klasse	uren	uit te voeren bewerkingen				
5	12 (80-68)	sorteren				
4	16 (68-52)	sorteren	ploegen			
3	14 (52-38)	sorteren	ploegen	cultivateren		
2	13 (38-25)	sorteren	ploegen	cultivateren	spuiten	
1	25	sorteren	ploegen	cultivateren	spuiten	maaidorsen
totaal	80 uur					

Figuur 4. Separate verdeling van de beschikbare uren van de uit te voeren bewerkingen over de werkbaarheidsklassen.

Tussen klasse 4 en 5 zit 12 uur verschil. Dit betekent dat gedurende 12 uur alleen het sorteren van aardappelen kan plaatsvinden. Voor de andere bewerkingen zijn de omstandigheden ongeschikt. Gedurende 16 uur van klasse 4 kan zowel het sorteren als het ploegen plaatsvinden. In klasse 3 kan gedurende 14 uur zowel het sorteren, het ploegen als het cultivateren uitgevoerd worden. Zo kunnen in klasse 1 gedurende 25 uur alle genoemde bewerkingen uitgevoerd worden.
Het is dus mogelijk dat een bewerking die geen goede werkbaarheid vereist toch in klasse 1 wordt uitgevoerd, indien het uitvoeren van deze bewerking een hoge prioriteit heeft. Als voorbeeld kan genoemd worden het sorteren van aardappelen, dat geen mooi weer vereist maar toch in september uitgevoerd moet worden vanwege

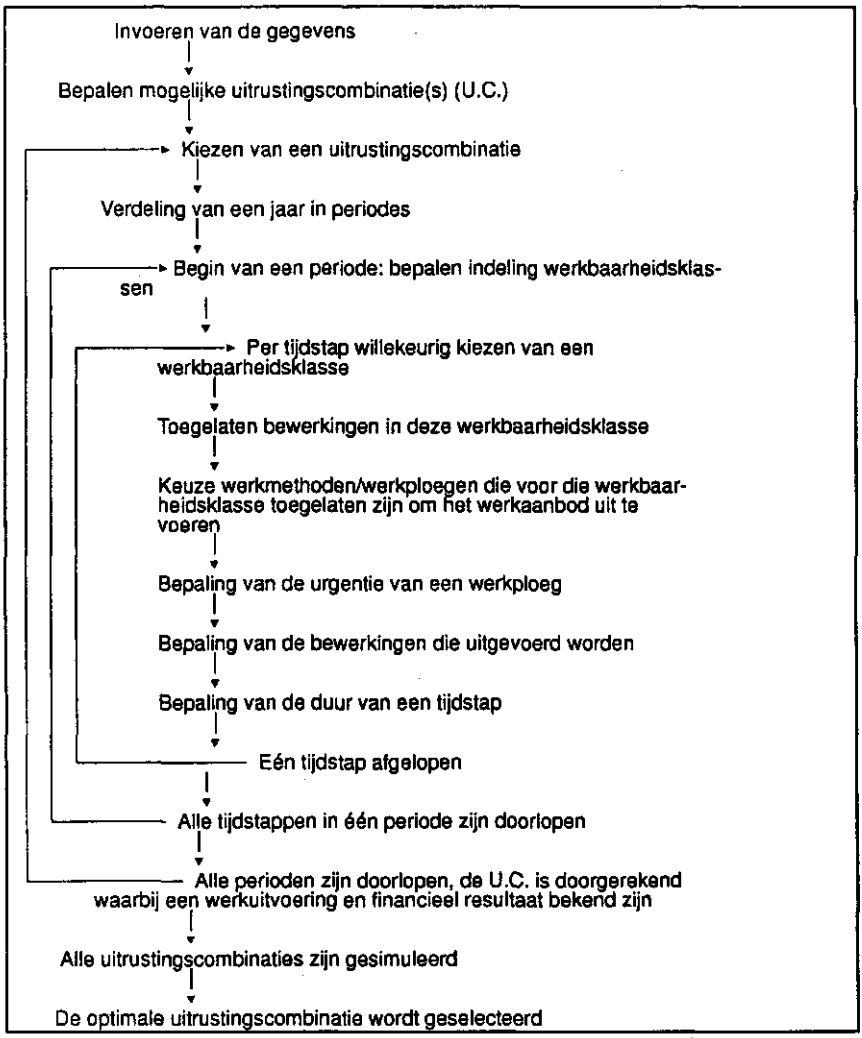
verkoop. Andersom geldt de redenering niet: een bewerking in klasse 2 kan niet in klasse 3 uitgevoerd worden.

Om de wisseling van werkbaarheid weer te geven, zoals in de praktijk ook het geval is, wordt gebruik gemaakt van een random-generator. Bij het begin van een bepaalde periode wordt een startgetal gekozen dat voor ieder run hetzelfde is. De random-generator kiest uit de werkbaarheidsklassen volgens een evenredige verdeling. Hoofdzaak is dat de interacties van de volgorde in de werkbaarheid en de volgtijdigheden in de uitvoering van bewerkingen op de juiste wijze verlopen. In dit proces kan door deze interacties bewerkingscapaciteit verloren gaan, zonder dat hier iets aan te doen is (leegloop). Wanneer een periode start met minder goede weersomstandigheden en de eerste bewerking van een keten vereist goed weer dan gaat er tijd verloren omdat de opeenvolgende bewerkingen nog niet uitgevoerd kunnen worden.

Ad 4. Kosten en noodzaak voor uitvoering van de veldwerkzaamheden
Bij de werkindeling worden werkbare tijd en bewerkingscapaciteit toegewezen aan bewerkingen. De keuze wordt bepaald door de urgentie. Dit is het verschil tussen de uitstelkosten en de variabele kosten die aan de uitvoering verbonden zijn. De variabele machinekosten behorende bij de bewerking worden berekend met behulp van het programma IMAG35 (Oving, 1987). De ondergrens van de uitstelkosten wordt in de meeste gevallen bepaald door de loonwerkkosten. Dit is als het ware het alternatief voor het zelf uitvoeren van de bewerking.
De uitvoering is echter ook gebonden aan een periode, waarin een ideaal moment wordt onderscheiden en een te laat moment. Afwijkingen leveren extra voor- of nadeel op. Soms beïnvloedt het uitstellen van een bewerking ook de inzaaimogelijkheden en tijdstip van inzaaien van een opvolgend gewas. Bijvoorbeeld wanneer het rooien van suikerbieten niet op tijd plaatsvindt zodat het zaaien van wintertarwe later plaatsvindt of in z'n geheel niet meer kan plaatsvinden. Al deze factoren kunnen in de uitstelkosten tot uitdrukking komen. De uitstelkosten worden vermeden door de bewerking op tijd uit te voeren.
Bij het bepalen van de urgentie wordt ook rekening gehouden met de volgende

bewerking in de keten, zoals het stropersen na het maaidorsen.

De kosten van de machines en werktuigen worden in Orspel berekend op basis van het aantal gebruiksuren. Voor de berekening van de machinekosten wordt gebruik gemaakt van het programma IMAG35. De berekening kan betrekking hebben op een individueel werktuig, op een combinatie van werktuigen, maar ook op een complete bedrijfsuitrusting.
Van de simulatie door Orspel is in figuur 5 een overzicht weergegeven.



Figuur 5. Overzicht van de selectie van het optimale machinepark aan de hand van een simulatie van de werkuitvoering door Orspel.

Na het invoeren van de gegevens, zoals de bewerkingen, machines en arbeid, wordt

de werkuitvoering gesimuleerd en worden de bewerkingskosten berekend.
De mogelijkheid van variatie in het aantal trekkers, trekkervermogen, aantal werktuigen, capaciteit van de werktuigen, aantal aanwezige personen of een combinatie hiervan leidt tot verschillende uitrustingscombinaties. Uit alle mogelijke uitrustingscombinaties wordt er willekeurig één gekozen. Er wordt in Orspel met periodes en tijdstappen gerekend, waarvan de grootte zelf te bepalen is. Elke periode, van bijvoorbeeld twee weken, is weer ingedeeld in tijdstappen. Wordt in de praktijk gewerkt in tijdstappen van een halve dag, dat wil zeggen ieder halve dag wordt het werk onderbroken, dan is dat de meest aan te bevelen grootte van de tijdstap voor de simulatie.
Nadat een uitrustingscombinatie is gekozen, wordt er per tijdstap volgens een evenredige verdeling een werkbaarheidsklasse gekozen, die gerelateerd is aan de werkbaarheid van de voorafgaande tijdstap. Hierbij wordt gekeken welke bewerkingen in de betreffende periode zijn toegelaten. Tevens wordt gekeken welke werkmethoden zijn toegelaten. Zo worden alle tijdstappen en alle perioden voor elke uitrustingscombinatie doorgerekend. Als eindresultaat wordt die uitrustingscombinatie gekozen die de laagste kosten heeft. Hierbij wordt inzicht gegeven in de werkuitvoering bij de gekozen uitrustingscombinatie. Knelpunten in de arbeidsorganisatie en machinecapaciteit komen zo naar voren.

4.3 Toepassingsgebied

Ook voor Orspel geldt dat het op het PAGV als een statisch éénjarig model gebruikt wordt. In principe wordt één jaar als planningshorizon aangehouden. Hierbij wordt aangesloten op hetzelfde plannings- en uitvoeringsniveau van de andere modellen. Orspel is alleen van toepassing op het gebied van arbeid en mechanisatie; er vindt geen berekening van de rendabiliteit en financiële continuïteit plaats.
De invoer bestaat uit een groot aantal gegevens, zoals omschreven in paragraaf 4.2. Voor alle bewerkingen moeten loonwerktarieven bekend zijn voor de berekening van de urgentie en moeten werkbaarheidsgegevens van de bewerkingen in het desbetreffende gebied aanwezig zijn.

Ten opzichte van BEA is Orspel inflexibel, allerlei informatie en gegevens moeten expliciet worden gemaakt en ingevuld worden in het model, anders werkt het model niet.

Orspel kan van toepassing zijn in perspectievenstudies in een situatie waarbij reeds een bouwplankeuze opgesteld is. Orspel houdt rekening met werkbaarheid en volgtijdigheid en er vindt een afstemming van vraag en aanbod van de individuele machines en arbeidskrachten plaats. Orspel zorgt voor een 'fine-tuning' van de werkorganisatie. Vooral bij de vertaling van proefveldgegevens naar praktijkniveau, waar de werkuitvoering aan verandering onderhevig is, is het van belang om inzicht te krijgen in de uitvoerbaarheid van de geplande bewerkingen.
Als zelfstandig model is Orspel te gebruiken voor de machinekeuze in een bepaalde bedrijfsopzet. Bij een opgegeven set aan bewerkingen, die uitgevoerd worden volgens bepaalde werkmethoden, selecteert Orspel het optimale machinepark (het machinepark met de laagste kosten). Hierbij worden de machinekosten berekend op basis van het aantal gebruiksuren. Het gebruik van Orspel is zinvol voor grootlandbouwbedrijven en meermansbedrijven, bedrijven die te maken hebben met een complexe arbeidsorganisatie.

5. BEOORDELING VAN DE MODELLEN

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt een beoordeling van de modellen plaats. Deze beoordeling is geordend aan de hand van de genoemde functies in tabel 1. Bij de beoordeling is gebruik gemaakt van een onderzoek waarbij een vergelijking tussen de modellen heeft plaatsgevonden. Dit onderzoek is gedeeltelijk verslagen in Smid (1995). De nadruk hierbij lag op de arbeids- en mechanisatieproblematiek: in hoeverre sluit de afstemming van de capaciteit van arbeid en mechanisatie in de modellen aan bij de capaciteitsbehoefte in de praktijk. Bij dit onderzoek zijn met name aspecten als optimalisatie, werkbaarheid, volgtijdigheid en afstemming van arbeid en machines in beschouwing genomen. Hierbij zijn de functies van de modellen vergeleken en beoordeeld. Vóór het vergelijken van de drie modellen heeft eerst een afstemming van de gegevens plaatsgevonden.
De volgende onderzoeksvragen zijn behandeld:

1. Worden er (systematisch) overschattingen gemaakt van de mogelijkheden voor de werkuitvoering bij het handmatig opstellen van een bedrijfsbegroting met BEA? Wat zijn hierbij de financiële consequenties?
2. Wat is de meerwaarde van het LP-model ten opzichte van een handmatig uitgebalanceerde bedrijfsopzet met BEA?
3. Zijn er overschattingen op het gebied van de werkuitvoering bij een berekening door het LP-model?
4. In hoeverre heeft Orspel een meerwaarde en is het toepasbaar in het bedrijfseconomisch onderzoek op het PAGV?

Daarnaast is aandacht besteed aan het gebruik van de modellen, met name aan de vraag of de uitkomsten eenvoudig herleid kunnen worden. Ook is ingegaan op aspecten als het gebruiksgemak, de benodigde rekentijd en het invoeren van gegevens.

Voor dit onderzoek is een drietal bedrijfsopzetten uit het Noordelijk kleigebied doorgerekend, die ontleend zijn aan Krikke en Bos (1994).

5.2 Vergelijking van de modellen

Voor de overzichtelijkheid zijn de aspecten van de berekening van de rendabiliteit en financiële continuïteit samengevoegd, evenals de bepaling van de bedrijfsgrootte en het teeltplan. Behalve de aspecten uit tabel 1 wordt aan het eind van deze paragraaf ingegaan op het gebruik van de modellen.

5.2.1 Berekening rendabiliteit en financiële continuïteit

Het weergeven van de rendabiliteit heeft tot doel om inzicht te verschaffen in de winstgevendheid van het bedrijf. De winst of het netto-bedrijfsresultaat wordt afgeleid uit het verschil tussen opbrengsten en kosten die zijn gemaakt over een vooraf vastgestelde periode (Janssens en Krikke, 1989). De rendabiliteit is een belangrijk criterium in het bedrijfseconomisch onderzoek.
Een inschatting van de financiële continuïteit en financiële haalbaarheid is essentieel in de beoordeling van praktische situaties waarvoor grote investeringen nodig zijn. Aangezien de economische studies niet gericht zijn op individuele bedrijfsadvisering is de liquiditeitsbegroting, die vooral is bedoeld voor individuele bedrijfsadvisering, niet van primair belang voor het onderzoek.
In BEA vindt zowel een berekening plaats van de rendabiliteit als een berekening van de financiële continuïteit.
Orspel richt zich op de afstemming van arbeid en mechanisatie en is geen bedrijfsmodel. In Orspel worden daarom ook geen rendabiliteit en financiële continuïteit berekend.
In het LP-model wordt het netto-bedrijfsresultaat gemaximaliseerd bij een optimale inzet van grond, arbeid, mechanisatie en overige bedrijfsuitrusting. In het LP-model wordt geen financiële continuïteit berekend.

5.2.2 *Bepalen bedrijfsgrootte en vaststellen teeltplan*

Zowel in BEA als Orspel wordt voorafgaand aan de berekening de bedrijfsgrootte vastgesteld. In het LP-model kan tijdens de optimalisatie de optimale bedrijfsgrootte worden bepaald, binnen de van te voren opgegeven grenzen. Bij deze optimalisatie kan een afname aan schaalvoordelen naar voren komen als gevolg van een gebrek aan beschikbare arbeid en machinecapaciteit (Smid, 1995). Dit aspect komt niet in BEA en Orspel naar voren en geeft dus een meerwaarde aan van het LP-model ten opzichte van BEA en Orspel.

In BEA wordt, voorafgaand aan een berekening van de bedrijfsbegroting, het bouwplan samengesteld. Hiermee is het teeltplan een vast gegeven bij de berekening van de bedrijfsbegroting. Hetzelfde geldt voor Orspel. Ook hier wordt voorafgaand aan de simulatie het bouwplan samengesteld. In het LP-model wordt het bouwplan door het model samengesteld, waarbij het model een keuze maakt uit de verschillende op te nemen gewassen. Deze keuze ligt binnen de grenzen van op te nemen gewassen. Voorafgaand aan een optimalisatie wordt aangegeven welke gewassen in het bouwplan mogen voorkomen.
Bij een optimalisatie door het LP-model kunnen alternatieve gewassen in het bouwplan worden opgenomen of verdwijnen. In het onderzoek bleek dat in veel gevallen een groenbemester verdween, omdat gebruik gemaakt werd van organische mest. Ook varieerden in een aantal gevallen de arealen van gewassen. Zo werd de omvang van wintertarwe beperkt door de capaciteit van de maaidorser, waardoor naast wintertarwe meer wintergerst werd opgenomen. Op deze manier werd de oogstperiode meer gespreid, waardoor de capaciteit van machines en arbeid beter kon worden benut. De keuze van een bepaald gewas is afhankelijk van:

- het saldo (financiële opbrengst minus toegerekende kosten);
- de arbeidsbehoefte in uren en de verdeling van benodigde vaste en losse arbeid;
- beschikbare capaciteit van machines, werktuigen, gebouwen en arbeid;
- levering van organische stof;
- vruchtwisselingsbeperkingen.

De invloed van deze aspecten kan vooraf niet worden ingeschat en zodoende kan

het optimale plan niet van te voren bepaald worden. Dit geeft ook de meerwaarde aan van het LP-model: een simultane optimalisatie van het produktieplan, grond, arbeid, machines en werktuigen en overige bedrijfsuitrusting.

5.2.3 *Vaststellen arbeidsbehoefte en arbeidsorganisatie*

In BEA vindt een afstemming plaats van de totale arbeidsbehoefte op het totale aanbod. In Orspel daarentegen vindt een afstemming plaats van de vraag en het aanbod per individuele machine en arbeidskracht. In het volgende voorbeeld worden de consequenties hiervan zichtbaar.

Tabel 2. Afstemming van arbeid en machines op verschillende aggregatieniveaus, geïllustreerd aan de hand van een voorbeeldwerkwijze in BEA en ORSPEL (in mensuren).

pootklaar maken : 1 persoon nodig, 60 uur
poten : 2 personen, 40 uur per persoon; de werktijd is 40 uur, de taaktijd 2 * 40 = 80 uur
beschikbaar : 80 uur om te kunnen werken, 2 personen aanwezig

	BEA	ORSPEL	
		persoon 1	persoon 2
pootklaar maken	60	60	
poten	80	40	40
totaal nodig	140	100	40
aanbod	160	80	80
overschot	+20	-20	+40

Opgemerkt moet worden dat het LP-model niet in dit voorbeeld is meegenomen. Voor de zelfrijdende werktuigen vindt in het LP-model een afstemming van het aanbod op de behoefte plaats per individueel werktuig, terwijl voor de overige werktuigen een afstemming van de totale behoefte op het totale aanbod plaatsvindt. In tabel 2 bevindt het LP-model zich dus ergens tussen BEA en Orspel.
Uit tabel 2 valt het volgende af te leiden. In BEA bedraagt het arbeidsaanbod 80 uur per periode per persoon. Voor twee personen is het aanbod 160 mensuren. Er zijn

in totaal 140 mensuren nodig, dus de twee bewerkingen kunnen volgens BEA allebei uitgevoerd worden.
In Orspel wordt uitgegaan van totaal 80 beschikbare uren per periode. Persoon 1 komt 20 uur tekort voor het uitvoeren van de werkzaamheden, terwijl persoon 2 nog 40 uren beschikbaar heeft. Uit tabel 2 komt naar voren dat het pootklaar maken volledig uitgevoerd kan worden en het poten slechts voor 50% uitgevoerd kan worden wegens een beperkte beschikbaarheid van machines en arbeid. In de vergelijkende studie van Smid (1995) wordt deze overschatting door BEA voor een bedrijfsopzet gekwantificeerd. Hier bleek de overschatting een wezenlijke invloed te hebben op de praktische mogelijkheden in bedrijfsverband. In de praktijk zou de doorgerekende opzet in BEA kunnen leiden tot extra kosten voor bijvoorbeeld loonwerk ten gevolge van de overschatting.
Een tweede oorzaak van de overschatting is de landbouwkundige volgtijdigheid. Als gevolg van de landbouwkundige volgtijdigheid kan de uitvoering van de bewerkingen per periode aanzienlijk verschillen. Dit komt ook in tabel 2 naar voren, waar het poten pas na het pootklaar maken kan plaatsvinden.
Een derde oorzaak van de overschatting is de werkbaarheid. In zowel BEA als het LP-model wordt geen rekening gehouden met werkbaarheid. In Orspel worden bewerkingen ingedeeld in werkbaarheidsklassen. De natuurlijke wisseling in werkbaarheid, waarmee de ondernemer ook te maken heeft, wordt nagebootst door gebruik te maken van een random-generator. Op deze manier worden de verschillen in werkbaarheid als gevolg van weersomstandigheden gesimuleerd. Dit aspect komt niet in tabel 2 naar voren maar blijkt wel degelijk een duidelijke overschatting van de praktische mogelijkheden tot gevolg te hebben. In BEA en het LP-model worden meer bewerkingen uitgevoerd dan volgens Orspel mogelijk is. Dit speelt met name bij bewerkingen die hoge eisen stellen aan weers- en bodemomstandigheden (Smid, 1995).

5.2.4 Bepalen benodigde mechanisatie

De benodigde mechanisatie wordt in BEA reeds voorafgaand aan de berekening van de bedrijfsbegroting vastgelegd. In het LP-model en Orspel kan door de modellen zelf een keuze gemaakt worden uit de opgegeven machines en werktuigen. De

keuze van machines en werktuigen wordt enerzijds bepaald door de gewassen in het bouwplan met bijbehorende bewerkingen en anderzijds door de te gebruiken werkmethoden, waarbij ook een afweging gemaakt wordt tussen het uitvoeren van een bewerking in eigen mechanisatie of in loonwerk.
Naast een verschil in het bepalen van de benodigde mechanisatie is er ook nog een duidelijk onderscheid in de berekening van de machinekosten. Dit levert de volgende verschillen op, met name voor de afschrijvingskosten en de onderhoudskosten:

- in BEA en LP worden de afschrijvings- en onderhoudskosten berekend op basis van een van tevoren ingeschatte gebruiksintensiteit. In Orspel worden deze kosten berekend op basis van het aantal gebruiksuren resulterend uit de simulatie. De op een standaard gebruik gebaseerde benadering in BEA zal daardoor bij kleinere bedrijven vaak tot een overschatting van de kosten leiden en bij grotere bedrijven tot onderschattingen;
- Orspel houdt rekening met het feit dat de onderhoudskosten van een produktiemiddel toenemen naarmate de leeftijd vordert. In BEA en het LP-model wordt hiermee geen rekening gehouden;
- de brandstofkosten worden in BEA berekend in de vorm van een forfaitair bedrag per ha. In Orspel en het LP-model worden de brandstofkosten berekend op basis van het aantal gebruiksuren.

De berekening van de werktuigkosten in Orspel is weliswaar bewerkelijker doch ook correcter dan in BEA en het LP-model.

5.2.5 *Gebruik van de modellen*

Bij het weergeven van de functies in tabel 1 is niet ingegaan op het gebruiksgemak en de hoeveelheid in te voeren gegevens.
In BEA moet een groot aantal gegevens ingevoerd worden van de huidige en geplande bedrijfsopzet (zie ook paragraaf 2.2).
Ten opzichte van BEA en Orspel moeten in het LP-model de meeste gegevens ingevuld worden. Ook hier hebben deze gegevens betrekking op de gehele bedrijfsopzet. In vergelijking met BEA moeten meer gegevens gekwantificeerd worden met betrekking tot de inzaaimogelijkheden van volggewassen, vruchtwisseling, bemes-

ting en werkmethoden (zie ook paragraaf 3.2).
Voor Orspel moet ook een groot aantal gegevens ingevuld worden dat zich alleen richt op de arbeid en mechanisatie (zie ook paragraaf 4.2). Gedetailleerde gegevens over werkmethoden met betrekking tot de te gebruiken machines en werktuigen en de werkbaarheidsklassen waarin de bewerkingen worden uitgevoerd. Voor de machines en werktuigen vindt een berekening van de machinekosten plaats op basis van het aantal gebruiksuren. Dit vraagt ook om meer specifieke gegevens hieromtrent, zoals voor tweedehands aangeschafte machines de leeftijd bij aanschaf en cumulatieve gebruiksuren bij aanschaf. Gegevens zoals fysieke opbrengsten en prijzen, bemesting, etc. zijn bij Orspel niet van belang, aangezien Orspel zich richt op de werkorganisatie.
Ook vindt er in Orspel, in vergelijking met BEA en het LP-model, veel dubbele invoer van gegevens plaats. Tevens is de praktische aansluiting van Orspel op BEA en het LP-model onvoldoende. In geval van een 'fine-tuning' van de werkorganisatie van een bedrijfsopzet met Orspel zal alles opnieuw moeten worden ingevoerd.

5.3 Conclusies

In dit onderzoek zijn drie beschikbare hulpmiddelen, BEA, het LP-model en Orspel, beschreven en vergeleken. Uit de beschrijving van de modellen komt naar voren dat alle drie modellen statische, eenjarige modellen zijn. Bij de in tabel 1 weergegeven relatie tussen de relevante functies van rekenmodellen voor het bedrijfseconomisch onderzoek en de beschikbare hulpmiddelen blijkt dat naast een belangrijke overlap er toch ook duidelijk verschillen zijn ten aanzien van het werkgebied, de doelstelling en de methodiek.

Uitgaande van een gegeven bedrijfsopzet richt BEA zich met name op de rendabiliteit en de financiële continuïteit. Deze modelfuncties zijn essentieel voor het bedrijfseconomisch onderzoek. Het LP-model berekent een optimale rendabiliteit waarbij de gehele bedrijfsopzet ter discussie staat. Hierbij wordt de financiële continuïteit niet berekend. Orspel berekent geen rendabiliteit en financiële continuïteit.

In Orspel en BEA worden de bedrijfsgrootte en het teeltplan voorafgaand aan de berekening opgesteld en vormen een vast gegeven.
In het LP-model staan de bedrijfsgrootte en het teeltplan niet vast. Tijdens de optimalisatie worden de optimale bedrijfsgrootte en het optimale teeltplan bepaald binnen de van te voren opgegeven grenzen. Zo komen afnemende schaalvoordelen naar voren als gevolg van een gebrek aan beschikbare arbeid en machinecapaciteit. Ook kunnen alternatieve gewassen in het bouwplan worden opgenomen of verdwijnen er gewassen uit het bouwplan.

Op het gebied van arbeidsbehoefte en -organisatie is Orspel zeer verfijnd. Orspel zorgt voor een 'fine-tuning' van de werkorganisatie. In Orspel vindt een afstemming plaats van de vraag en aanbod naar arbeid per individuele machine en arbeidskracht. Hierbij wordt door het model rekening gehouden met werkbaarheid en landbouwkundige volgtijdigheid. In het LP-model vindt er een afstemming plaats van de totale behoefte op het totale aanbod. Een uitzondering hierop vormen de trekkers en arbeidskrachten. Met landbouwkundige volgtijdigheid en werkbaarheid wordt door het LP-model geen rekening gehouden.
In BEA vindt een afstemming plaats van de totale vraag op de totale behoefte aan arbeid. Ook hier wordt door BEA geen rekening gehouden met landbouwkundige volgtijdigheid en werkbaarheid. Zowel voor het LP-model als BEA heeft dit in een aantal gevallen financiële gevolgen. In de praktijk kunnen doorgerekende bedrijfsopzetten met BEA of het LP-model leiden tot extra kosten voor bijvoorbeeld loonwerk ten gevolge van de overschatting. Deze extra kosten kunnen ook weer gevolgen hebben voor de rendabiliteit. De overschatting wordt veroorzaakt doordat geen rekening wordt gehouden met landbouwkundige volgtijdigheid en werkbaarheid en het aggregatie-niveau van de werkorganisatie.

De keuze van machines en werktuigen wordt in Orspel bepaald door de uit te voeren bewerkingen en de te gebruiken werkmethoden, waarbij een afweging gemaakt wordt tussen het uitvoeren van de bewerkingen met eigen mechanisatie of in loonwerk op basis van de urgentie. De kosten van machines en werktuigen worden berekend aan de hand van het aantal gebruiksuren per jaar dat tijdens de simulatie

berekend wordt. Voor de mechanisatie in het LP-model geldt hetzelfde als bij Orspel. De keuze voor het uitvoeren van bewerkingen met eigen mechanisatie of in loonwerk vindt plaats op basis van de loonwerkkosten. De kosten voor machines en werktuigen worden bepaald aan de hand van een van te voren ingeschatte gebruiksintensiteit.
In BEA wordt de keuze van machines en werktuigen bepaald door de gebruiker en niet door het model, ook hier worden de kosten voor machines en werktuigen bepaald aan de hand van een van te voren ingeschatte gebruiksintensiteit. De op deze standaard gebaseerde benadering in BEA en het LP-model leidt bij kleinere bedrijven vaak tot een overschatting en bij grotere bedrijven tot een onderschatting van de kosten voor machines en werktuigen.

Bij de weergegeven functies in tabel 1 is het gebruiksgemak niet genoemd. Toch geeft dit aspect verschillen tussen de drie modellen. Voor BEA en het LP-model moeten gegevens van de gehele bedrijfsopzet ingevuld worden, waarbij in het LP-model gegevens met betrekking tot vruchtwisseling, bemesting, etc. nog verder gekwantificeerd moeten worden ten opzichte van BEA. Orspel daarentegen heeft alleen zeer gedetailleerde gegevens nodig met betrekking tot arbeid en mechanisatie. Het LP-model heeft de meeste gegevens nodig, BEA en Orspel minder, waarbij in Orspel veel gegevens dubbel ingevoerd moeten worden.

Het bedrijfseconomisch onderzoek op het PAGV richt zich op het bedrijfsontwikkelingsonderzoek en economische evaluaties. BEA, het LP-model en Orspel kan op basis van deze tweedeling als volgt worden gebruikt:
- bij bedrijfseconomische evaluaties is BEA geschikt, aangezien hier optimalisatie en simulatie van de werkuitvoering niet noodzakelijk zijn;
- bij perspectievenstudies is het LP-model gewenst aangezien hier sprake is van een groot aantal fundamentele keuzen en de gehele bedrijfsopzet ter discussie staat;
- bij het gebruik van het LP-model is controle van de werkuitvoering en eventuele 'fine-tuning' met Orspel nodig. BEA kan zelfstandig gebruikt worden, de gebruiker houdt zelf rekening met werkbaarheid, volgtijdigheid en afstemming van arbeid en machines door de saldo- en arbeidsbegroting met gezond boerenverstand in te

vullen. In het LP-model is dit niet meer mogelijk aangezien het model te complex is;
- het huidige Orspel zal in bestaande en geplande projecten in het bedrijfsontwikkelingsonderzoek niet als zelfstandig model gebruikt worden maar heeft juist een meerwaarde in combinatie met het LP-model.

Aanbevolen wordt de berekening van onderhouds- en afschrijvingskosten voor werktuigen uit Orspel over te nemen in BEA en het LP-model. Hiernaast lijkt het zinvol van de optimale LP-uitkomst de werkuitvoering te simuleren om zo de overschatting te corrigeren. In principe zou Orspel hiervoor gebruikt kunnen worden. De praktische bruikbaarheid hierbij zal vergroot worden als de gegevensinvoer eenvoudiger en gebruiksvriendelijker plaatsvindt zodat de uitkomsten van het LP-model als invoer voor de simulatie gebruikt kunnen worden.

6. LITERATUURLIJST

Ast, K.J. van en R.H. Lalkens (1978). Economische perspectieven van de teelt van groentegewassen op akkerbouwbedrijven, LEI-DLO, publikatie nr. 3.81.

Ast, K.J. van en B.J.M. Meijer (1982). Economische aspecten van de pootaardappelteelt, LEI-DLO, publikatie nr. 3.118.

Ast, K.J. van en B.J.M. Meijer (1982). Perspectieven van akkerbouwbedrijven op lichte en droogtegevoelige gronden, LEI-DLO, publikatie nr. 3.114.

Bastiaanse, C.H.M., en R.K. Oving (1989), Systeem voor werktuigkeuze voor akkerbouwbedrijven en loonwerkers, Landbouwmechanisatie nr. 9, p. 61-65.

Bos, A., S.R.M. Janssens en A.T. Krikke (1992). Analyse van de economische resultaten. In: themaboekje bedrijfssystemen voor een akkerbouw met toekomst, p.126-181. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Themaboekje nr.14, 207 p.

Cevaal, P.K. (1980). Resultaten met geautomatiseerde bedrijfseconomische advisering van een 36-tal akkerbouwbedrijven, in: Bedrijfsontwikkeling 11, 3 maart, p. 315-318.

Cevaal, P.K. en R.K. Oving (1978). Toepassing van gemengd geheeltallige lineaire programmering als planningsmethode in de akkerbouw, rapport nr. 20, PAGV, Lelystad.

Cuperus, S. (1989). Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in de Veenkoloniën, verslag nr. 92, PAGV, Lelystad.

Elhorst, J.P., M.J.G. van Onna en J.H.M. Wijnands (1994). De (on)mogelijkheden van mathematische programmering in het landbouw-economisch onderzoek, Methodische Notities 1, LEI, mededeling 506.

Groenwold J.G. (1990). Het effect van grondontsmetting en organische bemesting op het bouwplan in de Veenkoloniën, onderzoeksverslag no. 59, LEI, Den Haag.

Hendriks, Th.H.B. en P. van Beek (1991). Optimaliseringstechnieken, principes en toepassingen. Bohn Stafleu Van Loghum bv, Houten, derde druk, 350 blz.

Hofmeester, Y., A. Bos, F.G. Wijnands, A.T. Krikke en B.J.M. Meijer (1995). Bedrijfssystemen-onderzoek Borgerswold 1986-1990. PAGV, Lelystad, verslag nr. 204, 212 p.

Huiskamp, Th. en S. Zwanepol (1995). Werkplan 1995 van het PAGV en de daarmee verbonden Regionale Onderzoek Centra. PAGV, Lelystad, publikatie nr. 76, 181 p.

Janssens, S.R.M. en A.T. Krikke (1989). Bedrijfseconomisch advies, achtergrondinformatie bij de spreadsheettoepassingen voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond. PAGV, Lelystad, 126 p.

Krikke, A.T. en A. Bos (1993). Bedrijfseconomische beoordeling van onkruidbestrijdingsstrategieën. In: themaboekje duurzame onkruidbestrijding, p. 69-88. PAGV, Lelystad, Themaboekje nr. 15, 99 p.

Krikke, A.T. en A. Bos (1994). Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in het Noordelijk kleigebied. PAGV, Lelystad, verslag nr. 174, 256 p.

Lint, M.M. de en G. van de Werken (1992). Verantwoording van de methode voor het berekenen van taaktijden van bewerkingsketens bij veldwerkzaamheden, Wageningen, IMAG-DLO, Nota 92-25, niet gepubliceerd.

Meijer, B.J.M. (1982). Stamselectie, een bedrijfseconomische benadering, LEI-DLO, publikatie nr. 3.124.

Netjes, A en A. Bos (1996). Lichtere bouwvoor omstreden. Oogst nr. 4.

Niejenhuis, J. van en J.A. Renkema (1989). De opbouw van modellen ten behoeve van mathematische programmering van agrarische bedrijven, Wageningse economische studies no. 15, LUW, Wageningen.

Oving, R.K. (1989). Farm machinery selection. In: Vincent, A. Dodd and Patrick M. Grare (eds.), Agricultural and Food Engineering Deparment, University College Dublin. A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield/1989. Proceedings of the eleventh International Congress on Agricultural Engineering, Dublin, p. 2653-2659.

Oving, R.K. (1987). Handleiding voor het gebruik van het programma IMAG35 voor microcomputers, 21 p., IMAG-DLO, Wageningen, niet gepubliceerd.

Oving, R.K. (1982). Werkindeling en werktuigkeuze een organisatiespel, Landbouwkundig tijdschrift/pt 94, p. 410-413.

Smid, J. (1995). Een vergelijking van het BEA-spreadsheet (PAGV), het LP-model akkerbouw (PAGV) en het simulatiemodel Orspel (IMAG-DLO), afstudeerscriptie landbouwtechniek, vakgroep Agrotechniek en -fysica, 131 p., Landbouwuniversiteit Wageningen.

Zijlstra, J. (1993). Bedrijfsplanning met behulp van het bedrijfseconomisch advies. Instructie voor het opstellen van een bedrijfseconomisch advies voor rundvee-, schapen- en geitenbedrijven. IKC-RSP, Lelystad, 80 p.

Bijlage 1. Restricties in het LP-model

De wiskundige formulering voor een algemeen lineair programmeringsprobleem ziet er als volgt uit (Hendriks en van Beek, 1991):

$$MAX \sum_{j=1}^{n} c_j \times x_j$$

Waarvoor geldt:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} \times x_j \leq 0 \qquad (i = 1,....,m)$$

$$x_j \geq 0 \qquad (j = 1,....,n)$$

De coëfficiënt c_j geeft de waarde weer die een eenheid x_j oplevert/kost in de te maximaliseren doelstellingsfunctie. De coëfficiënt a_{ij} kwantificeert het beslag van activiteit x_j die binnen beperking i beschikbaar is.
De parameters c_j en a_{ij} van de modelvergelijkingen worden ingevuld met gegevens uit de dataset.
Een lineair programmeringsmodel kan worden omschreven als een geschematiseerde wiskundige voorstelling van de werkelijkheid, waarbij 3 belangrijke elementen aanwezig zijn, namelijk:

1. de **doelstelling** (van de ondernemer) die moet worden gemaximaliseerd of geminimaliseerd;
2. de **activiteiten** of processen waarmee de doelstelling verwezenlijkt kan worden;
3. de **beperkingen** waaraan de uitvoering van de activiteiten onderworpen is.

In de meest elementaire vorm ziet een LP-model er als volgt uit:

beperkingen (B)	activiteiten (A)		voorraad
B_x	c_{1x}	c_{2x}	$<= Z_x$
B_y	c_{1y}	c_{2y}	$<= Z_y$
maximaliseer	W_1	W_2	

doelfunctie

Er kunnen twee activiteiten worden uitgevoerd, A_1 en A_2, bijvoorbeeld de teelt van consumptie-aardappelen (A_1) en pootaardappelen (A_2). De indices met waarde $_1$ en $_2$ worden gebruikt om onderscheid te maken in het model tussen de individuele activiteiten van dezelfde soort.

Het opnemen van elke activiteit heeft gevolgen voor de waarde van de doelfunctie. Het opnemen van één eenheid van activiteit A_1 levert W_1 eenheden in de doelfunctie (bijvoorbeeld saldo).

Tegelijkertijd vraagt uitvoering van activiteit A_1 c_{1x} eenheden van beperking B_x en c_{1y} eenheden van beperking B_y, bijvoorbeeld van de capaciteit van een trekker (B_x) en een veldspuit (B_y). De indices $_x$ en $_y$ dienen dus om elementen van eenzelfde soort in het model (i.c. werktuigen) te onderscheiden.

Het opnemen van één eenheid van activiteit A_2 levert W_2 eenheden (in de doelfunctie) en vraagt c_{2x} eenheden van beperking B_x en c_{2y} eenheden van beperking B_y (dus ook voor de teelt van gewas A_2 zijn de beperkte capaciteit van de trekker en de veldspuit van belang).

De c's in deze opzet dragen als index de letter van de activiteit ($_1$ en $_2$) en die van de beperking waarop ze betrekking hebben ($_x$ en $_y$). Deze c's worden coëfficiënten genoemd en zouden in het voorbeeld betrekking kunnen hebben op de benodigde tijd (uren) van de trekker en de veldspuit voor de teelt van de twee gewassen.

Van beperking B_x zijn Z_x eenheden voorradig, van beperking B_y zijn Z_y eenheden voorradig. Het opnemen van een activiteit maakt aanspraak op deze voorraden.

Het algoritme van het lineair programmeringsmodel zal een zodanige combinatie van activiteiten kiezen dat de doelstellingsfunctie (bijvoorbeeld maximaliseer het netto-bedrijfsresultaat) wordt bereikt, rekening houdend met de beperkingen (bijvoorbeeld capaciteit van grond, arbeid en machines).
De beperkingen oftewel de restricties in het LP-model worden hieronder uitgelegd en opgesomd aan de hand van een omschrijving en een wiskundige formulering.

1. TEELT- EN VERVOLGACTIVITEITEN

A. Omschrijving

Iedere teeltactiviteit M levert een produkt C op. De opbrengst per hectare af land (KOPP(M,C,1)) wordt vermenigvuldigd met de totale oppervlakte per teeltactiviteit M en frequentie T (PROD(M,T) voor $1 \leq M \leq 50$), waarbij voor aardappelen en suikerbieten rekening gehouden wordt met frequentie-effecten (FRQEFF(M,T)). De totale opbrengst af land wordt direct of na bewaring (KOPP(M,C,2)) afgezet via vervolgactiviteiten (PROD(M,T) voor $51 \leq M \leq 200$).

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{M=1}^{50} \sum_{T=1}^{TMAX} KOPP(M,C,1) \times \frac{FRQEFF(M,T)}{100} \times PROD(M,T) - \sum_{M=51}^{200} \sum_{T=1}^{TMAX} \frac{KOPP(M,C,2)}{100} \times PROD(M,T) = 0 \qquad (3)$$

2. BEDRIJFSBEPERKINGEN

2.1 Bedrijfsoppervlakte

A. Omschrijving

Het totaal areaal aan grond (GROND(K)), gesommeerd over de eigendomsvormen K moet minimaal gelijk zijn aan de som van de teeltactiviteiten (PROD(M,T)).

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{K=1}^{KMAX} GROND(K) - \sum_{M=1}^{MMAX} \sum_{T=1}^{TMAX} PROD(M,T) \geq 0 \qquad (4)$$

2.2 Bewaring van produkten

A. Omschrijving

De benutte capaciteit (CAPA (L)) per bewaarplaats L kan gevuld worden met de produkten van de vervolgactiviteiten (PROD(M,T)). In BESLAG(M,L) worden de voortgebrachte produkten door de teeltactiviteiten, waarbij de eenheid tonnen is, omgerekend naar eenheden van de vervolgactiviteiten (tonnen of m^2).

Daarnaast kan er in een bewaarplaats L nog enige ruimte nodig zijn (RUIMTE(L)) voor de verwerking van produkten (zoals de verwerking van vervolgactiviteiten).

B. Wiskundige formulering

$$CAPA(L) - \sum_{M=51}^{200} \sum_{T=1}^{TMAX} BESLAG(M,L) \times PROD(M,T) - RUIMTE(L) \geq 0 \qquad (5)$$

3 BEPERKING VAN DE GEWASSEN

3.1 Begrenzing teeltactiviteiten

A. Omschrijving

Voor iedere teeltactiviteit geldt dat het areaal (gesommeerd over de teeltfrequenties van de activiteiten) ligt tussen de opgegeven bovengrens (GWOPP(M,2)) en ondergrens (GWOPP(M,1)).

B. Wiskundige formulering

$$GWOPP(M,1) \leq \sum_{T=1}^{TMAX} PROD(M,T) \leq GWOPP(M,2) \qquad (6)$$

3.2 Rotatiebeperkingen

In het model zijn drie typen rotatiebeperkingen te onderscheiden:

1. enkelvoudige beperkingen (= per teeltactiviteit). De oppervlakte van ieder afzonderlijk teeltactiviteit wordt beperkt door een maximum aandeel in het bouwplan;
2. groepsbeperkingen (= meerdere teeltactiviteiten);
3. teeltfrequentiebeperkingen. Hiermee worden de beperkingen bedoeld die betrekking hebben op de omvang van teeltactiviteiten waarvoor meerdere teeltfrequenties mogelijk zijn, zoals bijvoorbeeld aardappelen met een 1 op 3 teelt of een 1 op 4 teelt.

De rotatiebeperking zoals die vermeld is onder punt 1 is reeds onder punt 3.1 besproken. Hierin wordt per teeltactiviteit een boven- en ondergrens opgegeven.

Ad 2. Groepsbeperkingen.

A. Omschrijving

Voor de groepsbeperking (type 2) geldt: van elke teeltactiviteit (PROD(M,T)) wordt de indeling in vruchtwisselingsgroep(en) (GEWGRP(M,R)) bepaald waarmee via de beperking van teeltfrequenties van de vruchtwisselingsgroepen (ROTAT(R,A)) het maximale aandeel van het areaal (OPPER) berekend wordt. De beperking van teeltfrequenties van de vruchtwisselingsgroepen is het quotiënt van ROTAT(R,1) en ROTAT(R,2). Als voorbeeld voor een aardappelteelt met een maximum aandeel van 33% wordt dit weergegeven in het quotiënt van ROTAT(R,1) en ROTAT(R,2) met een waarde van 3, wat dus overeenkomt met een maximum aandeel voor aardappelen van 1/3 in het totale bedrijfsoppervlakte.

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{M=1}^{MMAX} \sum_{T=1}^{TMAX} GEWGRP(M,R) \times \frac{ROTAT(R,2)}{ROTAT(R,1)} \times PROD(M,T) - OPPER \leq 0 \qquad (7)$$

Ad 3. Teeltfrequentiebeperkingen.

A. Omschrijving

Voor de teeltfrequentiebeperkingen (type 3) geldt: voor de teeltactiviteiten aardap-

pelen en suikerbieten (PROD(M,T)) wordt de indeling in vruchtwisselingsgroep(en) (GEWGRP(M,R)) bepaald waarmee via de mogelijke (en toegestane) teeltfrequenties (ROTFRQ(M,T)) het maximale aandeel van het areaal (OPPER) bepaald wordt.

B. Wiskundige formulering.

$$\sum_{M=1}^{MMAX} \sum_{T=1}^{TMAX} GEWGRP(M,R) \times ROTFRQ(M,T) \times PROD(M,T) - OPPER \leq 0 \qquad (8)$$

3.3 Rotatiebeperkingen met betrekking tot de problematiek van aardappelmoeheid

A. Omschrijving

Per teeltfrequentie (T) en vruchtwisselingsgroep (GEWGRP(M,R)) wordt het areaal consumptie- en pootaardappelen bepaald (PROD(M,T)). Met dit areaal wordt het minimale en maximale areaal resistente aardappelrassen berekend. Het minimale aandeel resistente rassen wordt bepaald, afhankelijk van de teeltactiviteit (M) en teeltfrequentie (T), als het quotiënt van AMAAND(M,T,2) en AMAAND(M,T,1). Het maximale aandeel resistente rassen wordt bepaald, afhankelijk van de teeltactiviteit (M) en teeltfrequentie (T), als het quotiënt van AMAAND(M,T,4) en AMAAND(M,T,3).

B. Wiskundige formulering

$$GEWGRP(M,R) \times \frac{AMAAND(M,T,2)}{AMAAND(M,T,1)} \times PROD(M,T)$$

$$\leq \sum_{M=1}^{MMAX} GEWGRP(M,R) \times PROD(M,T) \leq GEWGRP(M,R) \times \frac{AMAAND(M,T,4)}{AMAAND(M,T,3)} \times PROD(M,T) \qquad (9)$$

3.4 Meerdere teeltfrequenties naast elkaar telen

In de praktijk vindt men per teelt bijna altijd maar één teeltfrequentie. Voor teeltactiviteiten, waarvoor de opbrengsten teeltfrequentie afhankelijk zijn, is een combinatie mogelijk van twee verschillende opeenvolgende teeltfrequenties. De achterliggende gedachte hierbij is dat, indien het model voor twee teeltfrequenties kiest, de meest

praktische teeltfrequentie ergens tussen deze twee teeltfrequenties in ligt. Als er dus twee verschillende teeltfrequenties van hetzelfde gewas gekozen zullen worden, dan is alleen een combinatie van twee verschillende *opeenvolgende* teeltfrequenties toegestaan. Zo kan wel een 1:3 teelt naast een 1:4 teelt in het bouwplan voorkomen, maar niet een 1:3 teelt naast een 1:6 teelt.

A. Omschrijving

Per teeltactiviteit aardappelen en suikerbieten (dus consumptie-aardappelen, pootaardappelen, fabrieksaardappelen en suikerbieten) kan de variabele AARD1(T) alleen voor twee opeenvolgende teeltfrequenties T een waarde krijgen, waardoor de bijbehorende activiteit M met teeltfrequentie T ook alleen maar voor twee opeenvolgende teeltfrequenties een waarde kan krijgen.

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{M=1}^{MMAX} PROD(M,T) - AARD1(T) \leq 0 \qquad (10)$$

3.5 MacSharry regeling

A. Omschrijving

Onder invloed van de Verenigde Staten werd tijdens de GATT-onderhandelingen in 1992 besloten de prijsondersteuning voor graan in drie jaar tijd met ruim een kwart te verminderen. Als compensatie voor de dalende prijsondersteuning krijgt de boer een hectare-steun die gedurende drie jaar zal toenemen. De braakregeling is een onderdeel van het plan MacSharry. Het plan MacSharry was bedoeld om de Europese produktie-omvang te beperken.

De MacSharry regeling hanteert verschillende steunbedragen, afhankelijk van het gebied waarin de percelen liggen (kleigebieden of overige gebieden). Aan de hand van de indeling van de MacSharry-gewassen in gewasgroepen (GEWGRP(M,R)) wordt per gewasgroep het areaal bepaald (PROD(M,T)). Voor de MacSharry-gewassen zijn er vijf gewasgroepen te weten granen, snijmaïs, eiwithoudende gewassen en oliehoudende gewassen en een gewasgroep met alle MacSharry gewassen (inclu-

sief braak). De mogelijkheid van wel of geen braak (vereenvoudigde of algemene regeling) is een keuze (KEUZE) die het model maakt op basis van de afweging tussen de verschillende steunbedragen en de overige te telen gewassen. Als voor de algemene regeling gekozen wordt, moet er 10% gebraakt worden. Het uit de produktie te nemen areaal (10% van het areaal MacSharry gewassen) kan ingevuld worden met braak of non-food gewassen (PROD(M,T) voor M = 29 t/m M = 32).

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{M=1}^{MMAX}\sum_{T=1}^{TMAX} KEUZE \times 0{,}10 \times GEWGRP(M,R) \times PROD(M,T) - \sum_{M=29}^{32}\sum_{T=1}^{1} PROD(M,T) = 0 \qquad (11)$$

3.6 Inzaaibeperkingen

A. Omschrijving

De inzaaimogelijkheden van gewassen als volggewas binnen het jaar, zoals koolzaad, karwij, Engels raaigras, Italiaans raaigras en groenbemesters is afhankelijk van de voorvruchten die geteeld worden. Van alle gewassen (PROD(M,T)) vindt een selectie plaats op basis van de mogelijkheid die ze bieden voor het inzaaien van een volggewas/ondervrucht (INZ_1(M,I)).

Daarnaast moet bij de teelt van granen rekening gehouden worden met het strohakselen. Vindt dit plaats dan is inzaai van volggewassen/ondervruchten voor dat areaal uitgesloten (INZ_2(M,I)). Het areaal dat door bovengenoemde mogelijkheden beschikbaar is kan met maximaal zes mogelijke volggewassen/dekvruchten ingezaaid worden (INZ_3(M,I)).

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{M=1}^{MMAX}\sum_{T=1}^{TMAX} INZ_1(M,I) \times PROD(M,T) - \sum_{M=1}^{MMAX}\sum_{T=1}^{TMAX} INZ_2(M,I) \times PROD(M,T) - \sum_{M=1}^{MMAX} INZ_3(M,I) \times PROD(M,T) \geq 0 \qquad (12)$$

4. BEMESTING

4.1 Mineralenbalans

A. Omschrijving

De door de gewassen (PROD(M,T)) benodigde hoeveelheid mineralen (MINRAL (M,A)) wordt geleverd door mestsoorten (MEST(E)) met verschillende gehaltes aan mineralen (MESTST(E,A)). Voor stikstof wordt rekening gehouden met een werkingscoëfficiënt, afhankelijk van toedieningsmoment en wijze. De mestsoorten zijn onderverdeeld in dierlijke mestsoorten (kuikenmest, in het voor- en najaar aangewende varkensdrijfmest en in het voor- en najaar aangewende runderdrijfmest) en zuivere mestsoorten (N-, P- en K-meststoffen).

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{M=1}^{MMAX} \sum_{T=1}^{TMAX} MINRAL(M,A) \times PROD(M,T) - \sum_{E=1}^{EMAX} MESTST(E,A) \times MEST(E) \leq 0 \qquad (13)$$

4.2 Beperking maximum fosfaatgift

A. Omschrijving

De door de mestsoorten (MEST(E)) geleverde hoeveelheid fosfaat (MESTST(E,4)) mag de maximale fosfaatgift uit organische mest per ha (MAXFOS) voor de totale bedrijfsoppervlakte (OPPER) niet overschrijden.

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{E=4}^{EMAX} MESTST(E,4) \times MEST(E) - MAXFOS \times OPPER \leq 0 \qquad (14)$$

4.3 Beperking van de maximaal toe te dienen hoeveelheid dierlijke mest

A. Omschrijving

In de behoefte aan stikstof (MINRAL(M,2)) wordt per activiteit M (PROD(M,T)) voorzien door zuivere mestsoorten en/of dierlijke mestsoorten (MEST(E)). De hoeveelheid dierlijke mest is beperkt tot een maximum percentage (MINRAL(M,5)/100). De maximaal opgegeven gift aan dierlijke mest (MINRAL(M,5)/100) kan op gewasniveau

beperkt worden aan de hand van de werkzame stikstof uit dierlijke mest (MESTST (E,2)/100 * MESTST(E,3)).

De maximaal toe te dienen hoeveelheid dierlijke mest wordt beperkt vanwege twee redenen. Ten eerste om rekening te houden met de kwaliteit van het produkt in verband met mineralisatie van de organische mest in de loop van het jaar. Ten tweede om de mogelijkheid van toediening van organische mest in het voorjaar te beperken om landbouwkundige redenen.

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{M=1}^{MMAX}\sum_{T=1}^{TMAX} - MINRAL(M,2) \times \frac{MINRAL\ (M,5)}{100} \times PROD(M,T) - \sum_{E=1}^{EMAX} \frac{MESTST(E,2)}{100} \times MESTST(E,3) \times MEST(E) \leq 0 \qquad (15)$$

4.4 Organische-stofbalans

A. Omschrijving

In het model wordt gerekend met een gemiddelde afbraak van 2000 kg effectieve organische stof per ha per jaar (AFBROS).

Voor de totale bedrijfsoppervlakte (OPPER) moet de afbraak van effectieve organische stof gecompenseerd wordt door de levering van gewasresten (inclusief groenbemesters) en organische meststoffen (MEST(E)).

Aan de hand van de aanvoer van effectieve organische stof per ha (MINRAL (M,1)) door de diverse gewassen (PROD(M,T)) en aanvoer van effectieve organische stof met dierlijke mest (MESTST (E,1)) wordt de totale aanvoer berekend. De afbraak verminderd met de totale aanvoer moet kleiner dan of gelijk zijn aan nul, oftewel de aanvoer moet groter dan of gelijk zijn aan de afbraak.

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{M=1}^{MMAX}\sum_{T=1}^{TMAX} -MINRAL(M,1) \times PROD(M,T) - \sum_{E=1}^{EMAX} MESTST(E,1) \times MEST(E) + AFBROS \times OPPER \leq 0 \qquad (16)$$

5. BEWERKINGEN

5.1 Uitvoeren van bewerkingen

A. Omschrijving

Van elk gewas (PROD(M,T)) wordt aan de hand van bewerkingsschema's, die voor elke teeltactiviteit M is opgesteld, voor elke bewerking B bepaald in welke periode P deze zal worden uitgevoerd (BWERK (B,M,P)). Bij het uitvoeren van de bewerkingen wordt ervan uitgegaan dat in elke periode in de vraag naar uitvoering van (een deel) van de bewerking (B(M,B,U,P)) wordt voorzien.

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{T=1}^{TMAX} BWERK(B,M,P) \times PROD(M,T) - \sum_{U=1}^{UMAX} B(M,B,U,P) = 0 \qquad (17)$$

5.2 Benutting van de beschikbare machinecapaciteit

A. Omschrijving

De beschikbare capaciteit in uren (WKTGEG(W,8)) van iedere machine (WTUIG(W)) moet per periode P de benodigde tijd voor het uitvoeren van de werkmethode (TIJD(B,U) * B(M,B,U,P)) overtreffen. De benodigde tijd voor het uitvoeren van een bewerking wordt ten eerste bepaald door de werktijd voor een werkmethode (TIJD(B,U)). Onder werktijd wordt verstaan de bij een werkmethode behorende taaktijd (de benodigde mantijd om de gehele werkmethode uit te voeren) gedeeld door het aantal personen dat daarbij betrokken is. De benodigde tijd is afhankelijk van het percentage van de bewerking die in de desbetreffende periode uitgevoerd moet worden B(M,B,U,P).

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{M=1}^{MMAX} \sum_{B=1}^{BMAX} \sum_{U=1}^{UMAX} TIJD(B,U) \times B(M,B,U,P) - WKTGEG(W,8) \times WTUIG(W) \leq 0 \qquad (18)$$

5.3 Aantal aanwezige machines

A. Omschrijving

Alle uit te voeren bewerkingen B van activiteit M met werkmethode U in periode P (B(M,B,U,P)) worden ingedeeld naar het aantal identieke trekkers, combines en overige zelfrijdende werktuigen (METHO) die nodig zijn. De indeling vindt plaats in 4 groepen aan de hand van het aantal benodigde trekkers, combines en overige zelfrijdende werktuigen (0, 1, 2 of 3 dezelfde trekkers, combines en overige zelfrijdende werktuigen). Voor elk aanwezig werktuig (WTUIG(W)) wordt het aantal identieke trekkers, combines en overige zelfrijdende werktuigen bepaald (KEUZE), dat varieert tussen 0 en 3 identieke werktuigen.

B. De wiskundige formulering hiervoor ziet er als volgt uit.

$$\sum_{M=1}^{MMAX} \sum_{B=1}^{BMAX} \sum_{U=1}^{UMAX} \sum_{P=1}^{PMAX} METHO(W) \times B(M,B,U,P) - KEUZE \times WTUIG(W) \leq 0 \qquad (19)$$

5.4 Bepaling aantal aanwezige vaste arbeidskrachten

A. Omschrijving

Alle uit te voeren bewerkingen B van activiteit M met werkmethode U in periode P (B(M,B,U,P)) worden ingedeeld op basis van het benodigd aantal vaste arbeidskrachten (PERS). De indeling vindt plaats in drie groepen, te weten één benodigde vaste arbeidskracht, één of twee benodigde vaste arbeidskrachten en één, twee of drie benodigde vaste arbeidskrachten. Aan de hand hiervan bepaalt het model hoeveel (KEUZE) vaste arbeidskrachten (VAK) worden opgenomen.

B. De wiskundige formulering hiervoor ziet er als volgt uit.

$$\sum_{M=1}^{MMAX} \sum_{B=1}^{BMAX} \sum_{U=1}^{UMAX} \sum_{P=1}^{PMAX} PERS \times B(M,B,U,P) - KEUZE \times VAK \leq 0 \qquad (20)$$

6. ARBEIDSBEHOEFTE

De behoefte aan losse arbeid wordt in drie stappen bepaald:

1. losse arbeid voor gewasgebonden werkzaamheden

   Er wordt gecontroleerd of er per periode voldoende uren vaste arbeid zijn voor

het uitvoeren van de gewasgebonden werkzaamheden. Is dit niet het geval dan moet dit tekort aangevuld worden met losse arbeid;

2. *losse arbeid voor algemene werkzaamheden*
   Daarnaast moeten de algemene werkzaamheden ook uitgevoerd worden. In eerste instantie zal dit door vast personeel plaatsvinden. Is er niet genoeg vaste arbeid beschikbaar, dan wordt het tekort aangevuld met losse arbeid;
3. opgegeven losse arbeid in de data
   Tevens kan per werkmethode door de gebruiker opgegeven worden welk deel (in percentages) van een bewerking (BTAAK(B,U,4)) uitgevoerd moet worden door losse arbeid.

Aan de hand van deze driedeling worden de arbeidsbehoefte berekend.

6.1 Losse arbeid voor gewasgebonden werkzaamheden

A. Omschrijving

Per periode P wordt voor iedere bewerking B en werkmethode U de benodigde vaste arbeid bepaald (VTIJD(B,U)). Dit moet in eerste instantie uitgevoerd worden door de beschikbare vaste arbeid (SUPPLY(P,1) * VAK). Is de beschikbare vaste arbeid per periode niet voldoende dan wordt dit aangevuld door losse arbeid - (*LOS1(P)*). Een *eventueel overschot aan vaste arbeid per periode* (ARBCA(P)) wordt in punt 6.2 gebruikt voor het uitvoeren van algemene werkzaamheden.

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{M=1}^{MMAX}\sum_{B=1}^{BMAX}\sum_{U=1}^{UMAX} VTIJD(B,U)\times B(M,B,U,P) - SUPPLY(P,1)\times VAK - LOS1(P) + ARBCA(P) = 0 \qquad (21)$$

6.2 Losse arbeid voor algemene werkzaamheden

A. Omschrijving

In stap 1 is het eventuele overschot aan vaste arbeid per periode (ARBCA(P)) beschikbaar voor het uitvoeren van algemene werkzaamheden. De benodigde tijd voor algemene werkzaamheden bestaat uit een vast aantal uren van 400 uren per bedrijf (WERK2) en een variabel aantal van 5 tot 10 uur (WERK1) per hectare (OPPER),

afhankelijk van de verkavelingstoestand van het bedrijf. Een eventueel tekort aan vaste arbeid wordt aangevuld met losse arbeid (LOS2).

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{P=1}^{PMAX} ARBCA(P) - WERK1 \times OPPER - WERK2 + LOS2 \geq 0 \qquad (22)$$

6.3 Opgegeven losse arbeid in de data

A. Omschrijving

Voor elke combinatie van bewerking B en methode U kan een percentage losse arbeid worden opgegeven. Als de desbetreffende werkmethode wordt opgenomen moet ook het eventueel ingevulde percentage losse arbeid worden opgenomen. Per periode P wordt voor elke combinatie van bewerking B en methode U de benodigde losse arbeid bepaald (TIJDLOS(B,U)). Een vermenigvuldiging met het aantal hectares van deze werkmethode (B(M,B,U,P)) levert de benodigde losse arbeid (LOS3(P)) per periode P op.

B. Wiskundige formulering

$$\sum_{M=1}^{MMAX} \sum_{B=1}^{BMAX} \sum_{U=1}^{UMAX} TIJDLOS(B,P) \times B(M,B,U,P) - LOS3(P) = 0 \qquad (23)$$

Nog verkrijgbare PAGV-uitgaven [1]

Verslagen

213. BEA, LP-model en Orspel; een beschrijving en vergelijking van hulpmiddelen in het bedrijfseconomische onderzoek. Ir. J. Smid, drs. A.T. Krikke en ir. H.B. Schoorlemmer, maart 1996 ..... *f* 15,-

212. Effecten van bodembedekking op de opbrengst en kwaliteit van groentegewassen. J.T.K. Poll en ing. C.G.M. Geven, maart 1996 ..... *f* 15,-

211. Optimalisatie van erosieremmende teeltsystemen van maïs en suikerbieten op lössgrond. Ing. P.M.T.M. Geelen, drs. F.J.P.M. Kwaad, drs. E.J. van Mulligen, drs. A.G. Wansing, drs. M. van der Zijp en ir. W. van den Berg, maart 1996 ..... *f* 15,-

210. Optimalizering van de biologisch-dynamische en ecologische pootgoedteelt; eindrapport over de onderzoeksjaren 1992 tot en met 1995. Ir. M. Hospers, februari 1996 ..... *f* 15,-

209. Bedrijfssystemen-onderzoek vollegrondsgroente/bloembollen, proeftuin Zwaagdijk; evaluatie 1991-1993. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, F.C.G. Kreuk en ing. M. van der Ham, februari 1996 ..... *f* 20,-

208. Perspectieven voor korrelmaïs als zetmeelbron voor het noordelijke veenkoloniale-/ en zandgebied. Ir. W. van Dijk, dr. A.C. van Swaaij, ing. K.H. Wijnholds en ing. G. Veninga, januari 1996 ..... *f* 15,-

207. Waarnemingsmethoden voor bepaling van verschillen in onvolledige resistentie bij vollegrondsgroenterassen. Ir. J. Hoek, ing. I.P.M. Commandeur, ir. W. Sukkel en ing. H.J. Hylkema, november 1995 ..... *f* 15,-

206. Vruchtwisselingsproef AGM 600 proefboerderij A.G. Mulderhoeve Emmercompascuum 1981-1989. Ing. K.H. Wijnholds en ir. W. van den Berg, november 1995 ..... *f* 20,-

205. Aanbod en opname van stikstof bij hoge produktieniveaus van wintertarwe op klei- en zavelgrond. Dr. ir. A. Darwinkel, oktober 1995 ..... *f* 15,-

204. Bedrijfssystemen-onderzoek Borgerswold 1986-1990. Ir. Y. Hofmeester, ing. A. Bos ir. F.G. Wijnands, drs. A.T. Krikke en drs. ing. B.J.M. Meijer, augustus 1995 ..... *f* 25,-

203. Resultaten van onderzoek voor geïntegreerde bestrijding van onkruiden in zaaiuien. Ir. C.L.M. de Visser en ing. L. Hoekstra, juli 1995 ..... *f* 15,-

202. Stikstofbemesting en nutriëntenopname van witte kool. Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, juli 1995 ..... *f* 15,-

201. Effecten van wintergewassen op verliezen en benutting van stikstof bij de teelt van snijmaïs. Ir. W. van Dijk, ir. J. Schröder, L. ten Holte en ing. W.J.M. de Groot, juli 1995 ..... *f* 15,-

200. Interactie tussen rassen en proefplaatsen bij witlof. Ing. A.R. Biesheuvel en ir. G. van Kruistum, juni 1995 ..... *f* 15,-

199. Ontwikkeling van een gewasgroeimodel voor peen op basis van SUCROS 87. Ir. C.L.M. de Visser, ing. J.A. Schoneveld en ing. M.H. Zwart-Roodzant, juni 1995 .... *f* 20,-

198. Stikstofbemesting en nutriëntenopname van bloemkool. Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, maart 1995 ..... *f* 15,-

197. Toediening dierlijke mest op löss, dal- en lichte zavelgrond. Ing. S. Postma, mei 1995 ..... *f* 20,-

196. Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw; beknopt overzicht technische en economische resultaten. Ir. F.G. Wijnands, ing. P. van Asperen, ing. G.J.M. van Dongen, ing. S.R.M. Janssens, ir. J.J. Schröder en ing. K.B. van Bon, maart 1995 ..... *f* 20,-

---

[1] Een volledig overzicht van de PAGV-uitgaven wordt op uw aanvraag graag toegezonden.

195. Inventarisatie naar de mogelijkheden van een waarschuwingssysteem voor *Phytophthora infestans* in aardappelen. Dr. ir. H.T.A.M. Schepers, ing. E. Bouma, ir. C. Bus en ir. W.A. Dekkers, maart 1995 ..... ƒ 15,-

194. Beheersing van lage-temperatuurbederf bij witlof. Ir. G. van Kruistum, ing. A.R. Biesheuvel, ir. R.C.F.M. van den Broek, ing. P.M.T.M. Geelen en ing. J.G.M. Jeurissen, maart 1995 ..... ƒ 15,-

193. Het forceren van asperges in een geconditioneerde ruimte. J.T.K. Poll, ir. W. van den Berg en ir. C.F.G. Kramer, maart 1995 ..... ƒ 15,-

192. Optimalisering van de N-voeding van zetmeelaardappelen. Ir. C.D. van Loon, ing. K.H. Wijnholds en ir. A.H.M.C. Baltissen, november 1995 ..... ƒ 15,-

191. De invloed van plantveredeling, zaaitijdstip en koude-tolerantie op de stikstofbenutting door maïs tijdens de jeugdgroei. Ing. D.A. van der Schans, ir. W. van Dijk en dr. ir. O. Dolstra, juni 1995 ..... ƒ 15,-

190. Aspecten van de teelt van crambe. Ing. N. van Dijk en ir. G.E.L. Borm, april 1995 .... ƒ 15,-

189. Maatregelen tegen verbruiningsziekte ter vergroting van de opbrengstzekerheid van karwij. Resultaten van onderzoek 1990-1994. Ir. A. Evenhuis en ing. B. Verdam, maart 1995 ..... ƒ 25,-

188. Stikstofbemesting, zaaidichtheid en groeiregulatie bij haver. Dr. ir. A. Darwinkel, A.H.J. Rops en ing. K.H. Wijnholds, maart 1995 ..... ƒ 15,-

187. Reactie van graszaad op fosfaatbemesting. Ing. J.W. Steenhuizen, ing. J.G.N. Wander, ir. P.A.I. Ehlert en S. Vreeke, februari 1995 ..... ƒ 15,-

186. Resultaten bedrijfssystemen-onderzoek intensieve vollegrondsgroenten 1991-1993. Ing. M. van der Ham, februari 1995 ..... ƒ 20,-

185. Ontwikkeling van een biotoets voor het aantonen van herinplantproblemen bij asperge. J.T.K. Poll en ing. Th. Huiskamp, december 1994 ..... ƒ 15,-

184. Vergelijking en verloop van de zaad- en carvonopbrengst van karwij en dille. Ing. H.J. van der Mheen, december 1994 ..... ƒ 15,-

183. Effecten van plantdatum en plantdichtheid op groei, ontwikkeling, opbrengst en sortering van spruitkool (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*). Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, november 1994 ..... ƒ 15,-

182. Inventarisatie van onderzoeksvragen over de fosfaatvoorziening. Ing. J. Alblas, ir. W. van Dijk en ing. C.A.Ph. van Wijk, november 1994 ..... ƒ 15,-

181. Modificatie rassenkeuzetoets AM, PAGV en Hilbrands-laboratorium 1993. Ing. T.G. van Beers, drs. H. Regeer en ir. L.P.G. Molendijk, oktober 1994 ..... ƒ 15,-

180. Onkruidbestrijding in de teelt van zaaiuien met herhaalde toepassing van combinaties van herbiciden na opkomst. Ing. L. Hoekstra, oktober 1994 ..... ƒ 15,-

179. Herfstbehandeling van roodzwenk- en veldbeemdgewassen op zandgrond. Ir. G.E.L. Borm, oktober 1994 ..... ƒ 15,-

178. Onderzoek naar effectieve chemische bestrijding van bladvlekkenziekte en koprot en naar voorspelling van koprot in uien. Ir. C.L.M. de Visser, ing. L. Hoekstra en D. Hoek, augustus 1994 ..... ƒ 15,-

177. Vezelhennep als papiergrondstof; teeltonderzoek 1990-1993. Dr.ir. H.M.G. van der Werf en ing. W.C.A. van Geel, september 1994 ..... ƒ 15,-

176. Bedrijfssystemen-onderzoek Vredepeel - Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1993. Ing. B.M.A. Kroonen-Backbier, ir. Y. Hofmeester en ir. F.G. Wijnands, september 1994 ƒ 15,-

175. Inhoudelijke beschrijving van de teeltbegeleidingssytemen BETA, CERA en KOBAS. Ir. W.A. Dekkers en ing. A. Grunefeld, augustus 1994 ..... ƒ 20,-

174. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in het Noordelijk kleigebied. Drs. A.T. Krikke en ing. A. Bos, augustus 1994 ..... ƒ 35,-

173. Opbrengst, rendement en kwaliteit van wintertarwe bij extensiever telen. Dr.ir. A. Darwinkel, juli 1994 ..... ƒ 15,-

172. Breken van storende lagen in zavelgronden in de Noordoostpolder, A.H.J. Rops, ing. C.A.M. Schouten, G.A. van Soesbergen en ing. J. Alblas, juli 1994 ..... f 15,-
171. Chemische bestrijding van valse meeldauw (*Bremia lactucae*) in sla. Ing. R. Meier, mei 1994 ..... f 15,-
170. Zaadkwaliteit en veldopkomst van witlof. Ir. G. van Kruistum, ing. J.J. Neuvel en ir. W. van den Berg, mei 1994 ..... f 15,-
169. Optimalisatie van de teelt en afzet van kwaliteitsrogge voor de maalindustrie. Ing. S. Postma, april 1994 ..... f 15,-
168. Onderzoek naar vermindering van de stikstofbemesting door toepassing van *Rhizobium phaseoli* bij stamslaboon *Phaseolus vulgaris* L. Ing. J.J. Neuvel, ing. H.W.G. Floot, ing. S. Postma en ir. M.A.A. Evers, maart 1994 ... f 15,-
167. Onderzoek naar de mogelijkheden van stikstofrijentoediening bij suikerbieten. M.A. van der Beek en P. Wilting, maart 1994 ..... f 15,-
166. De invloed van het weer op de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. Ing. E. Bouma en prof. dr. ir. L. Wartena, januari 1994 ..... f 15,-
165. Mens- en milieuvriendelijke treksystemen voor witlof: een verkenning van mogelijkheden. Ing. E.A. van Os, ir. C.F.G. Kramer, ir. G. van Kruistum, ing. F.X.C. Looijesteijn, dr. H.H.E. Oude Vrielink, januari 1994 ..... f 15,-
164. Zekerheid van de veldopkomst bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1993 ..... f 15,-
163. De waardplantgeschiktheid van groenbemestingsgewassen voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje. Ir. J.G. Lamers en ing. Js. Roosjen, december 1993 ..... f 15,-
162. Herfstbehandeling van Engels raaigras bestemd voor de eerste en tweede zaadoogst, en van veldbeemd en roodzwenk bestemd voor de tweede en latere zaadoogst op kleigronden. Ir. G.E.L. Borm, december 1993 ..... f 20,-
161. Bestrijding van het gerstevergelingsvirus in granen. Ing. R.D. Timmer, november 1993 ..... f 15,-
160. Rhizomanie-onderzoek 1990-1993. Ir. L.W. Ebbers, november 1993 ..... f 15,-
159. Onderzoek naar een systeem voor geleide bestrijding van bladvlekkenziekte in zaaiuien. Ir. C.L.M. de Visser, september 1993 ..... f 25,-
158. Biospectron, een systeem van mineraalvoorziening voor wintertarwe Dr. ir. A. Darwinkel en A. Bramsvik, juli 1993 ..... f 15,-
157. The infomation model for crop protection in arable farming. ..... Ir. A.J. Scheepens, april 1993 ..... f 15,-
156. Perspectieven van de teelt van brouwgerst buiten het Zuidwestelijk kleigebied. Ing. R.D. Timmer, april 1993 ..... f 15,-
155. Produktie- en kwaliteitsverloop bij snijmaïs. Ing. D. van der Schans, ing. H.M.G. van der Werf MSc en ir. W. van den Berg, april 1993 ..... f 15,-
154. Gebruik van insektengaas op vollegrondsgroentegewassen. A. Ester e.a., febr. 1993 f 15,-
153. Arbeidsprestatie bij de oogst van ijsbergsla en bloemkool; een verkennende studie. Ing. C.I Dekker en ing. B.J. van der Sluis, februari 1993 ..... f 15,-
152. Informatiemodel "gewasgroei en -ontwikkeling". Ir. P.W.J. Raven, ing. W. Stol, dr.ir. H. van Keulen, ing. R.F.I. van Himste, dr. M.A. van Oijen en ir. H. Marring maart 1993 ..... f 15,-
151. Invloed van varkensdrijfmest op het nitraatgehalte van groenten. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1992 ..... f 10,-
150. Planning van de optimale sortering bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1992 ..... f 10,-
149. Najaarstoediening van dierlijke mest op kleigronden. Ir. H. Hengsdijk, november 1992 f 10,-

148. Effecten van wintergewassen op de uitspoeling van stikstof bij de teelt van snijmais. Ir. J. Schröder, L. ten Holte, ir. W. van Dijk, ing. W.J. de Groot, ing. W.A. de Boer en ir. E.J. Jansen, november 1992 ..... f 10,-

147. Koolvliegbestrijding met behulp van zaadcoating met insecticiden in bloem- en spruitkool. A. Ester, november 1992 ..... f 10,-

146. Bedrijfssystemenonderzoek Borgerswold. Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1991. Ing. J. Boerma en ir. Y. Hofmeester, november 1992 ..... f 10,-

145. Voorjaarstoediening van dunne dierlijke mest op kleigronden. ing. G.J.M. van Dongen en ing. J. Alblas, oktober 1992 ..... f 10,-

144. Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw/opzet en eerste resultaten. Ir. F.G. Wijnands, ing. S.R.M. Janssens, ing. P. v. Asperen en ing. K.B. v. Bon, okt. 1992 ..... f 10,-

143. Teeltfrequentie-effecten bij erwten, veldbonen, bruine bonen, snijmaïs, vlas en zaaiuien. Ing. Th. Huiskamp en ir. J.G. Lamers, oktober 1992. ..... f 10,-

142. Bestudering van het groeiverloop van zaaiuien en bouw van een groeimodel. Ir. C.L.M. de Visser, juni 1992 ..... f 25,-

141. Analyse van het gebruik en de acceptatie van teeltbegeleidingssystemen in de praktijk. Ing. A. Grunefeld en ir. W.A. Dekkers, februari 1992 ..... f 10,-

140. De invloed van pootgoedbehandeling op het aantal stengels en knollen bij aardappelen. Ir. C.B. Bus, april 1992 ..... f 10,-

139. De invloed van de intensiteit van het bouwplan op pootaardappelen, suikerbieten en wintertarwe (vruchtwisselingsproefveld) FH82). Ing. H.W.G. Floot, ir. J.G. Lamers en ir. W. van den Berg, januari 1992 ..... f 10,-

138. Jaarverslag 1989 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, januari 1992 ..... f 10,-

137. Vergelijking van het bewaren van fijne peen op het veld, onder stro en in de natte koeling. Ing. J.A. Schoneveld, december 1991 ..... f 10,-

136. Kwantitatieve aspecten van de verdelingsnauwkeurigheid van meststoffen. Ing. D.T. Baumann, december 1991. ..... f 10,-

135. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven op Trichodorus-gevoelige grond. Ing. A. Bos en drs. A.T. Krikke, december 1991 ..... f 10,-

134. Het verloop van wegrotten van moederknollen bij pootaardappelen. Ing. J.K. Ridder en ir. C.B. Bus, december 1991. ..... f 10,-

133. Information modelling for arable farming. Integrale vertaling van verslag 67 (Het globale informatiemodel Open Teelten), oktober 1991 ..... f 10,-

132. Groei, ontwikkeling en opbrengst van witte kool in relatie tot het tijdstip van planten. Dr.ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, september 1991 ..... f 10,-

131. Teeltaspecten van wintergerst voor opbrengst en kwaliteit. Dr. ir. A. Darwinkel, september 1991. ..... f 10,-

130. Landbouwtechnische -,economische, bedrijfskundige - en milieu - aspecten bij het toedienen en direct inwerken van dierlijke organische mest in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. Ing. G.J. van Dongen, september 1991 ..... f 10,-

129. Bepaling van de informatiebehoeften van agrarische ondernemers. Ir. P.W.J. Raven, ing. H. Drenth, ing. S.R.M. Janssens en drs. A.T. Krikke ..... f 10,-

128. Effect van de hoogte en een deling van de stikstofbemesting op de opbrengst en kwaliteit van zomergerst. Ing. R.D. Timmer, J.G.N. Wander en ir. I.D.C. Duijnhouwer, december 1991. ..... f 10,-

127. Rendabiliteit van verminderde bodembelasting. Ing. S.R.M. Janssens, juli 1991. .... f 10,-

125. Onderzoek naar groeistofschade bij witlof (Cichorium intybus L. var. foliosum) in de seizoenen 1986/1987 t/m 1988/1989. Ir. G. van Kruistum en ing. C. van der Wel, mei 1991 ..... f 10,-

122.	De bepaling van de opbrengst van een perceel snijmaïs bij de oogst. Ing. H.M.G. van der Werf MSc, ir W. van den Berg en ing. A.J. Muller, april 1991	f	10,-
120.	Biotoets voetziekten in erwten . Ir. P.J. Oyarzun, maart 1991	f	10,-

Publikaties

79.	Werkplan 1996, februari 1996	f	20,-
78a.	Jaarboek 1994/1995 akkerbouw, november 1995	f	30,-
78b.	Jaarboek 1994/1995 vollegrondsgroenteteelt, november 1995	f	30,-
77.	Jaarverslag 1994, juni 1995	f	20,-
76.	Werkplan 1995, januari 1995	f	20,-
75.	Kwantitatieve informatie 1995, december 1994	f	30,-
74.	Onkruidbestrijding in de graszaadteelt. Ir. P. Baltus, december 1994	f	15,-
73a.	Jaarboek 1993/1994 akkerbouw, november 1994	f	30,-
73b.	Jaarboek 1993/1994 vollegrondsgroenteteelt, november 1994	f	20,-
72.	Jaarverslag 1993, mei 1994	f	20,-
71.	Werkplan 1994, februari 1994	f	15,-
70a.	Jaarboek 1992/1993 akkerbouw, oktober 1993	f	30,-
70b.	Jaarboek 1992/1993 vollegrondsgroenteteelt, oktober 1993	f	20,-
69.	Kwantitatieve informatie 1993-1994, september 1993	f	30,-
68.	Planning van de vervangingsinvestering van een machine of werktuig. Ir. H.B. Schoorlemmer en drs. A.T. Krikke, augustus 1993	f	20,-
67.	28 jaar De Schreef, april 1993	f	40,-
62.	Verspreiding van onkruiden en planteziekten met dierlijke mest - een risico-analyse Ir. A.G. Elema en dr. ir. Scheepens, augustus 1992	f	15,-
59.	Bedrijfshygiëne in de praktijk. Ir. Y. Hofmeester	f	15,-

Themaboekjes

18.	Stikstofstromen in de vollegrondsgroenteteelt, december 1994	f	15,-
17.	Agrificatie en 'nieuwe' gewassen, maart 1994	f	35,-
16.	Aardappelen, december 1993	f	25,-
15.	Duurzame onkruidbestrijding, november 1993	f	25,-
14.	Bedrijfssystemen voor een Akkerbouw met toekomst, december 1992	f	25,-
13.	Gewasbescherming vollegrondsgroenten, november 1992	f	15,-
12.	Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen, november 1991.	f	15,-

Teelthandleidingen

68.	Teelt van peulen en doperwten voor de verse markt, juli 1995	f	25,-
67.	Teelt van courgette en pompoen, april 1995	f	25,-
66.	Teelt van stamslabonen, december 1994	f	40,-
65.	Teelt van andijvie, december 1994	f	30,-
64.	Teelt van suikerbieten, september 1994	f	30,-
63.	Teelt van sla, augustus 1994	f	40,-
62.	Teelt van bleekselderij, maart 1994	f	25,-
61.	Teelt van haver, februari 1994	f	20,-
60.	Teelt van karwij, januari 1994	f	15,-
59.	Teelt van dille, januari 1994	f	15,-
58.	Teelt van maïs, december 1993	f	25,-
57.	Teelt van consumptie-aardappelen, november 1993	f	30,-

56.	Teelt van prei, oktober 1993	ƒ	30,-
55.	Teelt van knolvenkel, augustus 1993	ƒ	25,-
54.	Teelt van broccoli, juli 1993	ƒ	30,-
53.	Teelt van suikermaïs, juli 1993	ƒ	25,-
52.	Teelt van zaaiuien, juni 1993	ƒ	30,-
51.	Teelt van bloemkool, april 1993	ƒ	35,-
50.	Teelt van Digitalis lanata, februari 1993	ƒ	10,-
49.	Teelt van thijm, februari 1993	ƒ	10,-
48.	Teelt van doperwten, december 1992	ƒ	15,-
47.	Teelt van groene asperges, november 1992	ƒ	15,-
46.	Teelt van peterselie en bladselderij, oktober 1992	ƒ	10,-
45.	Teelt van zomergerst, juni 1992	ƒ	20,-
44.	Teelt van rammenas, april 1992	ƒ	15,-
43.	Teelt van boerenkool, maart 1992	ƒ	15,-
42.	Teelt van witte asperge, december 1991	ƒ	15,-
41.	Teelt van winterrogge, december 1991	ƒ	10,-
40.	Teelt van radicchio, november 1991	ƒ	10,-
39.	Teelt van plantuien, november 1991	ƒ	15,-
38.	Teelt van spinazie, november 1991	ƒ	15,-
37.	Teelt van schorseneren, oktober 1991.	ƒ	15,-
36.	Teelt van peen, juni 1991	ƒ	20,-
35.	Teelt van triticale, april 1991	ƒ	10,-
34.	Teelt van vlas, april 1991	ƒ	15,-
33.	Teelt van tuinbonen, maart 1991	ƒ	15,-
32.	Teelt van rabarber, februari 1991	ƒ	15,-

losse bestellingen
U kunt losse exemplaren bestellen door het per titel vermelde bedrag over te maken op postgirorekening nr. 22.49.700 van het PAGV, Lelystad, met vermelding van de uitgave(n) die u wilt ontvangen.
Als u vanuit het buitenland bestelt, wordt u verzocht (in totaal) *f* 15,- extra over te maken.

PAGV-jaarabonnementen
U kunt kiezen uit de volgende abonnementen:
- **akkerbouw-praktijk:**
  bevat op de praktijk gerichte akkerbouw- en algemene informatie
- **akkerbouw-totaal:**
  bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. akkerbouw
- **vollegrondsgroente-praktijk:**
  bevat op de praktijk gerichte vollegrondsgroente- en algemene informatie
- **vollegrondsgroente-totaal:**
  bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. de vollegrondsgroenteteelt
- **totaal-praktijk:**
  bevat op de praktijk gerichte informatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegrondsgroenteteelt
- **totaal-verslagen:**
  bevat indirect wel praktijkgerichte informatie, maar bestaat in principe uit gedetailleerde onderzoekinformatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegrondsgroenteteelt
- **totaal-PAGV:**
  bevat alle PAGV-uitgaven.

Onderstaand schema laat zien welke PAGV-uitgaven u ontvangt bij een bepaald pakket-abonnement:

	akkerbouw-praktijk	akkerbouw-totaal	vollegrondsgr.-praktijk	vollegrondsgr.-totaal	totaal-praktijk	totaal-verslagen	totaal-PAGV
Werkplan	x	x	x	x	x	x	x
Jaarverslag	x	x	x	x	x	x	x
Jaarboek	x	x	x	x	x		x
Kwantitatieve informatie	x	x	x	x	x		x
publikaties akkerbouw	x	x			x		x
publikaties vollegrondsgroenteteelt			x	x	x		x
publikaties algemeen	x	x	x	x	x		x
teelthandleidingen akkerbouw	x	x			x		x
teelthandl. vollegrondsgroenteteelt			x	x	x		x
verslagen akkerbouw		x				x	x
verslagen vollegrondsgroenteteelt				x		x	x
verslagen algemeen		x		x		x	x
prijs per jaar	*f*100,-	*f*175,-	*f*75,-	*f*125,-	*f*150,-	*f*100,-	*f*250,-

U wordt pakket-abonnee door het per abonnement vermelde bedrag over te maken op postgirorekeningnummer 22.49.700 van het PAGV te Lelystad, met vermelding van het betreffende abonnement. U ontvangt dan zonder verdere kosten alle betreffende uitgaven in het betreffende kalenderjaar.
- **Bestel-abonnement** (*f*25,-). Deze bestaat uit een Nieuwsbrief die ieder kwartaal verschijnt en melding maakt van nieuwe PAGV-uitgaven. Deze kunt u vervolgens (met korting) bestellen. Als bestel-abonnee ontvangt u bovendien het jaarverslag.
- **Rassen Bulletin-abonnement** (*f*25,-). Deze bestaat uit de Rassen Bulletins voor de Akkerbouw (inclusief de grassen voor grasvelden en gazons).

N.B. Uw abonnement wordt automatisch verlengd voor een volgend jaar. Wijziging/opzegging van het abonnement is schriftelijk mogelijk tot 1 november van het abonnementjaar.